

PROJETO DE SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA INTEGRANDO SMART PANELS - EDIFÍCIO COMERCIAL COMO CASO DE ESTUDO

FÁBIO EMANUEL DOS SANTOS NOGUEIRA

Setembro de 2015

PROJETO DE SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA INTEGRANDO *SMART PANELS*

EDIFÍCIO COMERCIAL COMO CASO DE ESTUDO

Fábio Emanuel dos Santos Nogueira



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2015

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de DSEE -
Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

Candidato: Fábio Emanuel dos Santos Nogueira, Nº 1130258, 1130258@isep.ipp.pt

Orientação científica: António Araújo Gomes, aag@isep.ipp.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2015

Agradecimentos

A dedicação, o incansável trabalho, as ferramentas concedidas, o amor e os valores inculcados pela minha família, fazem com que a gratidão que consigo expressar neste pequeno texto constitua um diminuto resumo daquilo que lhe é equivalente. Obrigado Pai, Mãe e Irmã!

A atualização da família com a minha namorada de sempre, prova que encontrei cedo a pessoa responsável pela futura alegre e feliz vivência conjunta.

Agradeço aos colegas de trabalho pela ajuda na evolução, disponibilidade e camaradagem proporcionada ao longo do tempo e em cada momento do dia. Realço toda a equipa das elétricas: o Ricardo, o Eng. Cunha, o Samora, o Pedro, o Carlos e a Célia. Por insistência, mas por claro mérito refiro o nome dos colegas “Avaquianos” Diogo, Figueiredo, Rui, Dias e João.

Agradeço à Schneider Electric, em especial ao Nuno Nunes, pelo convite para a formação em *Smart Panels* que constituiu o ponto de partida para a escolha deste tema de tese, bem como pela disponibilidade demonstrada.

Não posso deixar de expressar aqui o meu agradecimento ao Francisco Pombas, pela disponibilização de informação e inúmeras explicações, tempo e paciência, quer localmente ou por via remota.

Ao professor António Gomes, orientador da dissertação, agradeço o apoio, a partilha do saber e as valiosas contribuições para a elaboração do trabalho, acompanhamento e orientação.

O meu último agradecimento vai para os grandes amigos que fiz no ISEP e que estão na mesma caminhada. Em particular, um abraço especial ao Ion, ao Tozé, ao Afonso e ao João Pereira.

“There is enough light for those who only desire to see, and enough
obscurity for those who have a contrary disposition”

Blaise Pascal

Resumo

Os Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) assumem-se como essenciais nos grandes edifícios, já que permitem monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma facilitada, integrada e otimizada, as várias instalações existentes no edifício.

O estado da arte de um SGTC baseia-se numa arquitetura distribuída, com recurso a Quadros de Gestão Técnica (QGT) que incluem *Automation Servers* - equipamentos nativos nos protocolos de comunicação mais comumente utilizados neste âmbito, incorporadores de funcionalidades e programações pré-definidas, e que ficarão responsáveis por integrar na sua área de influência, um conjunto de pontos de SGTC, definidos em projeto.

Numa nova filosofia de instalação, integração e comunicação facilitada entre dispositivos que nos quadros elétricos geram dados relevantes para o utilizador e desencadeiam ações úteis na gestão de uma instalação, surge o novo conceito no mercado de *Smart Panels*, da Schneider Electric. Este sistema baseia-se numa ampla e diversa gama de possibilidades de medição e monitorização energética e da própria aparelhagem, com um sistema de comunicação com o sistema de gestão e controlo da instalação integrado no próprio quadro, dispensando assim a necessidade de um sistema externo (QGT), de recolha, comunicação e processamento de informação.

Após o estudo descritivo teórico dos vários tópicos, questões e considerações relacionadas com os SGTC, os *Smart Panels* e a sua integração, o projeto e estudo comparativo do SGTC sem e com a integração de *Smart Panels* num grande centro comercial, permitiu concluir que a integração de *Smart Panels* num SGTC pode conferir vantagens no que diz respeito à simplificação do projeto, da instalação, do comissionamento, programação, e da própria exploração da instalação elétrica, traduzindo-se numa redução dos custos normalmente elevados inerentes à mão de obra associada a todos estes processos.

Palavras-Chave

SGTC, *Smart Panels*, Monitorização, Comunicação, Gestão, Projeto, Automation Server, QGT, Integração, Pontos de SGTC

Abstract

The Building Management Systems (BMS) are assumed to be essential in large buildings since they allow an integrated, easier and optimized monitoring, control, command and management of the various building facilities.

The state of the art of a BMS is based on a distributed architecture that comprises an equipment - *Automation Server* - which natively feature the most commonly communication protocols used in this type of management system as well as incorporates pre-defined features and settings. which will be the main equipment of a BMS Switch Board (QGT). It will be responsible for integrating in its area of influence, a set of BMS points defined in the BMS project.

Based on a new philosophy of installation, integration and facilitated communication between devices in electrical switch boards – that generate data relevant to the user and triggers useful actions to the management process – the new concept of *Smart Panels* by Schneider Electric appears in the market. This system is based on a broad and diverse range of possibilities and energy measuring and monitoring devices, which communicates with the installation management and control system through devices that are comprised on the same Panel and possess communication capabilities, thus dispensing an external system of information collection, reporting and processing (QGT),.

After the theoretical descriptive study of the various topics, issues and considerations related to a BMS, *Smart Panels* and their integration into a BMS, the realization and comparison of BMS project with and without the integration of *Smart Panels* applied to a study case of a large shopping center, allowed the conclusion that the integration of *Smart Panels* in a BMS in fact confers advantages regarding the simplification of the design, installation, commissioning, programming, and even the facilities operation, resulting in a reduction of the usually high costs of labor work associated with all these processes and phases.

Keywords

BMS, *Smart Panels*, Monitoring, Communication, Management Project, Automation Server, QGT, Integration, BMS Points

Índice

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	XII
ACRÓNIMOS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO	1
1.2.OBJETIVOS	2
1.3.ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO.....	3
2. SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA.....	4
2.1.VISÃO E ENQUADRAMENTO	4
2.2.FUNÇÕES E POTENCIALIDADES PRINCIPAIS	6
2.3.EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA.....	24
2.4.INTEGRAÇÃO.....	27
2.5.COMUNICAÇÃO - PRINCIPAIS PROTOCOLOS	31
2.6.SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA – ESTADO DA ARTE	58
3. SMART PANELS.....	67
3.1.VISÃO E ENQUADRAMENTO	67
3.2.COMPONENTES PRINCIPAIS.....	71
3.3.VISUALIZAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E GESTÃO	84
3.4.ARQUITETURAS.....	86
4. CASO DE ESTUDO.....	90
4.1.INTRODUÇÃO	90
4.2.PRINCÍPIOS COMUNS DE PROJETO	93
4.3.PROJETO DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA CONVENCIONAL.....	106
4.4.PROJETO DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA INTEGRANDO <i>SMART PANELS</i>	126
4.5.ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA	155
5. CONCLUSÕES.....	175
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	182
ANEXOS	186

Índice de Figuras

Figura 1 – Modelo de relação entre energia consumida e trabalho útil efetivamente realizado.	4
Figura 2 – Temperaturas de Conforto – Conforto Adaptativo[9].	11
Figura 3- Poupanças energéticas com a redução de 1°C na temperatura objetivo de aquecimento[11].	16
Figura 4 - Critérios e metodologias de gestão e controlo de cargas num SGTC[16].	18
Figura 5 – Ilustração básica do deslastre de cargas utilizando duas filosofias diferentes, nomeadamente do papel do SGTC na filosofia apresentada à esquerda.	19
Figura 6 – Cenário com 4 estados, baseado em condições locais numa determinada zona[16].	22
Figura 7 – Organização e Interação entre as Bases de Dados, <i>Software</i> de processamento da informação e utilizador[16].	22
Figura 8 – Modelo Integrado Sistema de Gestão Técnica Centralizada – Sistema de Gestão de Consumos[6].	23
Figura 9 – Níveis de um SGTC[8].	28
Figura 10 – Protocolo TCP/IP e as suas camadas no processo de comunicação (inclusão do Modelo OSI ao centro para comparação)[25].	35
Figura 11 – Arquitetura de Comunicação utilizando o protocolo ModBus RTU[29].	37
Figura 12 – Modelo de Camadas ModBus TCP/IP e ModBus Serial[28].	38
Figura 13 – Estrutura de Mensagem a transmitir em ModBus RTU ou ModBus TCP/IP[27].	39
Figura 14 – Processo de Comunicação Cliente Servidor[29].	40
Figura 15 - Sistema de Gestão Técnica Centralizada - ModBus Serial e ModBus TCP/IP[24].	41
Figura 16 – Níveis e Tecnologias do protocolo padrão Profibus[26].	43
Figura 17 – Arquitetura multimestre do protocolo Profibus, através de um sistema de arbitragem.	44
Figura 18 – Topologias: 1) Livre – Anel, Estrela, ou Árvore; 2) Bus; 3) Suportada (<i>Backbone</i>)	46
Figura 19 – Arquitetura baseada em Lontalk[32].	48
Figura 20 – Filosofia de funcionamento do protocolo BACnet[34].	49
Figura 21 – Modelo de Camadas do Protocolo BACnet[35].	49
Figura 22 – Arquitetura BACnet[34].	50
Figura 23 – Rede de Comando (<i>bus</i>) e Potência independentes[14].	51
Figura 24 – Topologias de arquitetura de segmentos da rede[37].	52

Figura 25 – Estrutura hierárquica da rede no protocolo KNX[37].	53
Figura 26 – Estrutura de uma Instalação KNX[37].	53
Figura 27 – Integração num SGTC como um subsistema não comunicante (à esquerda) ou comunicante (à direita).	55
Figura 28 – Componentes Separadas de Potência e Comando no Sistema DALI[39].	57
Figura 29 – Representação exemplo do uso de DALI para realizar a regulação de fluxo progressiva com base num sensor de luz, luz natural e artificial[38].	57
Figura 30 – Topologias de rede de uma instalação DALI[13].	57
Figura 31 – Exemplo da estrutura de um <i>Automation Server</i> da Schneider Electric: Alimentação 24VDC; Comunicação LAN (TCP/IP) e SubLan (Lon, Bacnet e ModBus); Capacidade de 30 módulos de entradas saídas (I/O); Função integrada de <i>Webserver</i> [44].	60
Figura 32 – Objetos e Propriedades – atribuição de valores e a sua natureza[16].	61
Figura 33 – Estrutura Organizacional (Parcial – Instalações Técnicas) de um Software de Gestão Técnica Centralizada baseado no paradigma de Programação Orientada a Objetos[16].	62
Figura 34 – Organização e estrutura típica de um Software atual de um SGTC num grande edifício do ponto de vista do acesso pelo utilizador[16].	62
Figura 35 – Utilização de Redes Neurais para com base em novos dados de entrada e uma rede “treinada”, se obterem códigos de falhas e avarias que servirão de suporte ao gestor da manutenção[16].	64
Figura 36 – Arquitetura distribuída do tipo <i>Single BACnet</i> [48].	65
Figura 37 – Arquitetura distribuída do tipo <i>Single LON</i> [49].	66
Figura 38 – Arquitetura distribuída com múltiplos <i>Automation Servers</i> [50].	66
Figura 39 – Exemplo de contactos auxiliares de sinalização (monitorização) com aparelhagem tradicional à esquerda e versão própria para a gama Acti9 à direita: SD –Disparo (<i>trip</i>); OF – Estado (aberto/fechado) [55].	69
Figura 40 – Filosofia básica inerente ao conceito de <i>Smart Panels</i> [54].	71
Figura 41 – Aspeto, características e diferenças das versões Smartlink Ethernet (em cima) e Smartlink ModBus (em baixo)[52].	72
Figura 42 – Especificidades da ligação de disjuntores não modulares ao sistema Enerlin’X[52].	75
Figura 43 – Aspeto descritivo e funcionalidades do módulos de interface, incluindo a possibilidade de empilhamento de módulos IFM até 12 unidades para uma posterior ligação à rede Ethernet pelo acoplamento do módulo <i>IFE + Gateway</i> [52].	78
Figura 44 – Topologias base para ligação de aparelhagem não modular ao sistema Enerlin’X[54].	79
Figura 45 – Módulo I/O[52].	81

Figura 46 – Incorporação do módulo I/O numa arquitetura de <i>Smart Panel</i> , nomeadamente no sistema Enerlin’X[52].	81
Figura 47 – Ecrã de Visualização FDM128 e exemplo de menus e opções disponibilizadas[52, 54].	82
Figura 48 – Aspeto geral da Com’X200 e exemplo das suas funcionalidades[54].	84
Figura 49 – Exemplo das páginas de configuração e teste de dispositivos[52].	85
Figura 50 – Exemplo das páginas Web geradas por alguns equipamentos com ligação Ethernet[52].	85
Figura 51 – Resumo gráfico do posicionamento e possibilidade de comunicação de cada equipamento[52].	87
Figura 52 – Arquitetura Exemplo de um sistema de <i>Smart Panels</i> [52].	88
Figura 53 – Arquitetura alternativa exemplo de um sistema de <i>Smart Panels</i> [52].	89
Figura 54 – Maquete simplificada do edifício de estudo com a área de intervenção a azul [fornecido pela equipa de arquitetura].	91
Figura 55 – Dimensão, delineação e identificação dos pisos e espaços principais do edifício comercial.	91
Figura 56 – Exemplo de instalação análoga, com armazém de duplo pé direito, <i>solar tubes</i> na cobertura e regulação de fluxo da iluminação artificial (0% do fluxo nominal na imagem)[58].	92
Figura 57 – Ilustração gráfica dos espaços do Piso 1[59].	93
Figura 58 – Localização (azul) indicativa e identificativa das áreas técnicas nos diferentes pisos, com escala de referência na ilustração do piso 1 para compreensão das distâncias envolvidas.	109
Figura 59 – Extrato da Lista de Pontos elaborada com destaque (vermelho) para pontos de dispositivos e equipamentos localizados fora das áreas técnicas apresentadas e que ficarão afetos ao QGT-1.2.	117
Figura 60 – Exemplo da incorporação no desenho de um esquema unifilar de um quadro elétrico dos pontos a integrar num Sistema de Gestão Técnica Centralizada.	118
Figura 61 – Extrato do Diagrama de Sistema de Gestão Técnica Convencional.	125
Figura 62 – Aparelhagem e dispositivos integrantes do catálogo <i>Smart Panels</i> .	126
Figura 63 – Gama de Aparelhagem (modular) Acti 9.	128
Figura 64 – Componentes do sistema Acti 9 necessários ao projeto.	129
Figura 65 - Posicionamento relativo e as ligações entre os componentes.	130
Figura 66 – Diagrama parcial de ligações do “Quadro do Parque de Estacionamento 1”.	131
Figura 67 – Fases da filosofia subjacente aos <i>Smart Panels</i> , onde se destaca a importância atribuída à previsão da utilização da Ethernet para a obtenção do proveito máximo do sistema[54].	132
Figura 68 - Diagrama parcial de ligações do “Quadro do Parque de Estacionamento 2”.	134

Figura 69 – Extrato dos pontos da zona técnica -1.3, do diagrama da arquitetura geral do SGTC afeto às instalações elétricas com base em <i>Smart Panels</i>	136
Figura 70 – Diagrama de Ligações, recorrendo a um <i>Switch</i> [54].	139
Figura 71 – Diagrama de Ligações, recorrendo ao uso de módulos IFM[54].	139
Figura 72 – Considerações quanto ao sistema ULP, possibilidades integradas na aparelhagem e interfaces de comunicação Enerlin’X[54].	141
Figura 73 – Exemplo de cálculo do consumo de um conjunto de componentes[54].	142
Figura 74 – Esquema de <i>Layout</i> do aspeto generalista de um quadro do presente projeto[62].	144
Figura 75 – Esquema unifilar do QP1 – ilustração do processo inicial de reformulação com base no esquema utilizado no projeto convencional.	146
Figura 76 – Extrato do diagrama simplificado da arquitetura com <i>Smart Panels</i> .	148
Figura 77 – Esquema unifilar do QP1 – ilustração do processo final de reformulação com base no esquema utilizado no projeto convencional e nas considerações apresentadas.	149
Figura 78 – Diagrama detalhado da arquitetura baseada em <i>Smart Panels</i> .	151
Figura 79 – Quadro de Gestão Técnica complementar à arquitetura baseada em <i>Smart Panels</i> .	153
Figura 80 – Lista de Pontos do SGTC integrando <i>Smart Panels</i> .	154
Figura 81 – Ilustração gráfica dos valores absolutos dos grupos descritos – projeto convencional.	159
Figura 82 – Ilustração gráfica dos valores relativos dos grupos descritos – projeto convencional.	159
Figura 83 – Ilustração gráfica dos valores absolutos dos grupos descritos – projeto com <i>Smart Panels</i> .	162
Figura 84– Ilustração gráfica dos valores relativos dos grupos descritos – projeto com <i>Smart Panels</i> .	163

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resumo das possíveis funções e potencialidades de um SGTC.	7
Tabela 2 – Características Típicas dos meios de transmissão no protocolo LonTalk[23].	47
Tabela 3 – Funções disponíveis nos dispositivos de possível ligação ao Acti 9 Smartlink[49].	73
Tabela 4 – Funções disponíveis das gamas de proteção não modular com Unidades Micrologic[49].	74
Tabela 5 – Funções Integradas no Módulo I/O [49].	80
Tabela 6 – Resumo dos componentes e características de comunicação do sistema Enerlin’X [49].	86
Tabela 7 – Equipamentos de Monitorização Energética a instalar nos quadros elétricos.	98
Tabela 8 – Identificação e Localização dos QGTs afetos às instalações elétricas.	120
Tabela 9 – Caracterização da alimentação de componentes de um <i>Smart Panel</i> [51, 53].	141
Tabela 10 – Custo agrupado estimado dos Quadros Elétricos de Potência e dos QGTs.	158
Tabela 11 – Custo agrupado estimado dos <i>Smart Panels</i> e QGT-1.1.	161
Tabela 12 – Espaço libertado pela escolha da opção que considera a integração de <i>Smart Panels</i> .	168

Acrónimos

ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
AQS	Águas Quentes Sanitárias
ASCII	– <i>American Standard Code for Information Interchange</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers</i>
ATEX	<i>Atmosphères explosibles</i>
AVAC	– Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BMS	<i>Building Management System</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i>
DALI	<i>Digital Addressable Lighting Interface</i>
DDC	<i>Direct Digital Control</i>
EA	Entrada Analógica
ED	Entrada Digital
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GTC	Gestão Técnica Centralizada
HMI	<i>Humam-Machine Interface</i>
IFE	<i>Ethernet Interface Module</i>
IFM	<i>Modbus Interface Module</i>
IP	– <i>Internet Protocol</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MBAP	<i>ModBus Application Header</i>
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
OLE	– <i>Object Linking and Embedding</i>
OOP	<i>Object-oriented programming</i>
OPC	<i>Object Process Control</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>
PID	– <i>Proportional, Integrative, Derivative</i>
PLC	– <i>Programmable Logic Control</i>
PoE	<i>Power Over the Ethernet</i>
QEE	Qualidade de Energia Elétrica
QGBT	– Quadro Geral de baixa Tensã
RECS	– Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços
RNA	– Rede Neuronal Artificial
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
SA	Saída Analógica
SD	Saída Digital
SADG	Sistemas Automáticos de Detecção de Gases
SADI	Sistema Automático de Detecção de Incêndio
SADIR	Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo

SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
SCIE	segurança contra incêndio em edifícios
SELV	<i>Separated Extra Low Voltage</i>
SGC	– Sistema de gestão de consumos
SGTC	– Sistema de Gestão Técnica Centralizada
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SNVT	<i>Standard Network Variable Type</i>
TCP	– <i>Transmission Control Protocol</i>
THD	– Total Harmonic Distortion
TN	– Esquema de Ligação à terra: Terra pelo Neutro
ULP	<i>Universal Logic Plug</i>
UPS	– Uninterruptible power supply
WAGES	<i>Water, Air, Gas, Eletricity and Steam</i>
WLC	– <i>Wired Logic Control</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E MOTIVAÇÃO

Um Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) visa assegurar uma gestão adequada e otimizada dos processos e funcionamento dos subsistemas do edifício de acordo com as necessidades de conforto e operação dos utilizadores, enquanto minimiza os (elevados) desperdícios, a energia consumida para o mesmo trabalho útil produzido e os custos associados à exploração e manutenção das instalações[1].

Um SGTC tem evoluído para um sistema totalmente integrado e cada vez mais automatizado, que inclui um cada vez maior número de entradas e saídas, sendo a comunicação de informação efetuada numa infraestrutura mais ou menos complexa criada para o efeito[2-4].

Numa nova filosofia de instalação, integração e comunicação facilitada entre dispositivos que nos quadros elétricos geram dados relevantes para o utilizador e desencadeiam ações úteis na gestão de uma instalação, surge o novo conceito no mercado de *Smart Panels*, ou quadros inteligentes, da Schneider Electric.

Dado que o autor deste documento assume funções de projetista numa das maiores empresas de engenharia de projeto e consultoria na área de edifícios e indústria, a possibilidade de criação de valor pela integração no projeto de novas tecnologias, filosofias e arquiteturas, nomeadamente no que diz respeito à gestão e exploração otimizada ao longo da extensa vida útil de um edifício – fortemente dependente de um bom projeto de gestão técnica centralizada – surge a aplicação prática do conceito num âmbito mais alargado como tema de tese.

1.2. OBJETIVOS

O trabalho realizado teve como primeiro objetivo descrever de uma forma detalhada e pertinente, um conjunto de tópicos inerentes ou fortemente relacionados com a Gestão Técnica Centralizada, desde a visão e importância subjacente à sua consideração e implementação, bem como descrever as suas funcionalidades principais, abordando ainda a sua evolução e o atual estado da arte.

A abordagem relativa aos *Smart Panels* pretende analisar a sua visão e enquadramento, as funcionalidades disponibilizadas, potenciais vantagens, nomeadamente no que diz respeito à sua possível relação/integração num SGTC.

Após uma descrição e análise teórica devidamente aprofundada aos diversos temas, surge o estudo de um exemplo prático de aplicação – o terceiro grande objetivo do trabalho. Como exemplo de caso de estudo, o autor analisa e compara o projeto de gestão técnica centralizada sem e com a integração de *Smart Panels*, num grande centro comercial, apresentando na perspetiva do projetista, as diferenças e as considerações a ter na sua elaboração, bem como na perspetiva de investimento e exploração por parte do cliente. Refira-se no que diz respeito à componente de projeto e caso prático, este trabalho debruça-se sobre a componente das instalações elétricas do SGTC, dado que a nível de outras instalações, nomeadamente as mecânicas, não existem diferenças numa arquitetura que integre *Smart Panels*.

De uma forma mais detalhada, enumeram-se os seguintes objetivos, que incluem a análise e desenvolvimento dos seguintes tópicos:

- Sistemas de Gestão Técnica Centralizada - Funções e Potencialidades principais;
- Sistemas de Gestão Técnica Centralizada - Evolução e Estado da Arte;
- Sistemas de Gestão Técnica Centralizada – Arquiteturas;
- Sistema de Gestão Técnica Centralizada na perspetiva de Projeto;
- Conceito de *Smart Panels* – Visão e Enquadramento;
- *Smart Panels* – Componentes e Funcionalidades;
- *Smart Panels* - Arquiteturas;
- Estudo de Caso Prático - Projeto de um SGTC convencional;

- Estudo de Caso Prático - Projeto de SGTC integrando *Smart Panels*;
- Análise técnica e económica referente aos resultados obtidos que inclui uma análise crítica relativamente ao caso prático, bem como a um SGTC na sua globalidade.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

Este trabalho divide-se em 5 capítulos principais:

- No capítulo 1 é introduzido o tema e são referidos os objetivos a atingir;
- No capítulo seguinte é abordada a importância e potencialidades de um SGTC, a evolução e estado da arte atual, descrevendo-se as arquiteturas e os seus componentes, bem como considerações e questões inerentes ao projeto, implementação e exploração;
- O capítulo 3 introduz e explicita o conceito de *Smart Panel*, os seus componentes, o sistema de comunicação Enerlin'X, arquiteturas exemplo bem como as vantagens do ponto de vista do autor, analisando-se a pertinência da sua integração num SGTC;
- O capítulo 4 descreve o caso de estudo, onde será reformulado o projeto de SGTC convencional elaborado pelo autor deste mesmo projeto, de modo a incluir *Smart Panels*. Aqui serão apresentadas as considerações de um projeto de um SGTC do ponto de vista do projetista, considerando uma abordagem convencional atual e considerando a integração de *Smart Panels* no SGTC. Apresenta-se também uma análise técnica e económica referente aos resultados obtidos referindo-se e justificando-se opções e considerações nas tomadas de decisão a diferentes níveis;
- No capítulo 5 são apresentadas as conclusões deste trabalho onde se inclui uma análise crítica pertinente e complementar à do capítulo anterior, bem como as contribuições para o tema relativo ao SGTC e para a especialidade de instalações elétricas, oportunidades de melhoria e trabalhos futuros.

2. SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

2.1. VISÃO E ENQUADRAMENTO

Os Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) assumem-se como essenciais nos grandes edifícios, já que permitem monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma integrada e otimizada, as várias instalações existentes no edifício, tais como as de climatização, águas quentes sanitárias (AQS), monitorização de energia, iluminação, segurança, sistemas de produção de energia elétrica, entre outros[2, 4-6].

De facto, a redução dos desperdícios energéticos é um dos pontos fortes dum sistema destes, onde pela monitorização energética, de equipamentos e instalações, análise de padrões comportamentais e pela gestão da manutenção e das diversas cargas da instalação, é possível uma otimização dos processos tanto ao nível da eficiência energética como também ao nível da conservação de energia. Para melhor compreensão, vamos assumir que a determinação ou a análise à adequação do consumo de um edifício pode ser feita com o recurso a um modelo linear simples, como o que se mostra na Figura 1.

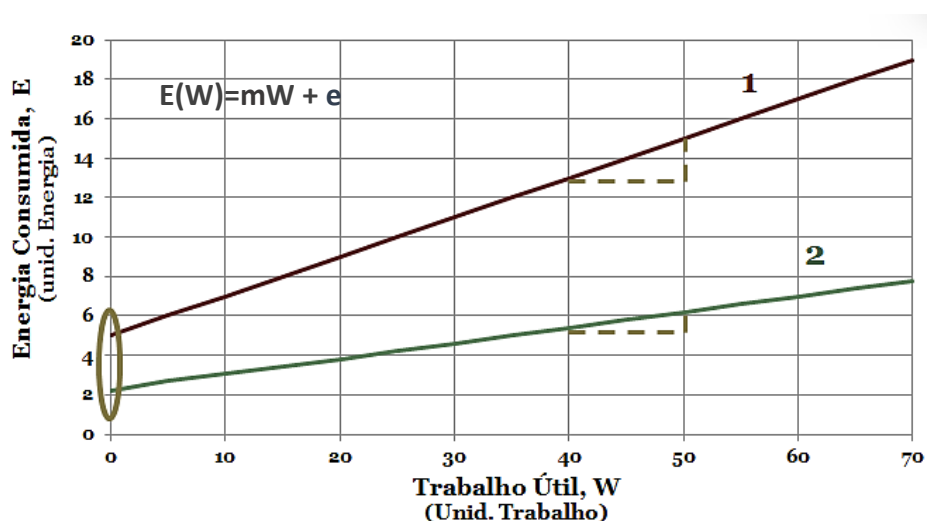


Figura 1 – Modelo de relação entre energia consumida e trabalho útil efetivamente realizado.

Pela análise do modelo apresentado, temos que:

- A redução de “**e**” significa uma diminuição dos consumos de energia nos serviços auxiliares e na perdas. Neste caso deve-se reduzir ao máximo os consumos quando não há trabalho útil a ser produzido (medidas associadas principalmente à conservação de energia).
- A redução de “**m**”, significa que para o mesmo trabalho útil produzido, é consumida menos energia (predominância de medidas de eficiência energética)
- A redução simultânea de “**e**” e “**m**”, significa uma diminuição global dos consumos de energia nos serviços auxiliares, nas perdas e na incidência do consumo de energia para um mesmo trabalho útil a ser produzido (medidas de conservação de energia bem como de eficiência energética).

Repare-se que a passagem de uma situação do tipo 1 para tipo 2 (situações representadas no modelo) requer antes das ações, uma monitorização dos consumos e das instalações – é necessário conhecer, antes de planear e agir. A monitorização referida envolve num edifício de grandes dimensões uma grande rede do que se pode chamar “medidores”, “sensores”, “contactos”, “contadores” ou “analísadores”. Todos estes constituem entradas para um sistema que concentrará todos estes dados, ajudando o utilizador a planear ações corretivas ou preventivas consoante os registos apresentados e objetivos de exploração, que poderão ser executadas através desse mesmo sistema centralizador e de gestão das instalações.

Como se verá posteriormente, as funcionalidades e potencialidades de um sistema deste género, são tão úteis em grandes edifícios (médio ou grande porte), que se pode afirmar, baseando-nos em aspetos e resultados económicos, técnicos e ambientais referidos a literatura, que um SGTC é essencial na exploração destas instalações[4].

Refira-se que em termos de legislação, o Sistema de Gestão Técnica Centralizada foi tornado obrigatório por forma a, prioritariamente, dar cumprimento ao Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, que aprovou o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, transpondo ainda a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios. Foi dada especial atenção à Portaria n.º 349-D/2013

de 2 de Dezembro que determina os requisitos dos sistemas técnicos dos edifícios, nomeadamente no Anexo I – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS) – Requisitos de Conceção para Edifícios Novos e Novas Intervenções[7].

Cumprindo os pontos 10.1 e 10.3 do referido diploma, resulta a obrigatoriedade de projetar e implementar um Sistema de Gestão Técnica Centralizada que cumpra com o referido regulamento, nomeadamente garantindo os requisitos mínimos associados à Classe C da Norma EN15232 de Janeiro de 2012 (*Energy performance of buildings; Impact of Building Automation, Controls and Building Management*) [7]. O RECS define também a adoção de equipamentos que nativos nos protocolos de comunicação usualmente definidos como *standard*[7] – TCP/IP, LonTalk, BACnet e ModBus (estes protocolos serão abordados em capítulo posterior).

De facto, resulta uma forte incidência (com raízes históricas[2, 6]) das funções atribuídas a este sistema sobre as Instalações Mecânicas (AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), devido às enormes potencialidades de redução de consumos, simplificação da exploração do complexo e orientação de programas de manutenção preventiva.

Contudo, a necessidade e importância da monitorização e gestão de aparelhagem, equipamento, infraestruturas de outras instalações e consumos energéticos, nomeadamente as correspondentes às instalações elétricas e de segurança, leva a que um SGTC tenha uma importância preponderante nas mesmas questões referidas no parágrafo anterior, sendo também de realçar fortemente, o interesse na integração das várias instalações, pois todas elas se relacionam entre si, com influências, precedências e consequências.

2.2. FUNÇÕES E POTENCIALIDADES PRINCIPAIS

Um SGTC constitui o instrumento que permite, ao longo dos muitos anos de vida expectável do edifício, estabelecer, adaptar e readaptar, estratégias operacionais, monitorizar todos os sistemas e órgãos vitais do edifício e ajudar efetivamente o seu gestor técnico na condução a curto, médio e longo prazo otimizar emissões, consumos, recursos e custos.

A Tabela 1 resume algumas das principais, habituais e possíveis funções e potencialidades de um SGTC [1, 2, 4, 5, 8], sendo estas detalhadas nos subcapítulos seguintes.

Tabela 1 – Resumo das possíveis funções e potencialidades de um SGTC.

Tipo	Função
Monitorização	• Consumos de Energia Elétrica, Energia Térmica e Água • Potências e Qualidade de Energia Elétrica • Monitorização do processo e quantificação da produção de energia elétrica e energia térmica • Qualidade do Ar Interior • Velocidade do Vento • Temperaturas Interiores e Exteriores do Ar • Pressões e Temperaturas de Fluidos • Contabilização de Períodos de Funcionamento de Equipamentos • Sinalização da posição de registos e válvulas • Monitorização da aparelhagem de proteção contra sobreintensidades e contatos indiretos da Instalação Elétrica - Monitorização de Estados e Disparos • Monitorização dos níveis de Iluminância • Monitorização da ocupação de espaços • Monitorização de Estados de Equipamentos de Campo • Base para a Detecção de Avarias • Dados como base para a Emissão de Alarmes • Monitorização de níveis de tanques e reservatórios, equipamentos de bombagem e válvulas das Instalações Hidráulicas • Monitorização do Estado de Funcionamento dos Equipamentos de Transporte de Bens e Pessoas • Monitorização dos Sistemas de Segurança

- Aplicação de Funções de Otimização de Funcionamento Sequencial ou Simultâneo de acordo com cenários, objetivos e restrições
- Estratégias de tarifário como o Deslocamento de Cargas no Tempo ou deslastre de cargas no período de ponta
- Gestão relacionada com o *Duty Cycling* de equipamentos em diferentes períodos
 - Ajuste dinâmico dos set-points do sistema de climatização
 - Controlo de grelhas automatizadas na fachada
- Controlo da Iluminação - *On/Off*, *Dimming*, Programação horária, por zonas, por ocupação, por nível de iluminação natural, por cenários, etc
 - Possibilidade de Envio de Elevadores ao Piso de Referência
- Deslastre de Quadros e cargas selecionadas aquando da entrada de Grupo Gerador
- Ligar e Desligar Cargas de acordo com cenários definidos - dados provenientes da monitorização (atuam como desencadeadores de ações), programação horária, etc
 - Modulação da Velocidade de Motores
- Ações relacionadas com os sistemas de segurança não afetos Às instalações de segurança contra incêndio, nomeadamente com os sistemas de intrusão, controlo de acessos e CCTV.

- Exportação de dados e informação detalhada ou resumida - personalizável - com a inclusão ou não de gráficos
 - Emissão, Registo, Gestão e Personalização de Alarmes
- Gestão e Programação de Períodos de Funcionamento de Equipamentos e Sistemas Redundantes
 - Gestão da manutenção
 - Listagem de ações realizadas
 - Avaliação e Gestão de Metas e Objetivos
- Conhecer e Acompanhar a Utilização de Energia na Instalação
 - Calendarização de Tarefas
- Flexibilidade na Elaboração de Diagramas de Cargas
- Detecção, Registo de Avarias e Diagnóstico Remoto

2.2.1. MONITORIZAÇÃO

2.2.1.1. MONITORIZAÇÃO DE ENERGIA

Os (elevados) consumos energéticos de um complexo devem ser alvo de uma monitorização permanente e individualizada. A individualização máxima (setorizada física e temporalmente) dos diversos consumos energéticos (i.e. eletricidade, térmica e água) permite identificar, estudar e seguir comportamentalmente esses consumos (respondendo às perguntas: onde, como e quando é utilizada a energia?) possibilitando uma atuação mais rápida, eficaz e eficiente face aos consumos detetados, previstos, imprevistos e alcançáveis.

A determinação dos pontos de medição deve ser realizada para cada caso, dados os objetivos e o nível do SGTC. Isto pode ser feito por um levantamento em campo das cargas do edifício, consultando e retificando diagramas unifilares existentes, ou elaborando novos a partir das observações nos locais (quando aplicável).

Através da análise em *real-time* ou uma análise à *posteriori* através de um diagrama de cargas, por fácil e rápida observação é fácil retirar conclusões acerca do comportamento das cargas, inclusive na deteção de consumos anómalos e potencial para melhorias – o que suporta a referida importância de uma monitorização dos consumos, onde a individualização em grupos e sistemas pode ser um fator chave para importantes e mais rápidas intervenções.

Além disso, um sistema de monitorização de consumos fornece dados para análise, planeamento e avaliação de metas energéticas, elaboração de relatórios, definição de planos de manutenção, contratualização de contratos de performance energética, realização de um historial de *benchmarking* energético da instalação e facilita a introdução de uma componente forte de sensibilização da comunidade, como a disponibilização dos consumos em “real time”, de dados seleccionados ou até de exemplos do impacto a nível ambiental, social e económico de medidas aplicadas na instituição.

A vasta utilização de equipamentos e dispositivos de eletrónica de potência (cargas não lineares) em edifícios leva-nos à importância da monitorização de parâmetros relacionados com a qualidade da energia elétrica (QEE)[9, 10]. Por qualidade de energia entende-se que as grandezas elétricas fundamentais – tensão, corrente e frequência – devem encontrar-se com características adequadas e definidas em regulamento próprio para a correta operação de equipamentos e a otimização do uso das instalações elétricas[9]. Dos principais problemas

relacionados com a QEE neste tipo de instalações realçam-se os relacionados com as taxas de distorção harmónica da corrente e tensão (THD_i e THD_u respetivamente).

Na monitorização de energia, pode também ser incluído um conjunto de parâmetros que detalham a energia produzida por sistemas de produção de energia elétrica (e.g. renovável como no caso da fotovoltaica) e de energia térmica (e.g. caldeiras), nomeadamente a nível de potência, rendimento, horas de funcionamento, etc.

2.2.1.2. MONITORIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

Além da monitorização dos consumos energéticos e qualidade de energia, um SGTC poderá permitir aceder através de outros tipos de equipamentos, aparelhagem, contactos e sensores, a parâmetros como a qualidade do ar interior, temperaturas de diversos espaços, pressões, caudais, e parâmetros que traduzem a funcionalidade correta ou avaria de dispositivos, equipamentos e sistemas.

Refira-se, que apesar de ser possível integrar num SGTC “qualquer tipo” de equipamento, fornecedor de entradas (dados) ou recetor de saídas (ações), apenas deverá ser integrado o que tenha utilidade para o Sistema de Gestão Técnica e o seu utilizador, caso contrário aumenta-se a complexidade do sistema e os custos associados à sua implementação, diminuindo ainda a fiabilidade do mesmo (série de funções de fiabilidade de equipamentos).

A qualidade do ar num compartimento ou edifício é avaliada de modo a satisfazer simultaneamente critérios de saúde e de conforto. Os critérios de saúde devem ter em consideração a exposição dos ocupantes aos poluentes do espaço interior o que implica a sua identificação e das suas fontes e o conhecimento dos valores limite de exposição a curto e longo prazo para os diversos poluentes[8, 11]. Os critérios de conforto por outro lado permitem determinar taxas de ventilação que procuram minimizar as perceções desagradáveis devidas ao odor e bioefluentes dos ocupantes bem como de outros produtos originados pela atividade dos ocupantes ou pelo próprio edifício[8, 11].

Refira-se que o conforto térmico depende de fatores quantificáveis – temperatura do ar, velocidade do ar, humidade, etc. e de fatores não quantificáveis – estado mental, hábitos, educação, etc[7]. Com o intuito de obter um ambiente interior dos edifícios termicamente confortável para os seus ocupantes, enquanto se tem em atenção os consumos energéticos para tal, as normas sobre conforto térmico são uma ferramenta essencial. Pode-se considerar

então uma temperatura objetivo (de manutenção) interior dos espaços de 25°C no verão e a de 20°C no inverno[4, 11]. Uma pequena variação nesta temperatura objetivo tem um impacto elevado no consumo energético relacionado com a climatização, pelo que uma estratégia de redução de consumos pode ser a de “jogar” com os intervalos das temperaturas de conforto (Figura 2).

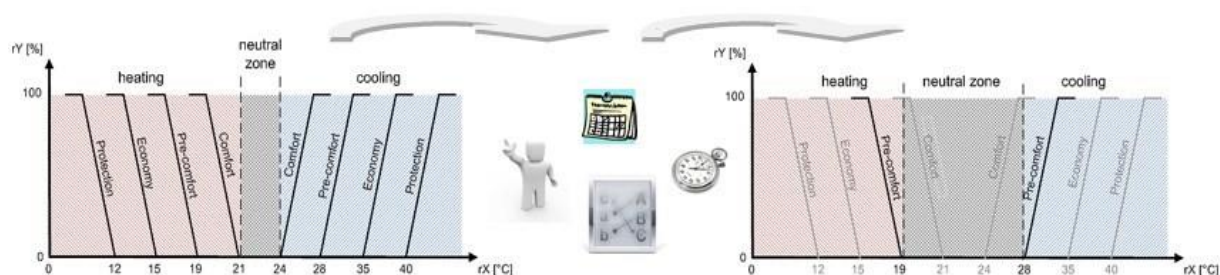


Figura 2 – Temperaturas de Conforto – Conforto Adaptativo[9].

Em termos de monitorização e controlo dos sistemas de climatização, realça-se ainda que a falta de um controlo estável aumenta o consumo de energia geralmente entre 3 e 5%, diminuindo a vida útil das válvulas e atuadores. Este fenómeno acontece quando a configuração do algoritmo de controlo (normalmente do tipo PID – *Proportional, Integrative, Derivative*) torna-se deficiente ao longo do tempo[4]. Em sistemas complexos, isto cria um efeito de cascata afetando toda a instalação. Daí ser muito importante monitorizar e analisar periodicamente o seu funcionamento de modo a corrigi-lo, se necessário.

Ao nível da instalação elétrica é normalmente feita a monitorização do “estado” e/ou “disparo” de dispositivos de proteção contra sobreintensidades selecionados – de canalizações que alimentam quadros principais ou cargas individuais consideradas importantes (e.g. disjuntores magnetotérmicos localizados no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) ou o de alimentação a um bastidor da rede estruturada no *data center* do edifício).

Outros equipamentos/dispositivos/aparelhagem/sistemas monitorizados de forma habitual nas instalações elétricas incluem os pontos (i.e. entradas a integrar no SGTC) relacionados com as UPSs, Grupos Geradores, descarregadores de sobretensão, relés varimétricos de baterias de condensadores. Esta monitorização é habitualmente realizada através da ligação dos contactos secos respetivos (entradas digitais) ao equipamento de automação e controlo

designado para a área de influência correspondente, o qual transmite o “estado” em que se encontram ao SGTC.

Se já foi referido que cada vez mais as cargas de um edifício são equipamentos e dispositivos baseados em eletrónica de potência, como a iluminação baseada em *Light Emitting Diodes* (LED) e os seus *drivers*, balastros eletrónicos sem ou com regulação de fluxo, variadores de velocidade, arrancadores suaves, unidades de alimentação ininterruptas (UPS), entre outros, potenciam-se os problemas na instalação elétrica, devido por um lado às taxas de distorção harmónica referidas e por outro às correntes de fuga mais elevadas.

De facto, sendo que a maioria dos fabricantes de modo a respeitarem a legislação em vigor em termos de geração de harmónicos e de compatibilidade eletromagnética, efetuam a compensação no próprio equipamento com a inclusão de filtros (normalmente passivos), o problema principal tende para as correntes de fuga que são agravadas pela inclusão desses filtros (aumento da capacitância de fuga).

Assim, além de no projeto deverem ser previstas medidas de compensação ativa, uso de regimes de terra diferentes (nomeadamente o TN a jusante de uma UPS online trifásica de elevada potência, efetuando-se a proteção contra contatos indiretos por disjuntores ou fusíveis), transformadores de isolamento ou intensidades de corrente residual nominal dos dispositivos diferenciais mais elevadas (tendo sempre em conta o valor de terra da instalação – que no caso de edifícios de médio/grande porte com postos de transformação, devido a não se conseguirem terras de proteção e de serviço distintas, geralmente toma o valor de 1 Ohm por se adotar uma terra única), a monitorização do “estado” e/ou “disparo” dos dispositivos de proteção diferencial principais através da(s) entrada(s) digital(is) do(s) contacto(s) auxiliar(es) dos dispositivos pelo SGTC assume uma maior importância face à maior probabilidade de disparos intempestivos e consequente menor continuidade de exploração da instalação – o que pode acarretar custos elevados dependendo da situação.

Dependendo da tensão da rede de comando, do isolamento desta face à de potência e do nível harmónico presente na instalação, torna-se ainda mais importante monitorizar os próprios equipamentos de automação e controlo bem como a rede de comunicação devido a falhas de operação, ou mau funcionamento devido a interferências provocadas por problemas de QEE.

Outro tipo de monitorização habitualmente efetuada é a relacionada com os sistemas de iluminação existentes baseados no protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface - descrito em capítulo posterior), de onde se pode obter através da comunicação com os balastros individuais de cada luminária o seu nível de regulação de fluxo, se está ligada ou se a lâmpada ou o próprio equipamento está avariado ou com problemas de funcionamento. Isto aplica-se tanto à iluminação normal como à de emergência caso o seu sistema de comando e monitorização se baseie no protocolo DALI ou equivalente.

Em termos das Instalações Eletromecânicas (i.e. transporte de bens e pessoas), existem também pontos normalmente monitorizados pelo SGTC, nomeadamente o do estado de funcionamento (e.g. parado, em movimento, em manutenção, com o stop ou alarme atuado, etc).

Nas instalações Hidráulicas são normalmente monitorizados os níveis de água dos reservatórios existentes (de origem e de chegada), o estado de funcionamento de grupos eletrobombas e o estado de electroválvulas relevantes. Refira-se que nas instalações de AQS são monitorizadas as temperaturas na produção, válvulas e reservatórios.

As entradas associadas às várias instalações (i.e. mecânicas, elétricas e hidráulicas), estão portanto integradas num SGTC, fornecendo um conjunto de dados, que comunicados, processados e analisados com base na programação ao nível de *software*, podem-se complementa e influir entre si.

O Sistema de Segurança Integrado, que pode compreender o Sistema Automático de Detecção de Incêndio (SADI), o Sistema Automático de Detecção de Intrusão e Roubo (SADIR), o Sistema Automático de Controlo de Acessos (SACA) e os Sistemas Automáticos de Detecção de Gases (SADG) e os Sistemas de Videovigilância, podem ser também integrados no SGTC, com vista a uma monitorização completa, integrada e centralizada num único sistema – SGTC.

Contudo, refira-se que de acordo com o artigo 18 da Portaria nº 1532/2008 [12] que aprovou o regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios (SCIE), o SGTC não deve interferir com as instalações relacionadas com a segurança contra incêndio, podendo apenas efetuar registos de ocorrências sem sobreposição, em caso algum, aos alarmes, sinalizações e comandos de sistemas e equipamentos de segurança, autónomos ou proporcionados por aquelas instalações[12]. Isto prende-se naturalmente com a importância do funcionamento

totalmente independente e autónomo desses sistemas (e.g. SADI e SADG), de modo a não poder ser comprometido de qualquer forma o processo normal de deteção, alarme e de desencadeamento de ações automático. Assim, note-se, que a integração dos sistemas relacionados com a SCIE num SGTC leva a que, no fundo, apenas seja efetuada uma cópia das informações desses sistemas de funcionamento obrigatoriamente autónomo para o SGTC.

Ainda complementando o parágrafo anterior, a existência de um sistema integrado de comando e monitorização de registos corta-fogo, registos corta-fumo, registos de desenfumagem e ventiladores associados (que permite atuar nos órgãos mencionados obedecendo a "ordens" diretas da SADI de acordo com a matriz de incêndio definido pela equipa de segurança), bem como um Sistema Automático de Extinção (por gases ou por água) podem comunicar com o SGTC, mas não podem receber ordens de atuação ou inibição deste.

De referir, que naturalmente, a monitorização de estados realizada pelo SGTC, constitui a base de um sistema de alarmes. Estes alarmes não são mais do que as alterações dos estados normais de dispositivos/equipamentos/sistemas assumidas pelo *software* que gere os dados recebidos e os apresenta ao utilizador, segundo os critérios estabelecidos previamente (programação).

2.2.2. CONTROLO E COMANDO

Apenas com base na informação integrada criada pela monitorização a diferentes níveis na instalação, é possível planejar, definir ações corretivas bem como preventivas para a otimização de processos e energética da instalação.

Com base na monitorização, análise do diagrama de cargas e relacionamento do trabalho útil realizado na instalação, é possível prever o nível de carga ao longo do tempo (*Load-Shaping*), permitindo recorrer, ao deslocamento de cargas (*Load-shifting*) de forma a atenuar o pico do diagrama de cargas e a tirar proveito do tarifário ou mesmo da potência máxima fornecida à instalação[1, 4].

É também possível através da informação da recolhida na monitorização e da análise posterior, recorrer à interrupção programada ou instantânea do fornecimento

momentâneo/temporário de energia a certas cargas críticas não essenciais (seleção de motores, equipamentos de AVAC, etc) em períodos de ponta ou de consumo instantâneo da instalação perto do limite máximo contratado/acordado com o fornecedor de energia elétrica (*Load-Shedding*) [3, 4].

De facto, o recurso a ferramentas informáticas permite aceder a um conjunto grande de métodos e modelos de otimização linear e não linear, que podem ser aplicadas em programas ou planos de gestão, nomeadamente da limitação do valor de energia consumido em cada instante das diferentes cargas da instalação (*computer-based demand limiting load programs*)[3, 4].

As cargas alvo de integração no sistema de gestão e controlo podem ser colocadas em diferentes programas, tendo em conta, o seu valor em módulo constante ou variável, a hora do dia ou da semana, a energia total consumida pela instalação ou secção em cada instante (potência), humidade, caudais e pressões, parâmetros da qualidade do ar, temperaturas de conforto, níveis de iluminância necessários, horários, taxas de ocupação dos espaços, objetivos e metas, etc.

No modelo a utilizar, o número de parâmetros (variáveis de decisão – nº e quais os equipamentos), restrições (tempo, condições de conforto, ocupação, necessidade de carga X numa situação específica X, interdependência entre cargas e cenários, etc) e a função objetivo (normalmente a minimização da energia consumida ou dos custos associados em cada instante) podem ser ajustados e definidos manualmente, sendo o funcionamento dos programas/planos geralmente automático após a definição do modelo.

Num modelo básico são normalmente integradas as cargas críticas – as que possuem uma maior potência e/ou que funcionam por períodos longos ou em períodos críticos (e.g. instante do dia em que o seu funcionamento conduz ao período de ponta da instalação).

A título de exemplo, um problema específico de otimização é o do sequenciamento dos *chillers*, quando existem múltiplos equipamentos[4]. Aqui normalmente adapta-se um modelo em que a função objetivo não é a de minimizar o consumo dos *chillers*, mas o de todo o sistema – o ativar ou não de um *chiller* é baseado na minimização da potência total associada à satisfação de carga, no *Coefficient of Performance* (COP) para uma determinada fração de carga, no sistema de bombagem, na distância, torres de arrefecimento,

ventiladores, condensadores, tempo de funcionamento previsto e o equilíbrio do número de horas de funcionamento de cada equipamento.

Uma estratégia generalista para controlar nomeadamente o pico de potência é alterar o ciclo de trabalho (*duty cycle*: tempo *on* / tempo *off* + tempo *on*) de alguns equipamentos, nomeadamente os de AVAC – aqui estratégias de pré-aquecimento ou arrefecimento em períodos anteriores podem ser úteis, quando a utilização de unidades de tratamento de ar ou *chillers* estão limitadas durante o período de ponta[1, 6].

Nos sistemas de climatização podem ser ajustados os *set-points* [1, 6, 9, 11](i.e. valores que levam ao ligar ou desligar do sistema), a programação horária das máquinas de produção térmica e dos propulsores de distribuição de acordo com as reais necessidades de carga térmica dos edifícios, a gestão do comando alternativo dos *chillers* e das bombas de calor ou da entalpia e da humidade do ar ou a integração do controlo de produção de energias renováveis, cogeração e redes de distribuição de calor/frio. Como referido, a monitorização da temperatura dos espaços, da ocupação destes e da qualidade do ar, permite otimizar as temperaturas alvo para cada espaço, aliando as condições de conforto (adaptativo) à menor energia gasta para renovar o ar, aquecer ou arrefecer um determinado espaço. Assim, é possível atingir poupanças consideráveis, quando se altera dinamicamente e adequadamente os *set-points* de aquecimento e arrefecimento (Figura 3).

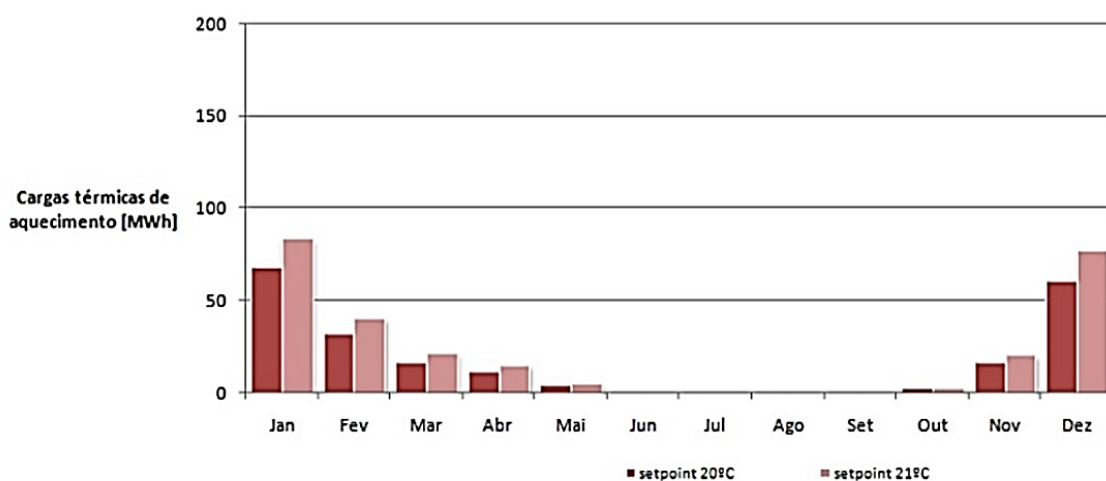


Figura 3- Poupanças energéticas com a redução de 1°C na temperatura objetivo de aquecimento[11].

Outra ação normal relacionada com as Instalações Mecânicas, tem a ver com a possibilidade de automatização e controlo pelo SGTC, das grelhas de ventilação e outras aberturas reguláveis, conjuntamente com a monitorização das temperaturas interiores, exteriores e a qualidade do ar interior, podem ter um impacto bastante significativo na poupança energética, através da gestão otimizada e aproveitamento da ventilação natural. Isto é bastante útil principalmente em Portugal, dado que a temperatura média exterior diária é inferior à interior, mesmo no verão[9].

O SGTC assume também a função de comandar e controlar a ventilação de áreas diversas (e.g. parques de estacionamento abaixo do solo) que é feita através de ventiladores de insuflação e extração[4, 7, 12]. Estes são programados para funcionarem durante um curto período de tempo em intervalos de uma hora em modo automático. Por outro lado, caso existam valores elevados de monóxido de carbono em algum desses pisos, a central de incêndios dá automaticamente ordem de comando para que os ventiladores desse piso entrem em funcionamento (além da central de incêndios os ventiladores ainda podem ser comandados em modo manual ou através do Quadro de Bombeiros).

Um SGTC pode também assumir a função de controlo de iluminação [2-4, 8, 13-15], quer diretamente pelo deslastre no quadro elétrico pela energização das bobinas dos contadores correspondentes aos circuitos alvo (através do ligar/desligar das saídas digitais dos equipamentos de automação e controlo que recebem ordem do SGTC) ou a regulação do fluxo luminoso (*dimming*) de luminárias (com balastro ou driver apropriado) pelo cabo de comando 1-10V ligado à saída analógica do equipamento de automação e controlo em comunicação com o SGTC, quer indiretamente por sistemas de automação, domótica e controlo de iluminação como o KNX ou DALI (protocolos discutidos mais à frente). No caso do KNX, através de uma *gateway* (módulo de tradução de protocolo) “Protocolo do SGTC – KNX” e de módulos adequados de comando da iluminação (saídas), é feito o deslastre de circuitos de iluminação ou até o *dimming* das luminárias respetivas. No caso do DALI, o processo é similar, existindo uma *Gateway* “Protocolo do SGTC – DALI”, sendo feito o ligar ou desligar das luminárias, não pela parte da potência, mas pelo cabo de comando (mantem-se a tensão no circuito de potência mesmo com as luminárias desligadas), à semelhança do processo de regulação de fluxo destas.

O SGTC, como já referido, permite o deslastre de cargas, que são seleccionadas consoante os objetivos definidos (e.g. critérios de controlo de ponta, eliminação de consumos em *stand-*

by, controlo de iluminação, etc). A Figura 4 ilustra os critérios e metodologias de gestão e controlo de cargas – notar a sua estreita ligação entre o *software* ao nível da gestão, programação e planeamento e ao nível dos sensores e atuadores.

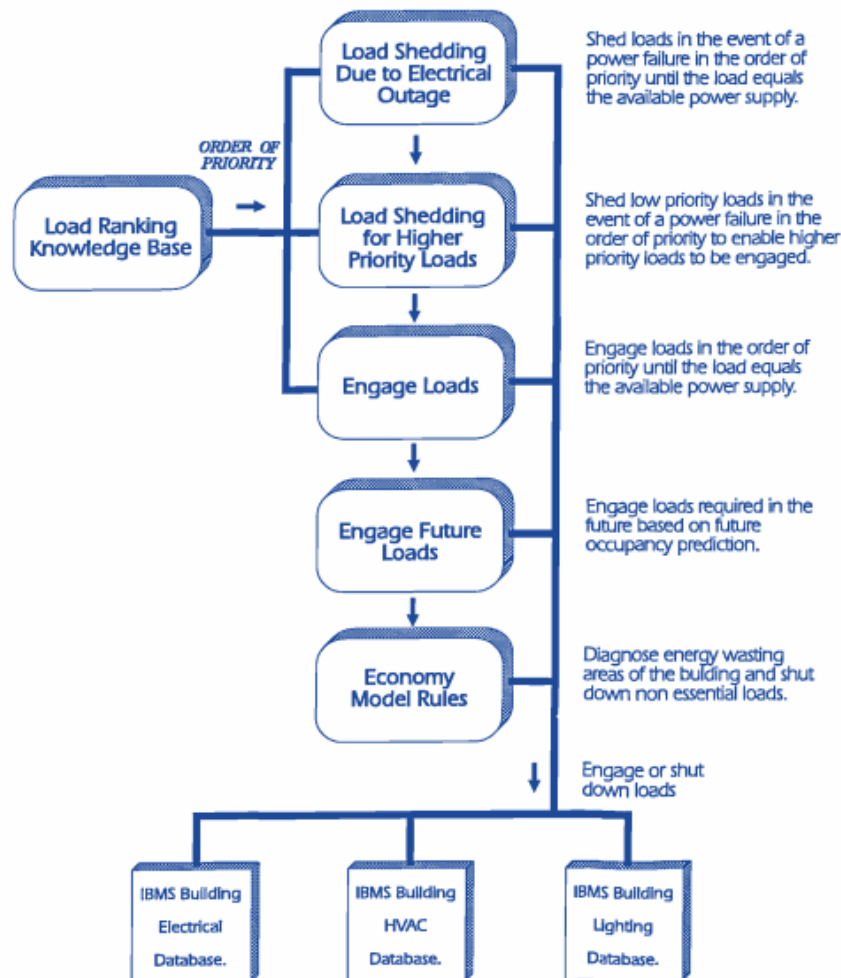


Figura 4 - Critérios e metodologias de gestão e controlo de cargas num SGTC[16].

Uma operação específica de enorme importância de um SGTC pode ser, consoante a filosofia de distribuição de energia, o deslastre de quadros ou cargas não prioritárias, no caso da entrada do grupo gerador, nomeadamente o de com funções de socorro (alimentação prevista para manter em funcionamento uma instalação ou partes desta em caso de falta da alimentação normal por razões que não sejam a segurança das pessoas.). Note-se, que no caso do grupo gerador produzir uma potência elétrica insuficiente para alimentar todas as cargas da instalação no caso de falha da rede elétrica, é necessário executar um deslastre de quadros ou circuitos. Esse deslastre pode ser feito de duas formas principais, como ilustrado no diagrama simplificado de distribuição de energia na Figura 5.

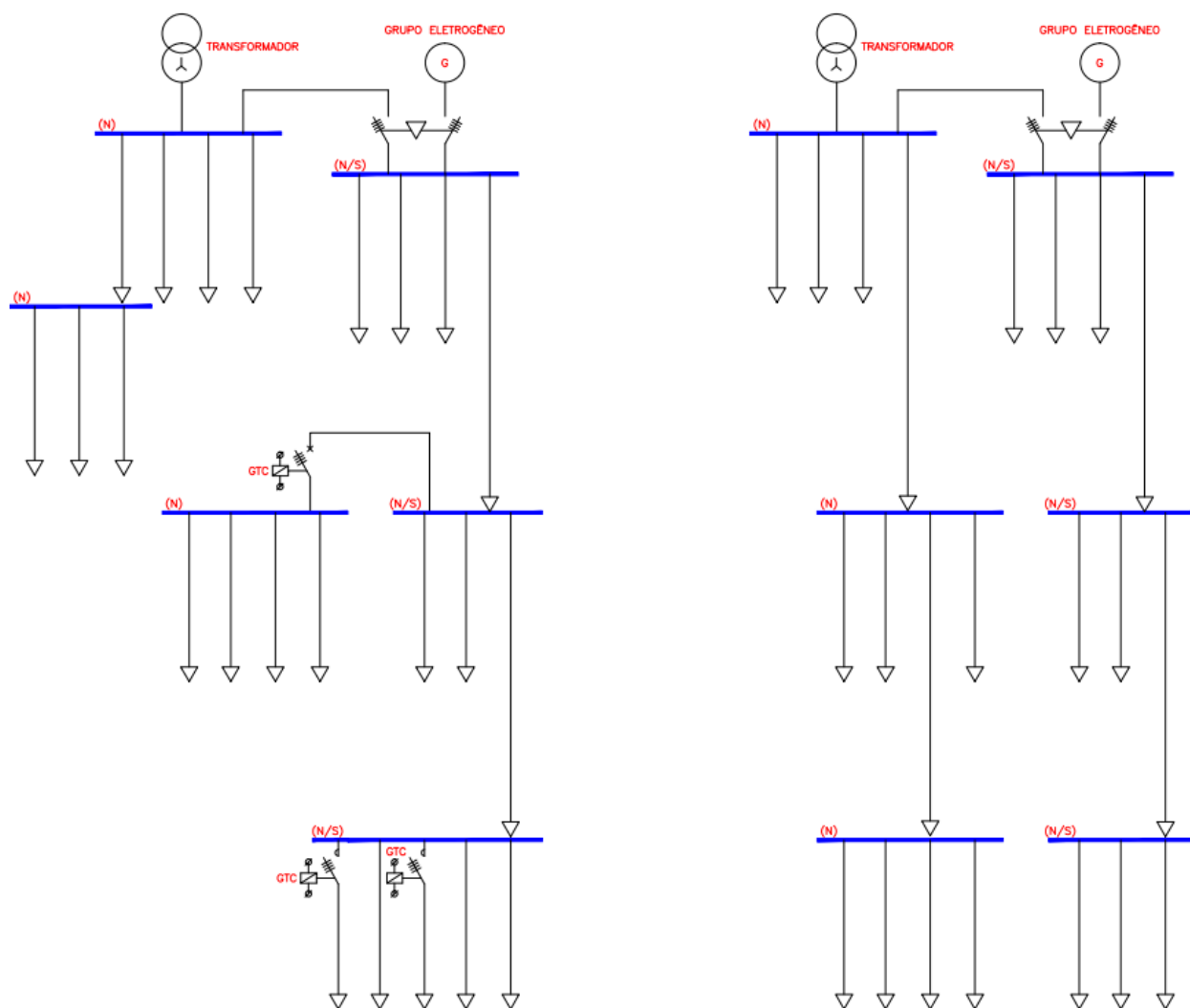


Figura 5 – Ilustração básica do deslastre de cargas utilizando duas filosofias diferentes, nomeadamente do papel do SGTC na filosofia apresentada à esquerda.

Descrevendo as duas opções, temos então as seguintes filosofias:

1. Existe apenas uma rede de distribuição de energia normal/socorrida, sendo que a origem da chegada da energia tem como base o barramento socorrido pelo gerador.
 - Num mesmo quadro elétrico, existem dois barramentos, ou dois tipos de circuitos – os que serão deslastrados em caso de falha da rede e os que permanecerão.
 - No caso de falha da rede, os equipamentos de automação e controlo recebem ordem do SGTC (todo o sistema está socorrido de forma ininterrupta e desta forma permanece em funcionamento) para atuar (saídas digitais) sobre a

aparelhagem de comando (contatores, interruptores ou disjuntores motorizados) selecionada e localizada nos diversos quadros elétricos.

- O sistema de deslastre está dependente do SGTC, pelo que no caso absurdo do seu não funcionamento total, o grupo gerador pode não arrancar, dado que a carga total da instalação do seu ponto de vista pede-lhe uma corrente demasiado elevada.
 - Esta filosofia permite, principalmente no caso de a potência das cargas a serem deslastradas serem baixas (e.g. o deslastre pode ser efetuado por contactores ao invés de interruptores ou disjuntores motorizados – estes últimos têm um custo bastante superior), uma economia significativa de custos nas canalizações necessárias, quadros elétricos, infraestrutura de suporte à distribuição de energia, espaço, tempo e mão-de-obra.
 - No caso de uma maior individualização de circuitos a deslastrar (e.g. ao invés do deslastre de um grupo de cargas por um único dispositivo de comando, onde existem dois barramentos) é possível uma maior flexibilidade em relação às cargas deslastradas no período de falha da rede, sendo possível efetuar o relastre progressivo de certas cargas ou a troca otimizada entre circuitos deslastrados ou não deslastrados.
2. Existe uma rede socorrida paralela à rede normal, sendo a origem da alimentação diferente para os quadros em cada regime, existindo também por isso chegadas de energia independentes e portanto quadros separados.
- No caso de falha da rede, o deslastre dos quadros com origem no barramento normal (e.g. do Quadro Geral de baixa Tensão - QGBT) é feito de forma automática, já que este barramento não estão a ser socorrido pelo grupo de socorro.
 - Este é um processo mais simples e seguro do ponto de vista do autor, já que não existe dependência da ordem de deslastre por parte do SGTC para cada equipamento de automação e controlo que por sua vez tem de exercer ações sobre aparelhagem de comando (contactores ou aparelhos motorizados – interruptores ou disjuntores) dos quadros elétricos.

- Dependendo do número de quadros ou circuitos de quadros a deslastrar, da distância entre alimentações, da potência das cargas a deslastrar, esta opção pode trazer custos acrescidos na sua implementação dado que se consideram canalizações adicionais (pode implicar uma maior infraestrutura de suporte à distribuição de energia, nomeadamente de caminhos de cabos), aparelhagem de proteção adicional (nomeadamente a montante, onde o poder de corte é superior), espaço acrescido para a instalação bem como tempo e mão-de-obra.

2.2.3. GESTÃO, MANUTENÇÃO E PLANEAMENTO

Com base num *software* (que será abordado posteriormente em maior detalhe) que recebe uma (elevada) quantidade de dados recolhidos e transmitidos pelas unidades de automação e controlo, é possível a sua transformação em informação relevante e útil para o utilizador, através da filtragem da informação, da sua organização, do reconhecimento de padrões (e.g. recurso a redes neuronais artificiais (RNA)), da sua apresentação simplificada ainda que flexível e da possibilidade de exportação dessa informação para outros formatos, físicos ou não. Além disso é normalmente implementado um sistema de alarmística programado e programável (baseado em valores limite geradores de alarme), e um de registo (histórico/*datalog*) de alarmes, avarias e ações executadas bem como de calendarização de tarefas [2, 3, 6, 16-18].

A gestão técnica de um edifício com SGTC é facilitada pela monitorização abrangente de pontos relevantes tanto para a gestão da manutenção (e.g. programação de tarefas, estabelecimento de planos corretivos e preventivos, tempo de atuação após deteção de falha ou emissão de alarme) como para o sistema de gestão de consumos.

Note-se que grande parte das ações de um SGTC são realizadas sem intervenção do utilizador - cenários criados de “situação-reação” como o representado na Figura 6 – dependendo do nível de controlo ou autonomia se pretende dar ao próprio sistema. Como vamos ver mais à frente, também em questões de *software*, um SGTC tem evoluído, não tendo de ser apenas uma simples interface de apresentação sinótica, de alarmes e registos, mas um sistema baseado em inteligência artificial, dando também ao utilizador ferramentas para melhor decidir e agir.

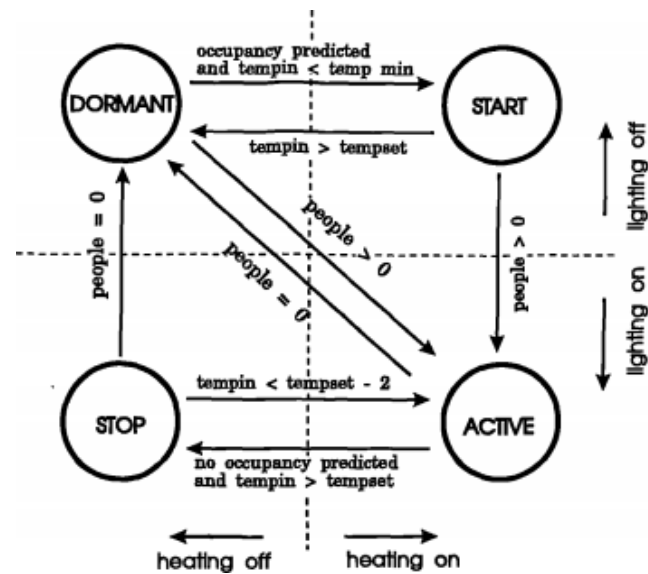


Figura 6 – Cenário com 4 estados, baseado em condições locais numa determinada zona[16].

Também, a criação de bases de dados dos dispositivos/equipamentos/sistemas de especialidades diferentes, bem como a sua integração é feita a este nível[16, 17, 19]. A Figura 7 ilustra a organização típica de um *software* integrador de um SGTC, bem como a sua importante interação com as atividades de manutenção, gestão e planeamento.

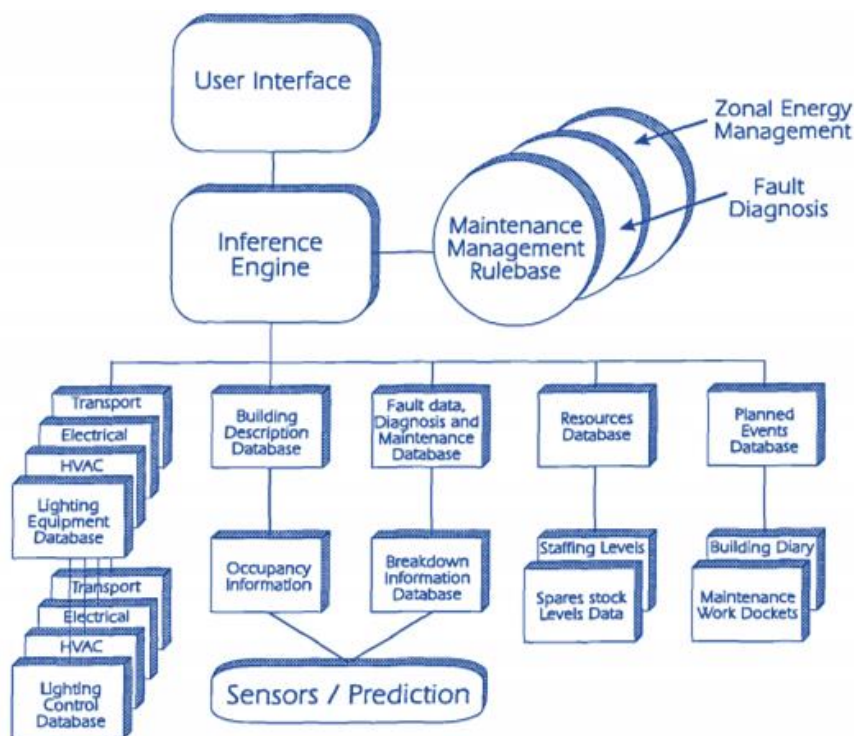


Figura 7 – Organização e Interação entre as Bases de Dados, *Software* de processamento da informação e utilizador[16].

Deve-se notar que em edifícios, a utilização de um SGTC não faz sentido se o não estiver implicitamente ligado um sistema de gestão de consumos (SGC). Resumidamente neste, qualquer que seja o sistema de gestão de consumos, em qualquer circunstância o método e o nível de gestão deverá permitir[1, 6, 9]:

1. Conhecer os consumos de energia;
2. Contabilizar os consumos de energia;
3. Dispor de dados para decidir;
4. Estabelecer consumos padrão e metas;
5. Agir para corrigir;
6. Agir para otimizar;
7. Sensibilizar;
8. Atribuir responsabilidades de gestão e de utilização;

A Figura 8 ilustra um modelo integrado de SGTC em conjunto com um SGC.

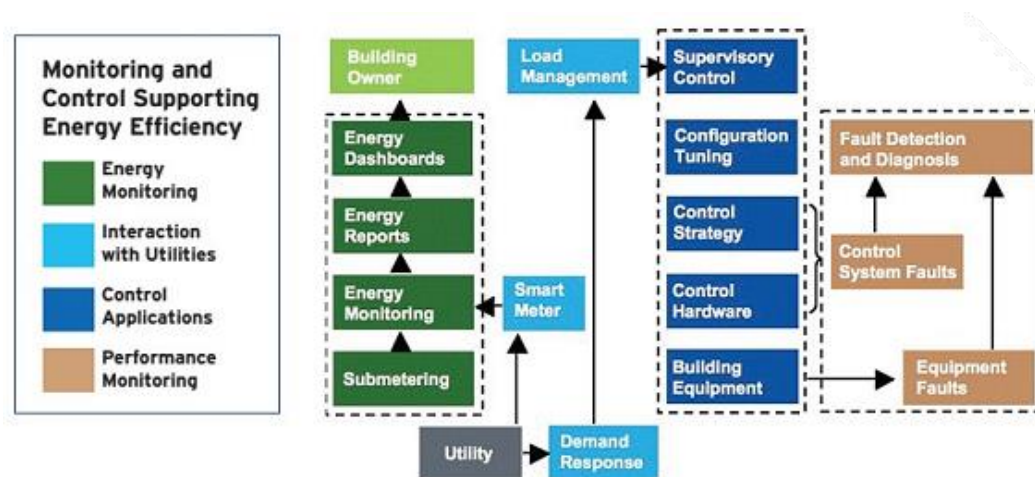


Figura 8 – Modelo Integrado Sistema de Gestão Técnica Centralizada – Sistema de Gestão de Consumos[6].

2.3. EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

Atendendo à pesquisa efetuada para o presente trabalho, pode-se afirmar que, tanto as origens principais de sistemas de domótica bem como de sistemas de gestão técnica centralizada parecem ter lugar nos anos 60 [2, 4]. Devido às necessidades de otimização, rentabilização e redução de custos na exploração de edifícios consoante a sua finalidade, levou a um rápido desenvolvimento tecnológico de soluções específicas e simultânea redefinição da missão ou finalidade dos diversos sistemas, a diferentes níveis[2, 4]. Deve-se notar que o conceito de “domótica” está relacionada com a automatização e gestão de instalações em edifícios habitacionais e outros de menor dimensão, e que o termo “Gestão Técnica Centralizada” aplica-se a edifícios destinados à utilização comercial e industrial, onde as necessidades de monitorização, gestão, manutenção e controlo são significativamente maiores, pelo que o sistema implementado para fazer face a estas, apresenta um conjunto mais alargado de potencialidades e um nível de complexidade e de infraestruturas bastante superior.

A pesquisa bibliográfica efetuada [2-4, 6] refere o uso de relés e termóstatos nos anos 60, como a forma de introduzir algum grau de automatização numa instalação industrial. Estes pequenos automatismos, eram implementados em pontos específicos e justificáveis da instalação, sendo a monitorização, supervisão e manutenção efetuada por equipas especializadas.

Com os avanços tecnológicos realizados, aliados ao crescimento do mercado da altura e à redução dos preços dos componentes eletrónicos, bem como ao aparecimento da crise energética dessa década e dos incentivos fiscais emergentes, o nível de automatização de equipamentos e sistemas foi aumentando, sendo que esta passou a integrar cada vez mais, dispositivos eletrónicos, que completavam sistemas de automação baseados apenas em componentes eletromecânicos, ou substituíam por vezes estes num cada vez maior número de funções, continuando no entanto, o controlo baseado em lógica cablada (*Wired Logic Control* - WLC) – nesta está implementado um conjunto pré-definido de funções para um único propósito, estando os circuitos lógicos particularizados apenas para essa tarefa, sendo que um uso diferente exigiria alterações no circuito.

No início dos anos 70, com a penetração e evolução de sistemas baseados em microprocessadores, assistiu-se por uma lado à introdução e crescimento da tecnologia de

controle digital direto (DDC – *Direct Digital Control*) e ao aparecimento de sistemas centralizados [2-4, 6].

Uma importante contribuição da tecnologia DDC [2-4, 6, 7, 20], ainda hoje utilizada, principalmente na área do controle eficiente dos sistemas das instalações de AVAC, foi a introdução do circuito de realimentação da informação de saída (controle em malha fechada), em que o controlador conhece o resultado da sua ação, ou seja, conhece, a todo instante, o estado das variáveis de entrada e o estado da saída do sistema controlado - há uma realimentação do valor da saída para a entrada. Quando a saída comparada com a referência estabelecida apresenta um erro superior ao definido, o controlador atua sobre algum dos parâmetros de funcionamento do sistema controlado, no sentido de o retornar à condição desejada.

Nesta década, assistiu-se ao aparecimento, existência, coexistência e evolução de filosofias diferentes de sistemas centralizados [2-4, 6, 20]:

- Sistema Centralizado de Um Ponto - A utilização de sistemas centralizados, em que num único ponto era possível saber os estados dos equipamentos e dispositivos instalados no edifício, bem como fornecer ordens de comando sobre alguns deles. Estes sistemas possuíam uma quantidade significativa de cabos que interligavam os sensores e os atuadores à unidade de supervisão e controle centralizadora, constituída por um módulo de processamento baseado num microprocessador programado em linguagem *Assembly* (Lógica Programável ao invés de Lógica Cablada) e por módulos de entrada e saída. Era comum a existência de grandes painéis sinóticos para ilustração da arquitetura do sistema e apresentação de alarmes. Sendo a monitorização aqui feita pelo sistema, a supervisão, gestão e manutenção era feita por pessoal especializado.
- Sistemas Centrais Especializados – Procede-se à diversificação e especialização de funções, processos e equipamentos de automação e controle. Note-se que dada a cada vez maior complexidade derivada da quantidade e de novos elementos a controlar, surgiram soluções de fabricantes diferentes, com linguagens de programação e comunicação diferentes (incompatíveis), sensores, consolas e atuadores próprios, levando a uma individualização dentro do mesmo edifício, da monitorização, controle e gestão de processos, instalações ou equipamentos, exigindo também a

existência de equipas de supervisão, gestão e manutenção dedicadas a cada um. Note-se que se continua com uma arquitetura de um único ponto - puramente centralizada - contudo passa-se a ter mais que um ponto de controlo dentro de um edifício, mas de processos, equipamentos ou sistemas diferentes, sem possibilidade de comunicação entre si e de consequente centralização da gestão e supervisão.

Entre o fim dos anos 70 e início dos anos 80 [2-4, 6], em consequência da evolução tecnológica, diminuição de custos de implementação bem como da obtenção de resultados positivos na exploração das instalações, a utilização de autómatos programáveis no controlo e automação de processos em edifícios está significativamente mais popularizada e desenvolvida.

Foi nesta fase que se começou a explorar arquiteturas distribuídas com controlo hierárquico, abandonando-se as arquiteturas puramente centralizadas. Aqui, o controlo realizado por lógica cablada (WLC) assume um menor peso dando lugar à generalização do controlo por lógica programável (*Programmable Logic Control* - PLC) na monitorização e controlo de processos, equipamentos e sistemas [2-4, 6].

Refira-se que o processamento por uma unidade de processamento de todos os dados recolhidos e de todas as ordens a executar de uma instalação, implica exigências computacionais elevadas, bem como uma infraestrutura significativa de suporte para a cablagem, supervisão e manutenção do sistema de controlo e de cada ligação de um sensor ou atuador à unidade centralizadora de processamento [2-4, 6]. Notar que os sistemas de controlo em edifícios tornam-se rapidamente complexos com o elevado número de entradas e saídas a incorporar, pelo que um sistema completamente centralizado arrisca-se a tornar de difícil ou impossível execução, com tempos de resposta e custos demasiado elevados.

As arquiteturas do tipo distribuído permitiam poupanças significativas ao nível da cablagem, introduzindo o processamento local e distribuído mas supervisionado – o processamento é realizado por um equipamento periférico que está associado a um conjunto específico de atuadores e/ou sensores e que está localizado na proximidade destes, existindo níveis hierárquicos de resposta e informação.

Nas várias arquiteturas apresentadas, mantinha-se e era cada vez mais notório o problema da incompatibilidade na comunicação e interoperabilidade entre cada sistema específico, até do mesmo fabricante. De facto, a duplicação de recursos e funções, a limitação de cada um

dos sistemas e a aferição das potencialidades de compatibilização de todos os sistemas levava a que se tomassem medidas progressivas para proporcionar essa integração.

Na década de 80, surge uma solução que é a base de arquitetura geral da maioria dos sistemas de hoje, representando o conceito introduzido e designado de Sistema de Gestão Técnica Centralizada [2-4, 6]. Essa solução consiste na introdução de um novo nível hierárquico de controlo – o mais alto – destinado a supervisionar, integrar e coordenar as várias instalações específicas do edifício com controlo distribuído. Esse nível, normalmente constituído por um computador (nos anos 80 podia também tomar a forma de um autómato de elevado desempenho ou minicomputador) e um *software* de integração e gestão, permite que o operador possa aceder a qualquer dos sistemas através de uma interface única, concentradora da informação e possibilitadora de atuação facilitada sobre a instalação de forma remota.

Contudo, mesmo com uma arquitetura de integração a um nível superior, os problemas de comunicação permaneciam e a integração de diferentes sistemas era difícil, pelo que era necessário continuar o desenvolvimento de dispositivos de “tradução” eficazes da informação comunicada por diversos sistemas – designados por *gateways* – em conjunto com o estabelecimento e formalização de padrões internacionais de comunicação, para a criação facilitada de um SGTC multiprotocolo.

Além disso, existe em muitas ocasiões a necessidade de comunicação entre dispositivos e equipamentos num nível inferior, que terá de ser efetuada pela comunicação num mesmo protocolo.

Assim, foram surgindo e evoluindo vários protocolos de comunicação entre dispositivos e equipamentos, bem como as formas de tradução de informação de modo a possibilitar a integração de sistemas.

2.4. INTEGRAÇÃO

De acordo com o que foi apresentado no capítulo anterior e com a pesquisa realizada para a realização do presente trabalho, um SGTC pode ser dividido em três níveis (Figura 9): nível de gestão, nível de automação e nível de campo[2, 4, 8].

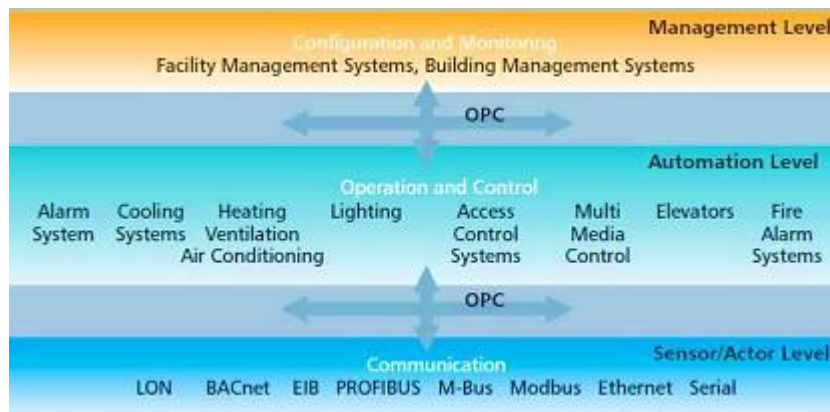


Figura 9 – Níveis de um SGTC[8].

Pode-se conseguir a integração e a interoperabilidade dos três níveis a partir da base (nível de campo) ou a integração e a interoperabilidade a um nível superior. Isto proporciona duas maneiras possíveis para resolver os problemas de interoperabilidade e integração [3, 4, 8, 21]:

- Uma forma é tentar a integração e interoperabilidade de protocolos padrão ao nível superior (nível de gestão) para evitar lidar diretamente com a diferença de protocolos de nível inferior. São exemplos disso, as tecnologias baseadas em *Object Linking and Embedding (OLE) for Process Control (OPC)* e *Web Services*:
 - O OPC consiste num programa servidor, geralmente disponibilizado pelo próprio fabricante do PLC, que comunica com o PLC através do protocolo proprietário, mas disponibiliza os dados no padrão OPC. Assim, o cliente, em vez de necessitar de um driver do protocolo proprietário, necessita apenas do driver OPC cliente instalado. O objetivo do OPC é estabelecer uma base comum de comunicação de dados de controlo de processo, promovendo interações dos sistemas de operação e integração de vários processos num só sistema, com custos e tempos reduzidos.
 - O objetivo dos *Web Services* é a integração de sistemas e comunicação de aplicações através da Internet. Estes baseiam-se no facto de que uma aplicação pode invocar outra para efetuar tarefas simples ou complexas mesmo que as duas aplicações estejam em diferentes sistemas e escritas em linguagens diferentes - cada aplicação pode ter a sua própria "linguagem", que é traduzida, geralmente, para uma linguagem universal, o formato XML.

- Refira-se o facto de os fabricantes e da sua tecnologia cada vez mais disponibilizar interfaces que facilitam a ligação à internet, possibilita este tipo de integração a nível superior, tendo a utilização destas tecnologias um grande potencial para a integração parcial ou total, facilitada, a baixo custo, de sistemas que a nível de automação ou e campo são incompatíveis no que diz respeito à sua comunicação.
- Outra maneira prende-se com a tentativa de empregar o mesmo protocolo de comunicação aberta em todos os três níveis. A Organização Internacional para a Normalização (*International Organization for Standardization* - ISO), e a Associação Americana dos Engenheiros de AVAC (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* – ASHRAE) e várias outras organizações têm vindo a trabalhar sobre este assunto. Nomeadamente a ISO adotou alguns padrões de protocolo aberto (por exemplo, ISO 16484-5 e ISO 14908-1) de nível de campo a nível de gestão para aumentar a interoperabilidade. A ISO 16484-5, basicamente, refere-se ao BACnet e a ISO 14908-1 refere-se ao protocolo de comunicação LonWorks.
- Refira-se que os protocolos mais utilizados em SGTC serão abordados em capítulo posterior.

Analisando as soluções de integração mais comuns no mercado (ao nível de quem as realiza efetivamente), constata-se que elas se podem enquadrar em dois tipos principais:

- Integração ao nível de um único fabricante;
- Integração personalizada e a partir de fabricantes distintos.

2.4.1. INTEGRAÇÃO AO NÍVEL DE UM ÚNICO FABRICANTE

A situação mais simples ocorre quando os equipamentos de um dado sistema são todos do mesmo fabricante. Neste caso, existem todas as condições para a integração ocorrer sem problemas, dado que o fabricante dispõe de toda a informação sobre os diversos subsistemas a integrar[2, 8].

Contudo, existem aspetos como o facto de muitos dos equipamentos terem sido concebidos para funcionar isoladamente e não preverem a possibilidade de comunicação com o exterior. Contudo, os problemas referidos podem ser ultrapassados (com maior ou menor investimento) por parte de cada fabricante, quer pelo desenvolvimento dos produtos já existentes ou pela criação de soluções inteiramente novas[2].

Se a grande vantagem da integração ser realizada quando apenas está envolvido um único fabricante, é a possibilidade de adaptar com facilidade o sistema, conhecendo os produtos e compatibilizando-os sem grandes problemas, a principal desvantagem tem a ver com a adaptação total do SGTC às necessidades do cliente, já que existirá pelo menos uma área onde os seus dispositivos/equipamentos/sistemas não são os mais adequados para o caso em questão[2]. Notar que o cliente neste caso poderá também ficar dependente desse fabricante, do que oferece, do que permite, do apoio disponibilizado durante o período de vida útil dos equipamentos e dos custos inerentes com todas as soluções possíveis, se o sistema não permitir no momento ou no futuro a integração de equipamentos que não tenham sido desenvolvidos para aquele sistema implementado.

2.4.2. INTEGRAÇÃO PERSONALIZADA E A PARTIR DE FABRICANTES DISTINTOS

O caso mais típico corresponde a uma situação em que são escolhidos os subsistemas mais adequados, sem qualquer imposição de que tenham de ser do mesmo fabricante, ou com a imposição legal ou contratual que deve integrar soluções de pelo menos 2 fabricantes[2, 4].

Essa integração será realizada por uma empresa especializada que, tendo em conta os subsistemas existentes e as funções de integração desejadas, desenvolverá as aplicações de gestão e supervisão globais que interatuarão e controlarão os diversos subsistemas. As aplicações de supervisão serão suportadas num equipamento específico, fornecido pela própria empresa ou por terceiros[2, 4].

A principal vantagem tem a ver com a flexibilidade e possibilidade de adaptação da solução às necessidades e objetivos do cliente, minorando custos e/ou melhorando sistemas pela otimização de soluções integradas a partir de fabricantes diferentes[2].

Uma das desvantagens principais pode ter a ver com o maior custo da solução, que obriga à contratação de uma empresa para tratar, explicitamente, dos aspetos de projeto, integração, programação e compra de equipamentos adicionais para suportar aplicações de supervisão,

a interação com os operadores, o registo de ocorrências e a compatibilização e comunicação com os diversos subsistemas[4]. No entanto, uma escolha criteriosa dos vários subsistemas (incluindo os equipamentos em que a integração se suporta), pode minorar o aspeto do custo, o qual deverá também ser ponderado tendo em conta de que o sistema final será mais adequado às necessidades.

Outra desvantagem [1, 2, 4] deste tipo de solução está relacionada com os aspetos da instalação e colocação em funcionamento do sistema bem como da exploração do mesmo, já que é natural a existência de um maior esforço na compatibilização, integração, comissionamento e ensaios devido à maior complexidade do sistema que integra soluções de diversos fabricantes, bem como uma dependência significativa da empresa integradora no futuro para manutenção, alteração ou expansão, dado que foi esta que integrou os sistemas e conhece melhor o SGTC implementado. Pode haver também algum tipo de limitação no grau de integração possível de atingir, ou seja, se algumas capacidades disponibilizadas pelos vários subsistemas não são totalmente aproveitadas ou determinadas funções não podem ser acedidas diretamente a partir do sistema de integração

Refira-se que nos últimos anos, a pressão de organismos, utilizadores e do próprio mercado, levou a que muitos fabricantes passassem a fornecer informação mais detalhada dos seus sistemas e protocolos [2, 4, 20-22], com vista à obtenção de uma vantagem competitiva, no que diz respeito à possibilidade de integração de subsistemas desenvolvidos selecionados. Repare-se que esta é uma filosofia contrária à anteriormente verificada de proteção dessa informação e do não esforço em compatibilizar e integrar facilmente soluções de outros fabricantes.

2.5. COMUNICAÇÃO - PRINCIPAIS PROTOCOLOS

Como já apresentado, um SGTC num edifício compreende uma grande quantidade de entradas (dados associados à monitorização) como de saídas (atuações sobre dispositivos, equipamentos ou sistemas da instalação de modo a atingir um fim definido por programação ou no momento pelo utilizador). Também vimos que as ligações tradicionais baseadas em arquiteturas centralizadas e lógica cablada não constituem, geralmente, e para grandes edifícios, formas eficientes de transmissão e processamento de dados e informação, devido aos custos associados com a cablagem, complexidade na sua implementação e manutenção,

taxas limitadas na transmissão de dados e informação bem como no processamento e principalmente na flexibilidade de operação e funções (programável).

Atualmente um SGTC baseia a sua arquitetura numa tipologia distribuída, recorrendo a uma rede de comunicações estabelecida para a transmissão a baixo custo, rápida e fiável, de dados e informação entre centros de processamento, de decisão e dispositivos/equipamentos.

Como referido, a problemática relativa à integração de sistemas, pode ser resolvida com o emprego do mesmo protocolo de comunicação (linguagem comum) em todos os três níveis. Refira-se que um protocolo é uma convenção que controla e possibilita uma conexão, comunicação e transferência de dados entre dois sistemas, ou seja, compreende "as regras que governam" a sintaxe, semântica e sincronização da comunicação, podendo ser implementados pelo hardware, software ou por uma combinação dos dois. Note-se que cada protocolo de comunicação tem associadas também características relativas ao meio físico de transporte de dados.

A comunicação entre dispositivos/equipamentos/sistemas pode fazer-se através de protocolos comuns que comunicam bidireccionalmente ou por sistemas que utilizam dispositivos “tradutores” (*gateways*). Todos aqueles equipamentos que comunicam num mesmo protocolo, independentemente do fabricante, poderão trocar informações entre eles de forma direta, enquanto os equipamentos que utilizam protocolos diferentes, utilizam normalmente um equipamento intermédio externo, um *gateway*, para poder trocar informações.

2.5.1. TCP/IP

Com o acesso, crescimento e vulgarização da Internet e com a necessidade de as redes internas dos edifícios se ligarem à Internet e de serem obrigadas a utilizar o protocolo já usado na internet, o protocolo TCP/IP é também o protocolo padrão de comunicação existente na generalidade dos edifícios.

Este protocolo é hoje atualmente largamente utilizado na comunicação entre sistemas num SGTC, sendo ainda a base expandida de comunicação de outros protocolos (e.g. *ModBus* TCP/IP, *Profinet*) [2, 5, 22-26] devido à sua universalidade e ao aproveitamento da rede estruturada existente num edifício, permitindo uma largura de banda mais elevada para

transmissão de dados bem como uma redução de custos pela não necessidade de criação de uma rede paralela à estruturada para interligação de sistemas comunicantes.

O TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) representa um conjunto de (sub)protocolos que permitem que diversos equipamentos que constituem uma rede possam comunicar entre si[25]. É um protocolo estruturado por camadas na qual cada camada utiliza e presta serviços às camadas adjacentes. Cada camada apenas trata das informações que correspondem à sua função[25]:

1. **Aplicação:** Esta camada é formada por um vasto conjunto de protocolos os quais permitem o correto funcionamento dos diversos Serviços/Aplicações do modelo TCP/IP. Esta camada não possui um padrão comum para todas as aplicações, ou seja, consoante o serviço em questão irá depender também o protocolo que o vai atender. Por exemplo o serviço *e-mail* utiliza o protocolo SMTP, sempre que este serviço é solicitado ao TCP/IP (envio ou receção de e-mail), é este protocolo que se encarrega do atender. De igual modo sempre que é solicitado ao TCP/IP o serviço *www* o protocolo que se encarrega de o atender é o HTTP. Ou seja, por trás de cada aplicação existe um protocolo específico seja ele o FTP, HTTP, SMTP, POP3, DNS, ou até ModBus ou Profinet.
2. **Transporte:** A Camada TCP do Modelo TCP/IP corresponde à Camada de Transporte do Modelo OSI (*Open Systems Interconnection* - formalizado em 1983 é um modelo de referência da ISO que serve como modelo *standard* comparativo, para protocolos de comunicação e serviu de base arquitetural para o TCP/IP). Desta forma, o TCP é responsável pelas funções de transporte nas quais se incluem os mecanismos necessários que garantem a entrega sequencial de dados, sem erros e sem falhas. O acesso das diversas Aplicações a esta camada é feito através de portas as quais têm associados números inteiros distintos para cada tipo de Aplicação.
3. **Camada IP ou de Internet:** As Funções da Camada de Rede do Modelo OSI, são aqui realizadas pela Camada IP e pela consequente utilização do Protocolo IP. A Camada IP é uma camada normalizada em que o único protocolo utilizado é o protocolo IP. Esta camada é responsável pelo endereçamento, roteamento e controlo de envio e receção dos dados. A comunicação é realizada por *datagrams* (unidades

de transferência básica associadas a uma rede de comutação de pacotes em que a entrega, hora de chegada, e a ordem não são garantidos).

4. **Camada de Ligação/Física:** Esta camada tem como principal função a adaptação do Modelo TCP/IP aos diversos tipos de redes (Ethernet, Token Ring, etc). É a camada de abstração de hardware e devido à enorme variedade de tecnologias de rede possíveis, é uma camada não normalizada pelo modelo TCP/IP. É possível a interligação e interoperação com redes heterogêneas. Nesta camada são utilizados *gateways* ou routers. Também nesta camada estão compreendidos os meios e as suas características físicas da comunicação tais como a natureza do meio usado para a comunicação (e.g. cobre, fibra-ótica, ar, etc.) e todos os detalhes relacionados com os sinais (modulações, comprimentos de onda, níveis de sinal, sincronizações, distâncias máximas, etc.).

Resumindo, temos que:

- O Protocolo IP é responsável pela comunicação entre emissor e recetor em redes TCP/IP, ou seja, pela atribuição de um esquema de endereçamento independente do endereçamento da rede utilizada e independente da própria topologia da rede, além da capacidade de rotear e tomar decisões de roteamento para o transporte das mensagens entre os elementos que interligam as redes.
- Contudo, o protocolo IP é “não-confiável” - é apenas o protocolo responsável por definir o caminho que um pacote de dados deverá percorrer desde o emissor até ao recetor, não verificando no entanto, se os pacotes IP cheguem ao seu destino nem se chegam pela ordem enviada.
- O controlo e verificação dos pacotes de dados é uma responsabilidade dos protocolos das camadas superiores, nomeadamente do TCP. O TCP recebe mensagens da camada “Aplicação”, divide-as em *datagrams* de tamanho fixo e inserindo-lhes um cabeçalho no pacote IP, que consiste principalmente num endereço IP de origem e de destino do *datagram* e um número que corresponde ao protocolo usado na camada de Transporte. Os pacotes IP à medida que passam por sub-redes são fragmentados em unidades menores. Quando os pacotes IP chegam ao destino, são eventualmente *reassemblados* (quando ao passarem por sub-redes necessitaram de ser fragmentados) e enviados à camada TCP que é responsável pela verificação da

integridade dos dados. Caso o mecanismo de verificação - *checksum* - do pacote não coincida com o valor esperado e não seja possível recuperar o pacote, este é descartado e é enviada uma mensagem ao host de origem a pedir o reenvio desse pacote.

A Figura 10 ilustra o processo de comunicação pelo protocolo TCP/IP entre um emissor (*host* de origem) e um recetor (*host* de destino).

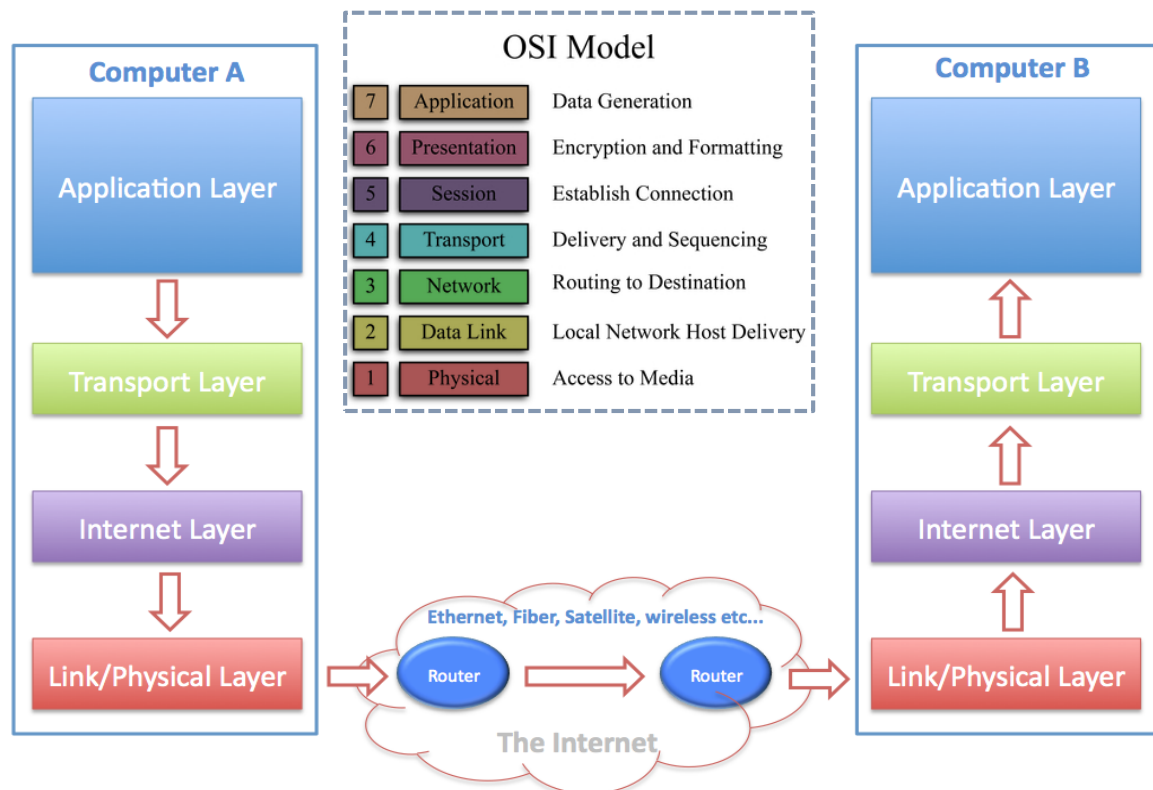


Figura 10 – Protocolo TCP/IP e as suas camadas no processo de comunicação (inclusão do Modelo OSI ao centro para comparação)[25].

2.5.2. MODBUS

O ModBus constitui uma estrutura de tratamento de mensagens introduzida pela Modicon em 1979[27]. Definindo regras de comunicação, controlando e possibilitando uma ligação, comunicação e transferência de dados simples e fiável entre dois sistemas, o ModBus consiste num dos protocolos mais antigos, um dos mais simples e com menores custos na sua implementação e exploração. Atualmente suportado e utilizado por um grande conjunto de fabricantes (nomeadamente a Schneider Electric – incorporou a Modicon e transferiu em 2004 os direitos do protocolo para a Organização ModBus (*ModBus Organization*), tornando

este um protocolo aberto, ou seja, sem taxas de licenciamento) assume-se como um dos mais difundidos e utilizados protocolos em ambientes industriais e em SGTC, sendo o que tem a maior rede de fabricantes, fornecedores, distribuidores e instaladores no mundo [21, 27, 28].

Atualmente, recorre-se a 2 tipos de implementação do protocolo *ModBus*: *Serial RS485* (*ModBus Serial* ou *Série*) e a *Ethernet (ModBus TCP/IP)* [21, 24, 27, 28].

A aplicação do protocolo *ModBus* utiliza um formato de mensagem bem definida, cada mensagem *ModBus* tem a mesma estrutura que envolve quatro elementos básicos, incluindo o endereço do dispositivo (endereço do dispositivo de recepção), código de função (*ModBus* código de função), dados (bloco de dados com informações adicionais), erro e verificação. A sequência é sempre a mesma, o que torna este protocolo muito rápido e eficiente[24, 28].

2.5.2.1. MODBUS SERIAL

O *ModBus Serial* pode-se basear nos meios físicos (*Serial*) RS232 (atualmente não utilizado devido a questões relacionadas com o ruído, capacidade e distância de transmissão limitadas), RS442 (sistema de 4 fios de alternativa ao RS-485, mas sem grandes vantagens em relação a este, sendo pouco difundido) ou RS485 (extensão do RS232, com maior capacidade e distância de transmissão, e melhor imunidade ao ruído). Refira-se que uma comunicação *Serial* (*Série*) consiste no processo de enviar dados de um bit de cada vez, sequencialmente, num canal de comunicação ou barramento[24, 28].

O *ModBus Serial* pode ter dois modos de transmissão: RTU ou ASCII[28]. O termo RTU, do inglês *Remote Terminal Unit*, refere-se ao modo de transmissão onde endereços e valores são representados em formato binário[28]. Neste modo para cada byte transmitido são codificados dois caracteres. Números inteiros variando entre -32768 e 32767 podem ser representados por 2 bytes[29]. O tamanho de cada palavra no modo RTU é de 8 bits[29]. O mesmo número precisaria de quatro caracteres ASCII para ser representado (em hexadecimal). De facto, os dados codificados e transmitidos através de caracteres ASCII - cada byte é transmitido através de dois caracteres - consome mais recursos (apesar de gerar mensagens legíveis), pelo que normalmente é utilizado o modo RTU. Este modo é o que será abordado no restante documento.

Os principais pontos fracos do *ModBus RTU* são a velocidade de transmissão relativa (uma vez que é limitada pela linha serial) e o relativamente pequeno número de dispositivos (247)

que podem ser ligados a um dispositivo mestre. De facto, o suporte de comunicações é de até 115kb/s, sendo que a maioria dos dispositivos suportam apenas a comunicação até 19,2kb/s. No entanto, estas desvantagens não têm, geralmente, influência na maioria dos SGTC, quando o ModBus-RTU é utilizado em arquiteturas distribuídas, nomeadamente entre o equipamento de campo e de automação local e distribuída[24, 28-30].

O mecanismo de controlo de acesso é do tipo mestre-escravo ou Cliente-Servidor. A estação mestre (geralmente um PLC) envia mensagens solicitando dos escravos que enviem os dados lidos pela instrumentação ou envia sinais a serem escritos nas saídas para o controlo dos atuadores[24, 28-30]. O protocolo possui comandos para envio de dados discretos (entradas e saídas digitais) ou numéricos (entradas e saídas analógicas). Em cada ciclo de comunicação, o PLC lê e escreve valores em cada um dos escravos. Como o sistema de controlo de acesso é do tipo mestre-escravo, nenhum dos módulos escravos inicia comunicação a não ser para responder às solicitações do mestre. Mesmo que se tenha vários dispositivos ligados a uma linha *serial*, apenas um dispositivo pode falar de cada vez[24, 28-30].

A Figura 11 ilustra o modo de funcionamento referido no parágrafo anterior.

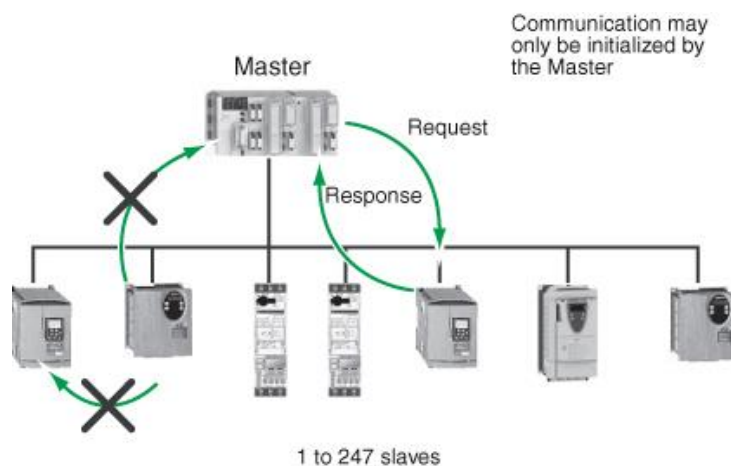


Figura 11 – Arquitetura de Comunicação utilizando o protocolo ModBus RTU[29].

2.5.2.1. ModBus TCP/IP

O ModBus TCP/IP usa o padrão da cama física Ethernet de 100 Mbps para transportar a informação estruturada em ModBus, o que lhe confere uma enorme capacidade e velocidade

de transmissão, bem como um número de equipamentos teoricamente em número ilimitado ligado à rede, desvantagens do ModBus RTU[28].

De facto, o suporte ao protocolo TCP/IP leva a que o modelo de camadas do protocolo ModBus seja diferente da versão *Serial*, incluindo então ao integrar o protocolo TCP/IP, as camadas deste referidas no capítulo anterior. A Figura 12 apresenta o modelo de camadas ModBus TCP/IP e ModBus *Serial*.

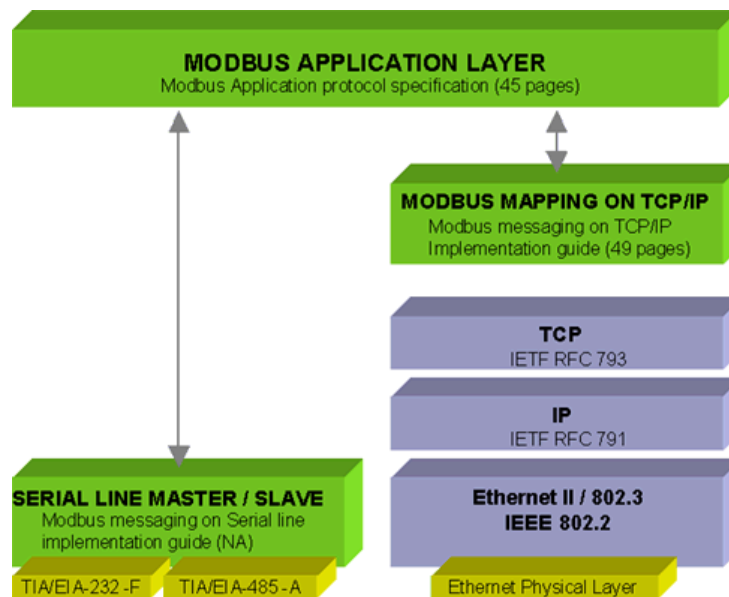


Figura 12 – Modelo de Camadas ModBus TCP/IP e ModBus Serial[28].

No protocolo ModBus TCP/IP, os dados são encapsulados em formato binário em *frames*, sendo alterada a estrutura da mensagem transmitida, onde são adicionados identificadores e endereços para a transmissão a partir do meio físico Ethernet (ver subcapítulo “TCP/IP”) - daí a expressão de que o ModBus TCP/IP é um *Wrapping* do ModBus Serial com o protocolo TCP/IP[27, 28]. Ou seja, o protocolo TCP/IP permite a transmissão das mensagens codificadas em ModBus no meio Ethernet ou outro meio físico do protocolo TC/IP, sendo a camada IP responsável pelo encaminhamento e endereçamento, a camada de transporte pelo protocolo TCP, pela partição, verificação, validação e reassemblagem das mensagens transmitidas entre o *host* de origem e o *host* de destino e a camada aplicação constituída pelo ModBus.

A Figura 14 representa a diferença do protocolo ModBus RTU e do ModBus TCP/IP no que diz respeito à estrutura da mensagem a ser transmitida, onde são adicionados identificadores

e endereços para a transmissão a partir do meio físico Ethernet, transformando a mensagem numa estrutura constituída pelo Cabeçalho ModBus (*ModBus Application Header – MBAP Header*) e o Protocolo de Informação ModBus TCP/IP (*Protocol Data Unit. – PDU*)[27].

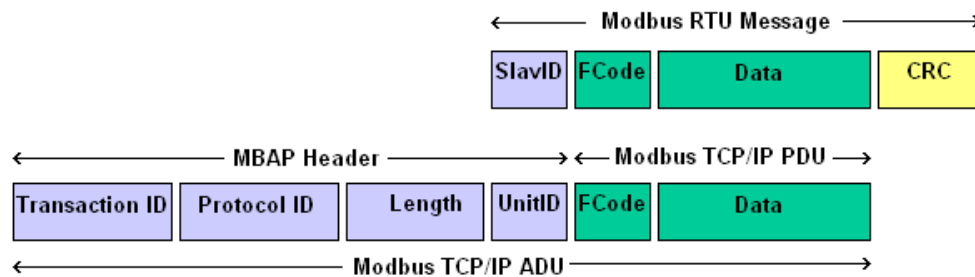


Figura 13 – Estrutura de Mensagem a transmitir em ModBus RTU ou ModBus TCP/IP[27].

Como referido, ao contrário ModBus RTU, o ModBus TCP/IP funciona num conceito cliente/servidor[24, 27, 28]:

- Um cliente inicia as solicitações e um servidor respostas;
- Qualquer dispositivo pode ser um cliente ou servidor;
- Podem existir de forma simultânea dispositivos que são ambos cliente e servidor;
- A rede pode compreender teoricamente número ilimitado de clientes;
- Um cliente por responder a múltiplos servidores ao mesmo tempo;
- Um servidor por responder a múltiplos clitentes ao mesmo tempo;
- A existência de *Switches* de Ethernet permite que ao mesmo tempo, se direcione a entrega de pacotes (conjunto de informação estruturada para ser transportada) de forma eficaz e rápida;
- Note-se que a possibilidade de aproveitamento da rede estruturada existente no edifício, facilita a opção por este tipo de protocolo, nomeadamente na interligação entre os equipamentos de automação distribuído e entre estes e o nível de gestão.

A Figura 14 ilustra o processo de comunicação Cliente-Servidor.

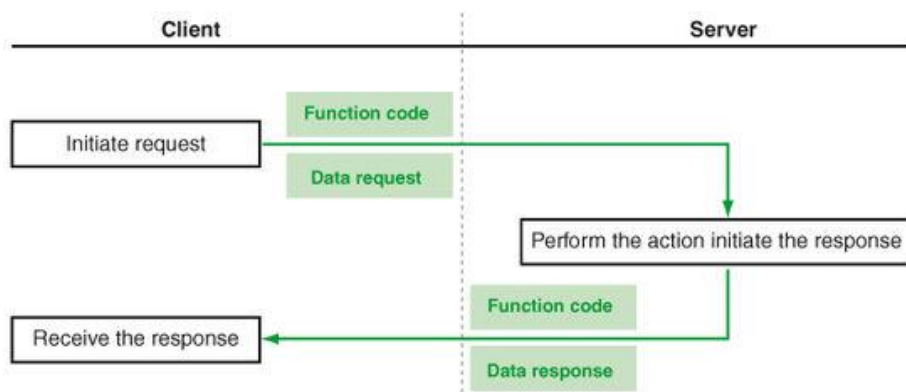


Figura 14 – Processo de Comunicação Cliente Servidor[29].

As diferenças principais do ModBus/TCP relativamente ao ModBus-RTU são[24, 27, 28]:

- O sistema funciona numa lógica de cliente-servidor:
 - Os dispositivos podem ser um cliente e um servidor, ao mesmo tempo.
 - Todos os dispositivos podem falar ao mesmo tempo e vários dispositivos podem iniciar comunicações (não apenas um como no ModBus RTU). Aumenta o tempo de resposta do sistema de comunicações paralelas.
 - Várias solicitações podem ser enviadas a partir de um dispositivo para outro sem esperar que o primeiro pedido ser atendido. Uma parte nova de dados é adicionado ao quadro ModBus chamado o identificador de transação ModBus para permitir uma resposta a ser correspondido a um pedido específico.
- A velocidade de transmissão é muito maior e está dependente da capacidade da rede existente integradora ou dedicada criada para o efeito: 100Mb/s, 1Gb/s etc.
- O meio de transmissão é muito mais flexível e os custos são mais baixos: par de cobre, fibra, *wireless*, etc.
- O número de equipamentos a ligar à rede é teoricamente ilimitado - os switches podem ser usados para unir várias redes.
- A utilização de *Gateways/Proxies* permite uma comunicação transparente entre Ethernet ModBus/TCP e dispositivos ModBus-RTU.

No caso de ser necessária uma comunicação entre *ModBus Serial* e *ModBus TCP/IP*, será necessário uma *Gateway ModBus TCP/IP <-> ModBus Serial*. Contudo, note-se que esse dispositivo não podem ser um conversor puramente físico, que somente converteria os sinais elétricos de um protocolo físico para outro – é necessário implementar os protocolos TCP e IP, além do protocolo *ModBus*. A *Gateway* precisará tirar os dados *ModBus* – que estão dentro do pacote IP, que por sua vez está dentro do quadro Ethernet – para enviar ao escravo correto no barramento RS485.

Há também conversores com várias saídas do tipo Serial. Nesse caso, é possível separar os escravos em vários barramentos distintos, um em cada porta. Nessa configuração, a *Gateway* precisaria de ler o pacote *ModBus*, interpretá-lo ao ponto de saber qual é o endereço do escravo de destino, para então enviá-lo à porta de saída correta.

A Figura 15 ilustra um exemplo de integração num SGTC de *ModBus Serial* e *ModBus TCP/IP*.

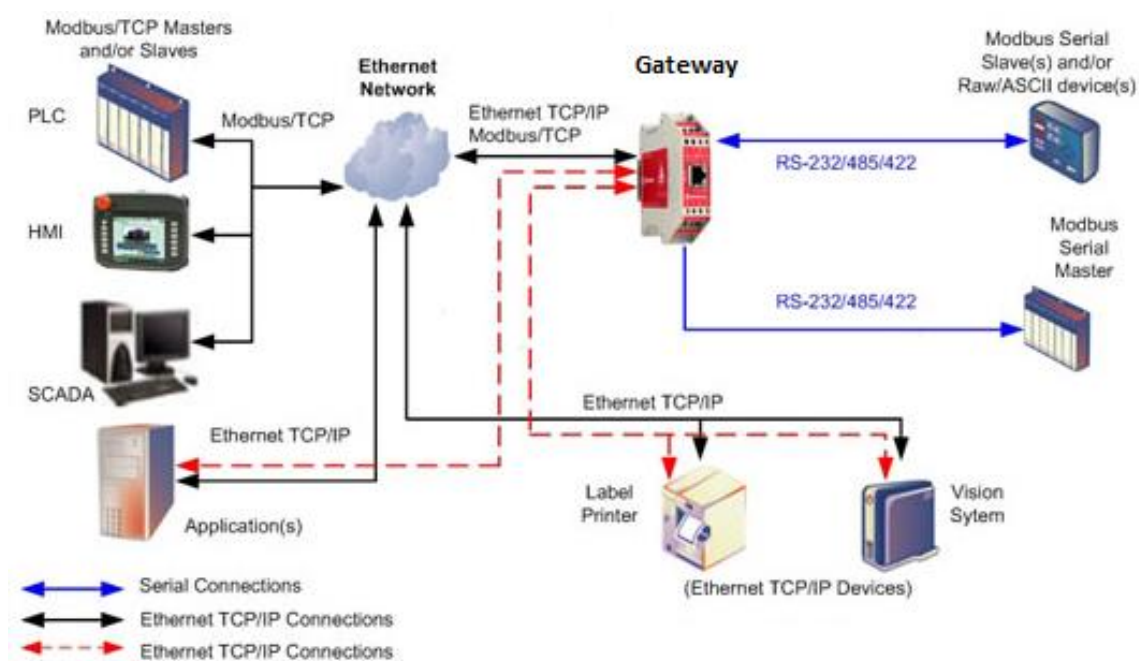


Figura 15 - Sistema de Gestão Técnica Centralizada - *ModBus Serial* e *ModBus TCP/IP*[24].

2.5.3. PROFIBUS

O Profibus (*Process Fieldbus*) é um protocolo de comunicação amplamente utilizado em automação industrial, aberto, sendo apoiado pela indústria que fornece uma ampla gama de equipamentos, ferramentas e suporte técnico e informativo. Foi introduzido em 1989 e mais tarde adotado como padrão internacional, incorporado na IEC 61158[30].

O padrão Profibus conta com 3 tipos de tecnologias[26]: Profibus DP (Descentralização periférica - *Decentralized Peripheral*), Profibus PA (automação de processos - *Process Automation*) que utilizam à semelhança do ModBus a comunicação *Serial*, nomeadamente a RS485, e a versão que utiliza o meio físico Ethernet - Profinet (substituiu o Profibus FMS).

O Profibus DP foi desenvolvido para operar com uma alta velocidade e numa ligação de baixo custo, sendo utilizado na comunicação entre sistemas de controlo de automação e as suas respetivas entradas e saídas ao nível de dispositivo. Refira-se que pode ser usado para substituir a transmissão de sinal em 24 V em sistemas de automação industrial (produção), assim como para a transmissão de sinais de 4 a 20 mA[30].

O Profibus PA tecnologia define, em adição às definições padrões do Profibus DP, os parâmetros e blocos de função para dispositivos de automação de processo. O Profibus PA possui uma característica designada de “transmissão intrinsecamente segura”, podendo ser usado em áreas onde se possam formar atmosferas com perigo de explosão (ATEX)[26].

O Profinet é construído sobre o mesmo princípio do Profibus, contudo, ao contrário ModBus TCP/IP - que basicamente pega no pacote ModBus RTU e encapsula-lo num pacote TCP/IP – o Profinet foi projetado para tirar vantagem de Ethernet e permitir a fácil adição de funções de segurança e otimização de velocidades, como o Profisafe e o Profidrive[26].

As várias versões, DP, PA e Profinet, juntas, endereçam a maioria das aplicações de automação e permitem a implementação de um sistema de monitorização, gestão e controlo[8]. A Figura 16 ilustra a integração das várias versões do protocolo Profibus para melhor compreensão dos níveis de atuação e integração das versões.

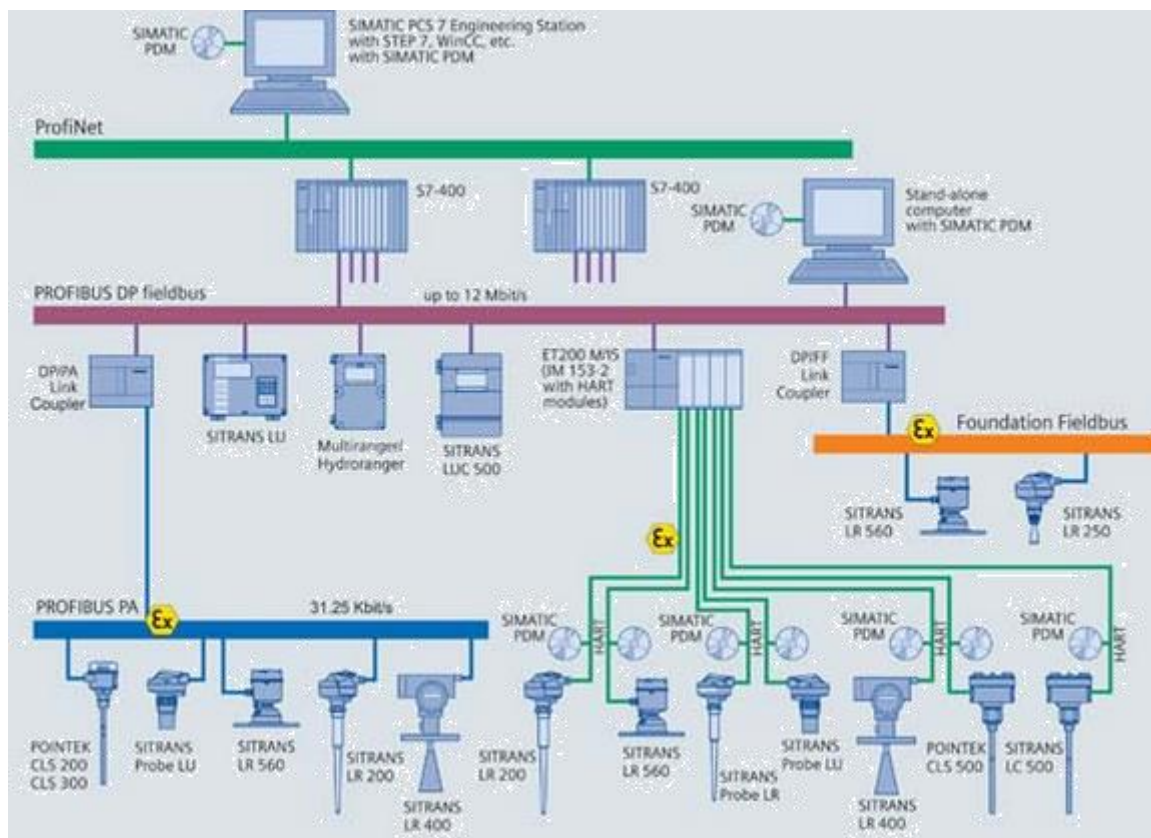


Figura 16 – Níveis e Tecnologias do protocolo padrão Profibus[26].

O Profibus é à semelhança do ModBus, um sistema baseado numa arquitetura mestre-escravo. Contudo, é um sistema dito multimestre (i.e. no mesmo barramento) e permite a operação conjunta de equipamentos ou controladores terminais de engenharia ou visualização, com seus respectivos periféricos, através da inclusão de um sistema de alarme/arbitragem temporizado (token ring)[8, 26]. Note-se que assim, é possível haver uma maior flexibilidade e redundância ao nível da comunicação de entradas e saídas entre os dispositivos escravos e estações mestres. A Figura 17 apresenta a particularidade desta arquitetura.

Os Dispositivos Mestres determinam a comunicação de dados em um barramento. Essa comunicação é realizada enquanto o dispositivo mestre possui o direito de acesso ao barramento (*token*). O *token* é um mecanismo de arbitragem que deve ser implementado para evitar possíveis colisões no barramento quando mais de uma estação deseja transmitir uma mensagem. Os mestres são chamados de estações ativas no barramento. Já os Dispositivos Escravos são dispositivos de periferia como, válvulas, módulos de entradas/saídas, posicionadores, transmissores etc. Esses periféricos não possuem direito de acesso ao barramento, e somente enviam ou reconhecem alguma informação do mestre quando for solicitado[8, 26].

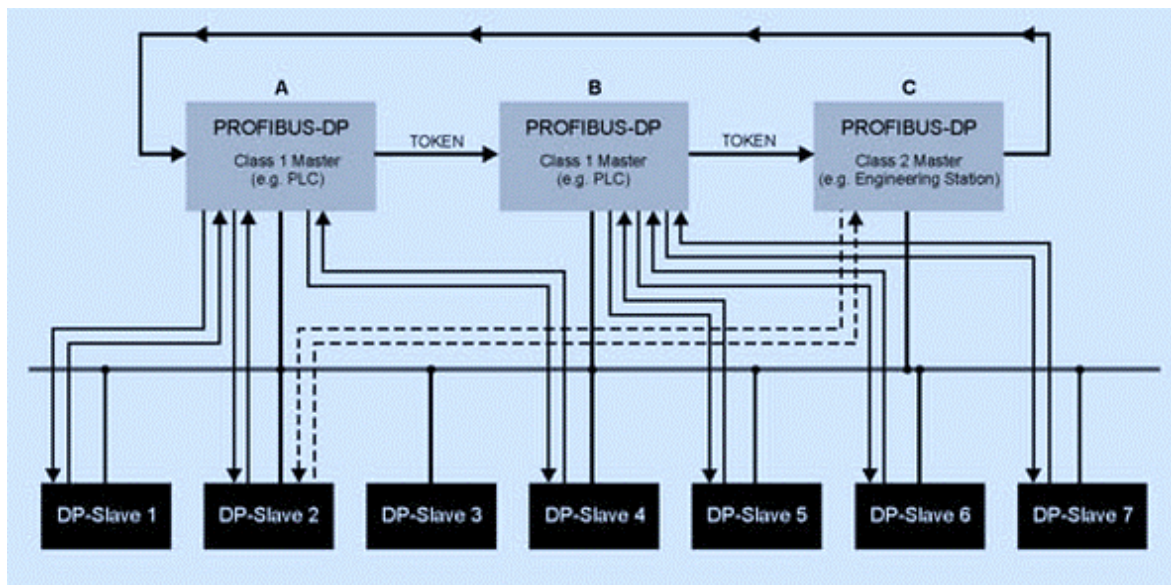


Figura 17 – Arquitetura multimestre do protocolo Profibus, através de um sistema de arbitragem.

As redes Profibus (*Serial*) possibilitam velocidades de transmissão, de 9.6 kb/s até 12.0 Mb/s, valores máximos bastante superiores aos possibilitados pelo ModBus RTU. Outra vantagem do Profibus em relação ao ModBus é a maior imunidade ao ruído na transmissão de informação (a camada física do modelo Profibus apresenta um maior grau de robustez)[30].

Este protocolo, ainda que com características vantajosas, não é no entanto, de uma utilização muito significativa em SGTC[3, 4]. Este é um protocolo habitual em instalações industriais, nomeadamente as de grande dimensão, onde existem PLCs industriais (podendo cada um controlar mais de um milhão de pontos), uma grande exigência maior de segurança na transmissão da informação e uma também maior necessidade de velocidade e capacidade de transmissão de dados nos diferentes níveis da instalação.

Repare o leitor que um SGTC atual, como veremos em capítulo posterior, baseia-se no conceito de *Automation Servers*, equipamentos de menor custo, mais fácil implementação (i.e. instalação e programação), que contêm funções típicas e otimizadas para um SGTC (pré-configurações realizadas e um conjunto de possibilidades de comunicação padrão).

Note-se que um sistema baseado no padrão Profibus está também normalmente associado a um Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition*) totalmente personalizado e desenvolvido para aquela instalação. Num SGTC, o *software* utilizado, se constituir ou basear num SCADA, assume um conjunto de operações, programação pré-estabelecidas, visando reduzir os custos de implementação (equipamentos, programação e mão-de-obra associada a todo o processo) e facilitar a exploração (e.g. o nível de formação exigida para operação do sistema é menor neste caso)[4, 26].

Também as razões históricas de associação deste protocolo à automação de instalações que realizam processos industriais (e.g. químicos, mecânicos ou elétricos) e à sua não tão grande tradição num SGTC - e.g. não adoção/preferência deste protocolo por parte da grande maioria dos fabricantes de equipamento de campo, nomeadamente da área de AVAC (e.g. a ASHRAE define outros protocolos como padrões a utilizar). Isto aliado aos consequentes maiores custos dos próprios dispositivos bem como da necessidade de utilizar *gateways* para integração, pode ajudar a explicar o porquê de este não ser normalmente um protocolo comum em SGTC.

2.5.4. LONTALK

Apresentado pela Echelon Corporation em 1990, e tornado um protocolo aberto em 1996, o protocolo LonTalk que permite a comunicação dos dispositivos integrados numa rede designada de LonWorks (*Local Operating Networks*), é hoje um dos mais importantes e difundidos protocolos em SGTC, com 4.500 fabricantes associado e mais de 17 milhões de dispositivos instalados em todo o mundo[22, 31].

O LonWorks foi desenvolvido com vista uma implementação bastante abrangente, para integração dos equipamentos das instalações mecânicas, instalações afetas à segurança e instalações elétricas, nomeadamente a gestão da iluminação, acionamento de estores, monitorização de energia, entre outros.

LonTalk implementa as sete camadas do modelo OSI - Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (ver Figura 7) e possui mecanismos que impedem a modificação accidental ou intencional. Inclui ainda, funções/mecanismos de[31]: padronização e identificação do tipo de dados; prioridade na comunicação de dados; deteção e correção de erros; mensagens duplicadas; transmissão automática.

Uma LonWorks assume-se como uma rede de inteligência distribuída, sendo formada por dispositivos inteligentes, também chamados nós (nodes), ligados por um ou mais meios de comunicação e que comunicam entre si utilizando um mesmo protocolo (LonTalk). Estes nós são desenvolvidos para as mais diferentes aplicações e configurados de acordo com a sua função[31].

Os nós de uma rede LonWorks podem ser interpretados como objetos que respondem a diferentes entradas e produzem determinadas saídas – qualquer aparelho com uma carta de comunicação LonTalk, (e.g. controlador, sensor, atuador, etc). Os dispositivos que tomam o papel de nós, possuem um circuito-integrado, um microcontrolador, chamado Neuron Chip que por sua vez tem um identificador único, designado de Neuron ID (identificador 48 bits gravado na memória EEPROM durante o fabrico e respetivo *firmware*) e que assim identifica de forma única um dispositivo na rede (à semelhança de um endereço IP). De referir, que

este chip pode ser colocado em praticamente todos os tipos de microprocessador, desde os microcontroladores de 8 bits até aos microprocessadores de 32 bit[31].

Cada nó está fisicamente ligado por um transmissor ao *FieldBus* de comunicação, onde vários dispositivos trocam informações entre si para criar um sistema funcional. A troca de informações entre nós numa rede é feita, geralmente, através de variáveis designadas de SNVT (*Standard Network Variable Type*). Estas são estabelecidas pela entidade certificadora oficial designada de Lonmark, ficando referenciadas numa Lista (*Master List*) acessível a qualquer criador ou integrador LonWorks.

Existe também um computador e software de ligação, que tem como funções registar todas as ligações entre nós no disco rígido, bem como configurar as ligações entre estes[31].

O modelo de comunicação é independente do meio físico sobre o qual funciona, já que o Neuron Chip proporciona uma porta específica de cinco pinos que pode ser configurada para atuar como interface de diversos transmissores-recetores (cada um encarregado de adaptar os sinais do Neuron Chip aos níveis de que necessita cada meio físico) e funcionar a diferentes velocidades. O LonWorks pode funcionar sobre RS-485 com isolamento ótico, sobre par de cobre ou fibra ótica, ou ainda sobre circuitos de baixa tensão do edifício (*powerline*). Adicionalmente, a plataforma de Lonworks permite a interligação a redes Ethernet TCP/IP, permitindo uma visualização e gestão remota da instalação, bem como a possibilidade de integração com outros sistemas a um nível superior, nomeadamente por *web services*.

Na Tabela 2 apresentam-se as principais características dos meios de transmissão, bem como as suas designações[23].

As redes LON podem possuir uma topologia de rede (caminhos através dos quais os sinais de comunicação podem ser transportados) do tipo estrela, anel, ou árvore, em *bus* (barramento) ou ligadas a algum sistema de suporte principal – Figura 18[8, 21, 22, 31].

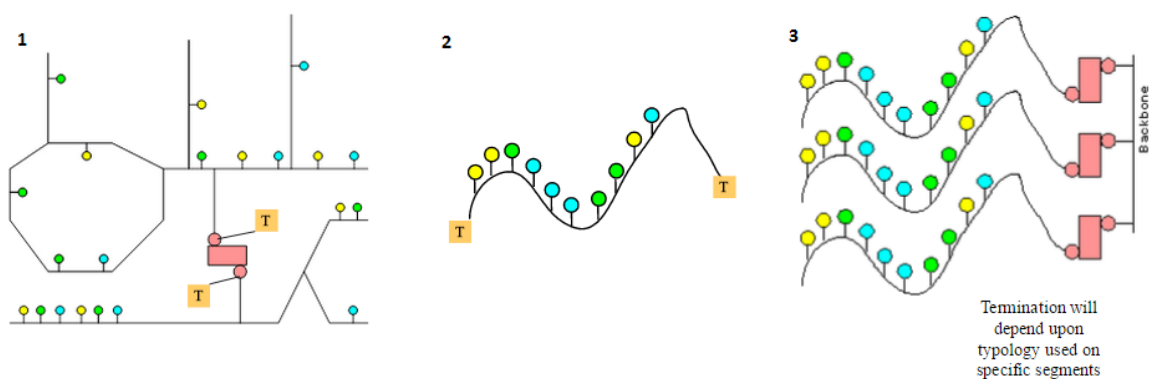


Figura 18 – Topologias: 1) Livre – Anel, Estrela, ou Árvore; 2) *Bus*; 3) Suportada (*Backbone*)

A topologia de rede mais robusta para um GTC baseado em Lon é a *backbone*. Nesta topologia são utilizados routers que possibilitam que os dispositivos terminais se liguem a estes por canais tipicamente do tipo FT-10 e que por sua vez esses routers ligam-se por canais adaptados para a rede de suporte (e.g. TP-1250) [8, 21, 22, 31].

Uma grande vantagem desta topologia de suporte é a facilidade de ligação a uma rede Ethernet, e assim aumentar a largura de banda, aproveitar uma rede que possa existir no edifício e eliminar problemas de distâncias de transmissão bem como de compatibilidade com outros sistemas de outros protocolos.

Tabela 2 – Características Típicas dos meios de transmissão no protocolo LonTalk[23].

LON Channel	TP/FT-10	TP/LP-10	TP/XF-1250	PLT-22	LONWORKS IP	FO-10
Nickname	Free Topology	Link Power	Twelve Fifty	Powerline	N/a	Fiber (Monomode)
Raw Bitrate	78kbps	78kbps	1.25Mbps	N/a	N/a	N/a
Topology / Typical Use	Free, <i>bus</i>	Free, <i>bus</i>	<i>Bus</i> , Backbone	Free, <i>bus</i> , Backbone	Free, Backbone	<i>Bus</i> , Backbone
Cable types	CAT-5 Level IV Belden 8471 Belden 85102 JY(st)2x2x0.8	See TP/FT-10, but power distribution must be considered	TIA 568A CAT-5 Level IV	N/a	CAT-5 (10Base-T, 100Base-F), RG58 (coax, Thin Ethernet), etc	N/a
Maximum total cable length	2700m (<i>bus</i>) 500m (free)	2700m (<i>bus</i>) 500m (free)	130m	Kilometers	Unlimited (Worldwide: Internet, or local : LAN)	30 km
Maximum node-node distance	Free: 500m	Free: 500m	130m	N/a	N/a	N/a
Maximum number of nodes per segment	64	128	64	N/a	N/a	Hundreds

Uma das principais vantagens da utilização de uma rede LON tem a ver com a flexibilidade máxima em termos de expansibilidade, já que os sensores e atuadores processam a informação localmente e comunicam/interagem entre si. Outras vantagens prendem-se com os altos índices de fiabilidade e de redundância bem como a minimização da cablagem e da duplicação de sensores ou a possibilidade de integração de todos os dispositivos individuais do edifício, devido à estrutura de rede e conceito de inteligência distribuída[4, 31]. Uma arquitetura de um SGTC básico, implementando este protocolo está representada na Figura 19.

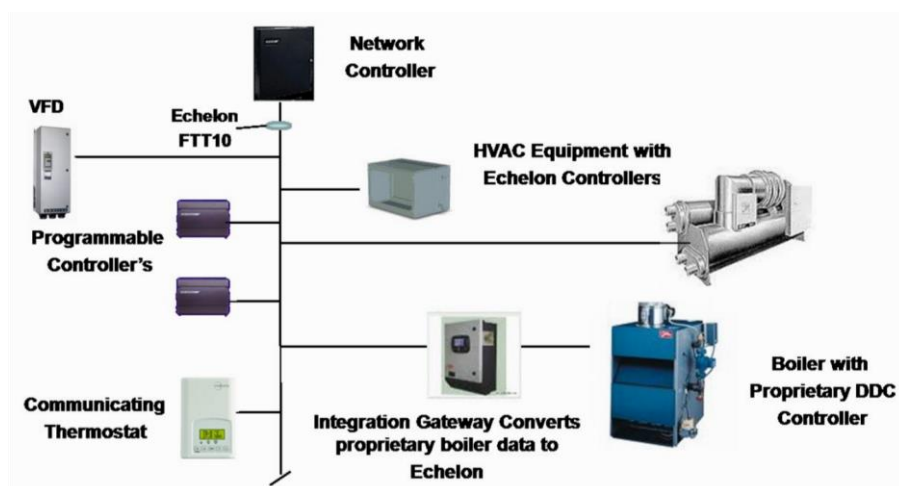


Figura 19 – Arquitetura baseada em LonTalk[32].

2.5.5. BACNET

Este protocolo começou a ser desenvolvido em 1987 pela ASHRAE especificamente para o controle e automação em edifícios com especial ênfase nas Instalações AVAC, tendo sido apresentado e formalizado como padrão em 1995 (ASHRAE, ANSI 135-2004 e ISO 16484-5)[21, 33].

Atualmente o padrão é aberto e tem um suporte ativo e significativo da ASHRAE[21, 33], pelo que continua a sofrer uma série de adições, para permitir uma comunicação mais abrangente, rápida e segura. A grande base de suporte confere-lhe uma certa vantagem competitiva, na medida em que é recomendado pela principal associação mundial de Engenheiros Mecânicos da especialidade de AVAC, o que facilita/potencia a sua adoção na maioria dos dispositivos/equipamentos/sistemas por parte dos fabricantes.

Como protocolo, possui como característica um suporte forte aos principais protocolos comerciais e tem a virtude de tratar todos os dispositivos como objetos e abstrair a funcionalidade dos mesmos - vantagem de facilitar a troca de dispositivos por outros similares mas de outros fabricantes. Assim, quem utiliza o BACnet não necessita de saber como um determinado dispositivo funciona internamente pois o mesmo é tratado como uma coleção de objetos aos quais podem ser acedidos através dos serviços BACnet. Isso facilita o tratamento de dispositivos de fabricantes diferentes, pois as características internas de cada um ficam "escondidas" – realizando-se a interligação de “caixas pretas”.

A filosofia de funcionamento inclui a separação entre os termos “Objetos”, “Serviços” e “Redes”, onde são representados respectivamente: as informações, dados e comandos estruturados em um modelo orientado a objetos; as solicitações de comunicação e serviços que descrevem o acesso aos dados; e a comunicação em si através de uma infraestrutura de comunicação flexível criada para o efeito (Figura 20)[33].

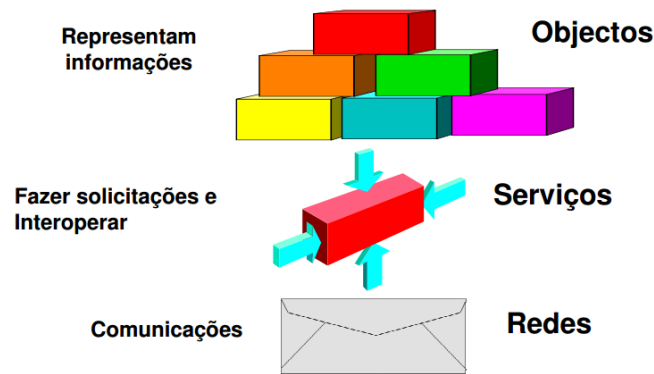


Figura 20 – Filosofia de funcionamento do protocolo BACnet[34].

O BACnet define protocolos para uso nas seguintes camadas do modelo de referência OSI (Figura 21).

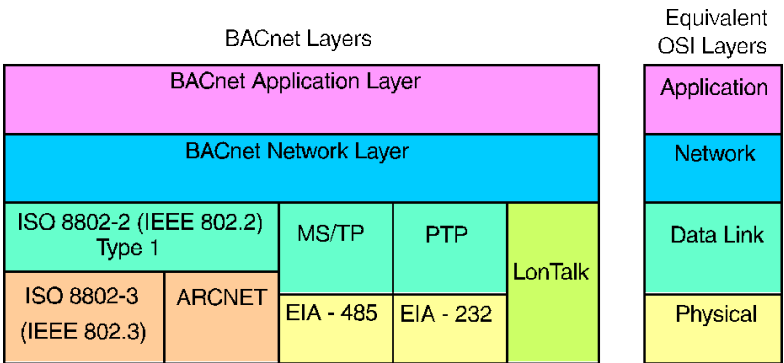


Figura 21 – Modelo de Camadas do Protocolo BACnet[35].

A camada de aplicação é a mais sofisticada do padrão (número de serviços que são utilizados para comunicar entre dispositivos (*Who-Is - I-Am, Who-Has - I-Have*)). Refira-se também a existência de mecanismos de verificação de erros e controle do fluxo de dados, a implementação de vários tipos de objetos e propriedades, tipos de dados padrão para promover a interoperabilidade, bem como a orientação a Redes de acesso BACnet/IP[33, 35].

A camada de rede permite que múltiplas redes BACnet sejam interligadas. Esta camada fornece os meios pelos quais mensagens possam ser comunicadas entre redes BACnet, sem a preocupação de que tecnologia de transmissão de dados se está a utilizar em cada rede[33].

Refira-se que este protocolo pode comunicar, por exemplo, por Ethernet ou RS485 e ser incluído facilmente em redes com outros sistemas tais como o LonWorks ou KNX. A seguir apresentam-se as opções de comunicação do protocolo BACnet[2, 4, 8, 22, 35]:

- Ethernet: (Bus de alta velocidade para transmissão de dados na rede; velocidades até 10/100 Mb/s ou 1Gb/s):
- *Master-Slave/Token Passing* (MS/TP): Rede série RS485; permite criar redes simples e que com longas distâncias de transmissão segura (mais de 1 km):
- *Point-to-Point* (PTP): Ligação série que permite ligações ponto a ponto entre 2 equipamentos, como por exemplo via linha telefónica (ligação *dial-up*);
- LonTalk: As redes LonWorks podem ser interligadas para formar uma rede BACnet através de routers BACnet.

Para melhor compreensão de uma arquitetura baseada em BACnet, apresenta-se na Figura 22, um diagrama de interligação de equipamentos, incluindo os dispositivos específicos de interligação de redes (*routers*), de comunicação de protocolos diferentes (*gateways*) e de dispositivos baseados em DDC.

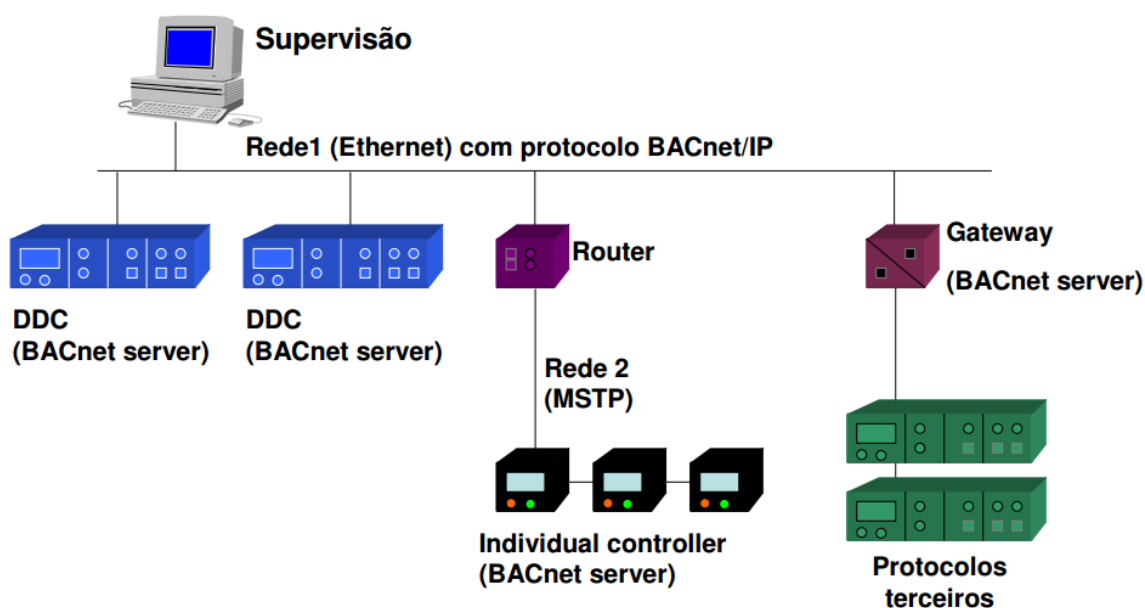


Figura 22 – Arquitetura BACnet[34].

2.5.6. KNX

O Konnex (KNX) resulta da união de três associações europeias: *BatiBus Club International* (BCI), *European Installation Bus Association (EIBA)* e *European Home Systems Association* (EHSA) com o intuito de promover um protocolo de comunicação único, padrão como norma e aberto para o mercado de redes de domótica na Europa. Conta hoje com cerca de 100 empresas afiliadas e mais de 7000 produtos certificados KNX[14, 22].

O KNX está registrado como norma internacional padrão (ISO/IEC 14543-3), norma europeia padrão (CENELEC EN 50090 e CEN EN 1332-1) e norma Chinesa padrão (GB/T 20965)[14, 21].

Na Europa o KNX baseia-se no padrão *European Installation Bus* (EIB) - daí a designação EIB/KNX - especificando em relação a este, componentes adicionais e mecanismos de rede, permitindo uma ampla escolha de configuração dependendo das necessidades e independentemente do modo de configuração. Este grande conjunto de meios físicos de comunicação entre equipamentos confere ao sistema uma grande flexibilidade de utilização.

De facto, o sistema EIB/KNX suporta diferentes meios físicos de comunicação, como o par de cobre (mais comum), mas também a rede elétrica (*powerline*), radiofrequência e até infravermelho[21, 36]. É ainda possível instalar *gateways* diversas para outras redes como Ethernet ou WLAN.

O sistema EIB/KNX pode ser implementado com base numa arquitetura descentralizada ou centralizada[14, 22]. A descentralizada é implementada com base nos dispositivos transmissores e recetores que possuem o seu próprio microcontrolador, que lhes permite comunicar diretamente entre si, sem recorrer a nenhuma hierarquia ou a um dispositivo de supervisão – havendo uma maior flexibilidade do sistema. Por outro lado, pode também ser ligado a uma rede ou uma aplicação de controlo local ou remota, para gestão do sistema.

A adicionar ao parágrafo anterior, refira-se que o KNX, à semelhança dos outros protocolos de comunicação, pressupõe a separação da distribuição de potência da rede de comando, possibilitando, relativamente a este ponto, uma maior facilidade de expansão ou reformulação da instalação - Figura 23.

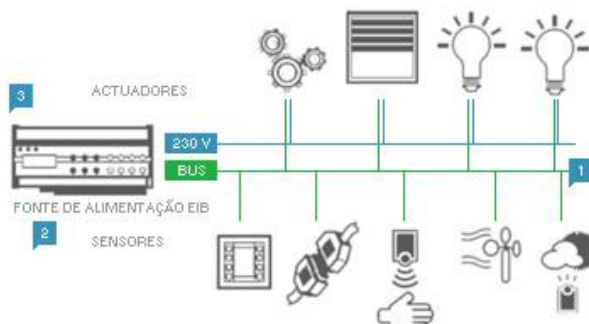


Figura 23 – Rede de Comando (*bus*) e Potência independentes[14].

Em termos simples, uma instalação KNX faz uso de um único barramento (*bus*) para interligar todos os equipamentos. A Figura 24 apresenta as várias topologias possíveis para uma rede KNX: linear, estrela e árvore, ou uma combinação de várias topologias[8, 14, 37].

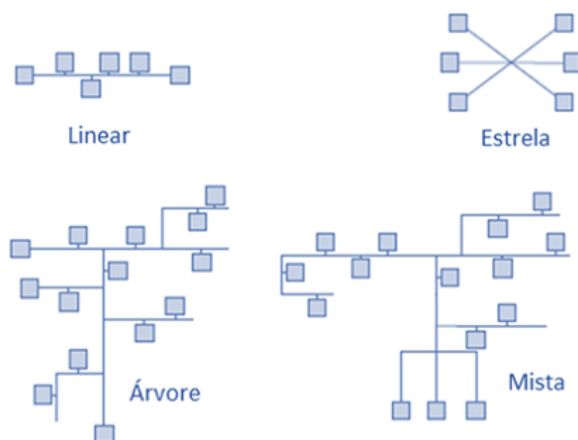


Figura 24 – Topologias de arquitetura de segmentos da rede[37].

Este barramento de dados é maioritariamente implementado de forma descentralizada, no entanto, se necessário, é possível a sua implementação em aplicações centralizadas.

Os equipamentos possuem um acoplador de *bus* (BCU - *bus coupling unit*) – um microprocessador com EEPROM parametrizável) e um módulo de aplicação/terminal. A informação a ser processada é transferida do barramento para a BCU. De seguida, a BCU recebe e transmite dados, garante a alimentação elétrica ao sistema eletrónico e guarda informações importantes tais como o endereço físico atual, um ou mais endereços de grupo e também o *software* de aplicação com os parâmetros do dispositivo. Os produtos de entrada são sensíveis a ordens, comandos ou a medições de grandezas físicas (sensores), processam e enviam os comandos aos módulos de saída. Os produtos de saída são, na realidade, interfaces de potência, que escutam as informações transmitidas pelos produtos de entrada e executam as ordens (atuadores) que a eles se destinam[14, 36, 37].

Numa arquitetura descentralizada, temos que o sensor envia a informação em forma de um telegrama (“palavras” de onze bits) para o barramento KNX, que é posteriormente lido pelos atuadores pertencentes ao grupo de comunicação, levando à geração da ação correspondente. O telegrama contém ainda informações relativas ao dispositivo que estabelece a comunicação, o que recebe e informações úteis à ação, bem como campos de controlo de tráfego (e.g. mecanismo de *checksum*)[36].

Refira-se que a herança do meio físico EIB deu ao KNX uma divisão hierárquica da rede em áreas, linhas e nós, bem como uma facilidade para fins de comissionamento, diagnóstico e manutenção[36].

Uma rede KNX é capaz de integrar 14400 dispositivos (64 dispositivos/linha x 15 linhas/área x 15 áreas). A rede KNX prevê a interligação de até 15 áreas por uma linha *backbone*, sendo possível a consideração de repetidores (até 4) para que cada linha passe a ter a capacidade de ligar até 256 dispositivos[36]. A Figura 25 representa esta estrutura hierárquica.

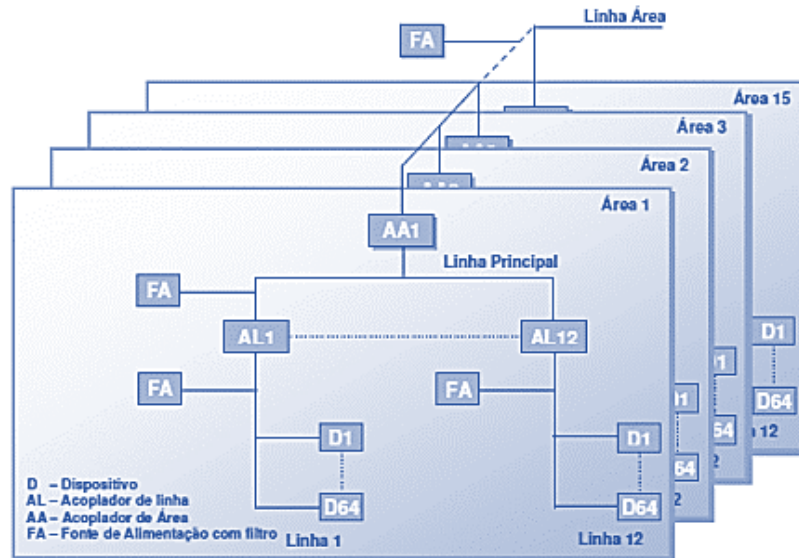


Figura 25 – Estrutura hierárquica da rede no protocolo KNX[37].

A Figura 26 ilustra como forma de resumo, a interação entre partes físicas ou não, do sistema KNX.

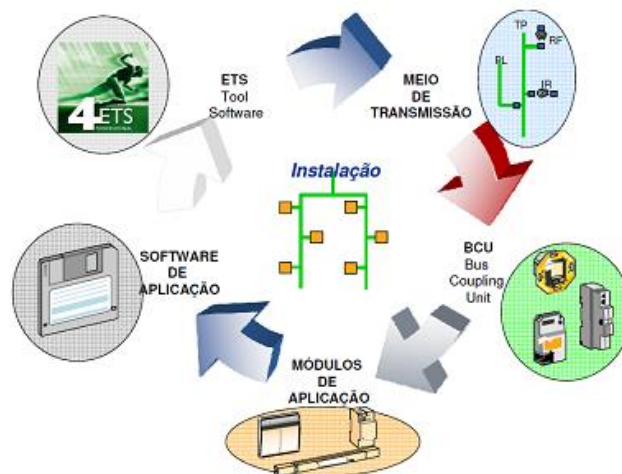


Figura 26 – Estrutura de uma Instalação KNX[37].

O objetivo da comunicação num sistema EIB/KNB consiste na interoperação entre sensores e atuadores. No entanto esta interoperação apenas é suportada entre dispositivos EIB/KNX,

não existindo qualquer sistema que possibilite a interoperação com dispositivos de outras tecnologias[36, 37].

Para garantir a interoperação entre equipamentos foram definidas normas designadas de “EIB *Interworking Standards* (EIS)” entretanto renomeadas para “KNX *Standardized Data Types*”. Estas normas definem regras de interoperação de funções utilizadas pelos dispositivos, sendo seu objetivo a definição de valores e a interpretação de dados incluídos nos objetos de comunicação utilizados nas funções. Os tipos de dados mais comuns estão normalizados a nível europeu e integrados na norma EN 50090[36, 37]. Assim, existindo um formato normalizado para determinada função, de modo a obter a certificação do produto, o fabricante KNX é obrigado a usá-lo. Este conceito de interoperação veio facilitar o desenvolvimento de *gateways* entre KNX e outros protocolos uma vez que o código proprietário pode ser facilmente mapeado.

Um único fabricante bem como uma única aplicação independente (ETS – *Engineering Tool Software*) permite o *design*, engenharia e configuração de instalações que usem os produtos com a certificação KNX. Como a aplicação é independente de qualquer fabricante, o integrador consegue combinar produtos de diversos fabricantes com diferentes meios de transmissão (e.g. par de cobre, radiofrequência, TCP/IP, etc.) numa única instalação[14, 37].

2.5.7. DALI

Ao contrário de outras tecnologias de automação em edifícios, o DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*) é especialmente concebido para gestão de iluminação. Este é aqui apresentado devido à sua vasta utilização, em integração com protocolos de comunicação existentes no âmbito de um SGTC (Figura 27)[13].

O DALI é um padrão aberto, alternativo ao DSI (*Digital Signal Interface*) sustentado pelas normas IEC 60929 e IEC 62386[13], o que lhe tem vindo a conferir vantagens em termos de interoperabilidade e facilidade de integração com outros protocolos e sistemas, nomeadamente através da quantidade e variedade de *gateways*.

Sendo o DALI uma norma internacional, pretende-se garantir a interoperabilidade de diferentes tipos de balastros eletrónicos DALI (diferentes cargas) de diferentes fabricantes – sendo que a norma IEC 62386 descreve os tipos de balastros DALI para cada tipo de carga.

O DALI consiste principalmente na regulação do fluxo luminoso de fontes de iluminação artificial, consoante as necessidades de luz no instante (iluminação dinâmica), ou qualquer outra definição/objetivo programado.

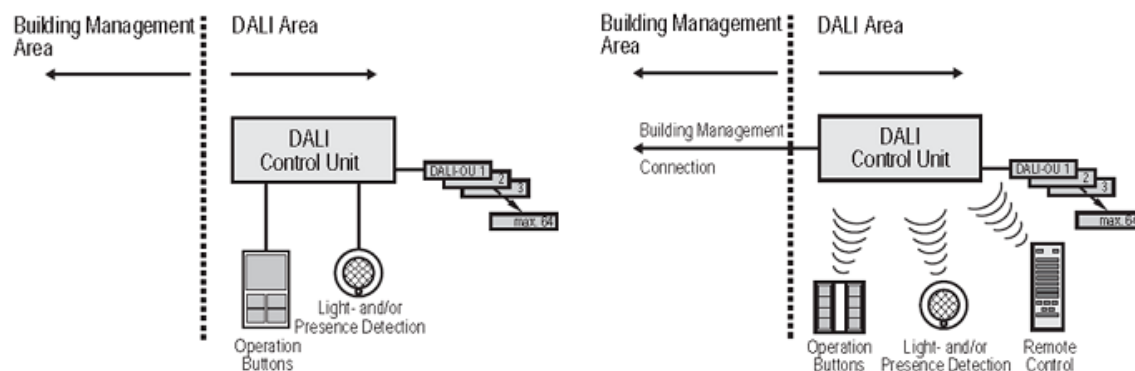


Figura 27 – Integração num SGTC como um subsistema não comunicante (à esquerda) ou comunicante (à direita).

O DALI é um sistema mais flexível, de mais fácil implementação (o que se traduz muitas das vezes num menor custo) em termos de infraestrutura em comparação com a tecnologia analógica 1-10V. Repare-se que nesta última que:

- Os dispositivos alvo de *dimming* estão concebidos para responder a variações de tensão entre 0 e 10V, fornecendo uma resposta linear (i.e. tensão, intensidade de corrente e fluxo luminoso). Contudo, na maioria dos casos, a variação de tensão na fonte de alimentação ou no balastro é limitada. Assim, a redução de fluxo luminoso consegue fazer-se até o limite de 90 %. Quando este valor é atingido, o equipamento socorre-se de um interruptor que provoca o corte de corrente e, consequentemente, o apagamento do equipamento;
- As funções de ligar/desligar e de regulação de fluxo, são funções separadas, existindo então uma entrada digital e uma analógica, bem como um relé externo para a primeira função;
- Os circuitos de comando têm de ser realizados de acordo com as necessidades (grupos de luminárias a atuar), já que cada relé e sinal analógico serão responsáveis pelo controlo simultâneo e não pouco flexível de um grupo de controlo. A infraestrutura relacionada com a cablagem é aumentada sempre que se aumente o número de grupos de dispositivos a controlar.

Um sistema baseado em DALI assume-se como de mais fácil instalação e possibilita uma ligação totalmente digital de luminárias e outros dispositivos semelhantes em aplicações de automação de edifícios. Os balastros eletrónicos DALI são ligados em paralelo e ligados entre si através de um controlador DALI.

No DALI podemos ter até 64 dispositivos de campo por controlador DALI (cada grupo de luminárias e sensores afetos deve estar ligado apenas a um controlador que será alimentado externamente, geralmente, a 230VAC), podendo ser efetuada o comando (ligar/desligar e

regulação de fluxo) dos dispositivos por um cabo de 2 condutores - um controlador consegue endereçar 64 dispositivos (a quantidade de endereços ser maximizada com recurso a Gateways) pelo que cada dispositivo de iluminação tem um endereço numérico que varia entre 0 e 63[4, 13].

É de referir que não sendo um sistema classificado como SELV (*Separated Extra Low Voltage*) não é afetado pela proximidade de cabos de transporte de corrente elétrica[38].

Como o DALI é um sistema de comunicação digital, o controlador DALI (como a unidade de controlo central), pode comunicar com os dispositivos DALI (balastros DALI) diretamente, realizar também funções de diagnóstico e obter os estados dos dispositivos. A monitorização assenta na comunicação feita com os diversos equipamentos que é feita de forma bidirecional, de forma assíncrona em *half-duplex* através de um barramento que recorre aos mesmos dois fios[13, 38].

Os dados transmitidos obedecem à codificação *Manchester* (codificação também conhecida como *Phase Encoding* que promove a tolerância a erros através da introdução de um bit de transição entre cada bit da dados transmitido), de forma a aumentar a tolerância a erros induzidos por ruído de origem elétrica. Outra vantagem deste sistema reside na incorporação de um díodo no circuito de interface e que permite que o dispositivo seja ligado desprezando a polaridade. Do ponto de vista do sinal digital apresenta como características a variação de sinal (elétrico) entre $0 \pm 4.5V$ para “0” e entre $16 \pm 6.5V$ para “1”. Apresenta ainda o interface de sinal separado galvanicamente. As primeiras gerações de dispositivos DALI recorrem a EEPROMs para armazenarem as configurações, contudo, pelo limite de ciclos de escrita têm vindo a ser substituídas por RAM[13, 38].

Repare-se que o sistema de endereçamento permite então reduzir a cablagem associada em relação ao tradicional sistema de 1-10V (existe apenas um cabo de comunicação que serve como barramento (*bus*)) bem como uma flexibilidade total de “qual” a luminária a ligar/desligar bem como o seu nível de emissão luminosa, independentemente de como os circuitos de potência foram realizados.

Na Figura 28 está representado o diagrama de princípio de ligação de uma instalação DALI, sendo que na Figura 29, apresenta-se um exemplo de funcionamento: regulação de fluxo progressiva (programada aquando da instalação ou em momento posterior) com base num sensor de luz, minimização da iluminância de fontes artificiais pela maximização das naturais para níveis de iluminância alvo em cada ponto.

A topologia de rede de uma instalação DALI (Figura 30) é, por norma, em estrela ou *bus* sendo a comunicação conseguida com recurso a um par de cabos (note-se a existência de apenas um controlador por grupo de dispositivos).

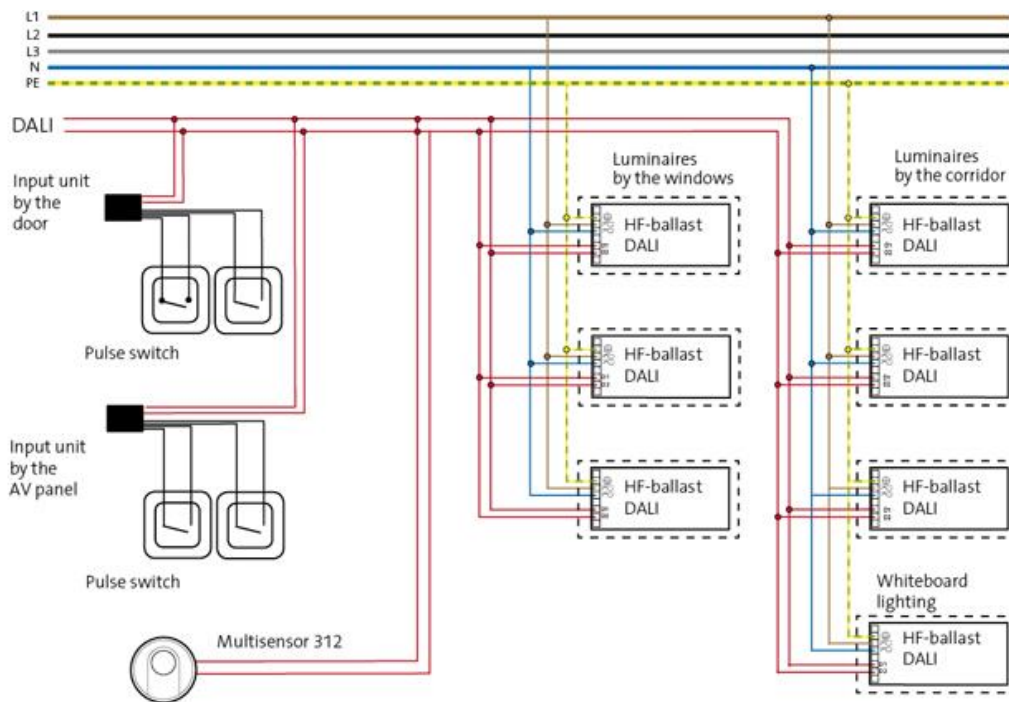


Figura 28 – Componentes Separadas de Potência e Comando no Sistema DALI[39].

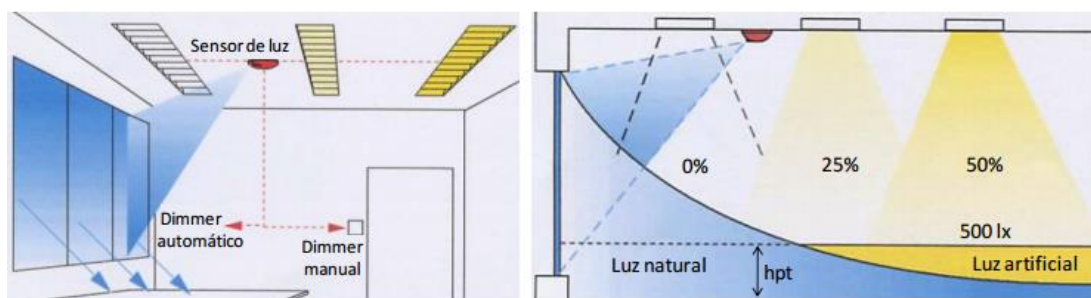


Figura 29 – Representação exemplo do uso de DALI para realizar a regulação de fluxo progressiva com base num sensor de luz, luz natural e artificial[38].

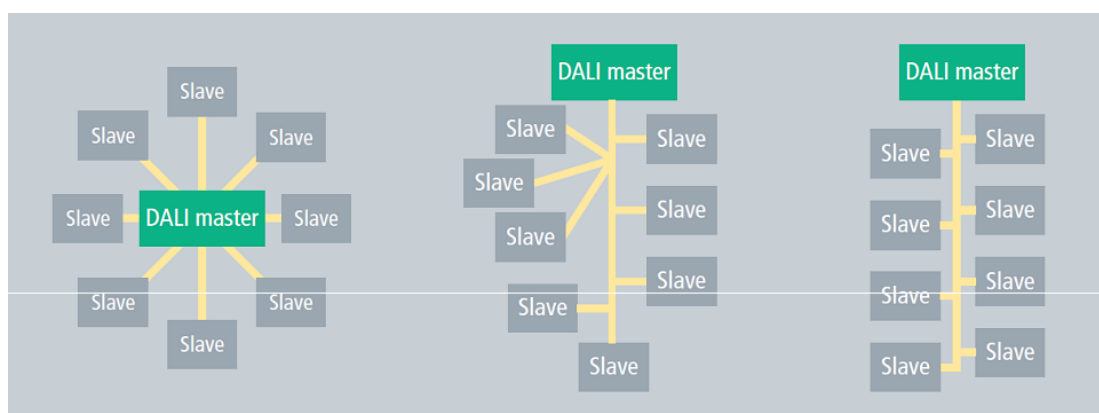


Figura 30 – Topologias de rede de uma instalação DALI[13].

2.6. SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA – ESTADO DA ARTE

Como foi focado em secção anterior, os sistemas de automação de edifícios evoluíram no sentido das arquiteturas distribuídas hierárquicas. A distribuição ocorre ao nível das funções realizadas pelos equipamentos periféricos e equipamentos de controlo intermédio e a hierarquia observa-se ao nível do controlo e da supervisão. Atualmente um Sistema de Gestão Técnica Centralizada assenta em sistemas de controlo distribuído, dotado de processadores e redes por vezes redundantes, permitindo uma descentralização do processamento de dados, assumindo-se uma extensão óbvia das arquiteturas distribuídas com controlo hierárquico e portanto apresentando as seguintes vantagens face a uma centralizada:

- Redução de cablagem e infraestrutura de suporte desta;
- Elevado grau de modularidade e de flexibilidade que são essenciais para satisfazer à multiplicidade de requisitos de capacidade e a sua evolução;
- Maior confiabilidade (isso deve-se, por um lado, à maior confiabilidade de cada equipamento de per si e, por outro lado, ao facto de a arquitetura evitar que uma falha num único componente possa colocar todo o sistema inoperacional);
- Maior capacidade de controlo (quer a nível do número de pontos controlados, quer a nível das funções desempenhadas, dos algoritmos usados e da rapidez de execução);
- Recorrem-se ainda a técnicas de processamento digitais (discreto) em oposição ao analógico (contínuo), com o objetivo de proporcionar uma manutenção no comportamento de um referido processo dentro de parâmetros já estabelecidos;
- Maior capacidade computacional (casos há em que as unidades de controlo centrais são constituídas por microcomputadores ou mesmo minicomputadores, o que permite uma melhor capacidade de tratamento dos dados, tornando mais fácil obter informação útil e permitindo melhores níveis de gestão);
- Novas formas mais simples e poderosas de programação;
- Melhores capacidades de interação com o utilizador (de referir, em particular, a generalização das interfaces gráficas e as interfaces homem-máquina (HMI) que permite uma interação facilitada com os autómatos, controladores PID, equipamentos de comunicação digital e sistemas em rede);

- Melhor relação funcionalidade/custo, nomeadamente quanto o número de pontos a gerir é elevado.

Atualmente, a nível de *Hardware* refira-se como comum, o recurso a autómatos específicos, designados de *Automation Servers* (Servidores de Automação) no âmbito dos SGTC[3, 40]. Um *Automation Server* integra de diversos protocolos numa plataforma única, com tecnologias de informação integradas (*web-enabled*).

De notar, que o recurso a autómatos (PLCs) industriais acrescia custos relacionados por um lado, com o equipamento (capacidade e desempenho normalmente muito superior ao necessário) e acessórios, e por outro com a sua programação e integração individualizada bem como a comunicação com outros dispositivos externos que comunicam em protocolos diferentes e que exigem *gateways*.

De facto, durante muito tempo, os integradores e instaladores foram confrontados pelos diversos fabricantes de automação por desenvolvimentos que faziam com que os clientes finais ficassem cada vez mais presos às suas soluções proprietárias com *softwares*, redes, *drivers*, fabricantes e fornecedores únicos. Com diversos dispositivos/ equipamentos/ sistemas proprietários a integrar num único SGTC, facilmente aparecia num conjunto heterogéneo de diferentes soluções proprietárias como se de ilhas isoladas se tratassem ou com a necessidade de *software* SCADA (ainda comumente utilizado, mas com *templates* adequados e otimizados) com *drivers* e interfaces para todas essas soluções.

Repare-se que o conceito de *Automation Server* surgiu com a finalidade de ser utilizado em SGTC [3, 40-42], proporcionando um menor tempo e custo de projeto, aquisição, instalação, comissionamento e exploração. Os *Automation Servers* são normalmente multiprotocolo, sendo possível um autómato funcionar como *gateway* para autómatos e equipamentos ou dispositivos de outros fabricantes (são nativos em vários protocolos), como para dispositivos/equipamentos/sistemas, garantindo desse modo a abertura para sistemas de automação normalmente proprietários[3, 40, 43].

Os *Automation Servers* são capazes de gerir as comunicações a montante e a jusante da sua localização. Podem entregar pacotes de dados diretamente ou a outros *Automation Server* existentes. O *Automation Server* pode executar vários programas de controlo, de gestão de I/O, de alarmes locais e utilizadores, de ações calendarizadas, de registos, e de se comunicar utilizando vários protocolos[40, 44], garantindo a capacidade de funcionamento autónomo.

O facto de o *Automation Server* normalmente integrar servidores Web, FTP, SMTP, entre outros, facilita também a comunicação com a restante rede de equipamentos do SGTC, a integração da gestão e controlo dos vários sistemas do edifício num único, bem como o acesso remoto (a qualquer nível).

A Figura 31 apresenta a título de exemplo um *Automation Server* da Schneider Electric, bem como a listagem de funções incorporadas e a vantagem de este poder atuar como *gateway* para variedade de protocolos, sem necessidade de equipamentos externos, e ainda a possibilidade de atuar como servidor para comunicação pelo protocolo TCP/IP[44].

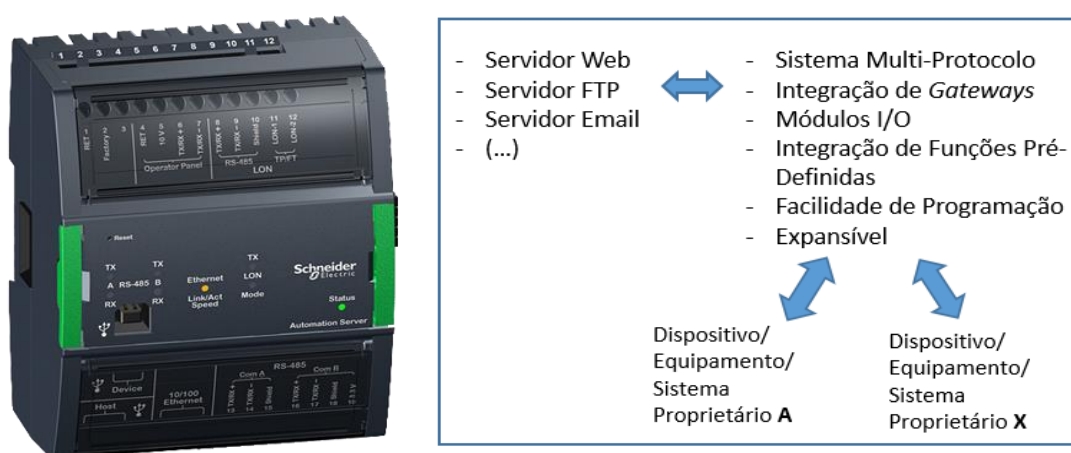


Figura 31 – Exemplo da estrutura de um *Automation Server* da Schneider Electric: Alimentação 24VDC; Comunicação LAN (TCP/IP) e SubLan (Lon, Bacnet e ModBus); Capacidade de 30 módulos de entradas saídas (I/O); Função integrada de *Webserver*[44].

O *software*, como referido anteriormente, é responsável pela transformação e apresentação de informação relevante e útil para o utilizador. Este possui várias funcionalidades como algoritmos para filtragem e organização de dados e informação, capacidade de reconhecimento de padrões, (e.g. redes neuronais), de apoio ao utilizador, de configuração da forma e que dados são apresentados, de registo, alarmística, calendarização, entre outros.

O *software* utilizado (nomeadamente a interface homem máquina), se constituir ou basear num SCADA[2, 3, 20, 40, 43], recorre muitas das vezes ao uso de *templates*, ou seja, de um grande conjunto de operações / programação pré-estabelecidas, de forma a reduzir os custos globais da sua implementação, nomeadamente com a programação específica e integração de sistemas em geral[2, 3, 20, 40, 43].

Refira-se que um *software* de um SGTC deve ser baseado em regras, que por sua vez devem ser concebidas de tal maneira que o conhecimento, codificado como regras, seja independente de qualquer edifício específico. Este deve ser adaptável a mudanças na configuração do edifício e devem operar sobre os tipos de dados e informações que traduzem a especificidade do edifício. Isto é normalmente conseguido com base numa estrutura de conhecimento orientada a objetos, onde as regras operam em objetos dentro de classes claramente definidas[18, 19]. Os valores das propriedades pertencentes a estes objetos são específicos para o edifício e os seus sistemas de controlo, mas independentes do conhecimento codificado sob a forma de regras.

A orientação a objetos tem como base o pensamento o mais próximo possível da vida real. Numa programação orientada a objetos (OOP - *Object-oriented programming*) não teremos apenas funções que são chamadas de forma sequencial, mas sim objetos que possuem estado e comportamento. Este paradigma de análise, projeto e programação de sistemas de *software* baseado na composição e interação entre diversas unidades de software chamadas de objetos, visa principalmente, o aumento da organização, desempenho, sustentabilidade e reutilização do *software*, permitindo uma adaptabilidade facilitada à especificidade de cada edifício.

Nas Figuras 32 e 33 está ilustrada a arquitetura de *software* baseada em programação OOP, onde por se demonstra a universalidade das regras do *software* e a adaptabilidade a cada edifício pela operação de objetos e as suas propriedades. A Figura 34 apresenta a estrutura e *interface* generalista do ponto de vista do utilizador relativamente ao *software* de SGTC.

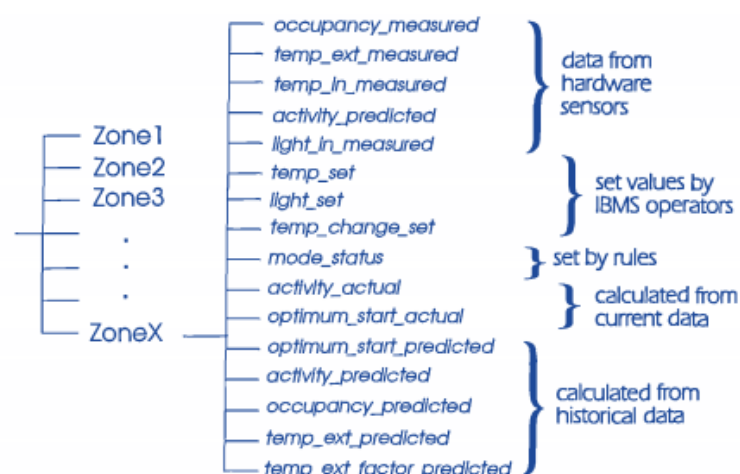


Figura 32 – Objetos e Propriedades – atribuição de valores e a sua natureza[16].

Refira-se o possível e cada vez mais frequente recurso a redes neuronais artificiais (RNA) com o objetivo de estabelecer relações entre variáveis, possibilitando a previsão de acontecimentos, identificação de causas ou o apoio à decisão do utilizador.

Refira-se a título concetual, para melhor compreensão do leitor, que as RNAs são sistemas computacionais baseados em inteligência artificial, estruturados numa aproximação à computação baseada em ligações (à semelhança do cérebro humano)[45, 46]. Quanto ao seu funcionamento, estas podem ser encaradas de uma forma muito simplista como umas “caixas pretas”, onde numa fase designada de “treino” se define a sua arquitetura geral de uma forma empírica, alimentando-a com um conjunto de entradas (e.g. vários vetores em que cada posição corresponde a uma variável que varia na mesma posição noutro vetor) e “dizendo” à rede que aquelas entradas dão origem a um conjunto de resultados conhecidos (*targets*)[45].

Ora, a RNA o que faz é tentar ajustar-se às entradas e saídas conhecidas, ajustando para isso a sua estrutura interna em termos de informação, sendo a adequação do ajuste potenciada pela existência de padrões relevantes nos dados de entrada em relação aos de saída desejados. Dependendo da natureza da aplicação e da significância dos padrões de dados de entrada, geralmente podem-se esperar bons resultados no treino, ou seja uma boa otimização da RNA ao problema em causa. Note-se que isto é especialmente útil em problemas onde as relações entre variáveis, inputs e outputs podem ser bastante dinâmicas, não lineares, não conhecidas, ou de difícil ou impossível modelização por metodologias como as análises de regressão[46].

Na fase de utilização (designada de avaliação/simulação nos termos técnicos de uma RNA) num SGTC, a rede já ajustada/treinada analisa um conjunto de entradas (do mesmo tamanho do das entradas no treino) e produz com a sua topologia ajustada para aquele tipo de problema um conjunto de saídas (do mesmo tamanho dos vetores *targets* no treino), que em princípio serão uma estimativa relativamente próxima do valor real (se conhecido à *posteriori*)[46].

A Figura 35 ilustra a utilização de uma RNA para identificação de falhas/avarias, onde com base em dados de entrada (e.g. de sensores) e uma rede já “treinada”, se obtêm códigos que servirão de suporte ao gestor da manutenção - estas corresponderão a causas típicas que serão mais facilmente e rapidamente identificadas com recurso a esta sistema computacional.

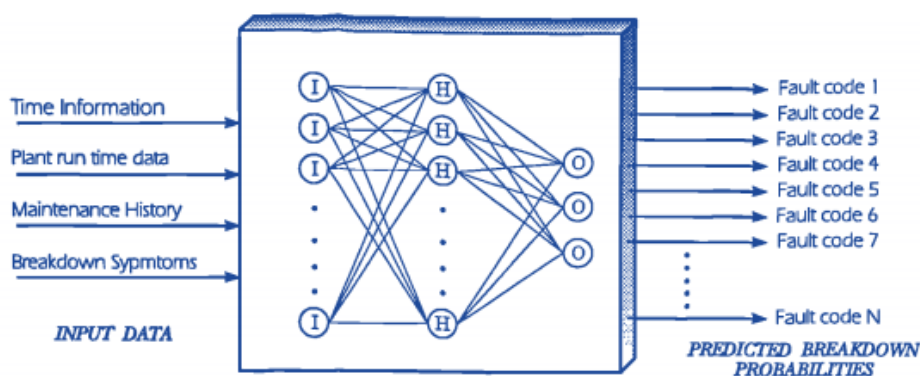


Figura 35 – Utilização de Redes Neurais para com base em novos dados de entrada e uma rede “treinada”, se obterem códigos de falhas e avarias que servirão de suporte ao gestor da manutenção[16].

2.6.1. ARQUITETURAS

Neste subcapítulo, com base na extensa descrição anterior, apresentam-se as arquiteturas atualmente mais utilizadas de um SGTC nas formas de diagramas de princípio. Repare o leitor que a diferença principal entre elas reside na predominância e diversidade de protocolos de comunicação bem como o conjunto de pontos a integrar no sistema. Por exemplo, na Figura 36 está representada uma arquitetura (Single BAC) baseada em BACnet, com suporte (*backbone*) da rede estruturada (através das tecnologias e protocolos listados), sendo a utilização de um único *Automation Server* suficiente para o número de dispositivos a monitorizar/controlar[40, 47]. Na Figura 36 representa-se a arquitetura denominada de Single LON. A diferença entre estas tem a ver com a predominância do tipo de protocolo utilizado nos equipamentos a jusante do *Automation Server*

Na Figura 38, existe tanto uma quantidade como diversidade de pontos a integrar no SGTC (ou até por uma questão de distância entre o equipamento de campo e os autómatos), que justifica o recurso a múltiplos *Automation Servers*, cada um deles com características (capacidade de comunicação e desempenho) ajustado para as necessidades da zona de influência respetiva.

Repare-se que normalmente utiliza-se a rede estruturada já existente do edifício para estabelecer a comunicação entre os autómatos, o posto de supervisão e servidores afetos. Isto evita a duplicação de uma rede, reduzindo os custos inerentes, bem como aproveitando

a largura de banda disponível, a fiabilidade e a facilidade de integração global de todos os sistemas.

Note o leitor que a quantidade de pontos, o protocolo de comunicação destes, a distância destes ao *Automation Server*, o custo de *gateways* para comunicação com protocolos não integrados nos autómatos, a preferência de implementação de um determinado protocolo em detrimento de outro, a consideração ou não de autómatos dedicados para cada tipo de instalação técnica (e.g. eletricidade ou AVAC), a filosofia de maior ou menor grau de hierarquia entre *Automation Servers* e autómatos escravos (ver o exemplo dos autómatos Xenta nas Figuras 37 e 38), entre outros fatores, a grande maioria relacionados com os descritos, levam ao ajuste da arquitetura apresentada, ao nível de protocolos, número de autómatos.

No caso de escolha de um protocolo de comunicação principal, este deve ser aberto com a integração o mais abrangente possível de subsistema do edifício (AVAC, iluminação,...), podendo comunicar entre elementos de diferentes fabricantes, permitindo que o *software* de gestão aberto, faça a integração de múltiplos subsistemas podendo cada um dispor de um protocolo de comunicação em *Bus*, diferente dos restantes, sendo integração realizada principalmente ao nível da gestão[40-42, 47].

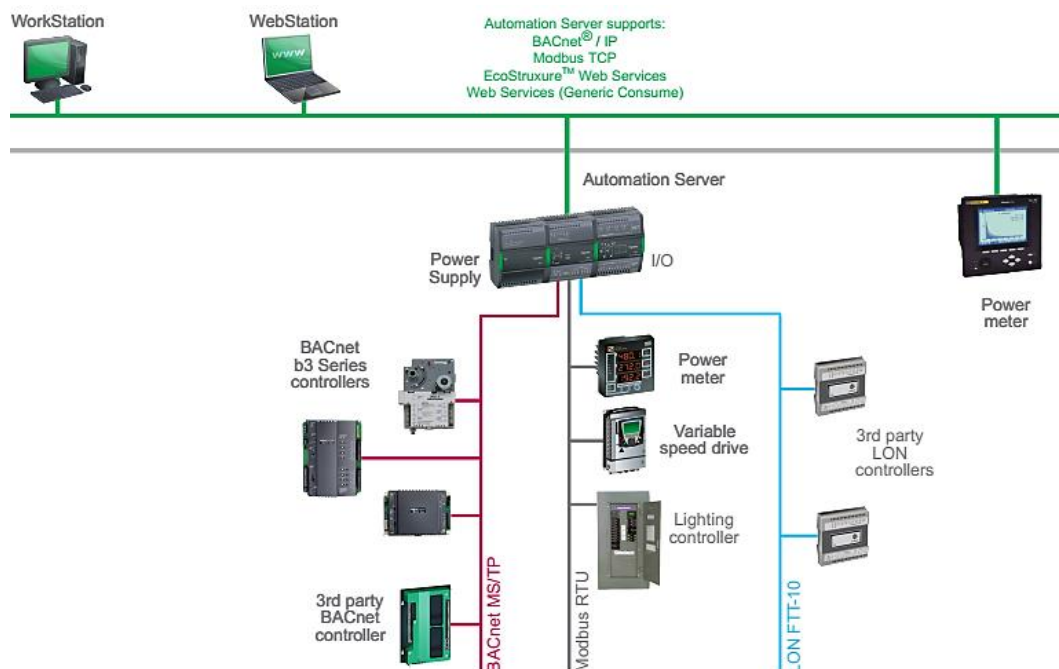


Figura 36 – Arquitetura distribuída do tipo *Single BACnet*[48].

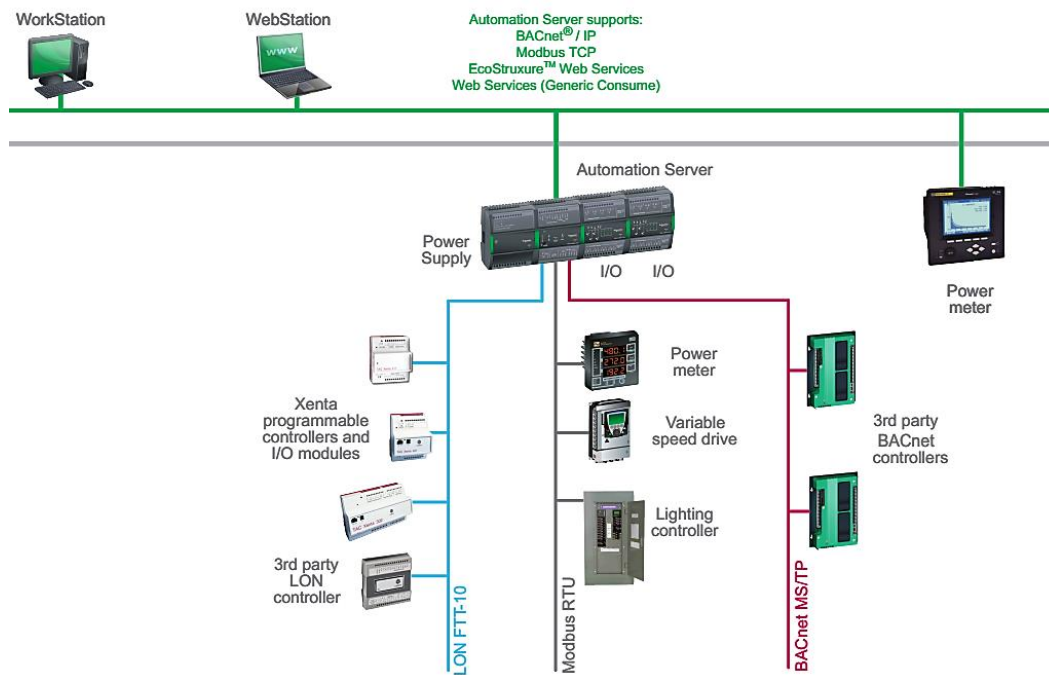


Figura 37 – Arquitetura distribuída do tipo *Single LON*[49].

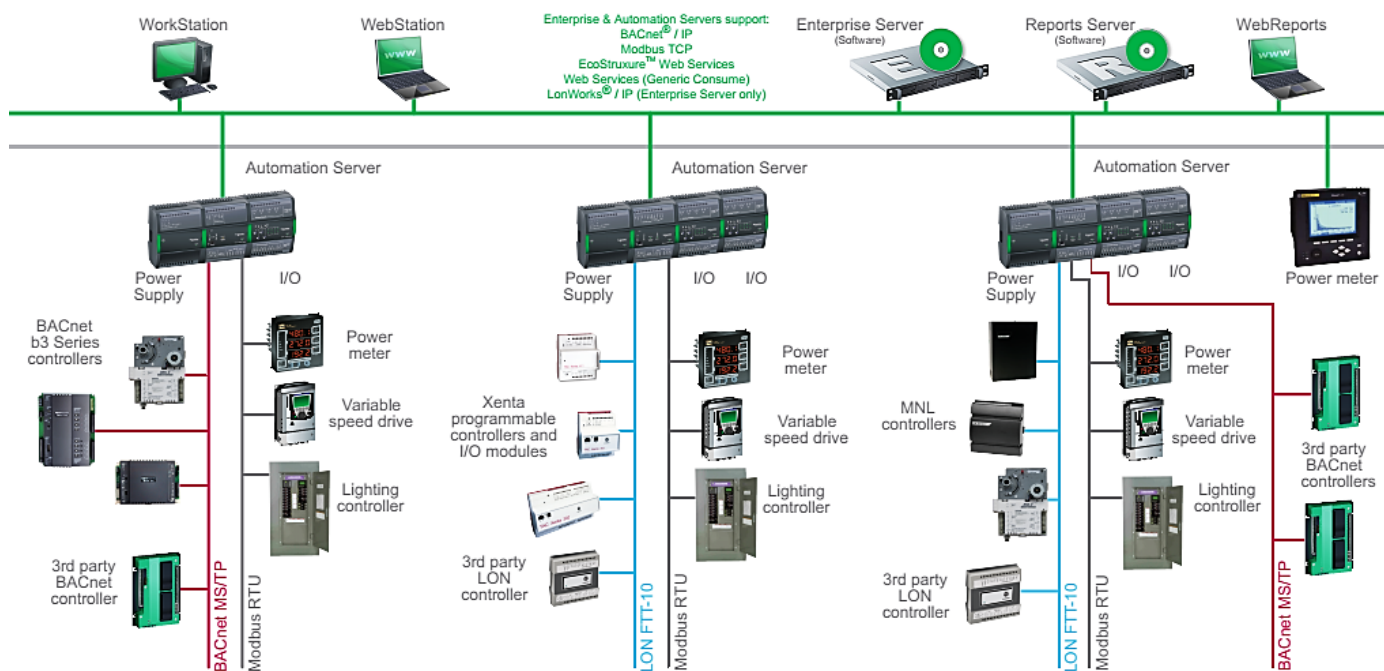


Figura 38 – Arquitetura distribuída com múltiplos *Automation Servers*[50].

3. *SMART PANELS*

3.1. VISÃO E ENQUADRAMENTO

Um quadro elétrico pode ser definido como um conjunto de equipamentos, convenientemente agrupados, incluindo as suas ligações, estruturas de suporte e invólucro, destinado a proteger, a comandar ou a controlar instalações elétricas.

Tradicionalmente os quadros elétricos estavam associados à distribuição de energia e ao alojamento de equipamentos de corte, comando e proteção associados a essa mesma distribuição. Contudo, devido às crescentes preocupações energéticas, de continuidade, segurança e facilidade de operação da instalação, aliado à generalização de dispositivos de medida e monitorização com custo cada vez mais reduzido, os quadros elétricos tem vindo a evoluir e a integrar tecnologias diversas, como analisadores e contadores de energia, consolas de visualização na porta exterior do quadro e aparelhagem de monitorização e comando automático de forma remota.

Em 1997, a Schneider Electric referenciou o seguinte, de forma a reforçar o que foi descrito no parágrafo anterior: “Atualmente, a distribuição de energia elétrica em todos os edifícios, independentemente da sua atividade, tem que responder a exigências cada vez mais elevadas no que diz respeito à sua segurança e eficiência”[51]. De acordo com a transcrição anterior, o termo *Smart Panel* (quadro inteligente) não é um conceito novo, mas é uma terminologia que a Schneider Electric tem vindo a apresentar e a desenvolver ao longo dos anos.

Refira-se que com o passar dos anos, as necessidades de monitorização energética, de monitorização da instalação elétrica e da sua segurança, fiabilidade e continuidade de operação têm vindo a aumentar. Este conceito introduzido pela Schneider Electric tem ganho relevância graças ao desenvolvimento e integração progressiva de tecnologias de informação na monitorização, controlo e gestão, aportando benefícios importantes para a sua aplicação na comunicação de dispositivos instalados em quadros elétricos[52].

Além do conceito de *Smart Panel*, a Schneider Electric introduz também o conceito de comunicação entre estes quadros. Este sistema de comunicação para quadros inteligentes, é

de designado de Enerlin 'X[52, 53]. Sendo assim, o termo *Smart Panel* passará, numa definição mais abrangente, a designar um Quadro Inteligente e Comunicante. As linhas orientadoras neste conceito de *Smart Panel* são as seguintes (Figura 39)[51-54]:

1. Medir:

- A monitorização energética (inclui os parâmetros relacionados com QEE) é a base principal para a obtenção de dados sobre os consumos instantâneos, acumulados, que serão por sua vez a fundação de uma qualquer política de conservação de energia ou eficiência energética[51-54]:
 - Utilizar aparelhos de proteção com capacidade de medida integrada, comunicando estes dados ao utilizador através de um sistema de supervisão. A medida integrada no próprio quadro a partir de dispositivos permite a monitorização de dados instantâneos e acumulados, individualizados, sem necessidade de contadores ou analisadores externos, levando a uma solução padrão que compreende por definição a monitorização energética para cargas relevantes respetivas;
 - A consideração de contadores ou analisadores de energia complementares é facilitada pela integração no sistema implementado, dada a existência de componentes integrados dedicados ou com possibilidade dessa função de comunicação, bem como um automático reconhecimento e configuração para uma rápida integração no sistema como um todo.
- Os parâmetros principais a monitorizar numa uma instalação elétrica vão para da monitorização energética[51-54]:
 - Os parâmetros relacionados com a vida útil de cada aparelho de proteção (número de manobras, disparos, desgaste dos contactos, motivo dos disparos, etc.);
 - Modificar a regulação destes aparelhos à distância para poder adaptá-la aos consumos e às necessidades da instalação;
 - Alterar a configuração do quadro, para poder adaptar-se às necessidades do momento;

- Conhecer o estado dos dispositivos de proteção e as razões que causaram o disparo, a data e a hora da ocorrência, permite tomar decisões de forma rápida e segura para solucionar imediatamente o problema e reduzir o tempo de inatividade da instalação;
- A Figura 39 particulariza possíveis e comuns contactos auxiliares, e bobinas de disparo, nomeadamente no aspeto, ligação e designações próprias do fabricante deste sistema, para melhor compreensão do leitor em esquemas futuros particularizados.



Figura 39 – Exemplo de contactos auxiliares de sinalização (monitorização) com aparelhagem tradicional à esquerda e versão própria para a gama Acti9 à direita: SD –Disparo (*trip*); OF –Estado (aberto/fechado) [55].

2. Conectar / Comunicar:

- O “Conectar” cria uma ligação automática entre “Medir” e “Gerir” [51-54]:
 - A arquitetura do sistema e a predefinição de configurações permite disponibilizar fácil e rapidamente os dados relevantes ao utilizador – existem interfaces de comunicação integradas;
 - A integração da medida em muitos dos dispositivos de proteção e a sua ligação através de um sistema baseado em cabos pré-conectorizados, leva a uma imediata integração dos dados recolhidos (i.e. relacionados com a monitorização energética e do funcionamento do dispositivo) no sistema global;
 - O recurso e a integração de protocolos padrão (e.g. ModBus, TCP/IP) num conjunto de componentes permite uma abrangência significativa no que diz

respeito à comunicação com os dispositivos tipicamente instalados num quadro elétrico;

- A disponibilização de conjuntos de módulos de entradas e saídas digitais em alguns dos componentes principais possibilita a ligação a dispositivos ou equipamentos diversos, quer no interior, quer no exterior do quadro elétrico, substituindo a necessidade de equipamentos externos complementares, nomeadamente os autómatos.

3. Gerir:

- Com base nos dados recolhidos em tempo real e transmitidos, dispõe-se de informações para poder agir de forma rápida segura, acessível a partir de qualquer parte do mundo através de uma ligação à internet[51-54]:
 - Acesso a informação local e de monitorização através de serviços on-line (em qualquer sitio em qualquer lugar):
 - Páginas *web* integradas pré-configuradas e programáveis, assim como ecrãs para visualização no local da monitorização da instalação.
 - Ações de eficiência energética com dados reais, individualizados e relevantes, para uma melhor e mais rápida adaptação às metas traçadas quanto à eficiência energética e à eliminação de desperdícios no que diz respeito à conservação de energia;
 - Poder controlar e gerir todos os parâmetros relevantes da instalação, através da atuação à distância sobre dispositivos capazes (e.g. contadores, interruptores e disjuntores motorizados), com base no envio de ordens (saídas digitais) individuais a estes através da infraestrutura de comunicação afeta;
 - Permite passar de manutenção corretiva a manutenção preventiva, aumentando o nível de fiabilidade e continuidade de serviço, bem como otimizando o funcionamento da instalação, do ponto de vista técnico, económico, energético e ambiental.

Como forma de resumo a Figura 40 mostra as linhas orientadoras referidas neste conceito de *Smart Panels*.



Figura 40 – Filosofia básica inerente ao conceito de *Smart Panels* [54].

3.2. COMPONENTES PRINCIPAIS

3.2.1. SISTEMA ACTI 9 SMARTLINK

O sistema de comunicação Acti 9 apresenta-se como uma solução completa para a monitorização, controlo e medida da aparelhagem modular do quadro elétrico[54, 56]. O seu principal objetivo é a simplificação da ligação de cada dispositivo modular à rede de comunicação, economizando cablagem e tornando este processo mais seguro e fácil através de cabos pré-conectorizados. O sistema de comunicação Acti 9 é constituído por[54, 56]:

- Barra de ligação e comunicação (*Smartlink*) com possibilidade de integração de entradas e saídas digitais, analógicas e comunicação por *ModBus* e/ou *Ethernet*.
- Cabos pré-fabricados e pré-conetorizados que simplificam e garantem uma ligação segura e “sem erros” entre os aparelhos Acti 9 e o Acti 9 *Smartlink*.

- Aparelhagem modular (geração Acti 9) com contactos auxiliares de sinalização e disparo comunicantes, que permitem a implementação de funções de monitorização e controlo. A aparelhagem Acti9 inclui os disjuntores iC60, os interruptores iSW, os interruptores diferenciais iID, contactores iCT entre outros.

Existem duas versões do Acti 9 Smartlink (Figura 41): o Acti 9 Smartlink Modbus e o Acti 9 Smartlink Ethernet[54, 56]. Estes são utilizados para transferir dados dos aparelhos do Acti 9 para um PLC ou para um sistema de monitorização através do sistema de comunicação estabelecido no edifício, diferindo no número de módulos entradas digitais, possibilidade de integrar entradas analógicas e de comunicar em TCP/IP além do protocolo ModBus.

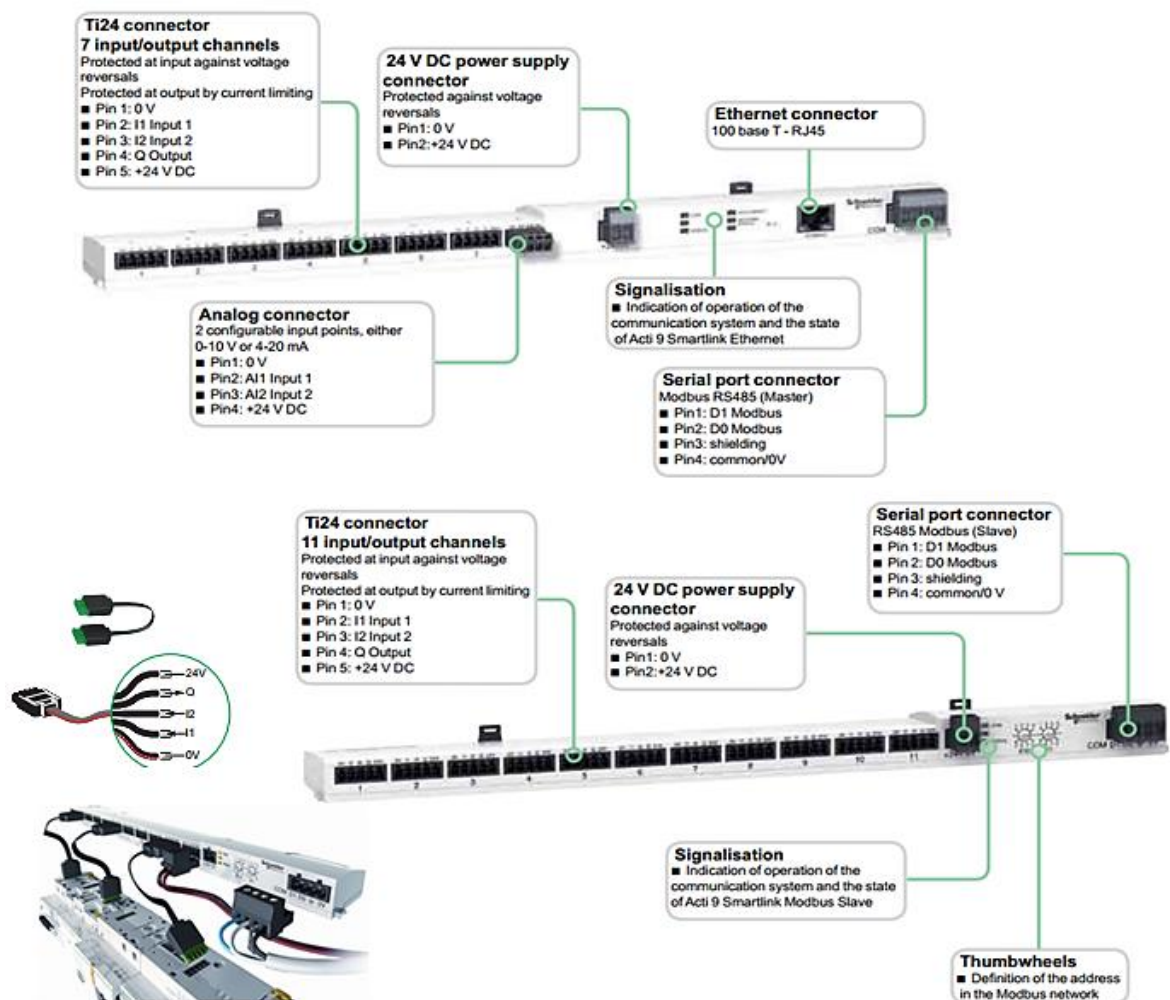


Figura 41 – Aspeto, características e diferenças das versões Smartlink Ethernet (em cima) e Smartlink ModBus (em baixo)[52].

Repare-se que é possível ligar os Smartlinks entre si, por Ethernet ou ModBus, dependendo da configuração. A ligação em ModBus permite até 8 Smartlinks, sendo o número teoricamente ilimitado na utilização da versão Ethernet. Contudo, o custo desta face à ModBus é bastante superior[56], pelo que é prática comum [54]haver apenas uma régua Ethernet que serve como Mestre ModBus e *Gateway ModBus Serial-ModBus TCP/IP* (Modbus pela Ethernet).

Notar que cada um dos canais que recebe um conector designado por “Ti24” é constituído por 5 pinos: O 1 e o 5 correspondem à alimentação a 24VDC; o 2 e o 3 permitem ligar até duas entradas digitais, sendo o pino 4 responsável pela comunicação de uma saída digital a partir do *Smartlink* para o dispositivo. O canal para sinal analógico permite até 2 entradas.

Na Tabela 3 apresentam-se as funções possíveis de transmissão entre a rede e os aparelhos modulares Acti 9, através de *Smartlink*:

Tabela 3 – Funções disponíveis nos dispositivos de possível ligação ao Acti 9 Smartlink[52].

Available functions	Circuit Breaker	Reflex C. B.	Relay Pulse R.	Pulse counter	Analog sensor
Status indications					
OPEN/CLOSE	●	●	●		
TRIPPED	●	●			
Controls					
Open		●	●		
Close		●	●		
Measurements					
Counter pulses (kWh, m³, ...)				●	
Analog value (temperature, CO²,...)					●
Maintenance counters					
Number of trippings	●	●			
Number of OPEN/CLOSE cycles	●	●	●		
Total period of operation of the load		●	●		

3.2.2. APARELHAGEM NÃO MODULAR

Os disjuntores Compact NS e NSX (100A até 630A) e Masterpact NT (1 tamanho de 630-1600A) e NW (1 tamanho de 630-1600A e outro de 4000-6300A) e os interruptores das gamas correspondentes foram desenhados para simplificar o *design* de quadros elétricos de distribuição, otimizando o espaço disponível pelas suas reduzidas dimensões[53].

A possibilidade de incorporação da unidade de controlo Micrologic nestes dispositivos faz com que passem também a integrar as funções de proteção, medida e comunicação num mesmo aparelho.

As unidades de controlo Micrologic (A, E, P e H) introduzem um conjunto muito variado de parâmetros possíveis de medição, desde correntes, tensões, potências, parâmetros de QEE (e.g. taxas de distorção harmónica, fator de potência real, etc). Estas medições são integradas no próprio dispositivo, sem necessidade de transformadores de corrente e/ou tensão externos. A possibilidade de comunicação destes dados, bem como o histórico de disparos ou percentagem de desgaste do próprio aparelho, possibilitam uma gestão de manutenção mais correta (i.e. preventiva), bem como dispor de dados para planear e atuar mais cedo[52, 53].

A Tabela 4 resume as possibilidades de monitorização de estados, energia e operações para cada gama de equipamentos, de acordo com as unidades Micrologic incorporadas.

Tabela 4 – Funções disponíveis das gamas de proteção não modular com Unidades Micrologic[52].

Masterpact, Compact NS

Compact NSX

Available functions		Micrologic type			
Status indications					
ON/OFF (O/F)	A	E	P	H	
Spring charged CH	A	E	P	H	
Ready to close	A	E	P	H	
Fault-trip SDE	A	E	P	H	
Connected / disconnected / test position CE/CD/CT (CCM only)	A	E	P	H	
Controls					
MX1 open	A	E	P	H	
XF close	A	E	P	H	
Measurements					
Instantaneous measurement information	A	E	P	H	
Averaged measurement information		E	P	H	
Maximeter / minimeter	A	E	P	H	
Energy metering			E	P	H
Demand for current and power			E	P	H
Power quality				H	
Operating assistance					
Protection and alarm settings			P	H	
Histories		E	P	H	
Time stamped event tables			P	H	
Maintenance indicators	A	E	P	H	

Available functions		Micrologic type	
Status indications			
ON/OFF (O/F)	A	E	
Spring charged CH	A	E	
Ready to close	A	E	
Fault-trip SDE	A	E	
Connected / disconnected / test position CE/CD/CT (CCM only)	A	E	
Controls			
MX1 open	A	E	
XF close	A	E	
Measurements			
Instantaneous measurement information	A	E	
Averaged measurement information		E	
Maximeter / minimeter	A	E	
Energy metering		E	
Demand for current and power			E
Power quality			
Operating assistance			
Protection and alarm settings			
Histories			E
Time stamped event tables			
Maintenance indicators	A	E	

Micrologic 2. 0 A

• Tipo de medida

• Versão

• Tipo de proteção atual



• Tipo de proteção atual	• S	• A	• E	• P	• H
• 2 : Distribuição L, I	• 2.0	• 2.0 A	• 2.0 E		
• 5 : Selectividade L, S, I	• 5.0	• 5.0 A	• 5.0 E	• 5.0 P	• 5.0 H
• 6 : Selectividade e proteção de defeito à terra L, S, I, G		• 6.0 A	• 6.0 E	• 6.0 P	• 6.0 H
• 7 : Selectividade e proteção de fuga à terra L, S, I, V		• 7.0 A		• 7.0 P	• 7.0 H

A integração destes dispositivos é realizada através de um Módulo de *Interface ModBus* (*Modbus Interface Module – IFM*) para ligação a uma rede ModBus, ou a um Módulo de *Interface Ethernet* (*Ethernet Interface Module – IFM*) para a ligação direta a uma rede Ethernet[52-54].

Para a ligação a estes módulos de interface é necessário que cada aparelho possua uma porta ULP (*Universal Logic Plug*). A porta está disponível num auxiliar BCM ULP (*Masterpact*) ou num módulo BSCM (*Compact NSX*) incorporado de acordo com a gama de aparelhagem[52, 54]. Refira-se que o Sistema ULP é o elo de comunicação adotado pelo fabricante e dedicado à monitorização e controlo do disjuntor. Tem como base uma ligação física RS485, com segmentos de cabo até 5 metros, até 6 cabos pré-conetorizados e possui boas características de imunidade a interferências eletromagnéticas e ambientes agressivos[52, 54].

A Figura 42 ilustra os requisitos e as formas de ligação dos disjuntores não modulares ao sistema de comunicação entre *Smart Panels*, o Enerlin'X.

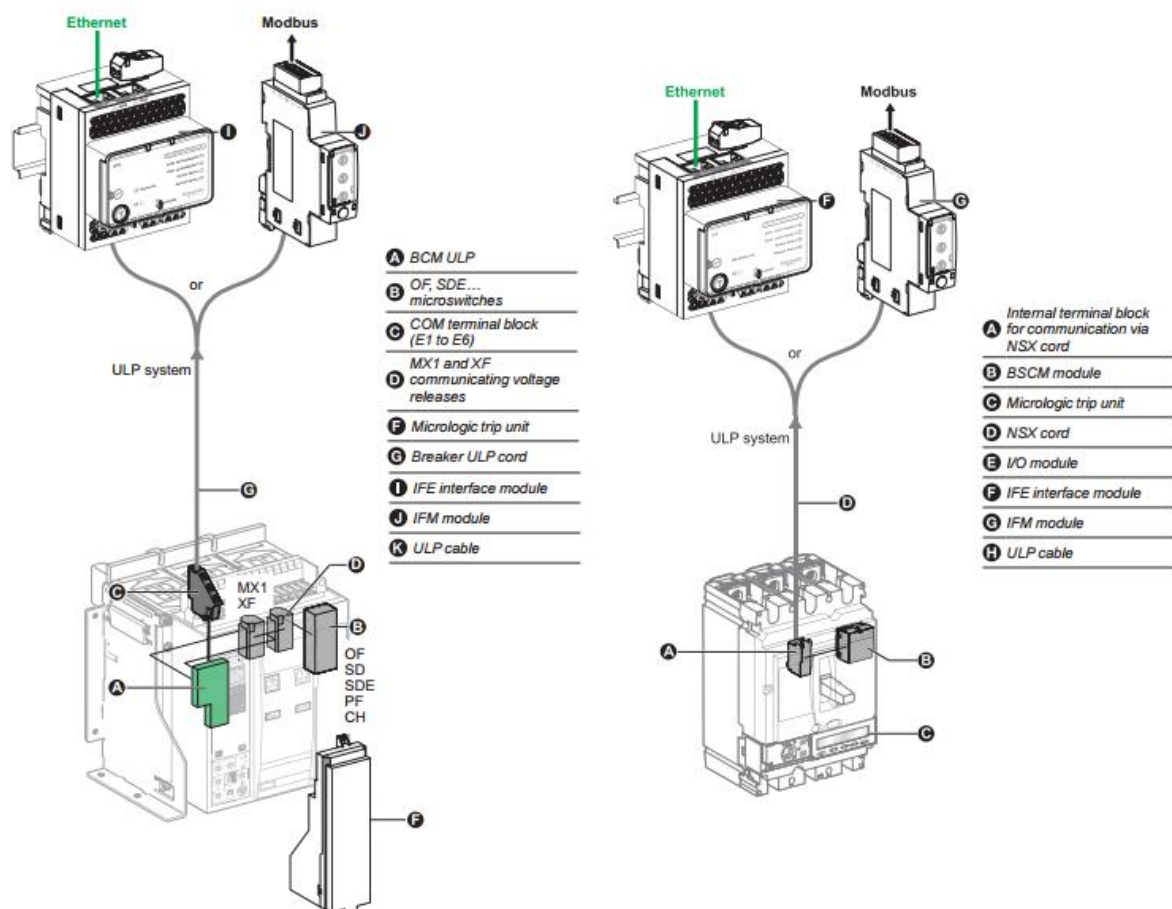


Figura 42 – Especificidades da ligação de disjuntores não modulares ao sistema Enerlin'X[52].

O módulo IFM (ULP-ModBus) tem como objetivo permitir ligar os disjuntores referidos a uma rede Modbus, sendo o aparelho considerado um escravo Modbus[52, 54, 57]. O acesso é efetuado a partir de um mestre Modbus (interface de IFE+Gateway, Acti 9 Smartlink Ethernet ou Com'X 200).

O módulo IFE tem como objetivo permitir ligar os disjuntores de baixa tensão a uma rede Ethernet. O módulo existe em duas variantes[52, 54]:

- IFE (ULP-Ethernet) – para ligação de apenas um disjuntor através da sua porta BCM ou BSCM à rede Ethernet;
- IFE+Gateway (ULP-ModBus-Ethernet) – para ligação de múltiplos disjuntores, primeiro através da associação e ligação em ModBus destes a uma porta mestre, e tradução para Ethernet integrada (Gateway). A comunicação em TCP/IP permite o seu acesso a partir de qualquer dispositivo com interface Ethernet ligado à rede, de forma local ou remota.

A Figura 43 apresenta os módulos de interface descritos, indicando a sua constituição básica assim como funcionalidades principais. Também é ilustrada a possibilidade de empilhamento de módulos IFM e do seu acoplamento a um módulo IFE+Gateway.

De facto, existem 3 formas habituais de proceder à ligação da aparelhagem de proteção não modular ao sistema Enerlin'X utilizando os módulos de *Interface* apresentados.

A Figura 44 resume de uma forma simplista as 3 possibilidades, utilizando como exemplo os disjuntores Compact NSX de 100A (não representada a necessária porta BSCM ULP). Notar que estas formam a base da arquitetura de ligação, sendo possível juntar aspetos das várias topologias para a formação de outras arquiteturas de ligação à rede de comunicação do sistema[54].

Na topologia em cadeia (*Daisy*) a ligação de aparelhos é feita com recurso a uma série de modo que os sinais são transmitidos através da rede a partir de um aparelho para o outro[54]. Ao contrário de uma topologia em anel, o último aparelho da série não está ligado ao primeiro.

A principal desvantagem prende-se com o facto de que o número de ligações em série a partir de cada caminho. Este fator leva ao aumento da quantidade de dados a circular entre

módulos, já que o caminho para o equipamento terminal é o mesmo para o equipamento no terminal oposto (i.e. na maioria dos casos é necessário para comunicar com um IFE específico passar a informação por IFEs adjacentes), pelo que se deve limitar o número de equipamentos em série por questões de largura de banda[54]. Note-se também que se o número de dispositivos em série for elevado, a falta/falha de um nó ou uma ligação, pode afetar significativamente o desempenho do sistema.

Uma das principais vantagens da topologia em cadeia tem a ver com o reduzido custo e facilidade de construção de uma rede com esta topologia. Outra vantagem principal tem a ver com o facto de os aparelhos terminais, que estão ligados à rede Ethernet (cada aparelho tem duas portas RJ45 – ver Figura 43), fornecerem 2 caminhos de comunicação aos aparelhos intermédios, conferindo um nível de fiabilidade acrescido nas situações em que o número de módulos em série não é elevado[54].

A topologia em estrela é uma das configurações de rede mais comuns, onde cada um dos dispositivos estão ligados a um *Switch* responsável pelo endereçamento, gestão e comunicação da informação[54].

Aqui, cada IFE comunica diretamente com o *Switch*, pelo que a largura de banda em cada caminho é maior, sendo possível a comunicação direta com o módulo específico. Refira-se que a falta de um nó ou ligação não afeta o resto da rede, sendo muito fácil a deteção de uma falha bem como o solucionar do problema.

Nesta topologia em estrela podem ser adicionados ou removidos facilmente nós sem afetar resto da rede. A principal desvantagem prende-se com o custo acrescido do *Switch* referido, sendo que a fiabilidade e desempenho do sistema são, respetivamente, fortemente dependentes da continuidade e capacidade desse componente central[54].

A topologia alternativa tem como principal vantagem o custo associado, que para grandes sistemas traduz-se em diferenças significativas (e.g. 30%-50% em relação à topologia Daisy)[54]. Também a dimensão do módulo IFM permite uma maior ergonomia no quadro elétrico, principalmente com a possibilidade de empilhamento dos vários módulos. Outra vantagem dos módulos IFM tem a ver com o facto de que estes não necessitam de alimentação externa ao contrário dos módulos IFE[52, 54].

A principal desvantagem relaciona-se com a dependência de um único dispositivo de tradução (*gateway*) da informação ModBus Serial de vários dispositivos para ModBus TCP/IP (através da Ethernet). Isto pode ser efetuado pelo módulo IFE+Gateway (ModBus/Ethernet) ou pela ligação Serial à porta ModBus do Acti 9 Smartlink Ethernet (que inclui uma *gateway* da mesma natureza).

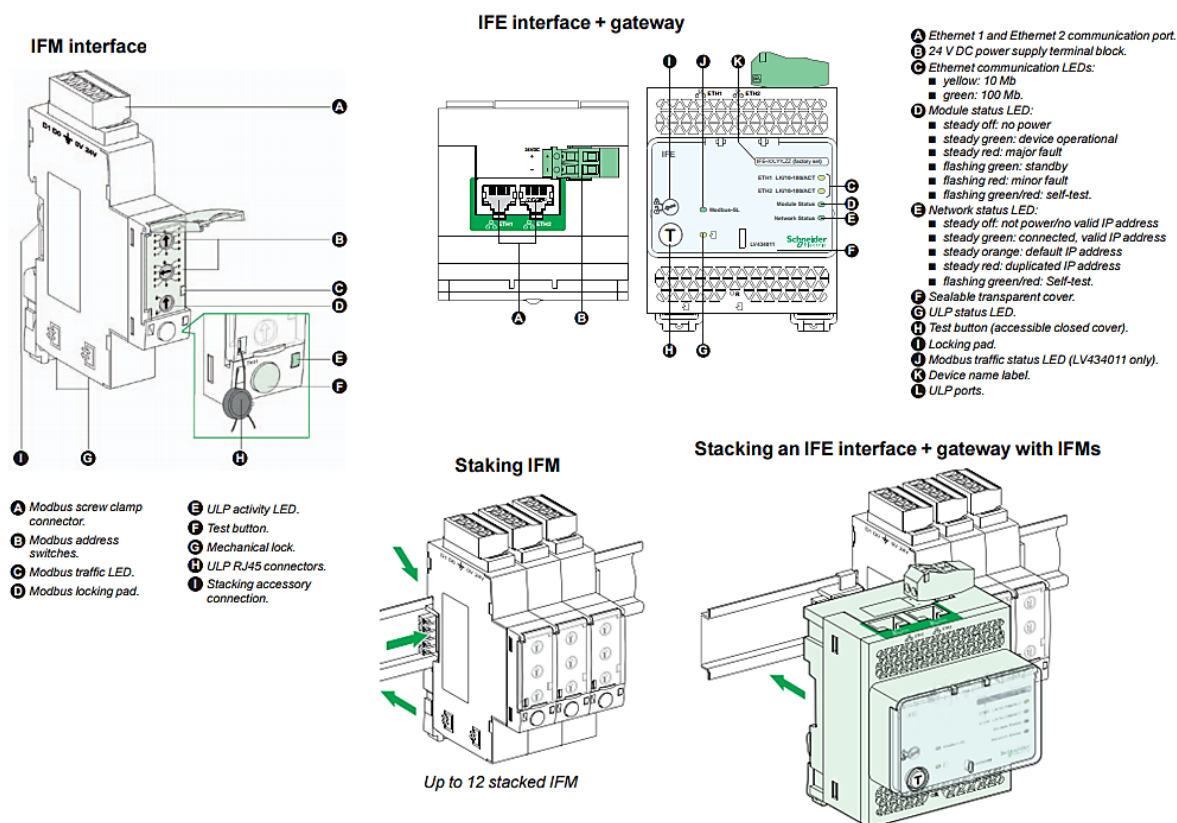


Figura 43 – Aspeto descritivo e funcionalidades dos módulos de interface, incluindo a possibilidade de empilhamento de módulos IFM até 12 unidades para uma posterior ligação à rede Ethernet pelo acoplamento do módulo *IFE+Gateway*[52].

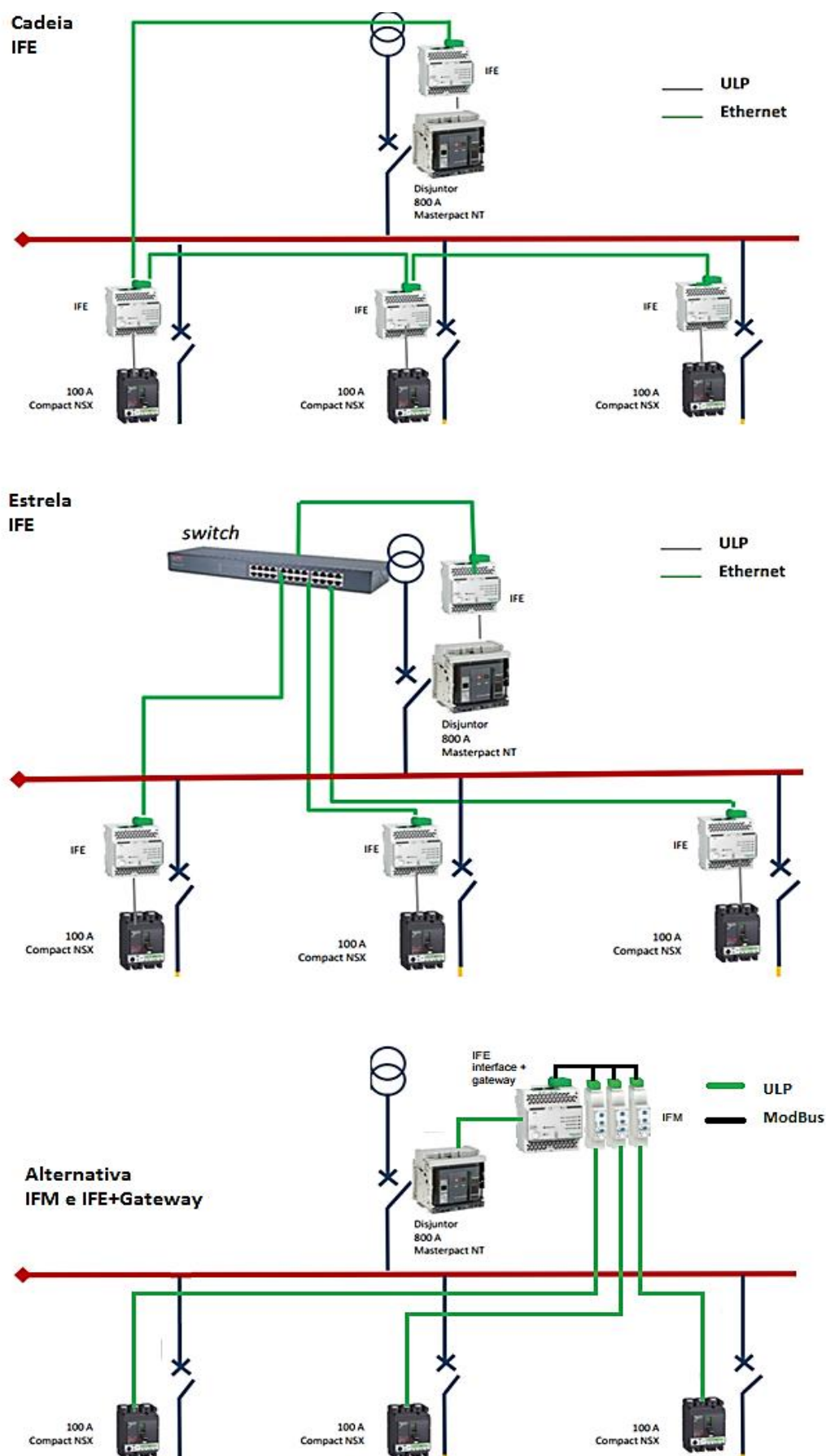


Figura 44 – Topologias base para ligação de aparelhagem não modular ao sistema Enerlin'X[54].

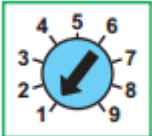
3.2.3. MÓDULO I/O

Refira-se o módulo de entradas/saídas (I/O) para disjuntores de baixa tensão (Masterpact e Compact NSX). Este equipamento faz parte de um sistema ULP (i.e. comunica apenas em ULP) com funcionalidades e aplicações integradas (Tabela 3).

O seu objetivo é facilitar a definição e configuração conjunto de opções de monitorização e operações a realizar por determinado(s) aparelho(s) de proteção, pela disponibilização de um conjunto de entradas e saídas[52-54]: 6 entradas lógicas com alimentação própria para contato secos – NA, NF ou contador de impulsos; 3 saídas lógicas por relé biestável (5A máximo); 1 entrada analógica para sensor de temperatura Pt100.

Note-se que apesar do objetivo principal ser o referido, a disponibilidade de ligação por contatos secos, entrada analógica e saídas por relé, conferem-lhe uma maior diversidade e possibilidade de funções, permitindo a sua interação com todos os dispositivos ou equipamentos que disponibilizem essa forma de comunicação. No fundo, este módulo, funciona como uma expansão localizada da capacidade de monitorização e operação de todo o sistema, sendo a comunicação para este e a partir deste, efetuada em ULP.

Tabela 5 – Funções Integradas no Módulo I/O [52].

	Posição	Descrição da Função Pré-Definida
Seletor de Posição: 	1	Gestão da posição no chassi. Monitoriza a posição do disjuntor no chassi.
	2	Funcionamento do disjuntor. Controlo da abertura e do fecho do disjuntor através de controlo local ou remoto e a ordem de inibição do fecho
Bloqueador de Posição: 	3	Reserva.
	4	Controlo (deslastre e relastre) de cargas.
	5-8	Reserva. Para evolução futura.
	9	Personalizável. Executa as aplicações definidas pelo utilizador com o módulo de aplicação I/O.

Na Figura 45 apresenta-se o módulo I/O, enquanto na Figura 46 é ilustrada a sua integração numa arquitetura de interligação e comunicação da aparelhagem de proteção modular com o sistema Enerlin'X.

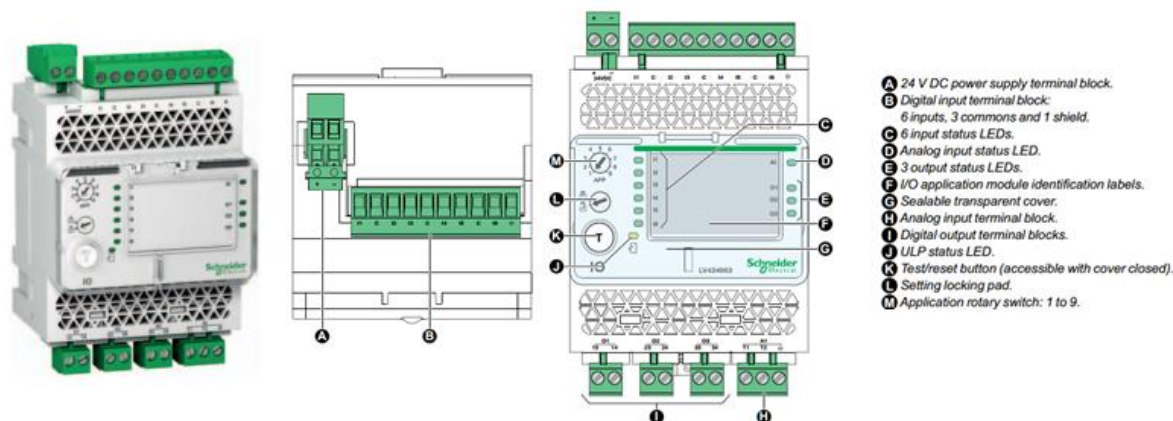


Figura 45 – Módulo I/O[52].

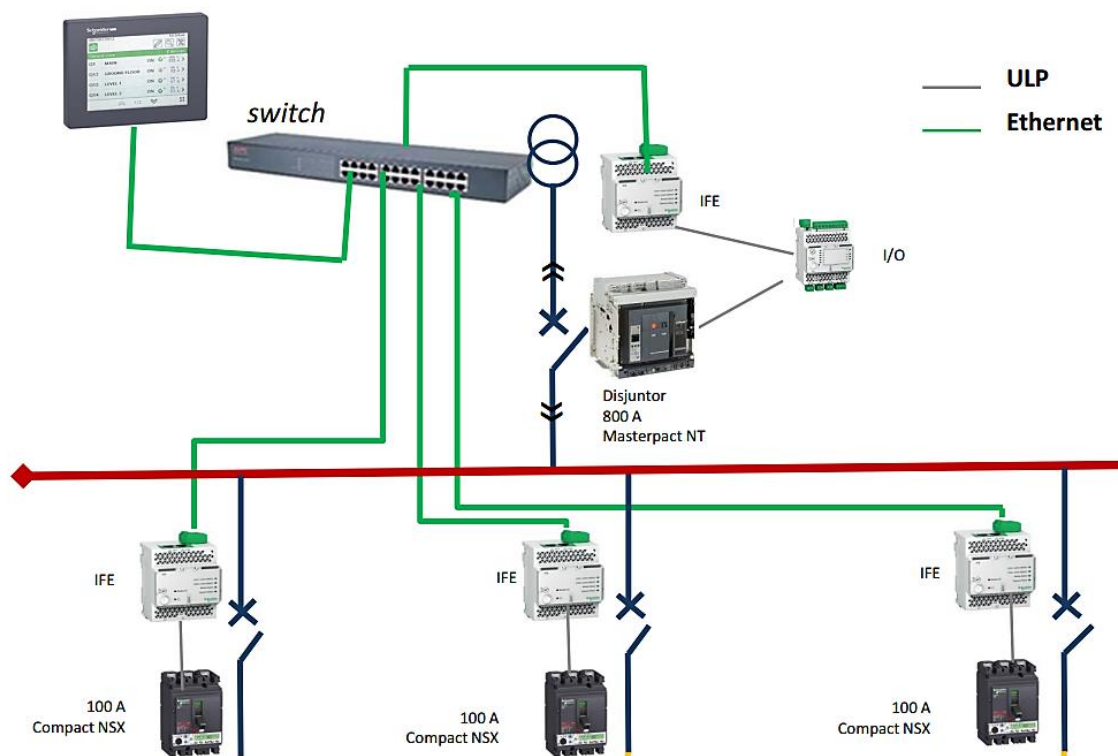


Figura 46 – Incorporação do módulo I/O numa arquitetura de *Smart Panel*, nomeadamente no sistema Enerlin'X[52].

3.2.4. CONSOLA FDM128

O FDM128 é um ecrã de visualização (local para instalação no quadro elétrico) com comunicação em rede Ethernet. Este recolhe dados até 8 aparelhos [52, 54]:

- Disjuntores da gama Masterpact ou Compact individualmente através das respetivas interfaces Ethernet ou *gateways*;
- Disjuntores modulares, atuadores, contadores e sensores analógicos quando estes estão agrupados e ligados a uma interface do Acti 9 Smartlink.

O FDM128 gera e apresenta uma página dedicada para cada um, com os estados monitorizados, os valores e os possíveis controlos. É possível consultar e configurar dados referentes à monitorização, alarmes, manutenção e controlo[52, 54].

A Figura 47 apresenta o aspeto da consola bem como os seus menús, onde se podem consultar os vários aspetos relacionados com a aparelhagem a que esta está ligada. A ligação do ecrã é feita pela rede Ethernet, pelo que uma das possíveis formas de integração no sistema está apresentada na Figura 46.



Figura 47 – Ecrã de Visualização FDM128 e exemplo de menus e opções disponibilizadas[52, 54].

3.2.5. Com'X 200

O *data logger* Com'X 200 recolhe e guarda dados sobre os consumos (Água, Ar, Gás, Eletricidade, Vapor (WAGES – *Water, Air, Gas, Eletricity and Steam*)) e os parâmetros ambientais como, por exemplo, temperaturas, humidade e níveis de CO2 num edifício[54]. Os dados são transmitidos periodicamente na forma de um relatório a um servidor de base de dados da Internet.

A seguir seguem as características principais deste equipamento no que diz respeito à funcionalidade de monitorização de[52, 54]:

- Consumos a partir de medidores de saída por impulso (6 Entradas Digitais);
- Estado dos contadores, relés de impulso, ou contactos de aparelho de medida (6 Entradas Digitais);
- Dados dos aparelhos ligados diretamente em *Modbus* com a Com'X 200 ou via *gateways* (1 porta para *ModBus* Serial – RS485 ou *ModBus* TCP/IP – RJ45);
- Dados dos aparelhos ligados Ethernet TCP/IP (2 Portas Ethernet);
- Dados do meio ambiente (sondas de temperatura).

Refira-se que a Com'X 200 pode recolher informação desde 1min até 60min de intervalo e pode enviar informação para um servidor remoto via Ethernet, WiFi ou GPRS. A sua alimentação pode ser efetuada de diferentes formas, com vista ao estabelecimento da sua redundância e de acordo com a seguinte prioridade: alimentação VAC; alimentação VDC; *Power Over the Ethernet* (PoE).

A Figura 48 ilustra o aspeto da Com'X 200 e um exemplo da sua integração num sistema de monitorização energética, mostrando algumas das suas funcionalidades[51, 52, 54].

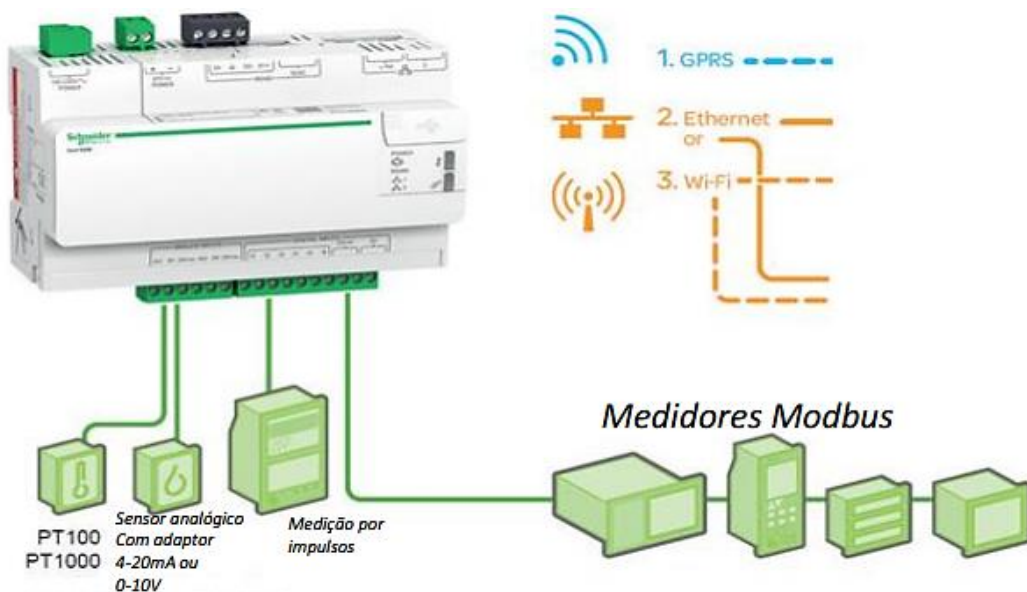


Figura 48 – Aspecto geral da Com'X200 e exemplo das suas funcionalidades[54].

3.3. VISUALIZAÇÃO, CONFIGURAÇÃO E GESTÃO

A configuração e a verificação são realizadas com ferramentas de *software* de configuração (e.g. Acti 9 Smart Test) ou através de páginas *web* dos aparelhos a partir de qualquer equipamento (e.g. pc, tablet, etc) que permita a ligação à *web*[52, 54].

De facto, os aparelhos Enerlin'X têm páginas Web que permitem a fácil configuração do sistema e proporcionam a deteção e identificação automática da rede Ethernet. No entanto, a ferramenta de configuração pode ser útil para algumas definições avançadas (regulação da proteção, relatório de verificação automático, etc).

Na Figura 49 apresenta-se a título de exemplo imagens dos ecrãs de configuração e teste de dispositivos instalados, sendo que a Figura 50 compreende exemplos de páginas Web geradas pelos dispositivos com capacidade de ligação Ethernet.

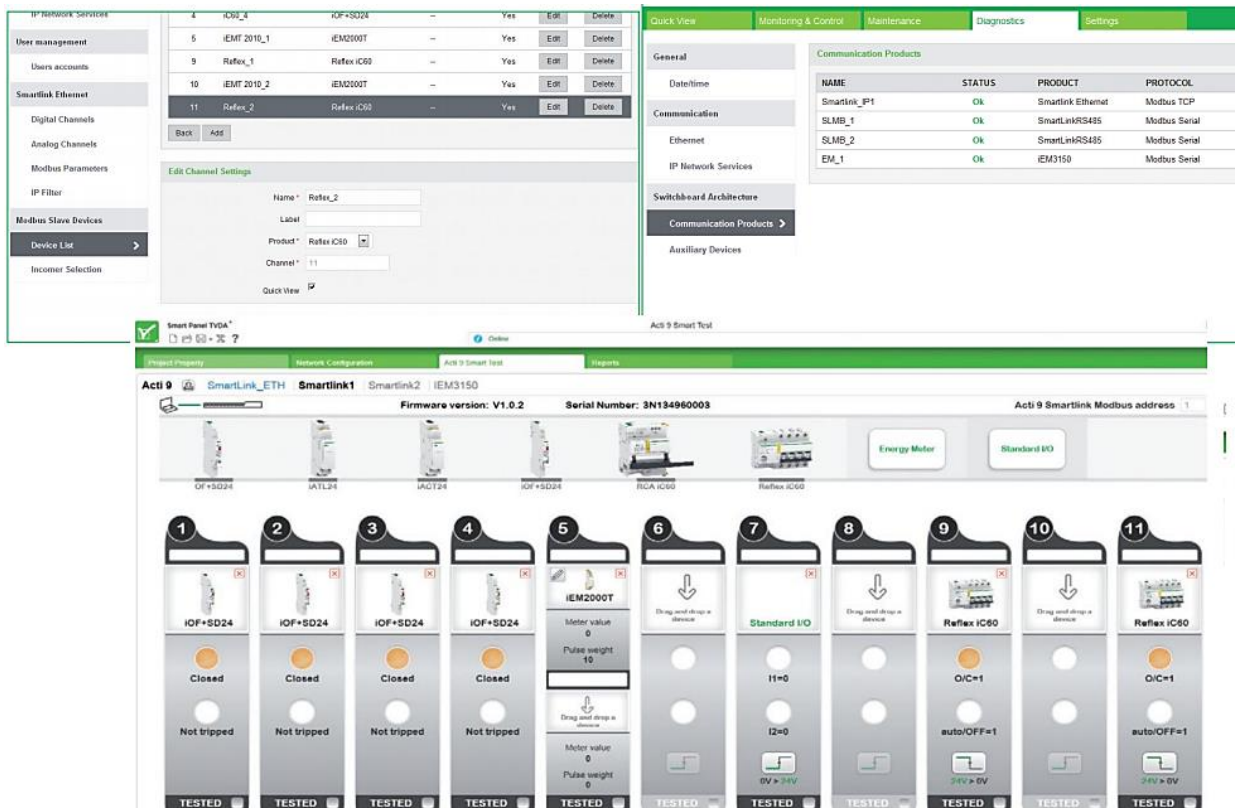


Figura 49 – Exemplo das páginas de configuração e teste de dispositivos[52].

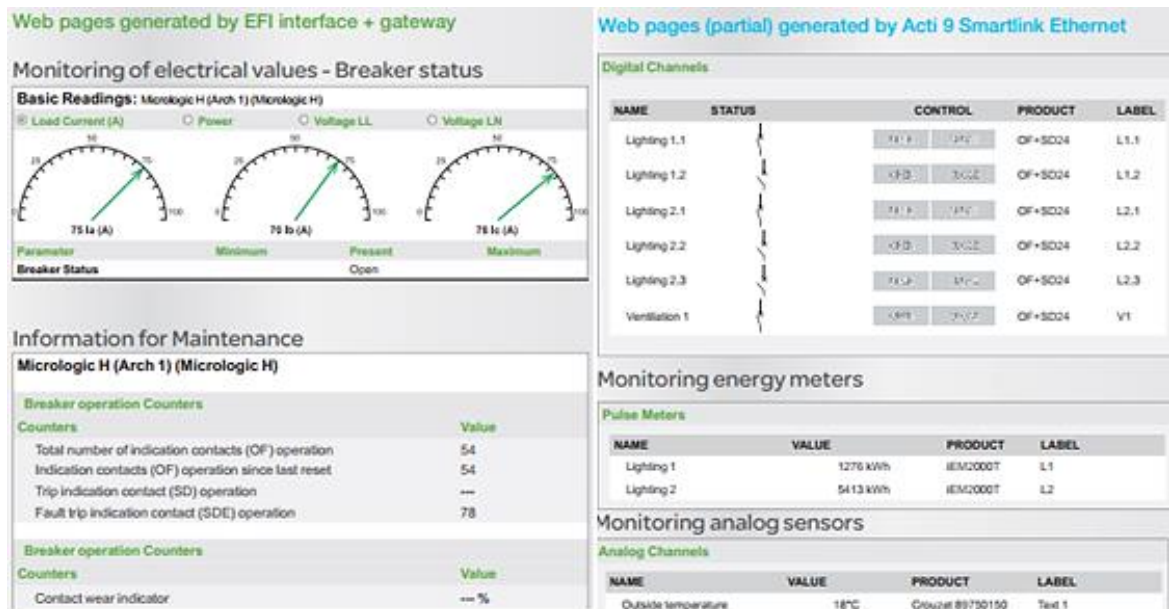


Figura 50 – Exemplo das páginas Web geradas por alguns equipamentos com ligação Ethernet[52].

3.4. ARQUITETURAS

Sendo que ao longo deste capítulo se foram apresentando os diversos componentes, o seu aspeto descritivo, características principais, funcionalidades, comunicação e interação entre si, a Tabela 6 passa a resumir os componentes, função principal no sistema, comunicação (de e para) assim como a capacidade de integrar entradas e saídas digitais bem como de entradas analógicas.

Tabela 6 – Resumo dos componentes e características de comunicação do sistema Enerlin'X [52].

Enerlin'X communication devices and displays							
	Name	Function	Port		Bin. Input	Analog. Input	Bin. Output
			(to device)	(to server)			
	Com'X 200	Energy Server with Ethernet Gateway ⁽¹⁾ function	Modbus Master	Ethernet cable + WiFi	6	2	-
	FDM128	Ethernet LCD colour touch screen	-	Ethernet	-	-	-
	FDM121	LCD display for circuit breaker	ULP	-	-	-	-
	IFE interface + gateway	Ethernet interface ⁽²⁾ & Gateway	Modbus Master & ULP	Ethernet	-	-	-
	IFE interface	Ethernet interface for circuit breakers	ULP	Ethernet	-	-	-
	Acti 9 Smartlink Ethernet	Ethernet interface with Input/Output functions & Gateway	Modbus Master	Ethernet	14	2	7
	Acti 9 Smartlink Modbus	Modbus interface with Input/Output functions	-	Modbus Slave	22	-	11
	IFM	Modbus interface for circuit breaker	ULP	Modbus Slave	-	-	-
	I/O	Input/Output application module for circuit breaker	ULP	ULP	6	-	3

A Figura 51 complementa a Tabela 6 e efetua um resumo do posicionamento de cada equipamento no conceito de *Smart Panel* apresentado pela Schneider Electric (nos níveis “Medir” e “Ligar”) bem como das interações e comunicações entre estes.

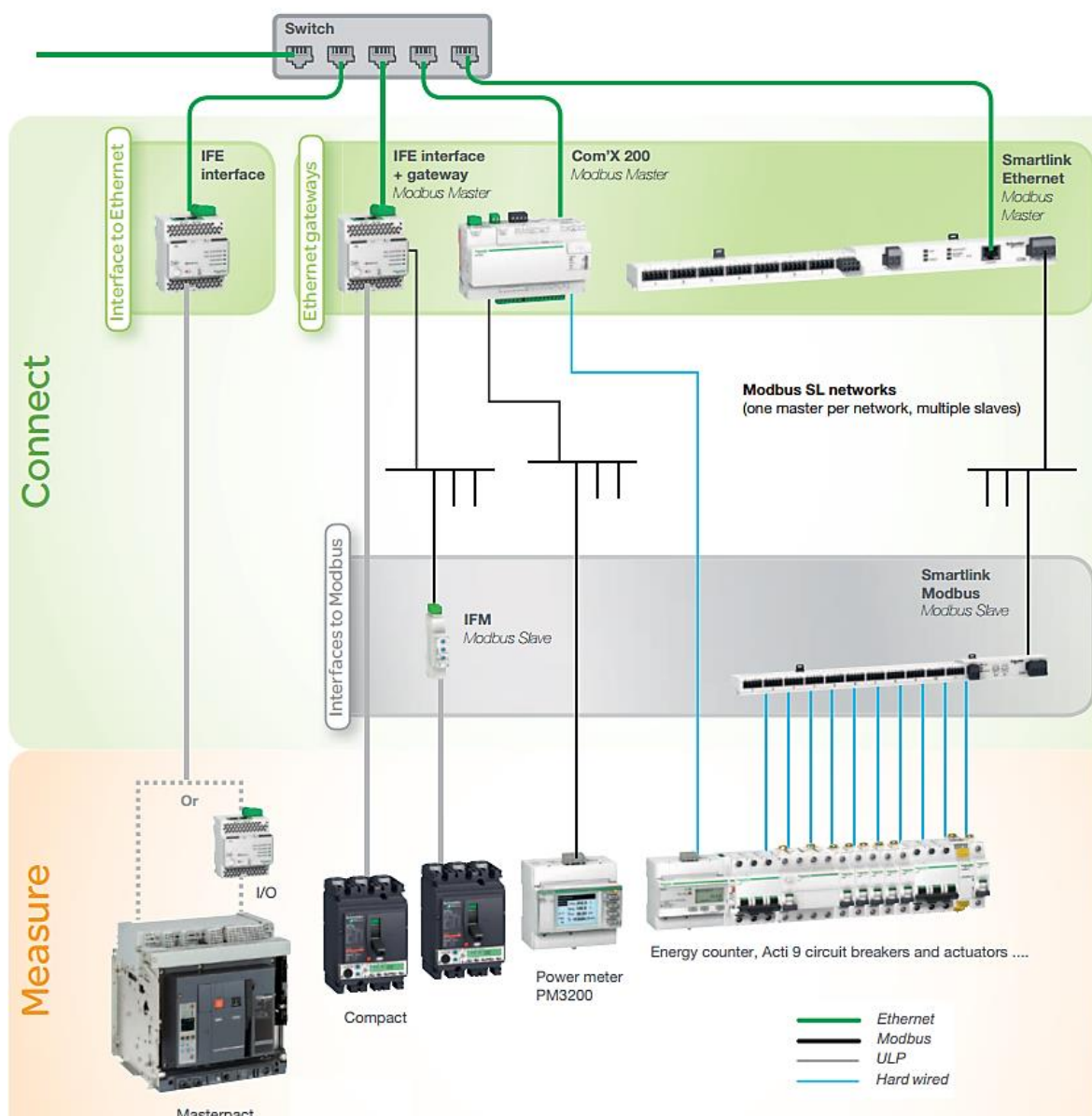


Figura 51 – Resumo gráfico do posicionamento e possibilidade de comunicação de cada equipamento[52].

Como já referido em diversas ocasiões neste documento, atualmente um sistema de comunicação destes num edifício assenta no uso da rede estruturada – a rede Ethernet – pelo que os dois exemplos de arquiteturas apresentados assentam neste princípio.

A Figura 52 recorre ao uso dos vários componentes da Tabela 6 (designações dos componentes correspondentes). A Figura 53 ilustra outra possibilidade, de acordo com necessidades e opções técnicas diferentes, recorrendo ao uso de *switchs* Ethernet para interligação de partes da instalação, à dispensa da Com'X 200 (estando o sistema ligado à

rede local o acesso a esses dados está facilitado e portanto pode ser considerada dispensável). Repare-se no uso típico de vários Smartlinks ModBus (até 8 como já indicado) e um Smartlink Ethernet que servirá como Mestre ModBus e *Gateway* Ethernet.

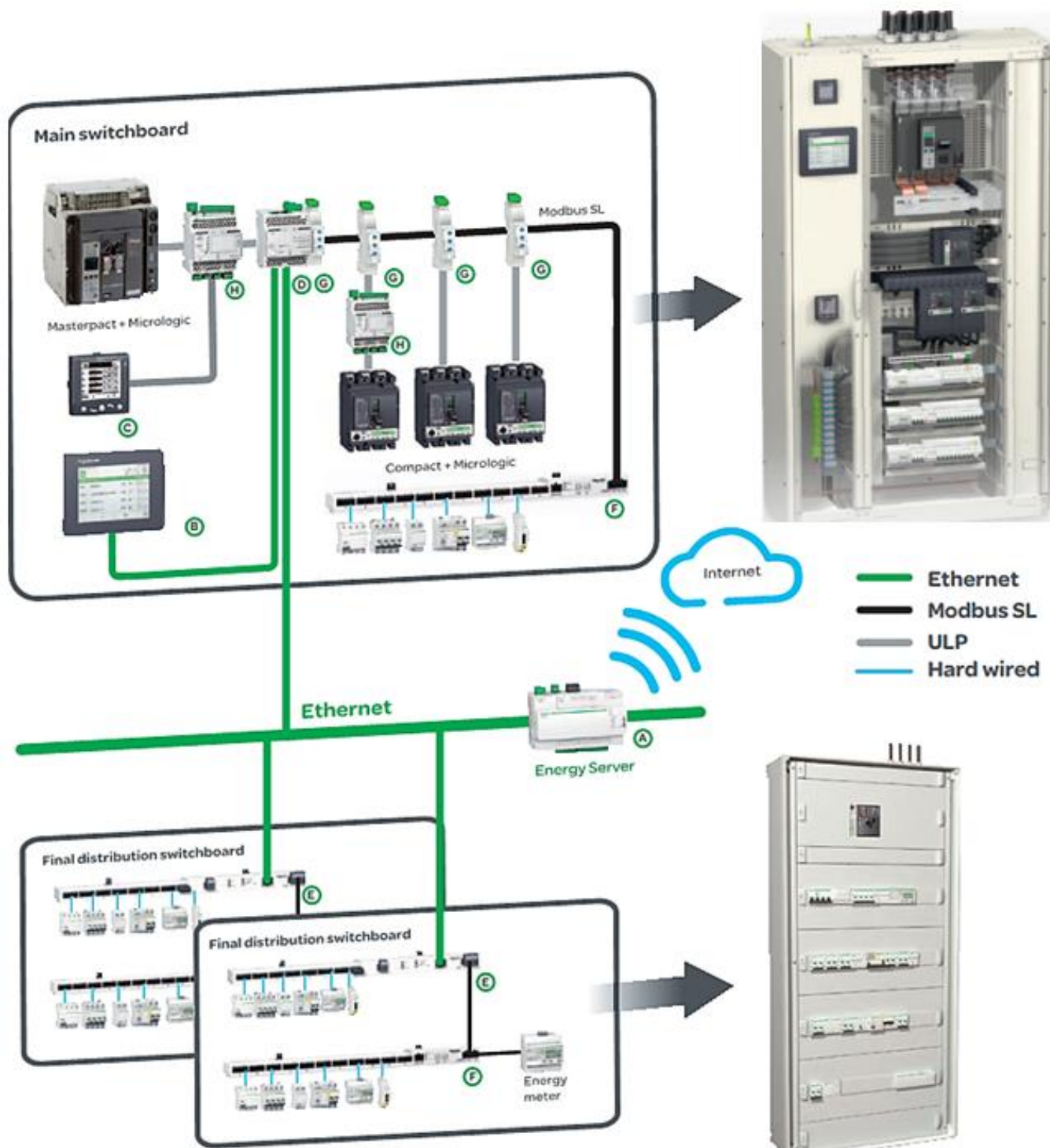


Figura 52 – Arquitetura Exemplo de um sistema de *Smart Panels*[52].

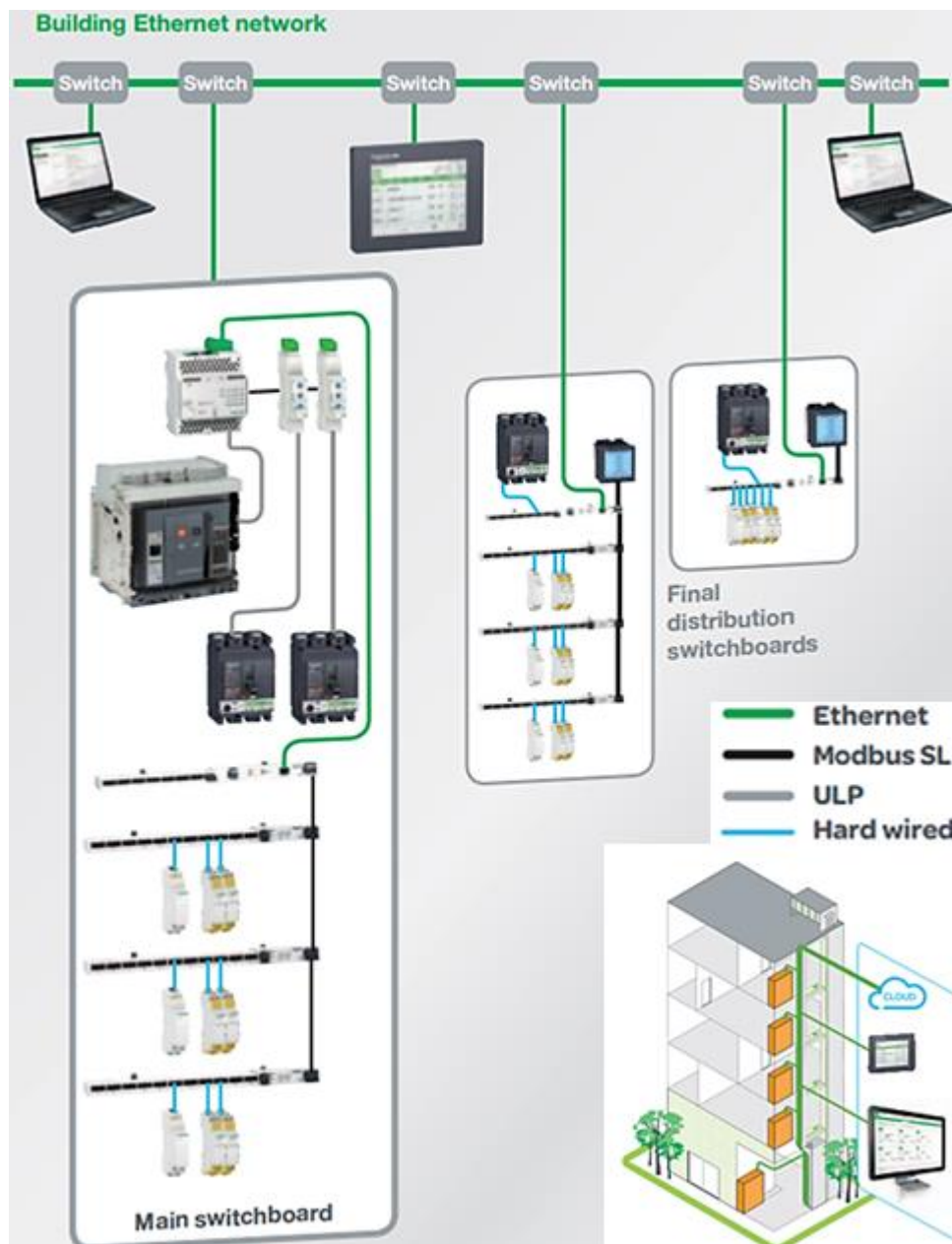


Figura 53 – Arquitetura alternativa exemplo de um sistema de *Smart Panels*[52].

Refiram-se também alguns aspetos relacionados com o *design* de cada quadro elétrico (Figura 52 por exemplo). Nestes quadros a entrada de energia é realizada por cima, estando a parte de potência mais superiormente e a de comando mais na parte inferior, com vista a evitar que o ar quente proveniente da dissipação de calor da aparelhagem e condutores de potência não tenha influência na componente de comando, sendo o ar quente que daí provém e sobe, sem significância na componente de potência.

4. *CASO DE ESTUDO*

4.1. INTRODUÇÃO

Para uma correta compreensão dos vários tópicos deste capítulo é imprescindível que o leitor consulte os **ANEXOS**, sempre que indicado. Repare-se que os **ANEXOS** representam peças desenhadas em folhas de grandes dimensões ou ficheiros com listagens extensas, que sendo essenciais para o tema tratado, não são possíveis de intercalar com as várias partes escritas deste capítulo, que assume aparentemente uma menor dimensão devido a esse fator.

O caso de estudo pretende descrever os objetivos, metodologias e resultados relativos aos projetos de Sistema de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) de um edifício comercial, sem e com integração de *Smart Panels*. Este último constituirá uma reformulação do projeto convencional (de acordo com o atual estado da arte apresentado) realizado numa fase anterior pelo autor do presente documento, mas desenvolvido e descrito aqui em maior profundidade para o estabelecimento de uma abordagem comparativa completa, bem como para disponibilizar bases de raciocínio subjacentes à elaboração de um projeto de SGTC, que não estão normalmente e extensamente presentes na bibliografia.

O edifício comercial referido insere-se num complexo que integra além deste, vários corpos, nomeadamente, parques de estacionamento em silo, lojas *outlet* e vias de acesso. Este edifício, apesar de independente do restante complexo comercial, está perfeitamente compatibilizado com os corpos estruturais adjacentes, como se pode ver na Figura 54..

O edifício do caso de estudo é constituído por 3 pisos, apresentando uma área de implantação de cerca de 54600m². A Figura 55 ilustra de uma forma simplificada (devido a direitos de autor) a dimensão e delimitação de cada piso bem como a identificação dos principais espaços do edifício.



Figura 54 – Maquete simplificada do edifício de estudo com a área de intervenção a azul [fornecido pela equipa de arquitetura].

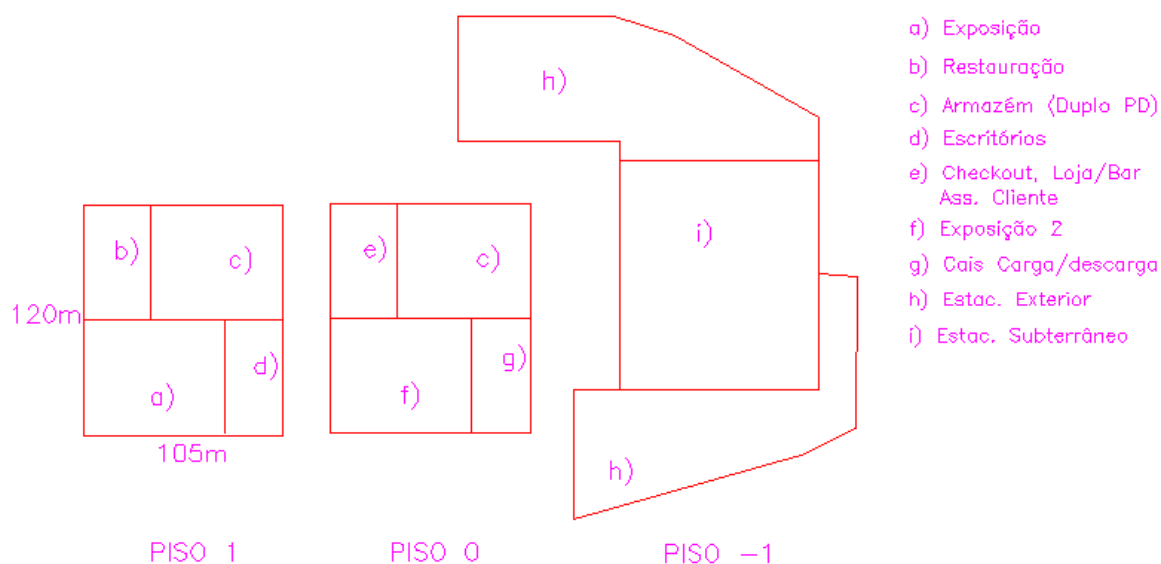


Figura 55 – Dimensão, delineação e identificação dos pisos e espaços principais do edifício comercial.

De forma a fornecer uma melhor compreensão da constituição de cada piso e espaço, segue uma descrição por piso, explicitando-se as particularidades respetivas sempre que necessário:

- Ao nível do Piso-1 (área de implantação de cerca de 29400m²), o edifício é constituído por um parque de estacionamento que se estende para áreas adjacentes ao edifício propriamente dito. Este parque é subterrâneo (Figura 55-i)) – debaixo dos espaços comerciais propriamente ditos – sendo na sua periferia aberto na lateral,

permitindo uma contribuição da iluminação natural bem como uma componente de ventilação natural nesses espaços. Note-se que na Figura 54 é possível junto ao cais de carga e descarga visualizar estes espaços abertos entre pilares que suportam os pisos superiores.

O Piso -1 contempla ainda áreas de estacionamento completamente abertas (Figura 55-h)) como também se visualiza facilmente na Figura 54.

Note-se que este piso não possui uma cota inferior à dos acessos circundantes (i.e. não é enterrado);

- O Piso 0 tem uma área de implantação similar à do piso 1 – cerca de 12600m². Este piso do edifício comercial é constituído por uma área de mercado/exposição ampla (Figura 55-f)), uma área que compreende uma loja/bar, caixas de pagamento e de assistência ao cliente (Figura 55-e)), um cais de carga e descarga para receção e envio de material e equipamento (Figura 55-g)). Incorpora ainda uma zona de duplo pé direito onde se encontra um Armazém (Figura 55-c)) que integrará *solar tubes* de forma a maximizar a componente natural da iluminação, enquanto se pretende o ajuste dinâmico do fluxo luminoso proveniente de fontes artificiais para cumprir os níveis de iluminância mínimos exigidos regulamentarmente. A Figura 56 ilustra a especificidade deste espaço.



Figura 56 – Exemplo de instalação análoga, com armazém de duplo pé direito, *solar tubes* na cobertura e regulação de fluxo da iluminação artificial (0% do fluxo nominal na imagem)[58].

O piso 1 (área de implantação de cerca de 12600m²) é constituído pelas zonas de escritórios (Figura 55-d)) e restauração (Figura 55-b)) bem como por um espaço comercial amplo de exposição de dimensão semelhante ao do piso 0 (Figura 55-a)). A Figura 57 visa ilustrar a natureza de cada um dos espaços referidos (pela mesma ordem indicada), de forma a dar uma melhor ideia da sua função e particularidade.

Refira-se que a zona dos escritórios beneficia significativamente de iluminação natural, pelo que será previsto um sistema de regulação automático e programável do fluxo das fontes de iluminação artificiais.



Figura 57 – Ilustração gráfica dos espaços do Piso 1[59].

4.2. PRINCÍPIOS COMUNS DE PROJETO

Os princípios aqui apresentados visam suportar as escolhas realizadas no projeto convencional bem como no projeto que integra *Smart Panels*, evitando a repetição de informação comum à elaboração dos 2 projetos.

Como referido anteriormente, o projeto, nomeadamente o aplicado a este caso prático, debruça-se sobre a componente das instalações elétricas do SGTC, dado que a nível de outras instalações, nomeadamente de segurança, hidráulicas e instalações mecânicas, não existem diferenças relevantes numa arquitetura que integre *Smart Panels* de uma convencional.

No capítulo das Instalações Elétricas, o SGTC será responsável pela Gestão e Monitorização da alimentação e distribuição de energia elétrica ao edifício bem como da iluminação interior/exterior.

4.2.1. ILUMINAÇÃO

- Requisitos do cliente relacionados com o SGTC

- Sistema DALI (*Digital Addressable Lighting Interface*) ou equivalente para regulação automática do fluxo das fontes de iluminação artificiais em espaços que beneficiam fortemente de iluminação natural: Escritórios (Piso 1) e Armazém (Piso 0 / 1). Comunicação e interação com o SGTC.
- Sistema de controlo por DALI ou por seleção/controlo horário de circuitos independentes para a iluminação da periferia do parque coberto que recebe luz solar durante o dia. Comunicação e interação com o SGTC.
- Controlo da Iluminação de circulações, restauração, zonas expositivas de forma remota, programada e programável através do SGTC
- Opção e Descrição Técnica
 - O SGTC comandará de forma quase que integral a iluminação, com base em horários pré-definidos, por ordem expressa do operador, por associação a um nível de luminosidade medido em tempo real num determinado ponto ou por comunicação com os controladores DALI instalados que operam de forma autónoma, mas que podem ser monitorizados ou configurados pelo SGTC.
 - Para a gestão da iluminação das periferias do parque de estacionamento optar-se-á pelo deslastre de circuitos (previamente e estrategicamente desenhados), com base em sensores de luminosidade estrategicamente localizados nas fachadas. O nível de luminosidade exterior será transmitido ao SGTC que atuará (de forma automática – programada e programável) pelo ligar/desligar de circuitos através de contactores no quadro elétrico afeto levando a cenários de 0/3, 1/3, 2/3 ou 3/3 de luminárias ligadas nessas zonas.
 - A iluminação do parque exterior será feita com base em sensores de luminosidade colocados nas fachadas e por programação horária, recorrendo-se ao deslastre e relastre de circuitos para diferentes horários e necessidades.
 - A iluminação de várias circulações no interior, como corredores, espaços de exposição ou restauração, será fortemente baseada em horários pré-definidos (ajustável ao longo do ano em função da sazonalidade e variação da afluência de público ou horários de funcionamento), dados os horários de abertura ao público, bem como os de entrada e saída de funcionários. O deslastre de circuitos dessas

zonas será feito pela ativação das saídas digitais afetas à energização das bobinas dos contactores.

- A parametrização do comando de desligar geral da iluminação será efetuada por zonas. Isto é, o operador do sistema poderá definir diferentes horários de desligar para as diferentes zonas do edifício (atuação de circuitos independentes para cada zona).
- O sistema possibilitará ao operador a inibição do desligar geral da iluminação por horário pré-definido, sempre que este o solicite.
- Será ainda possível ao operador requerer um “tempo extra” de iluminação, sempre que se tenha atingido o horário de desligar.
- Haverá uma comunicação bidirecional do SGTC com o sistema de regulação de fluxo DALI dos escritórios e armazém. Através do SGTC será possível a comunicação com os controladores DALI instalados que operam de forma autónoma as luminárias afetas, mas que podem ser monitorizados ou configurados pelo SGTC. Isto é, os controladores DALI comunicarão a informação do estado das luminárias (ligada ou não, percentagem de fluxo atual, avariada, etc) para o SGTC através de uma ligação direta à rede estruturada, bem como receberão parâmetros de configuração do SGTC.
- O sistema DALI do armazém e do escritório baseiam-se na interação de 3 equipamentos principais (especificações incorporadas no **ANEXO I**):
 - Router DALI – Router Digidim 910 da HELVAR – possibilita endereçar individualmente até 128 dispositivos (e até 12800 endereços em 16000 grupos), possibilitando a comunicação em Protocolos Standard da Indústria (TCP/IP e DALI). O sistema permite funções de poupança de energia através de deteção de presença e função de luz constante, permitindo ainda um funcionamento automático através da programação e execução de eventos horários e a possibilidade de integração facilitada com a Gestão Técnica Centralizada (GTC) por OPC (*Object Process Control*).

- Multisensor – Multisensor DIGIDIM da HELVAR – possui um sensor de luz constante, um detetor de presença e um recetor de infravermelhos que permite a utilização conjunta com o telecomando emissor de infravermelhos DIGIDIM. O detetor de presença permite ao sistema a possibilidade de deteção de movimento na área circundante e o sensor de luz constante efetua a medição do nível de luz natural refletida na área onde está instalado.
- Painel Tátil de controlo e configuração - Touch Panel 924 da HELVAR – usa ecrã LCD sensível ao toque que pode ser usado para comandar, programar e monitorizar um sistema de controlo de iluminação de iluminação da HELVAR. Possui Proteção por palavra de passe evitando mudanças não autorizadas das configurações, incluindo uma biblioteca de formatos de botões e imagens de fundo e a possibilidade de programação e agendamento de temporizações em tempo real.

4.2.2. MONITORIZAÇÃO ENERGÉTICA

- Requisitos do cliente relacionados com o SGTC
 - A monitorização energética setORIZADA assume um importante papel como referido anteriormente, facto realçado pelos requisitos da certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*) em curso do presente edifício.
 - Os requisitos referidos referem que devem ser instalados contadores de energia para monitorizar independentemente os consumos de energia associados às seguintes utilizações:
 - Iluminação;
 - Outros equipamentos grandes consumidores de energia (ex.: rede de frio, sistemas de transporte vertical, fornos, etc.);
 - Outros equipamentos de menor consumo (ex.: conjuntos de equipamentos de escritório como computadores, impressoras; etc.);

- (Os contadores relacionados com as instalações mecânicas estarão previstos no seu projeto respetivo).
- Além das utilizações, é referido que devem ser instalados contadores de energia para monitorizar independentemente os consumos das principais zonas do edifício:
 - Área de Vendas;
 - Armazéns;
 - Rede de frio comercial;
 - Escritórios;
 - Zonas de restauração.
- Os contadores devem ser rotulados de forma a indicarem indubitavelmente qual a utilização/zona que estão a medir e devem estar acessíveis a partir da GTC para leituras regulares por parte da equipa de operação
- Opção e Descrição Técnica
 - Neste projeto são incluídos analisadores de energia nos principais quadros de distribuição de energia, ou seja, na entrada do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), na alimentação a cada quadro de piso e às Unidades de Alimentação ininterrupta (UPS).
 - São considerados contadores de energia para contabilização das potências e energias relativas a outros quadros individuais, a equipamentos importantes (e.g. elevadores ou arcas frigoríficas), ou a circuitos agrupados de iluminação de grandes áreas. Refira-se que no caso das unidades Micrologic do tipo E, as medidas de energia e Qualidade de Energia Elétrica (QEE) dispensarão a instalação suplementar no circuito afeto de um dispositivo de medida externo.
 - Note o leitor, que sempre que possível, os contadores são agrupados num único quadro, ou seja, na entrada do quadro realiza-se a contagem/monitorização totalizadora, e nas saídas para outros quadros, ainda no mesmo quadro, realiza-se a contagem/monitorização individualizada. Sendo que na sua grande maioria os aparelhos comunicam em ModBus, uma

única linha de *Bus* liga os vários equipamentos (por repicagem) num mesmo local, diminuindo-se assim a cablagem associada na situação de cada contador individualizador estar na entrada do quadro respetivo. A única diferença tem a ver como o ponto de monitorização no circuito, sendo a queda de tensão (que traduz as perdas no transporte da potência do quadro de origem para o de destino) associada à diferença da localização do equipamento, o parâmetro relevante que pode sofrer alteração.

- A Tabela 7 identifica e resume os analisadores e contadores a instalar em cada quadro elétrico bem como o seu objetivo.

Tabela 7 – Equipamentos de Monitorização Energética a instalar nos quadros elétricos.

ID	Tipo/Objetivo	Localização do equipamento de medição
PISO -1		
A1	Contagem e Análise de QEE global no Quadro Geral de Baixa Tensão	Entrada do QGBT
A2	Contagem global da Alimentação ao Quadro da Central Térmica (Alim. Normal)	Saída do QGBT para a QEIMCT1(N)
A3	Contagem e Análise de QEE global no Quadro de Segurança	Entrada do QSEG
A4	Contagem global da Alimentação ao Quadro de UPS de Alimentações Gerais do Edifício	Saída do QGBT para a UPS de Edifício
A5	Contagem global da Alimentação ao Quadro de UPS de Alimentações do Serviço Informático	Saída do QGBT para a UPS de Informática
A6	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL03	Saída do QGBT para o EL03
A7	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL04	Saída do QGBT para o EL04
A8	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL05	Saída do QGBT para o EL05
A9	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL06	Saída do QGBT para o EL06
A10	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL07	Saída do QGBT para o EL07
A11	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL08	Saída do QGBT para o EL08
A12	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL02	Saída do QSEG para o EL02

A13	Contagem global da Alimentação ao Elevador EL09	Saída do QSEG para o EL09
A14	Contagem global da Alimentação ao Quadro da Central de Ventilação Global (Alim. Norma/Socorrida)	Saída do QGBT para o QEIMCVG
A15	Contagem e Análise de QEE global no Quadro de Piso -1	Entrada do QP-1
A16	Contagem global da Alimentação às Tomadas para Carros Elétricos	Barramento com as saídas pertinentes no Qparque2.
A17	Contagem global da Alimentação ao Totem	Saída do QP-1 para o QTotem
A18	Contagem global da Alimentação às bombas de esgotos	Barramento com as saídas pertinentes no Qparque1
A19	Contagem global da Alimentação aos Quadros do piso -1 do Shopping	Barramento com as saídas pertinentes no QP-1
PISO 0		
B1	Contagem e Análise de QEE global no Quadro de Piso 0	Entrada do QP0
B2	Contagem global da Alimentação ao Quadro do Cais e Baterias	Saída do QP0 para o QCais
B3	Contagem global da Alimentação ao Quadro Checkout	Saída do QP0 para o QCheckout
B4	Contagem global da Alimentação ao Quadro da Loja/Bar	Saída do QP0 para o Qbar/Loja
B5	Contagem global da Alimentação ao Quadro de Mercado	Saída do QP0 para o QMerc
B6	Contagem global da Alimentação ao Quadro Armazém ($\approx$ consumo de iluminação)	Saída do QP0 para o QArmazém
B7	Contagem global da Alimentação às Escadas Rolantes	Saída do QP0 para o ER01
B8	Contagem global da Alimentação às Escadas Rolantes	Saída do QP0 para o ER02
B9	Contagem global da Alimentação das Câmaras e Equipamentos de Frio	Barramento no Qbar/Loja com as saídas pertinentes
B10	Contagem global da Iluminação do Mercado	Saída do QMerc para a Canalis 160A
B11	Contagem global da Alimentação às Escadas Rolantes do Shopping	Saída do QP0 para o ER01 Shopping
B12	Contagem global da Alimentação às Escadas Rolantes do Shopping	Saída do QP0 para o ER02 Shopping

B13	Contagem global da Alimentação ao Quadro do Piso 0 do Shopping	Saída do QP0 para o QP0.6
-----	--	---------------------------

PISO 1

C1	Contagem e Análise de QEE global no Quadro de Piso 1	Entrada do QP1
C2	Contagem global da Alimentação ao Quadro de Exposição	Saída do QP1 para o QExp
C3	Contagem global da Alimentação da Iluminação do Escritório	Barramento no QOffice com as saídas pertinentes
C4	Contagem global da Iluminação da exposição	Saída do QExp para a Canalis 160A
C5	Contagem global da Alimentação ao Quadro de Restaurante	Saída do QP1 para o QRest
C6	Contagem global da Alimentação ao Quadro de Cantina	Saída do QP1 para o QCant
C7	Contagem global da Alimentação ao Quadro de Cozinha	Saída do QP1 para o QCoz
C8	Contagem global da Alimentação da Iluminação do Restaurante	Barramento no QRest com as saídas pertinentes
C9	Contagem global da Alimentação das Câmaras e Equipamentos de Frio	Barramento no QCoz com as saídas pertinentes
C10	Contagem global da Alimentação ao Quadro do Piso 1 do Shopping	Saída do QP1 para o QP1.8

4.2.3. MONITORIZAÇÃO E GESTÃO DA ALIMENTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

- Requisitos do cliente relacionados com o SGTC
 - Monitorização de toda a aparelhagem responsável pela proteção contra sobreintensidades de alimentadores de quadros elétricos no QGBT e quadros de piso.
 - Monitorização da aparelhagem de proteção contra contatos indiretos afeta a circuitos e dispositivos de iluminação, tomadas e equipamentos específicos importantes, nomeadamente os que terão uma maior probabilidade de disparo devido a correntes de fugas e harmónicos.

- Em caso de falha de energia da rede, por forma a evitar uma sobrecarga do grupo de socorro, deverá ser garantido o deslastre de equipamentos/quadros relacionados que não sejam essenciais para o funcionamento da instalação dentro de parâmetros de conforto que permitem que a normal atividade comercial seja garantida.
- Opção e Descrição Técnica
 - A monitorização da alimentação e distribuição de energia elétrica cobrirá pelo menos o estado (ligado/desligado) das proteções dos principais alimentadores do QGBT, dos Quadros de piso e de outros relevantes (equipamentos com potências superiores a 20kW e que assumem importância na fiabilidade do funcionamento normal da instalação).

Seguir-se-á uma lógica de monitorização apenas do indicador ligado/desligado (contacto auxiliar tipo OF) na generalidade das proteções (à exceção da distribuição de energia principal). A justificação é a seguinte: se o disjuntor está continuamente ligado na ausência de uma sobreintensidade, sendo a equipa de manutenção (que monitoriza o aparelho) a única a ter a hipótese de mudar localmente o seu estado para desligado além do disparo, em condições normais, se o disjuntor disparar, a alteração de “estado” para desligado (“Off”) sinalizará também o disparo (“trip”). Assim, reduz-se o número de pontos nos quadros elétricos a monitorizar para cerca de metade, tornando a instalação mais fácil e simples de realizar (instalação) e explorar (manutenção), menor espaço consumido nos e pelos quadros elétricos, com níveis de informação para a gestão da instalação similares.

Contudo, no caso de disjuntores das alimentações entre quadros optar-se-á aqui por também monitorizado o disparo (“trip”), já que se pretende aqui diferenciar e recolher de estatisticamente de uma forma exata, a alteração de ligado para desligado, de acordo com o disparo ou não da proteção.

Optar-se-á por monitorizar o estado (ligado/desligado) dos dispositivos diferenciais nos diversos quadros (mesma lógica apresentada quanto à monitorização apenas deste indicador), já que estes de uma forma geral, serão importantes para assegurar uma continuidade de funcionamento da

instalação, bem como para auxiliar na monitorização da instalação, obtenção de dados e manutenção.

Assim, serão monitorizados todos os dispositivos/aparelhagem/equipamentos relevantes para a continuidade de funcionamento da instalação através de uma gestão local e remota facilitada pela centralização de um grande conjunto de informação recolhida, para planeamento e/ou execução de ações.

- Também no que diz respeito à integração (monitorização) de equipamentos específicos das instalações elétricas, apresentam-se de seguida as características principais e de comunicação (as folhas de especificações integram o **ANEXO I**), que como veremos, seguirão uma abordagem de integração (monitorização) similar nos 2 projetos realizados. De um modo geral, os alarmes serão integrados por meio dos contactos secos disponibilizados, sendo as restantes informações pertinentes comunicadas por comunicação série:

- Grupos Geradores: As alimentações de Socorro e de Emergência/Segurança do edifício, serão asseguradas por fontes de produção interna, a partir de grupos geradores independentes, que entrarão em serviço automático, após a falha da rede de alimentação normal ou, eventualmente, após falha parcial originada por disparo do sistema de proteções. Como referência de qualidade tem-se a marca SDMO, modelo X880 para o Grupo Gerador de Socorro de 800kVA (potência em regime contínuo, FP=0,8, 50 Hz às 1.500 rpm) e a marca SDMO, modelo V440C2 para o Grupo Gerador de Emergência de 400kVA (potência em regime contínuo, FP=0,8, 50 Hz às 1.500 rpm).

Em termos de comunicação destes sistemas, o quadro de comando TELYS II, disponibiliza um conjunto de informações no ecrã, como a indicação de valores e parâmetros mecânicos e elétricos, estatísticas relacionadas com o funcionamento do grupo, modos de funcionamento (e.g. manual ou automático) bem como a disponibilização através de contactos livres de potencial de alarmes e

avarias (e.g. disparo das proteções, nível baixo nas baterias, nível baixo do depósito de combustível, sobrevelocidade, etc). O sistema TELYS II possibilita ainda a ligação por RS-485 a um qualquer computador, autómato ou equipamento equipado com o mesmo tipo de porta, para transmissão das várias mensagens, dados e alarmes.

- UPS: A presente especificação diz respeito aos sistemas de alimentação ininterrupta (UPS), tipo torre, de serviço contínuo para 50Hz, 400/230 V, trifásicos, a quatro fios, com a Tecnologia de Dupla Conversão "True On-Line", também chamado de funcionamento contínuo com Bypass ou VFI (Frequência e tensão de saída independentes da entrada), complementado com baterias seladas livres de manutenção para uma autonomia de 30 minutos.

Existirão 2 destes sistemas, um dedicado ao *data center* e sistemas de comunicação (40kVA) e um outro, que será responsável pelas restantes alimentações UPS no edifício (80kVA). Como base de qualidade, apresenta-se a marca SENSYS/GE Digital Energy, modelo SG 80 (80 kVA-72 kW) e a marca SENSYS/GE-IMV, modelo SITEPRO 40 (40 kVA-40 kW).

Cada um destes sistemas além da incorporação de um painel frontal onde se inclui um monitor LCD com vários níveis de informação, disponibiliza uma porta RS-232, uma RS-485 para comunicação série e um conjunto de contactos livres de potencial para sinalização remota no que diz respeito a avarias, estado e modo de funcionamento e outros alertas.

- Bateria de Condensadores: Será instalada uma bateria de condensadores automática com a potência reativa capacitiva de 500kVAr/400kVA, junto ao QGBT. Como referência de qualidade tem-se a Bateria de Condensadores: Varset Harmony (2x50+4x100)kVAr (bateria automática com reactância dessintonizada para ambientes poluídos – com elevado conteúdo harmónico 25% - 50%).

Em termos de integração com o SGTC prevê-se a monitorização do seu relé varimétrico através do dispositivo Varlogic NR6 (encastrado em calha DIN) que mede permanentemente a potência reativa da instalação, controla a ligação e a interrupção de até 6 escalões dos condensadores para obter o fator de potência requerido. Este equipamento tem ecrã LCD com 4 dígitos e LED de 7 segmentos, disponibilizando além de contactos livres de potencial, a opção de comunicação série RS-485.

- No que diz respeito ao papel de deslastre do SGTC no caso de falha da rede, as cargas do barramento normal do QGBT são automaticamente deslastradas aquando da falha de energia da rede elétrica, não sendo necessária a ação do SGTC. Nesta metodologia será incluído o quadro da central térmica (responsável por mais de 600kVA), que será assim deslastrado de forma automática no caso da falha do regime de alimentação normal

Nos restantes quadros é efetuado um deslastre (flexível e por programação) localizado através de contactores ou disjuntores motorizados (controlados pelo SGTC) afetos a circuitos de equipamentos, conjunto agrupado de circuitos ou circuito de alimentação a um quadro elétrico.

Aqui como referido, de forma a flexibilizar as cargas deslastradas em cada momento em função da capacidade e regime de carga do gerador, é permitido o relastre programado ou manual de cargas específicas de modo a ir de encontro às necessidades em cada momento. Note-se que o projeto relativo às instalações elétricas, nomeadamente ao desenho dos quadros elétricos está relacionado com os objetivos e as possibilidades do SGTC a implementar.

Em caso de falha de energia da rede, por forma a evitar uma sobrecarga do grupo de socorro, serão então tomadas as seguintes ações de deslastre, por ordem prioritária (o relastre de cargas manual/remoto ou programado (e programável-passível de alterar durante a exploração do edifício) seguirá por princípio, a ordem inversa):

1. Deslastre dos compactadores de lixo;
2. Deslastre dos carregadores de baterias;

3. Deslastre dos quadros de bombagem, caso não haja uma situação de nível elevado;
4. Deslastre de parte da iluminação comercial de zonas de exposição e armazém;
5. Deslastre da central de ventilação;
6. Deslastre de equipamentos de transporte vertical selecionados;
7. Deslastre dos compressores das câmaras frigoríficas, caso não haja uma situação de temperatura elevada;
8. Deslastre de outros grupos de equipamentos de potência considerável considerados não prioritários como fornos e equipamentos da cozinha.

4.3. PROJETO DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA CONVENCIONAL

O SGTC deve ser baseado numa arquitetura de protocolo aberto, bem como garantir a integração, comunicação e operação total entre todos os controladores (locais, de zona, estação e de equipamento) e entre estes e equipamentos periféricos.

O projeto desenvolvido baseia-se no sistema SmartStruxure-StruxureWare da Schneider Electric que recorre inteiramente aos conceitos já apresentados em capítulos anteriores, nomeadamente à arquitetura distribuída baseada em *Automation Servers* (as especificações dos principais componentes e do sistema em si encontram-se no **ANEXO II**).

No topo do sistema *SmartStruxure Building Operation* está o *Enterprise Server* (posto de supervisão e comando), que é o ponto central a partir do qual os utilizadores podem configurar, controlar e monitorizar todo o sistema (ver novamente a Figura 38). Sendo um dos pilares do *SmartStruxure*, o suporte para padrões abertos. O *Enterprise Server* pode nativamente comunicar com três dos padrões mais populares para edifícios: BACnet, LonWorks e Modbus:

- O *Enterprise Server* comunica directamente com redes BACnet/IP. Em conformidade com a norma ASHRAE 135-2004[60], o *Enterprise Server* reconhece os controladores de perfil BACnet. Este recurso permite o acesso a toda a gama de dispositivos BACnet da Schneider Electric e de outros fornecedores.
- O *Enterprise Server* tem capacidade e funciona com uma variedade de adaptadores LonTalk para comunicar com redes LonWorks TP/FT-10. Esta funcionalidade LonWorks integrada permite o acesso a dispositivos LonWorks da Schneider Electric e de outros fornecedores.
- O *Enterprise Server* integra nativamente Modbus RS-485 nas configurações mestre e escravo, assim como TCP cliente e servidor. Isto permite o acesso completo para a gama de produtos Schneider Electric, para comunicar sobre o protocolo Modbus, tais como medidores de energia, UPS, disjuntores, e controladores de iluminação.
- O *Enterprise Server* comunica também usando padrões de rede, tais como *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), facilitando a instalação, a gestão e uma comunicação segura e padrão.

O *Enterprise Server* pode correr múltiplos programas usando uma variedade de protocolos. Alarmes de vários dispositivos em toda instalação, incluindo *Automation Servers*, são recolhidos pelo *Enterprise Server* para o registo centralizado, visualização e gestão. Os utilizadores também podem visualizar os registos de eventos e de tendência a partir de vários servidores. O *Enterprise Server* hospeda as bases de dados de históricos e de configurações, que por sua vez armazenam informações também dados atuais, incluindo tendências, alarmes, atividade do utilizador e informações de propriedade.

Se até aqui foi usado o termo *Automation Server* para designar as unidades principais de comunicação, processamento e controlo distribuído, numa ótica de projeto comum, é frequente encontrar o termo Quadro de Gestão Técnica (QGT). De facto, o termo QGT designa o invólucro e todos os componentes no seu interior, que fazem parte da comunicação, expansão de capacidades, processamento e alimentação. Um *Automation Server* ficará alojado e será o equipamento principal de um Quadro de Gestão Técnica (QGT), que incluirá outros dispositivos, equipamentos e acessórios ao próprio *Automation Server*.

O *Automation Server* será então o coração do sistema que executa funções chave, como a lógica de controlo, registos e tendências e supervisão de alarmes. Como já referido, um *Automation Server* pode funcionar como um servidor autónomo e controlar módulos de entradas/saídas e monitorizar e gerir dispositivos de campo. Numa pequena instalação, o *Automation Server* atua como um servidor *stand-alone* associado aos seus módulos de entradas / saídas num determinado painel. Em instalações de maiores dimensões, as funcionalidades são distribuídas por vários *Automation Server* que se interligam através de TCP/IP – o processamento distribuído potencia a inexistência de falhas de sistema e proporciona um interface de utilizador através de licenças locais de software e locais ou remotas através de *web browsers*.

Os *Automation Servers* definidos permitem a comunicação com uma ampla variedade de protocolos, dispositivos e servidores:

- Os *Automation Servers* permitem a comunicação direta (i.e. incorporam as diversas *Gateways* necessárias) com redes BACnet/IP, BACnet MS/TP, FTT-10 para redes LonWorks e Modbus RS-485 nas configurações mestre e escravo.

- O *Automation Server* e sua família de módulos de entradas e saídas foi projetado para atender as necessidades específicas de cada instalação. Relembra-se que dependendo da sua configuração, cada *Automation Server* pode controlar até 464 pontos de I/O[44].
- O *Automation Server* tem uma porta 10/100 Ethernet, duas portas RS-485, e uma porta de ligações I/O, além das duas portas USB[44] o que permite a atualização e interação com o *Automation Server* usando o Gestor de dispositivos.
- O utilizador pode entrar diretamente num computador de supervisão para programação, colocação em serviço, supervisão ou monitorização do *Automation Server*, bem como os seus módulos de entradas / saídas e outros dispositivos de campo. Os utilizadores também podem fazer backup manualmente ou restaurar o *Automation Server* para um local de armazenamento num PC ou rede - Os *Automation Servers* terão uma capacidade disponível de 4 GB de memória (aplicação e armazenamento de dados – backup)[44].

Um QGT integra também um conjunto (i.e. pelo menos uma) de fontes de alimentação que por sua vez fornece na sua saída uma tensão constante e estável de 24 VDC. Na entrada destas estará, de uma forma geral, uma alimentação a 230 VAC proveniente de uma rede socorrida ininterruptamente. Neste caso prático, os QGT serão alimentados na sua generalidade da rede UPS do edifício, estando ainda previstas UPS locais em casos específicos, onde a distância a estes quadros não seja justificada do ponto de vista técnico-económico.

As fontes de alimentação alimentam os *Automation Servers* e os todos os modelos de módulos de entradas/saídas. Este sistema modular gera a alimentação e as condições de comunicação no *bus* comum que interliga os diversos módulos.

A ligação dos vários módulos I/O de um *Automation Server* no interior de um QGT faz-se por ligação lateral entre eles quando encaixados devidamente na calha DIN. Refira-se ainda que um QGT deverá ter um espaço mínimo de reserva de pelo menos 20%, para futuras ampliações, pelo que isso deve ser tido em conta no projeto.

Para a definição da arquitetura, do número de pontos a integrar em cada QGT e no SGTC, e definição da quantidade de QGTs, elabora-se uma Lista de Pontos, onde são resumidas e

estruturadas as necessidades e forma de comunicação com os dispositivos e equipamentos pertinentes das instalações elétricas.

A definição do número e da localização dos Quadros de Gestão Técnica relaciona-se com a quantidade e a localização dos pontos a integrar no SGTC e portanto com a referida Lista de Pontos. Pretende-se por um lado uma localização tal que permita uma distância reduzida aos pontos a monitorizar/controlar, mas uma quantidade suficiente de pontos que justifique a contemplação de um QGT nas imediações ou destinado exclusivamente ou em grande parte a esse conjunto de pontos.

Para o desenvolvimento da Lista de Pontos referida é necessária a localização e caracterização dos mesmos. Note-se que a generalidade dos pontos a integrar no SGTC, estarão concentrados nas principais áreas técnicas destinadas para instalações técnicas das instalações elétricas, que por sua vez encontram-se em nichos especificamente desenhados para o efeito. A Figura 58 ilustra de uma forma indicativa o posicionamento das várias áreas técnicas (localização dos pontos principais das instalações elétricas).

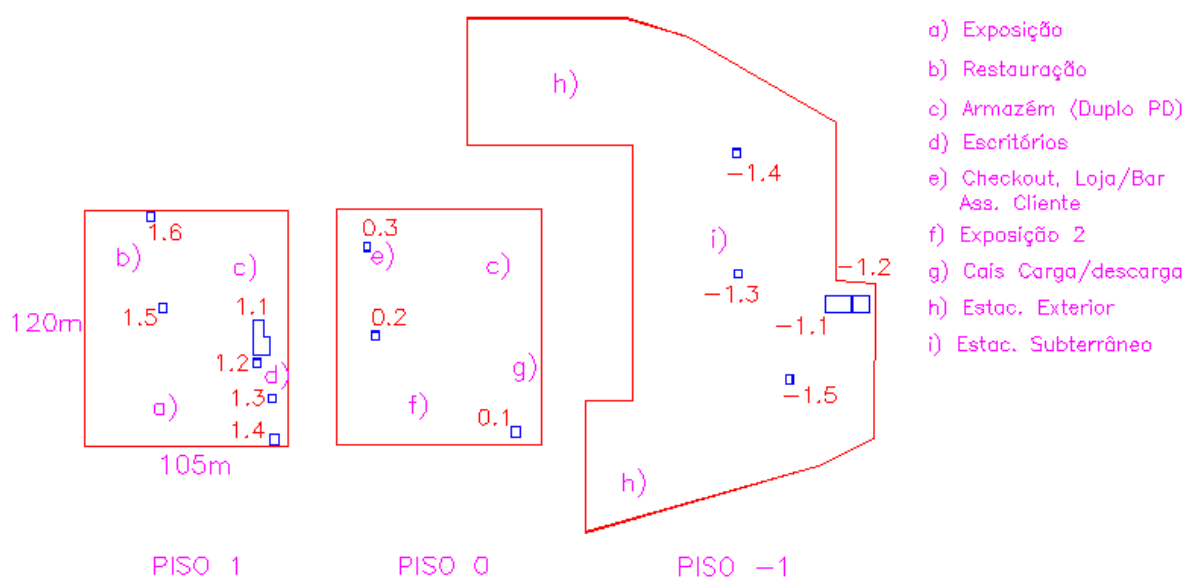


Figura 58 – Localização (azul) indicativa e identificativa das áreas técnicas nos diferentes pisos, com escala de referência na ilustração do piso 1 para compreensão das distâncias envolvidas.

De seguida apresenta-se a listagem dos equipamentos e sistemas presentes nas várias áreas técnicas, bem como as possibilidades de comunicação destes para integração (monitorização/controlo/gestão) no SGTC:

Piso-1

Zona Técnica -1.1

- Posto de Transformação e Seccionamento constituído pelas celas de média tensão do fornecedor de energia elétrica e do cliente e por 2 transformadores secos de 1000kVA;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativo à contagem e tarifas de energia em média tensão.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem das celas de Média Tensão.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativo aos alarmes e pré-alarmes de temperatura dos transformadores.
- Quadro Geral de Baixa Tensão;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé ou por telecomando (saídas digitais para o SGTC) no caso de dispositivos motorizados.
 - Dispositivos de Contagem e Análise de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).
- Bateria de Condensadores automática para ambientes poluídos de 500kVA;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos à monitorização do relé varimétrico.
- Quadro de Transferências de Carga 1 (QTC1) – Normal/Socorro;

- Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem de Baixa Tensão.
- Saídas a relé ou por telecomando (saídas digitais para o SGTC) no caso de dispositivos motorizados.
- Quadro de Transferências de Carga SEG (QTCSEG)– Socorro/Segurança;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem de Baixa Tensão.
- Quadro de Segurança (QSEG) – Segurança;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Dispositivos de Contagem e Análise de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).
- Transformador de Isolamento e Sistema de Controlo Permanente de Isolamento.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativo aos alarmes e pré-alarmes de temperatura do transformador.
 - Comunicação das informações em tempo real, alarmes e avarias em ModBus para o SGTC do sistema de controlo permanente de isolamento.

Zona Técnica -1.2

- Gerador de Socorro Canopiado de 800kVA (Potência em Stand-By);
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem de Baixa Tensão no Quadro do Grupo.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações e sinalizações de níveis do tanque de combustível, de avaria, de tensão baixa nas baterias, estado de funcionamento, entre outras.

- Possibilidade de comunicação da informação por protocolo, nomeadamente *ModBus*.
- Gerador de Emergência Canopiado de 400kVA (Potência em Stand-By);
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado e disparo da aparelhagem de Baixa Tensão no Quadro do Grupo.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações e sinalizações de níveis do tanque de combustível, de avaria, de tensão baixa nas baterias, estado de funcionamento, entre outras.
 - Possibilidade de comunicação da informação por protocolo, nomeadamente *ModBus*.

Zona Técnica -1.3

- Quadro do Piso -1; Quadro do Parque de Estacionamento 2; QApoio -1; QU-1.1.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado (generalidade) e disparo (apenas nos dispositivos de proteção contra sobreintensidades para alimentação a outros quadros no quadro de piso) da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Dispositivos de Contagem e Análise de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em *ModBus* para o SGTC).

Zona Técnica -1.4

- Quadro do Parque de Estacionamento 1.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.

- Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
- Dispositivos de Contagem de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Zona Técnica -1.5

- Quadro do Parque de Estacionamento 3.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Dispositivos de Contagem de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Piso 0

Zona Técnica 0.1

- Quadro do Piso 0; Quadro da Exposição 1; Quadro do Armazém; Quadro do Cais; Quadro do Carregamento de Baterias; Quadro UPS 0.3; Controlador Router DALI.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado (generalidade) e disparo (apenas nos dispositivos de proteção contra sobreintensidades para alimentação a outros quadros no quadro de piso) da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Comunicação do SGTC com o Router DALI diretamente pela rede estruturada (Ethernet I/O).
 - Dispositivos de Contagem e Análise de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Zona Técnica 0.2

- Quadro de Checkout; Quadro Bar e Loja; Quadro Apoio 0; Quadro UPS 0.2;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Dispositivos de Contagem de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Zona Técnica 0.3

- Quadro da Área de Assistência ao Cliente; Quadro UPS 0.1.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).

Piso 1

Zona Técnica 1.1

- Sala de Bastidores; Duas UPS *online* de dupla tecnologia, tipo torre, de 80kVA (Geral Edifício) e 40kVA (Servidos Informáticos/Servidor – Datacenter) com 30 minutos de autonomia respetivamente;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações e sinalizações do modo de funcionamento, de avaria, de tensão baixa nas baterias, entre outras.
 - Possibilidade de comunicação da informação por protocolo, nomeadamente ModBus.
- Quadro UPS do Servidor; Quadro Geral UPS.

- Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado (generalidade) e disparo (apenas nos dispositivos de proteção contra sobreintensidades para alimentação a outros quadros a partir do quadro geral UPS) da aparelhagem de Baixa Tensão.

Zona Técnica 1.2

- Quadro do Piso 1; Quadro da Exposição 2 ou Mercado; Quadro UPS 1.2. Quadro Apoio 1.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado (generalidade) e disparo (apenas nos dispositivos de proteção contra sobreintensidades para alimentação a outros quadros no quadro de piso) da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Dispositivos de Contagem de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Zona Técnica 1.3

- Quadro dos Escritórios; Quadro UPS 1.3; Quadro do Balneário; Controlador Router DALI.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado (generalidade) e disparo (apenas nos dispositivos de proteção contra sobreintensidades para alimentação a outros quadros no quadro de piso) da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Comunicação do SGTC com o Router DALI diretamente pela rede estruturada (Ethernet I/O).

- Dispositivos de Contagem de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Zona Técnica 1.4

- Quadro da Sala do Segurança;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.

Zona Técnica 1.5

- Quadro do Restaurante; Quadro da Cantina; Quadro UPS 1.1.
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas a relé (saídas digitais para o SGTC) para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).
 - Dispositivos de Contagem de Energia Elétrica (recolha dos dados e comunicação destes em ModBus para o SGTC).

Zona Técnica 1.6

- Quadro da Cozinha;
 - Contactos livres de potencial (entradas digitais para o SGTC) relativos às indicações de estado da aparelhagem de Baixa Tensão.
 - Saídas (digitais para o SGTC) a relé para comando de contactores (iluminação, deslastre de circuitos e de sub-barramentos).ou por telecomando no caso de dispositivos motorizados (deslastre de fornos de elevada potência).

Aos pontos localizados nas áreas técnicas apresentadas acrescentam-se os relacionados com os sistemas de transporte vertical de bens e pessoas (elevadores e escadas rolantes), bem como dispositivos de campo pontuais (sondas e sensores).

A Figura 59 constitui um extrato da Lista de Pontos elaborada, elemento principal de um projeto de SGTC e que se apresenta de forma completa no **ANEXO III** deste trabalho. Esta Figura demonstra a afetação de um QGT (QGT-1.2) a pontos localizados fora das áreas técnicas e pertencentes a outro tipo de instalações como é o caso das instalações de transporte vertical (que normalmente são integrados no âmbito das instalações elétricas gerais).

Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
	ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
PISO-1										
QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QPARQUE3	Quadro Eléctrico Parque 3	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=3) - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i (n=4) - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2		26				Circuito de Iluminação i (n=26) - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE3	"	Saída a Relé (NA)
QGT -1.2	26					Circuito de Iluminação i (n=26) - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2		1				Balboards - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE3	"	Saída a Relé (NA)
QGT -1.2	1					Balboards - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2			1			Luminosidade Exterior - Fachada Baixo	EL.	Exterior	Exterior	Sonda de Luminosidade Exterior
QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QAPOIO-1	Quadro Eléctrico Apoio -1	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=1) - Estado	EL.	QAPOIO-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i (n=3) - Estado	EL.	QAPOIO-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2		2				Circuito de Iluminação i (n=2) - Comando ON/OFF	EL.	QAPOIO-1	"	Saída a Relé (NA)
QGT -1.2	2					Circuito de Iluminação i (n=2) - Estado	EL.	QAPOIO-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU-1.1	Quadro Eléctrico UPS -1.1	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	2					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=2) - Estado	EL.	QU-1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	2					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=2) - Estado	EL.	QU-1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i (n=2) - Estado	EL.	QU-1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Estado de Funcionamento (Em Movimento)	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	Quadro Comando Elevador i	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Avaria Agrupada	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Alarme de Cabine	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Em Manutenção	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Porta Aberta	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.2		8				Elevador i (n=8) - Envio ao Piso de Saída (e.g. Aquando deslastre de cargas)	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto NA no Controlador

Figura 59 – Extrato da Lista de Pontos elaborada com destaque (vermelho) para pontos de dispositivos e equipamentos localizados fora das áreas técnicas apresentadas e que ficarão afetos ao QGT-1.2.

Repare-se que a elaboração da Lista de Pontos é um processo iterativo:

- A Figura 60 ilustra, em forma de exemplo, a incorporação das indicações nos quadros elétricos dos contactos de estado, disparo ou da saída a relé da aparelhagem dos quadros elétricos, constituindo também uma boa e importante prática de projeto. De

facto, este constitui o primeiro passo para a identificação dos pontos a integrar, facilitando a elaboração da Lista de Pontos apresentada mais à frente.

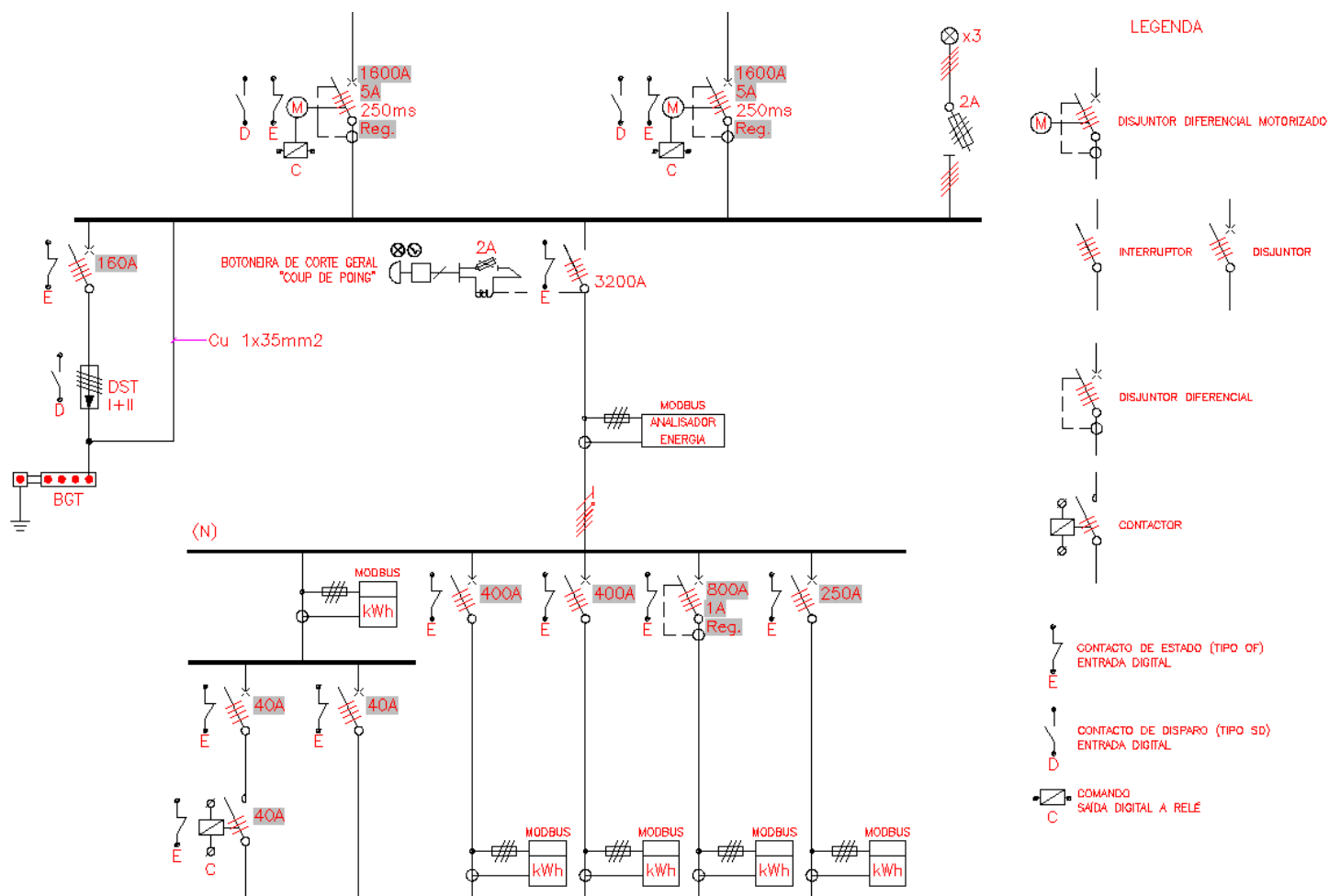


Figura 60 – Exemplo da incorporação no desenho de um esquema unifilar de um quadro elétrico dos pontos a integrar num Sistema de Gestão Técnica Centralizada.

- Procede-se à listagem de todos os pontos, caracterização e quantificação individual.
- A seguir agrupam-se os pontos com base na sua localização física em planta (os que estiverem num mesmo compartimento ou próximos serão afetos a um mesmo QGT).
- De acordo com a percentagem relativa dos pontos totais por piso procede-se à consideração provisória de um QGT no local onde se verifica a maior quantidade de pontos.

- De acordo com o número total de pontos agrupados em cada localização, e se estas estiverem distantes poder-se-á considerar um novo QGT para um 2º local. De acordo com a experiência do projetista, e para distâncias elevadas como é este caso prático (+-100m), um grupo localizado com mais de 80 pontos, justificará na maioria dos casos um QGT próximo, quer do ponto de vista económico (infraestrutura de cablagem e distribuição adicional, tempo de instalação e mão de obra) e técnico (facilidade de instalação, expansão futura e manutenção).
- Tomando como exemplo o piso 0 considerou-se justificável a existência de 2 QGTs:
 - Um localizado na Zona Técnica 0.1 (designado por QGT 0.2) que compreende: Quadro do Piso 0; Quadro da Exposição 1; Quadro do Armazém; Quadro do Cais; Quadro do Carregamento de Baterias; Quadro UPS 0.3; Controlador Router DALI.

- Totalidade de Pontos nessa área:

ED	SD	EA	SA	BUS
69	32	0	0	1

- Um 2º QGT (designado por QGT 0.2) localizado na Zona Técnica 0.2 que compreende: Quadro de Checkout; Quadro Bar e Loja; Quadro Apoio 0; Quadro UPS 0.2.

- Totalidade de Pontos nessa área:

ED	SD	EA	SA	BUS
65	32	0	0	1

- Pontos remanescentes localizados no piso 0:

- Escadas Rolantes (30m do QGT0.2 e a 110 do QGT0.1):

ED	SD	EA	SA	BUS
10	2	0	0	0

- Zona Técnica 0.3 (70m do QGT0.2 e 170m do QGT0.1): Quadro da Área de Assistência ao Cliente; Quadro UPS 0.1.

ED	SD	EA	SA	BUS
27	8	0	0	0

- Dado o relativamente reduzido número de pontos e a distância não muito elevada do QGT0.2, estes pontos são integrados na área de influência do QGT0.2.

Com base nas considerações tidas com a quantidade e a localização dos pontos a integrar no SGTC, e o processo iterativo subjacente à elaboração à Lista de Pontos, a localização dos QGTs será a apresentada na Tabela 8, perfazendo um total de 6 QGTs afetos às instalações elétricas.

Tabela 8 – Identificação e Localização dos QGTs afetos às instalações elétricas.

Designação do QGT	Localização Prevista	Total de Pontos (Indiferenciado - Parâmetro indicativo)
QGT-1.1	Zona Técnica -1.1	137
QGT-1.2	Zona Técnica -1.3	289
QGT 0.1	Zona Técnica 0.1	118
QGT 0.2	Zona Técnica 0.2	133
QGT1.1	Zona Técnica 1.2	160
QGT1.2	Zona Técnica 1.5	169

A partir das várias considerações e justificações apresentadas, temos que a arquitetura do sistema global será do tipo distribuído com múltiplos QGTs, sendo a comunicação e gestão suportada pela rede de telecomunicações estruturada do edifício. Como já apresentado, consideram-se nesta arquitetura dois níveis de comunicação que se constituem por:

- TCP/IP
 - A camada TCP/IP liga todas as instalações numa única Rede Alargada (WAN) isolada pelo *firewall* da instalação. Será a base para a comunicação por ModBus TCP/IP, Ethernet I/O (i.e. os dispositivos com Ethernet I/O oferecem entradas, saídas que comunicam por uma porta Ethernet numa rede IP), ligação a *web services* e outras funcionalidades do servidor para atividades de gestão e configuração.
- Nível de *Bus* de Campo para controladores
 - Controladores Modbus: O sistema deverá ser composto por um *bus* de campo ou mais de Modbus RTU (RS-485) geridos pelo controlador com função de servidor (Automation Server). A camada de *bus* de campo deverá ser composta por um máximo de 62 controladores para funcionamento do equipamento de medição da potência e de iluminação. No caso do Modbus TCP, a camada de *bus* de campo deverá ser composta por um máximo de 100 controladores para funcionamento do equipamento de medição da potência e de iluminação.
 - Controladores LonWorks não serão necessários para o caso das instalações elétricas, apesar de o *Automation Server* ser também nativo no que diz respeito a este protocolo e estes estarem ligados a controladores multi-protocolo das instalações mecânicas. No caso de existir uma futura necessidade destes controladores, o sistema deverá ser composto por um *bus* de campo ou mais do tipo LonWorks FTT-10A geridos pelo controlador com função de servidor (Automation Server). A velocidade mínima deverá ser 76,8 kbps. A camada de *bus* de campo deverá ser composta por um máximo de 64 controladores Lonworks com uma comunicação ponto a ponto e condicionada por eventos para funcionamento do equipamento de AVAC e de iluminação. Serão aceites até 30 controladores TAC Xenta adicionais. O cabo seria o Belden 8471.
 - Controladores BACnet não serão necessários para o caso das instalações elétricas, apesar de o *Automation Server* ser também nativo no que diz respeito a este protocolo e estes estarem ligados a controladores multi-

protocolo das instalações mecânicas. No caso de existir uma futura necessidade destes controladores, o sistema deverá ser composto por um *bus* de campo ou mais do tipo BACnet MS/TP geridos pelo controlador com função de servidor (Automation Server). A velocidade mínima deverá ser 76,8 kbps. A camada de *bus* de campo será composta por um *bus* de passagem de RS485 que suporta até 50 controladores para funcionamento do equipamento de AVAC e de iluminação. O cabo seria o LiYCY 2x1mm².

O **ANEXO IV** inclui o diagrama da arquitetura de SGTC desenvolvido pelo autor deste trabalho para o caso específico. Repare o leitor na interligação dos QGTs e nas formas de comunicação com os diversos pontos afetos. Tanto a consulta deste desenho como da Lista de Pontos deve ser feita de forma atenta por parte do leitor para uma compreensão facilitada da articulação das diferentes peças de um projeto de SGTC do ponto de vista do engenheiro eletrotécnico projetista.

Refira-se que para o dimensionamento e medição das cablagens associadas a cada canalização de comando e monitorização de estados a partir dos módulos I/O do *Automation Server*, observaram-se os seguintes critérios:

- Consideração das Entradas Digitais (ED) da Aparelhagem de forma individual ou de um conjunto, quando estas se encontram num mesmo Quadro Elétrico;
- Recurso a cabos do tipo Ölflex Classic 110 (numerados para uma maior facilidade de identificação dos terminais de ligação) de secção 0,75mm² para as entradas e com número de condutores igual à soma das entradas digitais, a que se adiciona 1 unidade para o comum da canalização a 24V;
- Consideração das Saídas Digitais (SD) da Aparelhagem de forma individual ou de um conjunto, quando estas se encontram num mesmo Quadro Elétrico;
- Recurso a cabos do tipo Ölflex Classic 110 (numerados para uma maior facilidade de identificação dos terminais de ligação) de secção 1mm² para as saídas e com número de condutores igual à soma das saídas digitais, a que se adiciona 1 unidade por cada 5 saídas, para o(s) comum(ns) da canalização a 24V;

- A escolha de uma secção mais elevada para as saídas digitais, justifica-se pelo facto de que estas estão normalmente associadas a maiores correntes de serviço. Além disso, a distinção entre secções também efetuada para mais fácil distinção em obra dos cabos destinados às entradas e saídas digitais;
- Se apenas existir uma saída digital num conjunto de pontos a integrar no SGTC além de entradas digitais, considera-se a sua inclusão no cabo de “recolha” das entradas, acrescentando ao número destas e do seu comum, a saída digital com um comum independente (número de condutores do cabo: número de ED + Comum ED + SD + Comum SD);
- Para facilitar o projeto, as medições e o comissionamento, consideram-se as seguintes possibilidades de escolha do número de condutores dos cabos referidos, procedendo-se ao arredondamento para o dígito superior quando a soma de condutores não coincide com os cabos designados ou se pretende fornecer condutores de reserva ao cabo (boa prática): Ölflex 4xS; 7xS; 12xS; 18xS; 25xS; 36xS, em que S corresponde à secção dos condutores do cabo respetivo – 0,75mm² para entradas e 1mm² para saídas;
- Para uma maior facilidade de execução, não se considerou cabos com um número de condutores superior a 36. Assim permite-se uma maior flexibilidade na sua instalação, bem como uma maior sectorização e acesso a condutores específicos;
- Para a ligação a dispositivos ou equipamentos que constituem entradas analógicas como os de campo (e.g. sondas de luminosidade) considerou-se um cabo do tipo blindado LiYCY 2x1,5mm²;
- Para a ligação a dispositivos ou equipamentos com protocolo de comunicação ModBus RTU (e.g. contadores e analisadores de energia) considerou-se um cabo do tipo blindado Belden 3106A – linha de BUS em alternativa à solução comum de um cabo LiYCY de 2 ou 3 condutores devido às suas melhores características de transmissão e imunidade a interferências eletromagnéticas;
- Observaram-se os critérios de queda de tensão para as canalizações que constituíam o pior caso (corrente x distância), de forma a assegurar o cumprimento de limites quedas de até 5% e o tempo de corte da proteção contra sobreintensidades. De facto,

as secções escolhidas tanto para as entradas e saídas têm em conta a grande dimensão do centro comercial – grandes distâncias a percorrer para a integração de pontos “mais dispersos”;

- Avaliou-se o impacto da instalação destes cabos nos caminhos de cabos de correntes fracas existentes, na necessidade de integrar pontos de quadros longe do *Automation Server* afeto. O resultado dessa avaliação revela a não necessidade de sobredimensionar os caminhos de cabos existentes no projeto de instalações elétricas anterior.

Como exemplo de interpretação e de forma a mostrar algumas particularidades e após a apresentação dos princípios de dimensionamento subjacentes, descreva-se o extrato do diagrama do referido **ANEXO IV**, apresentado na Figura 61:

- Optou-se por colocar o servidor do SGTC na sala de bastidores (devidamente climatizada e com um nível de segurança mais adequado). Sendo este o *Enterprise Server* já apresentado, a *workstation* e a *webstation* servem como uma extensão do *Enterprise Server* no que diz respeito ao acesso da informação e gestão da instalação.
- O QGT1.2 localiza-se na zona técnica 1.5 (que contém o Quadro do Restaurante; Quadro da Cantina; Quadro UPS 1.1) e portanto próximo da maioria dos pontos a integrar na sua área de influência.
- Existe uma linha de *bus* (ModBus Serial através do cabo Belden 3106A) que liga os contadores de energia localizados no quadro do restaurante (QREST) e no quadro da cozinha (QCOZ) – dispositivos escravos face ao *Automation Server* localizado no QGT1.2 (mestre).
- O *Automation Server* do QGT serve como *Gateway*, “traduzindo” os dados de ModBus Serial para ModBus TCP/IP e transmitindo para o *Enterprise Server*.
- Os cabos blindados do tipo Ölflex encontram-se dimensionados segundo a metodologia referida. Tomando como exemplo a ligação dos pontos do QCANT ao QGT, repare-se que na Lista de Pontos do **Anexo III**, é possível verificar que se tem 14 ED e 7 SD. Assim, e de acordo com as considerações apresentadas, teremos de ter um cabo para as entradas digitais de pelo menos 14+1 (n entradas mais 1 comum)

condutores e de 7+2 (1 comum por cada 5 saídas) condutores para as saídas. De acordo com o número de condutores padrão a utilizar temos então um cabo Ölflex de 18 condutores para as entradas e de 12 condutores para as saídas. Note-se que é boa prática a existência de um número de condutores de reserva, o que se consegue de uma forma geral, através da metodologia seguida (3 nas entradas (18-15) e 3 nas saídas (12-9)).

- Note-se por exemplo que devido ao número elevado de ED do QREST (45) e à definição nas considerações de projeto que o limite máximo de condutores a utilizar seria 36 por cabo, considerou-se um cabo de 36 e um outro de 25, de forma a facilitar a instalação. Neste caso em particular sobre dimensionou-se o número total de condutores devido a questões relacionadas com o elevado número de reservas não equipadas do quadro elétrico que prevê por sua vez a possibilidade de incorporação de alimentações a diversos novos equipamentos ainda a definir.
- A alimentação UPS ao QGT é realizada pelo quadro QU1.1 que por sua vez está na área de influência do QGT1.2. A alimentação UPS será sempre realizada por uma quadro UPS “monitorizado” pelo QGT respetivo, ou na falta deste, por uma UPS local.

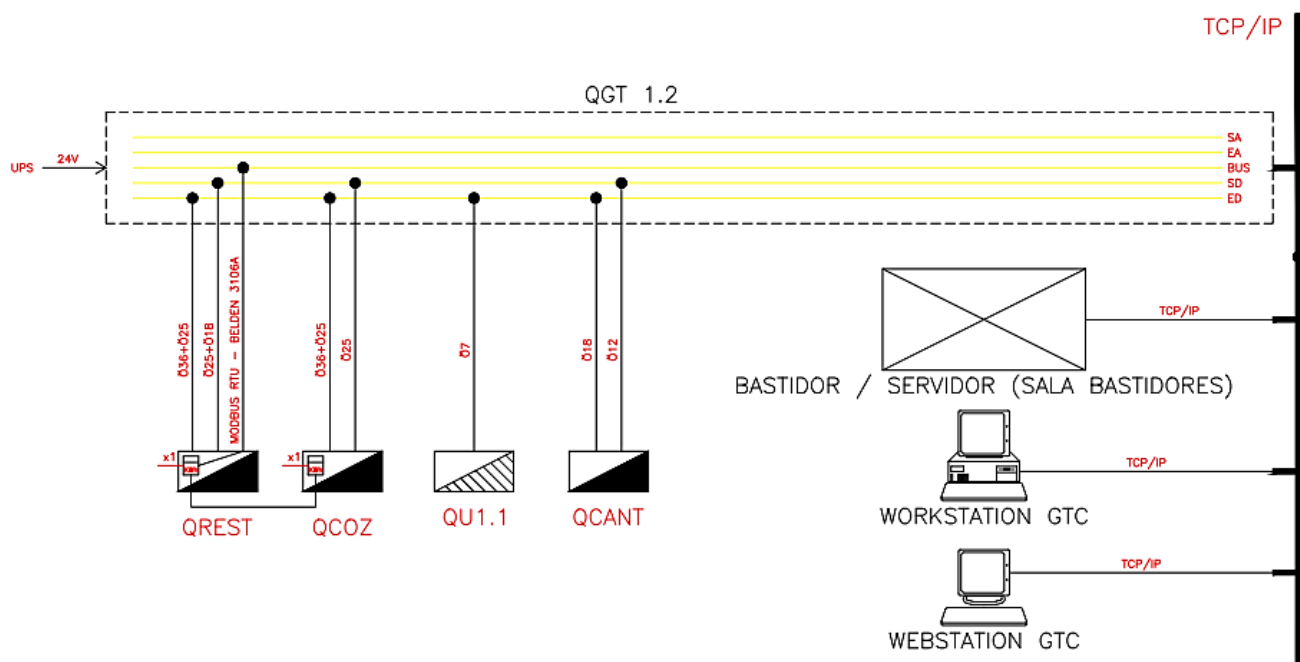


Figura 61 – Extrato do Diagrama de Sistema de Gestão Técnica Convencional.

4.4. PROJETO DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA INTEGRANDO *SMART PANELS*

Como referido no início deste trabalho, este capítulo abordará a reformulação do projeto anterior visando a integração de *Smart Panels* no SGTC afeto às instalações elétricas. Ou seja, com base no projeto anterior, proceder-se-á à realização das considerações e otimizações necessárias para a correta implementação do sistema de comunicação Enerlin'X, tendo ainda em conta a possibilidade de manutenção e preservação de pontos comuns (equipamentos, pontos a integrar, etc) entre os dois projetos para uma mais justa e objetiva comparação no capítulo seguinte.

Para uma abordagem específica ao desenvolvimento do projeto em causa e para uma melhor compreensão do papel dos dispositivos, da relação entre eles e das considerações do projetista, apresenta-se na Figura 62, um resumo dos dispositivos e acessórios principais já apresentados no capítulo 3, com uma descrição complementar, estruturada e aplicada a caso prático:



Figura 62 – Aparelhagem e dispositivos integrantes do catálogo *Smart Panels*.

Pela ordem de apresentação dos dispositivos e acessórios principais da Figura 62 referida, temos:

- 1 - Servidor de Energia;
- 2 e 3 – Consolas Locais;
- 4– Interface IFE; IFE+Gateway;
- 5 –Acti 9 Smartlink Ethernet com Gateway ModBus RTU-TCP;
- 6- Acti 9 Smartlink ModBus;

- 7 – Módulo de Interface ModBus (IFM) ;
- 8 – Módulo de entradas saídas (módulo I/O) ;
- 9 α e 9 β – Medidores e Analisadores de energia dedicados;
- 10 – Aparelhagem não modular com possibilidade de medição e análise de energia integrada;
- 11 – Contactos Auxiliares para possibilitar a monitorização da aparelhagem modular;
- 12 – Cabos pré-conectorizados para ligação da aparelhagem modular ao Smartlink;
- 13- Módulo BCM (Masperpact) ou BSCM (NSX) para permitir a comunicação da informação de monitorização do dispositivo;
- 14 – Cabo ULP com terminais ULP para ligação do Módulo BCM ou BSCM a uma interface IFE, IFE+Gateway ou IFM.

Centrando-nos agora no caso do projeto de um quadro apenas com aparelhagem modular efetuar-se-á a reformulação a partir do projeto convencional anterior apresentado, descrevendo-se as considerações efetuadas.

Para uma melhor compreensão da metodologia e desenvolvimento deste tipo projeto, proceder-se-á à descrição aplicada ao caso de estudo, da gama de aparelhagem modular Acti 9, especialmente desenhada para a monitorização, controlo e medida da aparelhagem modular do quadro elétrico. Assim será facilitada a compreensão do projeto deste “subprojecto” tipo, que compõe em grande parte os quadros elétricos da instalação, procedendo-se de seguida à articulação com o restante projeto, unificando-o.

Recorde-se que o principal objetivo do sistema Acti9 é a simplificação da ligação de cada dispositivo modular à rede de comunicação, economizando cablagem e tornando este processo mais seguro e fácil através de cabos pré-conectorizados.

A aparelhagem Acti9 inclui uma vasta gama de dispositivos, desde os disjuntores iC60, os interruptores iSW, os interruptores diferenciais iID, contactores iCT entre outros. A Figura 63 lista a gama Acti9 atualmente disponível no catálogo do fabricante.



Figura 63 – Gama de Aparelhagem (modular) Acti 9.

Além da aparelhagem Acti9 apresentada, para a recolha de informação relativa à monitorização é necessária a consideração de contactos auxiliares. São estes contactos auxiliares que possibilitam a aferição de mudanças de estado e da ocorrência de disparos. Refira-se também, que a aparelhagem Acti9 possui conjuntos de contactos auxiliares especialmente desenhados para a simplificação das ligações ao equipamento de recolha de informação. Por exemplo, num mesmo aparelho – contacto auxiliar iOF24+SD24 (destinado a disjuntores e interruptores nas versões diferenciais ou não) – tem-se os contactos OF (estado) e SD (disparo), enquanto o contacto iACT24 (destinado a contactores) possui incorporados o contacto de estado e a saída de comando do relé do contactor.

Note-se que isto tem a ver precisamente com o objetivo de utilização de cabos pré-fabricados e pré-conetorizados que simplificam e garantem uma ligação segura e “sem erros” entre a aparelhagem modular Acti 9 e o equipamento que possibilitará a recolha dos dados individuais e comunicação e disponibilização destes ao utilizador (Figura 62 – 5, 6, 11 e 12).

O equipamento chave, de recolha e comunicação dos dados provenientes da aparelhagem modular e de possíveis contadores existentes que comunicam por impulsos ou ModBus, ao sistema de gestão e utilizador, é o já descrito Smartlink. Este equipamento assume-se de uma forma simplista, como uma barra de ligação e comunicação com possibilidade de integração de entradas e saídas digitais, analógicas e comunicação por ModBus e/ou Ethernet.

Seguindo a lógica e filosofia do fabricante, descrita na Figura 40 (capítulo 3), a aparelhagem faz parte da fase de “Medição”, sendo o Smartlink integrador da fase “Conectar/Ligar/Comunicar”, possibilitando que os dados recolhidos ao nível da medição energética e monitorização da própria aparelhagem sejam enviada para a fase “Gerir”, onde os dados são transformados em informação útil, apresentados e utilizados para a realização de ações sobre a instalação e para o próprio planeamento.

Como já descrito, existem duas versões do Acti 9 Smartlink: o Acti 9 Smartlink Modbus e o Acti 9 Smartlink Ethernet. Estes diferem no número de módulos de entradas e saídas digitais, possibilidade de integrar entradas analógicas e de comunicar em TCP/IP além do protocolo ModBus.

A Figura 64 resume e ilustra os componentes necessários para realizar o desenho aplicado de um quadro apenas com aparelhagem modular, enquanto a Figura 65 descreve o posicionamento relativo e as ligações entre os componentes, recorrendo ao exemplo de ligação de aparelhagem modular diversa onde são acoplados os contactos auxiliares, que por sua vez são ligados através dos cabos pré-conectorizados à versão ModBus do Acti 9 Smartlink.

Notar que cada um dos canais do Smartlink recebe um conector designado por “Ti24”, que é constituído por 5 pinos: O 1 e o 5 correspondem à alimentação a 24VDC; o 2 e o 3 permitem ligar até duas entradas digitais, sendo o pino 4 responsável pela comunicação de uma saída digital a partir do *Smartlink* para o dispositivo. O canal para sinal analógico na versão Smartlink Ethernet permite até 2 entradas.

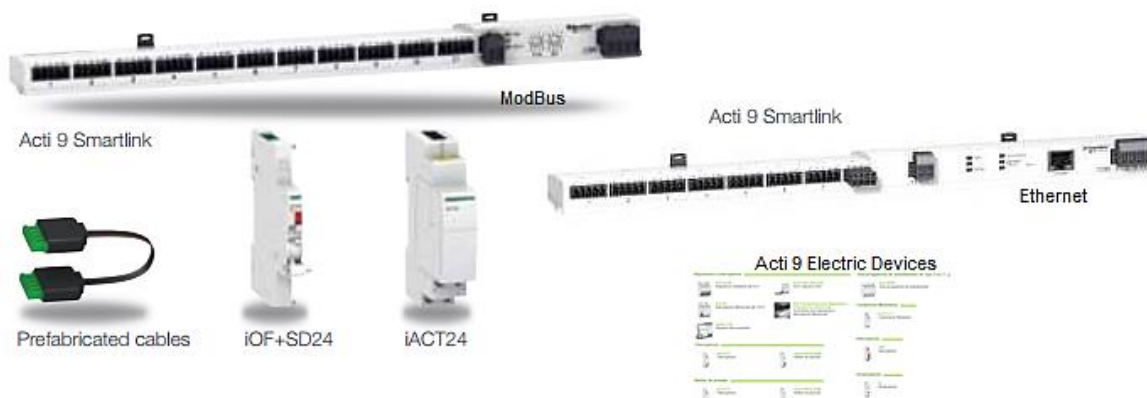


Figura 64 – Componentes do sistema Acti 9 necessários ao projeto.

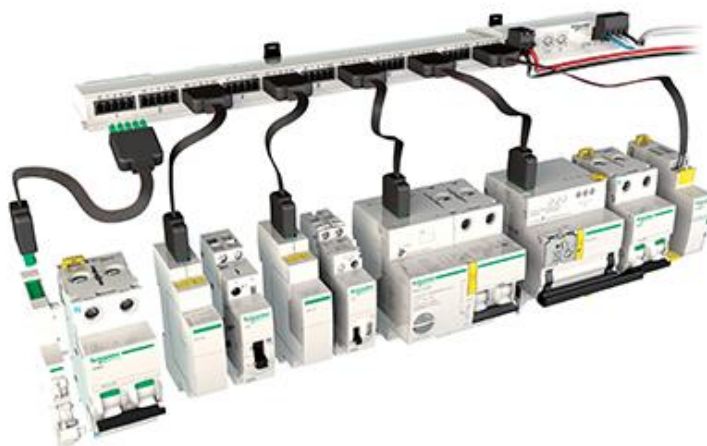


Figura 65 - Posicionamento relativo e as ligações entre os componentes.

Concretizando a aplicação ao caso de estudo, representado na Figura 66 o exemplo do projeto do “Quadro do Parque de Estacionamento 1”, é possível verificar e compreender a relação entre os componentes auxiliares de monitorização acoplados à aparelhagem Acti9, a sua ligação aos equipamentos de recolha e comunicação da informação ao utilizador através da Ethernet:

- Existe uma alimentação a 24VDC a todos os elementos ativos principais, que tem origem no próprio quadro. Este é um quadro onde não é importante, no caso de falha de energia, que os equipamentos responsáveis por deslastes e controlo da iluminação se mantenham ativos de modo a retirar equipamentos de elevada potência existentes para permitir o arranque do grupo gerador (no arranque do grupo, a soma das potências individuais do quadro do ponto de vista do grupo de 800kVA é pouco significativa).

No caso de ser exigido um deslastre no caso de falha de rede, de modo a reduzir a carga total no arranque do grupo, estes equipamentos serão alimentados pela rede UPS do edifício ou por UPS locais, à semelhança do que acontece no projeto convencional.

- Toda a aparelhagem a monitorizar é modular, pelo que é possível a ligação de módulos que contêm os contactos auxiliares aos Smartlinks.

Note-se que o Smartlink permitiria também a ligação a qualquer entrada/saída (I/O) de campo (que não seja relativa à aparelhagem).

Os Smartlinks deverão ser em número suficiente de modo a garantir que toda a aparelhagem de interesse pode ser interligada para monitorização (é ainda boa prática a reserva de alguns – pelo menos 10% - de conectores TI24). Neste quadro existem 15 aparelhos a monitorizar, pelo que tendo a versão Smartlink ModBus 11 possibilidades de ligação através do uso dos cabos pré-conectorizados, seria necessária outro equipamento similar (+11 no caso do Smartlink ModBus ou +7 no Smartlink Ethernet).

Neste caso recorreu-se à versão Smartlink Ethernet, para recolher os dados da restante aparelhagem “em falta”, bem como para servir de *Gateway* ModBus RTU – ModBus TCP.

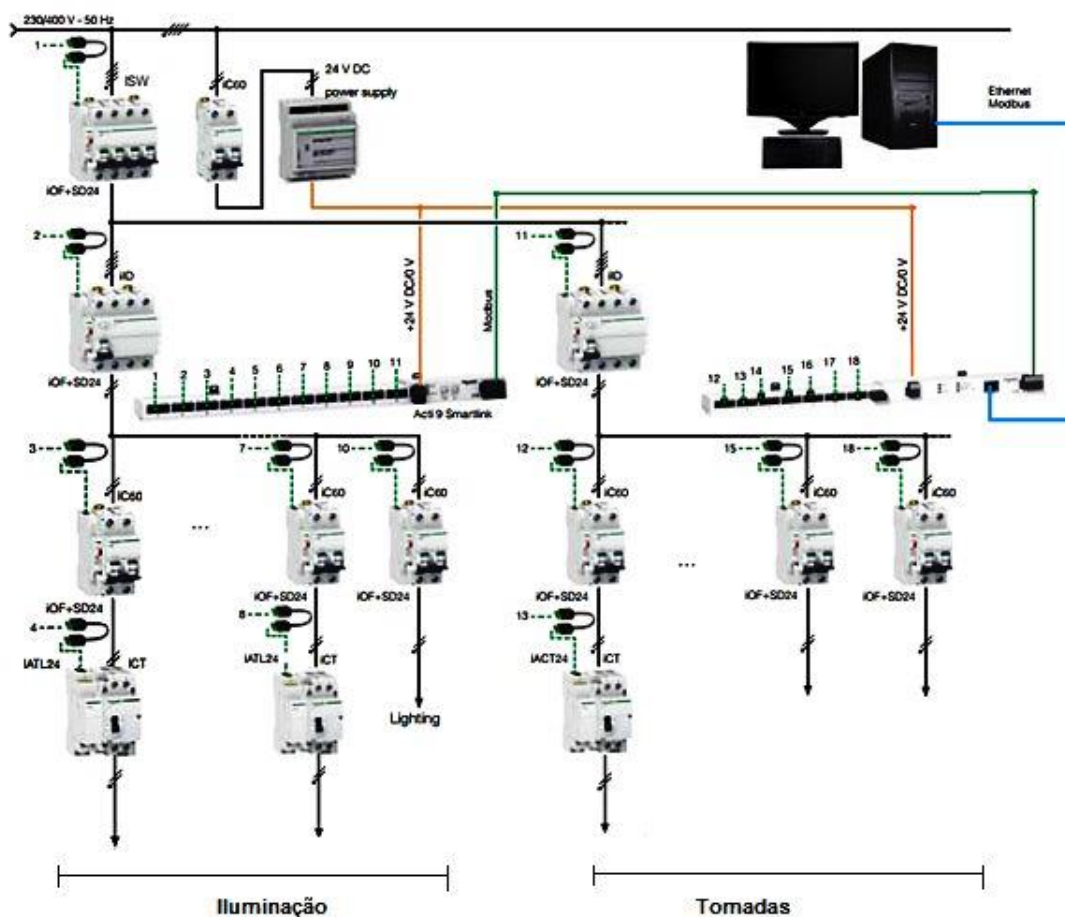


Figura 66 – Diagrama parcial de ligações do “Quadro do Parque de Estacionamento 1”.

Note-se que numa estrutura de grandes dimensões, a quantidade de informação assim como o número de dispositivos é bastante elevado, pelo que uma arquitetura apenas baseada em ModBus RTU (com múltiplos dispositivos mestre e escravo), podem surgir problemas de velocidade, fiabilidade e custos, dado que se torna mais complicada de implementar e gerir.

A principal justificação para a utilização de uma *gateway* ModBus RTU – ModBus TCP, ou seja da rede Ethernet do edifício, normalmente a cableada, tem a ver com a possibilidade de transmitir uma grande quantidade de informação movida, a elevadas velocidades, de forma fiável e segura numa estrutura já existente, em protocolo aberto, possibilitando ainda a ligação e comunicação do sistema Enerlin'X com vários os serviços da Web, nomeadamente os da Schneider Electric.

De facto, a filosofia subjacente aos *Smart Panels* considera que a fase de “conectar/ligar/comunicar”, que interliga as fases de “medição” e de “gestão” deve se basear na rede Ethernet – Figura 67.

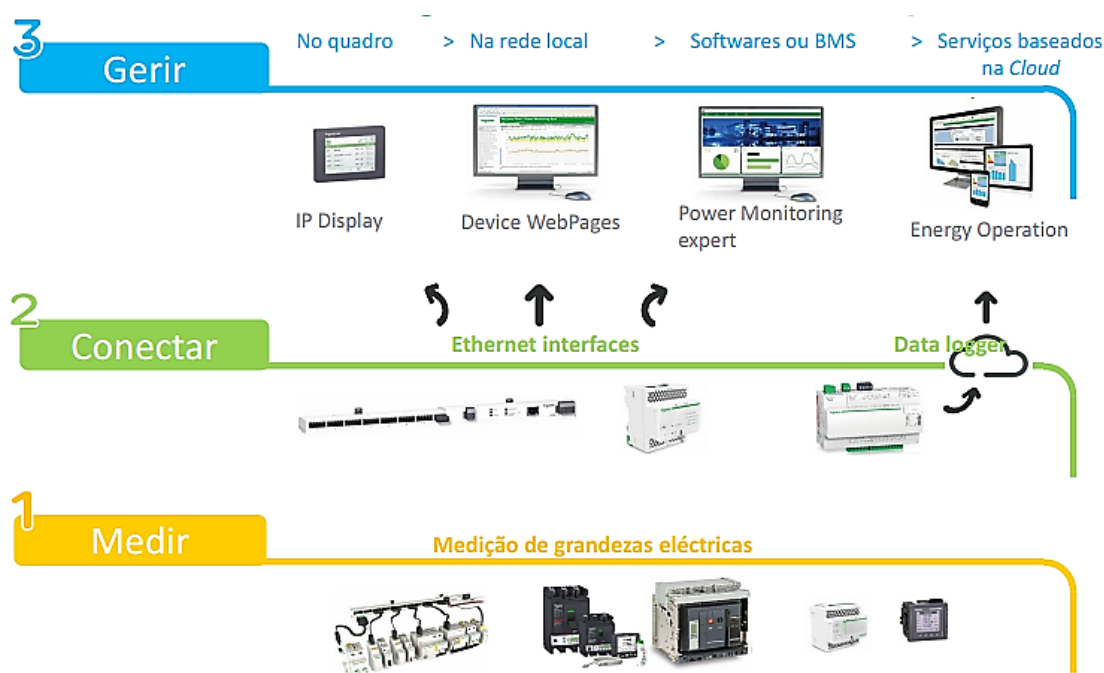


Figura 67 – Fases da filosofia subjacente aos *Smart Panels*, onde se destaca a importância atribuída à previsão da utilização da Ethernet para a obtenção do proveito máximo do sistema[54].

A existência de soluções de comunicações – baseadas no sistema Enerlin'X – simultaneamente especializadas e integradas são facilitadoras da ligação disponível,

permanente, rápida e fiável a plataformas de gestão de energia, que recebem a informação recolhida pelos vários aparelhos de medição e monitorização.

Como já apresentado, existem serviços Web especialmente desenvolvidos para visualizar, modificar e gerir, remotamente ou na Ethernet local, páginas de monitorização, configuração, planeamento, entre outras.

Se a utilização da Ethernet (protocolo *ModBus TCP*) é principalmente destinada à interligação entre a Fase 2 e 3 da Figura 67, o sistema Enerlin'X assenta fortemente no *ModBus RTU (RS-485)* nas Fases 1 e 2.

A comunicação em *ModBus RTU* entre aparelhagem, dispositivos e equipamentos, permite a realização da larga maioria das ligações e comunicações, mesmo de quadros diferentes (mas normalmente numa mesma área técnica), a um custo bastante mais reduzido (comparativamente com a comunicação Ethernet integral de todos os dispositivos), embora a sua utilização principal seja a comunicação entre aparelhagem no interior do quadro elétrico. As razões prendem-se além disso com a simplicidade da sua implementação, a facilidade de integração com outras tecnologias e por outro, à existência de uma base muito forte de suporte à sua utilização e desenvolvimento, de que é exemplo a Schneider Electric.

Deve-se notar no entanto, que sendo a finalidade a comunicação dos dados recolhidos, através da Ethernet, para o sistema de gestão e das ações a executar no sentido contrário, a dependência de um número muito limitado de *Gateways (ModBus RTU – ModBus TCP)*, pode levar à perda de informação total de um grupo de dispositivos em caso de avaria de uma *Gateway*, bem como se deve ter em atenção o número máximo de escravos ligados a um Mestre e o tráfego de informação associado.

O sistema Enerlin'X integra ainda o sistema ULP (*Universal Logic Plug*), também já abordado anteriormente. Este é implementado pelo fabricante para operação apenas no interior dos quadros, exclusivamente para o estabelecimento de uma comunicação de alta velocidade, fiável e segura no que diz respeito à supervisão e controlo de disjuntores (nomeadamente os não modulares – abordado em maior detalhe de seguida) e outra aparelhagem.

Repare-se que o exemplo da Figura 66 trata do caso particular de um único quadro elétrico. Com base no que foi anteriormente apresentado, e tendo agora como exemplo deste projeto

o “Quadro do Parque de Estacionamento 2”, que se encontra numa mesma área técnica (Zona Técnica -1.3 – ver subcapítulo anterior) com outros quadros (Quadro do Piso -1, QApoio -1 e QU-1.1), a filosofia adotada foi diferente, com vista à redução de custos, pela realização da maioria das comunicações em ModBus RTU, mesmo entre quadros, existindo um número reduzido, (não comprometedores na fiabilidade e velocidade) de Gateways Ethernet.

A título de exemplo ainda de um único quadro, a Figura 68 ilustra a opção seguida para o caso do “Quadro do Parque de Estacionamento 2”, que possui uma constituição em tudo similar à do “Quadro do Parque de Estacionamento 1”. Contudo, tendo agora os quadros adjacentes procede-se à escolha de uma única gateway Ethernet num quadro elétrico, substituindo-se o Smartlink Ethernet pela versão ModBus de modo a baixar os custos do sistema e ainda a aumentar o número de entradas Ti24 disponíveis neste quadro.

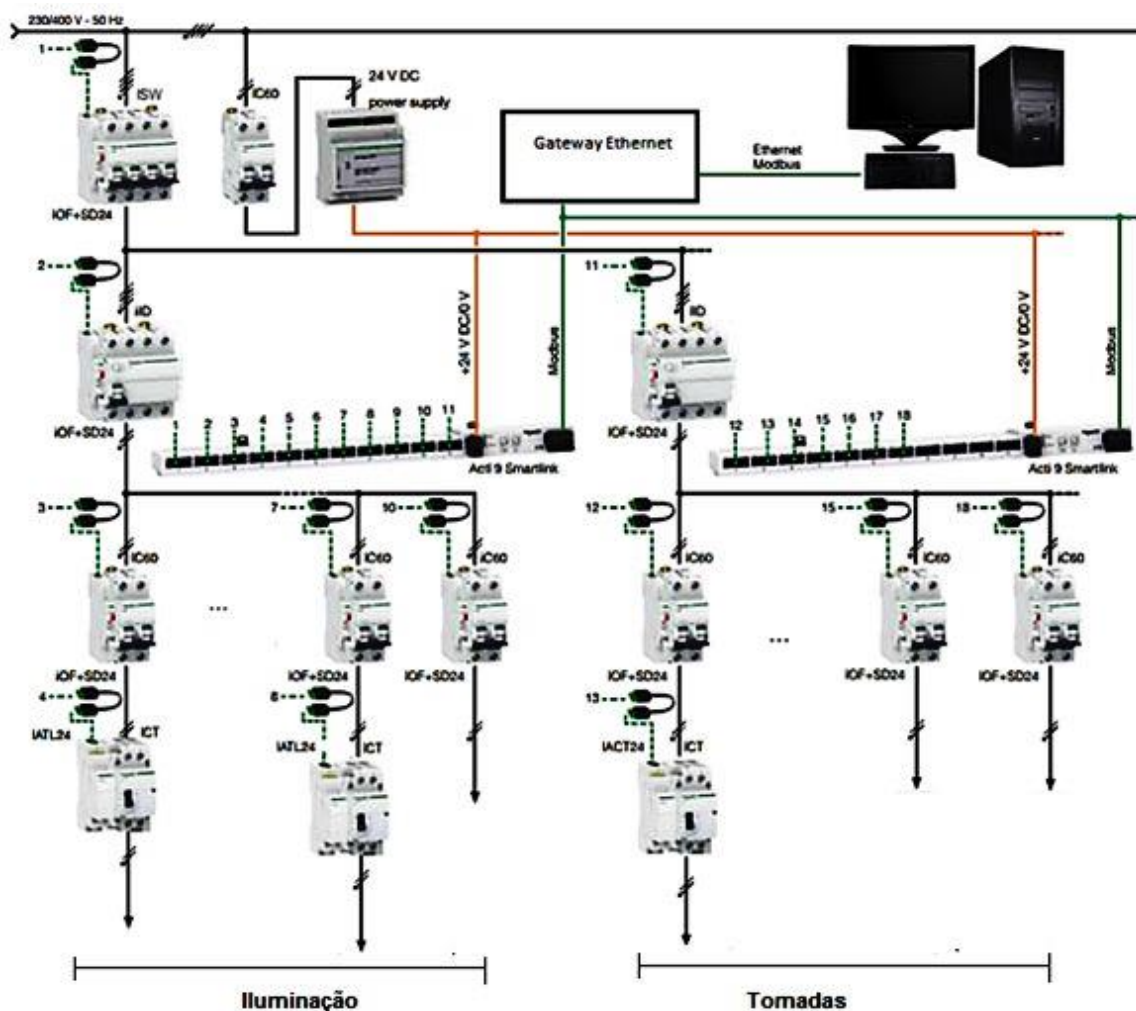


Figura 68 - Diagrama parcial de ligações do “Quadro do Parque de Estacionamento 2”.

Neste exemplo, foi considerada em substituição do Smartlink Ethernet, o Smartlink ModBus:

- A versão Smartlink Ethernet – ModBus RTU (Mestre) para ModBus TCP permite a disponibilização direta neste último protocolo, da informação relativa ao grupo de até 7 entradas e saídas correspondentes ao número conectores ligadas à aparelhagem modular do tipo Acti 9. Além disso, em relação à versão Smartlink ModBus, disponibiliza um conector para ligação para entradas analógicas;

O Smartlink ModBus, atua sempre como um dispositivo escravo em ModBus RTU, não tendo a capacidade de atuar como um *gateway* RTU/TCP e assim não permitindo a ligação à rede estruturada.

Contudo, a integração de um maior número de conectores TI24 (11 vs 7) aliado a um custo significativamente inferior (40%) à outra versão[61], a não necessidade de neste caso prático existirem entradas analógicas a integrar, tornam a versão ModBus como a base principal de recolha e comunicação dos pontos relacionados com a monitorização da aparelhagem modular (entradas e saídas digitais – que constituem uma grande parte dos pontos a integrar num quadro elétrico) e da monitorização de energia (em ModBus RTU).

- A interface/*Gateway* Ethernet será realizada num outro equipamento que possua as funcionalidades de ModBus Mestre + *Gateway* ModBus RTU/TCP e que estará localizada num outro quadro elétrico justaposto a este na mesma área técnica.
- A Figura 69 ilustra a arquitetura parcial do SGTC afeto às instalações elétricas com base em *Smart Panels* da zona técnica -1.3, de onde se pode observar o seguinte:
 - Optou-se pela versão ModBus dos Smartlinks dos Quadros “QAPOIO-1”, “QU-1.1” e “QPARQUE2”, que recolhem os dados da aparelhagem (entradas digitais) e transmitem ações para esta (saídas digitais) através dos conectores TI24 (até 11 em cada Smartlink);
 - Os contadores de energia comunicam também em ModBus com os Smartlink, existindo então um *Bus* para os contadores (tipo iEM3100);
 - O módulo IFM é utilizado como *Gateway* ULP/ModBus RTU na ligação ao interruptor não modular (gama NSX) do Quadro de Piso -1;

- No interruptor modular é incorporada uma unidade Micrologic do tipo 2.0H, de forma a integrar a função de analisador de energia, evitando o recurso a analisadores externos. No entanto ele é explicitado no diagrama de forma a se perceber (sem ou com recurso à consulta dos esquemas unifilares) que existe essa funcionalidade e que pode ser integrada na própria aparelhagem.
- Todos estes dispositivos referidos nos pontos anteriores, são escravos no protocolo ModBus RTU. O Smartlink Ethernet do “QP-1” assumirá a função quer de dispositivo mestre no protocolo ModBus RTU, quer de *Gateway* Ethernet.

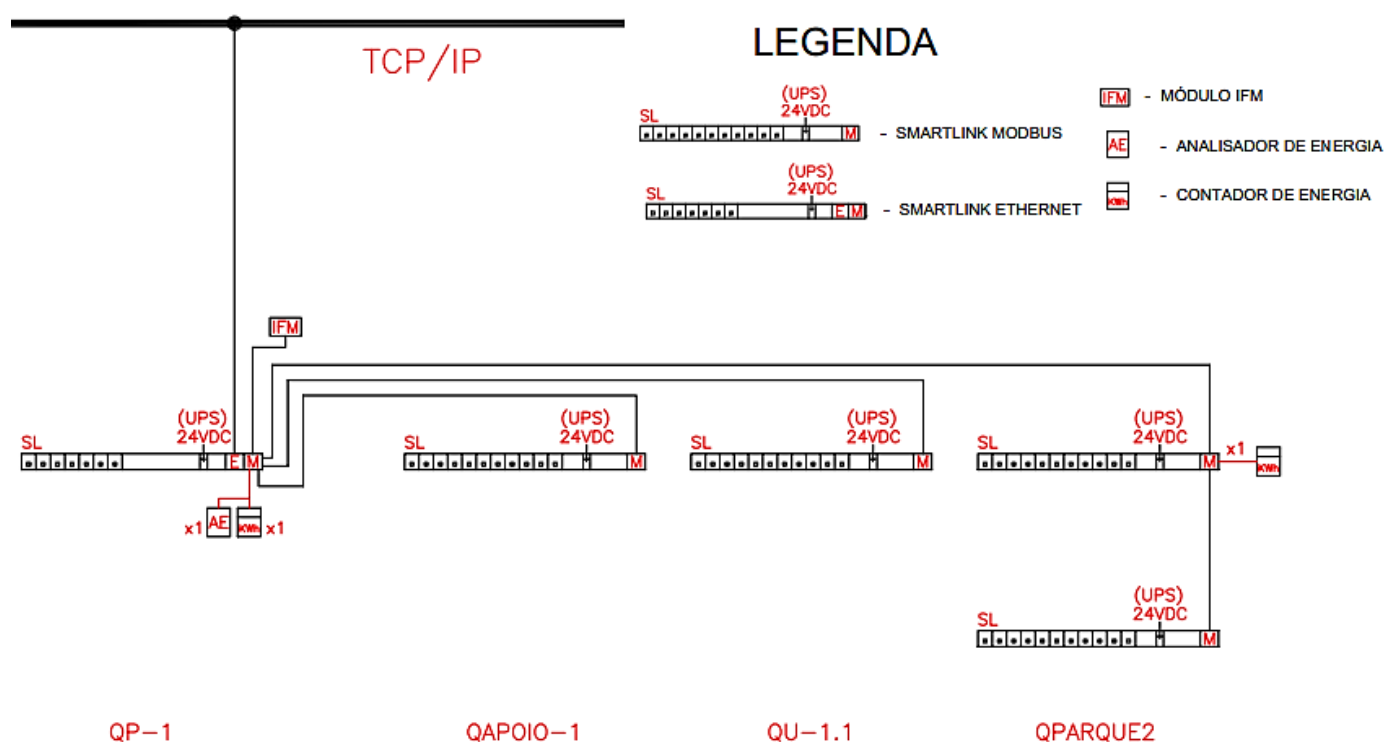


Figura 69 – Extrato dos pontos da zona técnica -1.3, do diagrama da arquitetura geral do SGTC afeto às instalações elétricas com base em *Smart Panels*

Assim, repare-se que a comunicação pela rede estruturada das diversas informações (relacionadas com a energia e a própria instalação elétrica) terá ao invés de *Automation Servers* – equipamentos (externos ao quadro) providos de módulos de entradas e saídas, nativos em e que atuam como *Gateways* para diversos protocolos e que possibilitam uma ligação facilitada à rede estruturada (permitem fazer a “ponte” entre protocolos, bem como

meios físicos de transmissão) e com funcionalidades de servidor – dispositivo integrado no quadro que serve como gateway ModBus RTU/Ethernet ou diretamente de ULP/Ethernet.

Se nos exemplos das Figuras 66 e 69 este dispositivo era o Smartlink Ethernet, existem mais dois equipamentos integrantes da arquitetura baseada em *Smart Panels*, que o possibilitam:

- Módulo IFE – Permite a ligação de um dispositivo que ligue e comunique por ULP diretamente à rede Ethernet. É normalmente utilizado para ligar diretamente a aparelhagem não modular à rede estruturada, possibilitando a sua comunicação bidirecional com o sistema de gestão, incluindo informação relativa à monitorização de energia integrada, monitorização do estado operacional da aparelhagem e realização de ações. Possui duas portas Ethernet RJ45, o que permite a ligação em cadeia a outros dispositivos que comuniquem por Ethernet no mesmo protocolo;
- Módulo IFE+Gateway – Semelhante ao anterior no aspecto, diferindo na funcionalidade de “tradução”. Funciona como *gateway – ModBusRTU* (Mestre) para *ModBus TCP*. Permite ser empilhado com vários módulos IFM, funcionando como *ModBus Mestre* e *Gateway* para ligação à rede estruturada, tornando-o um dos equipamentos mais importantes da arquitetura que se irá apresentar. Dispõe também de duas portas Ethernet RJ45, permitindo a ligação em cadeia a outros módulos.

A Figura 70 mostra uma das possibilidades de implementação de um sistema de *Gateways* Ethernet (Smartlink Ethernet, Módulo IFE ou Módulo IFE+Gateway) que se ligam predominantemente em estrela, a um *switch* central, que por sua vez liga à rede estruturada do edifício.

Outra possibilidade, ilustrada na Figura 71 mostra a implementação do módulo IFE+Gateway como dispositivo que “reúne” e traduz todos os dados de *ModBus RTU* para *ModBus TCP*, permitindo a utilização da Ethernet do edifício comercial através de um único dispositivo que realiza essa interface. Repare-se na ligação em *ModBus RTU* a partir do Smartlink *ModBus* e do recurso a módulos IFM empilhados entre si através de acessório próprio, recolhendo individualmente os dados da aparelhagem não modular que lhes corresponde e transferindo estes em linha de *BUS* série para o módulo IFE+Gateway.

Esta topologia alternativa tem como principal vantagem o custo associado, que para grandes sistemas traduz-se em diferenças muito significativas (30-40%)[54, 61].

De facto, em quadros, ou conjunto de quadros em que exista um dispositivo *ModBus* RTU mestre que funcione como *gateway* para Ethernet, o módulo IFM será utilizado para a comunicação com a aparelhagem não modular.

Face ao módulo IFE, o seu significativo inferior custo, bem como a flexibilidade de ligação e instalação (e.g. empilhamento até 12 módulos) potenciam a sua utilização. Também a dimensão do módulo IFM permite uma maior ergonomia no quadro elétrico, principalmente com a possibilidade de empilhamento dos vários módulos. Outra vantagem do módulo IFM tem a ver com o facto de que este não necessita de alimentação externa ao contrário dos módulos IFE.

A arquitetura ilustrada na Figura 71 será a principalmente utilizada neste projeto, como se pode verificar por fácil observação do diagrama do **ANEXO V**, já que a vantagem relativa de vários elementos (quase que individualmente) comunicarem em *ModBus* TCP num mesmo quadro ou conjunto de quadros não traz grandes vantagens no que diz respeito à velocidade e capacidade de transmissão dos dados recolhidos (a versão *serial* será mais que satisfatória, se seguindo as recomendações do fabricante de no máximo 12 escravos por dispositivo).

Como opção por parte do autor deste projeto, assume-se um compromisso entre fiabilidade, velocidade e redução de custos e espaço do sistema. Seguir-se um princípio de não ligação a um mesmo dispositivo *ModBus* Mestre+*Gateway* Ethernet, mais que 8 escravos *ModBus* *Serial*. Também por princípio, em quadros mais importantes na distribuição de energia (quadros principais) em que existe um grande número de aparelhagem não modular, efetuar-se-á uma divisão de módulos IFM por módulos IFE+*Gateway*, ligandos estes últimos numa topologia em cadeia. Segue-se então a arquitetura de ligação em cadeia de módulos IFE+*Gateway* como forma de complemento à arquitetura alternativa de utilização de módulos IFM, nos casos específicos referidos.

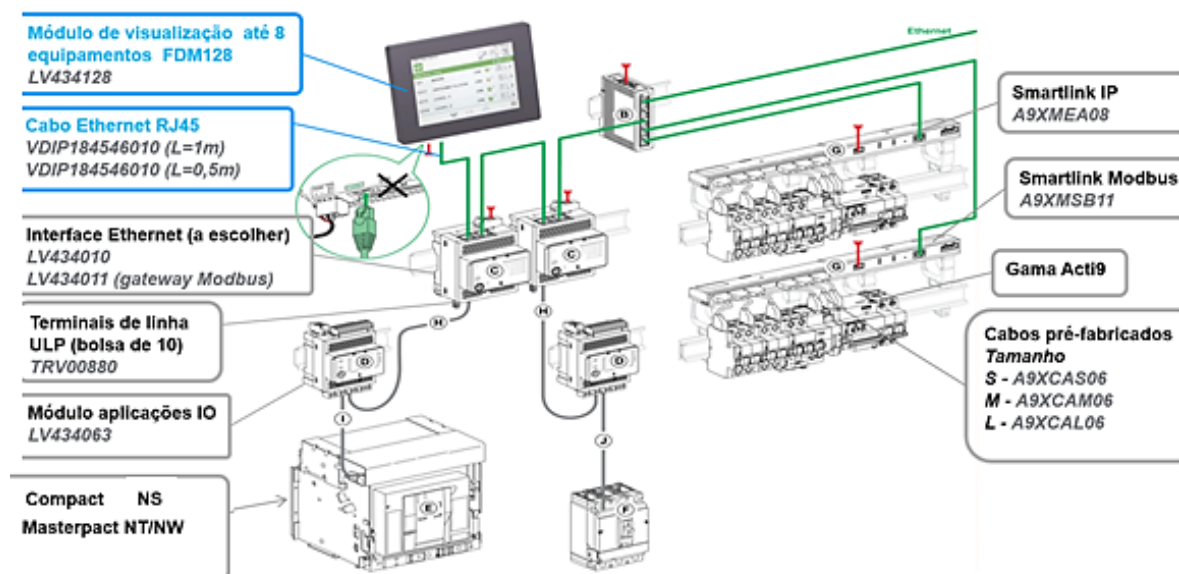


Figura 70 – Diagrama de Ligações, recorrendo a um Switch[54].

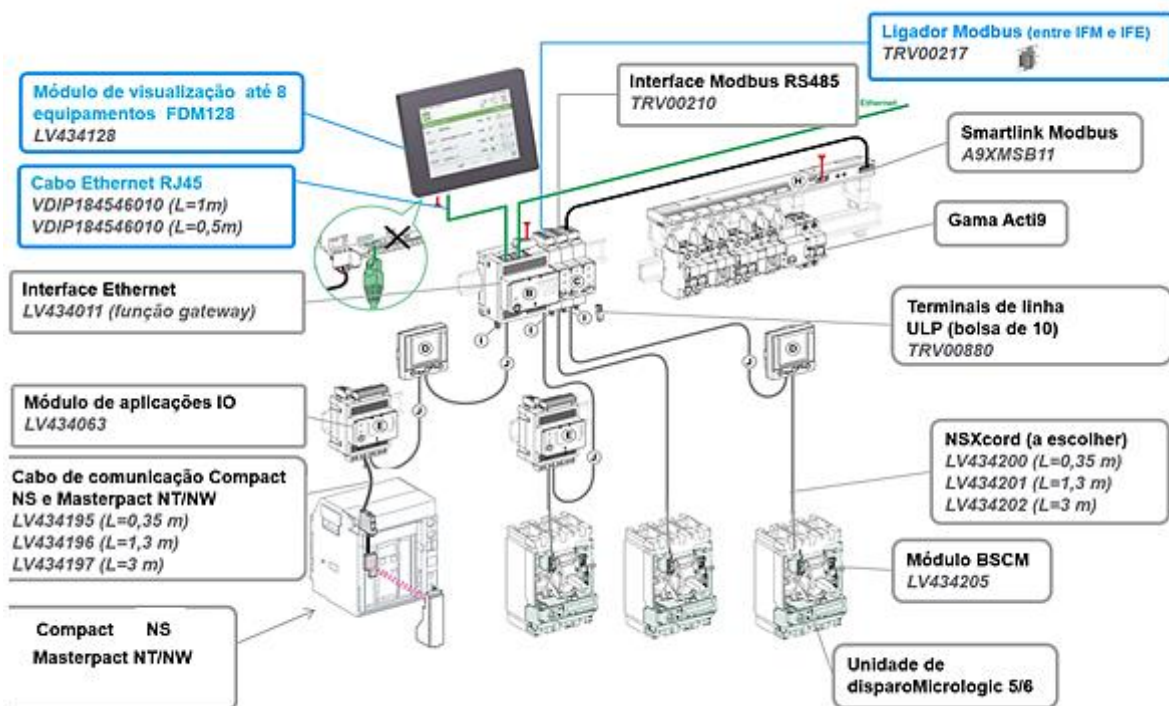


Figura 71 – Diagrama de Ligações, recorrendo ao uso de módulos IFM[54].

No que diz respeito aos pormenores de integração de aparelhagem não modular, da inclusão nesta de funcionalidades, como de medição de energia e análise da qualidade de energia, existem algumas notas a ter em atenção no projeto:

A aparelhagem não modular possui um sistema de comunicação específico para possibilitar a sua integração no sistema de comunicação Enerlin'X.

No projeto devem ser indicados quais os dispositivos que efetuarão contagem de energia, análise de energia, monitorização do estado ligado/desligado e do disparo, a execução de ações à distância (motorizado), já que a incorporação dos componentes no próprio dispositivo é realizada em fábrica – Figura 72.

No caso de se pretender que estas unidades realizem medições instantâneas, contagem ou análise de energia, monitorização de disparos, do próprio estado, elaboração de histórico de disparos, entre outros (ver Tabela 4), estas devem ser equipadas com um módulo Micrologic correspondente. Este módulo, de acordo com as designações da Tabela 4 possibilitam um conjunto variado de possibilidades - proteção, monitorização e gestão - que será escolhido de acordo com as necessidades.

Em caso de se pretender a comunicação de dados provenientes da monitorização da própria aparelhagem, o dispositivo da gama Compact NS e NSX deve ser provida de um módulo no seu interior, designado de BSCM. No caso da aparelhagem do tipo Masterpact NT e NW, o módulo designa-se de BCM.

Estes módulos comunicam no já referido sistema ULP. Para a ligação ao sistema Enerlin'X é necessária a existência de uma *Gateway* ULP/ModBus RTU ou ULP/Ethernet (pelo protocolo ModBus TCP).

Como já abordado e visualizado em algumas das figuras deste trabalho, as *Gateways* possíveis são apenas 3 (Figura 72):

- IFE (ULP/Ethernet)
- IFM (ULP/ModBus RTU)
- IFE+*Gateway* (ULP/ModBus RTU/Ethernet)

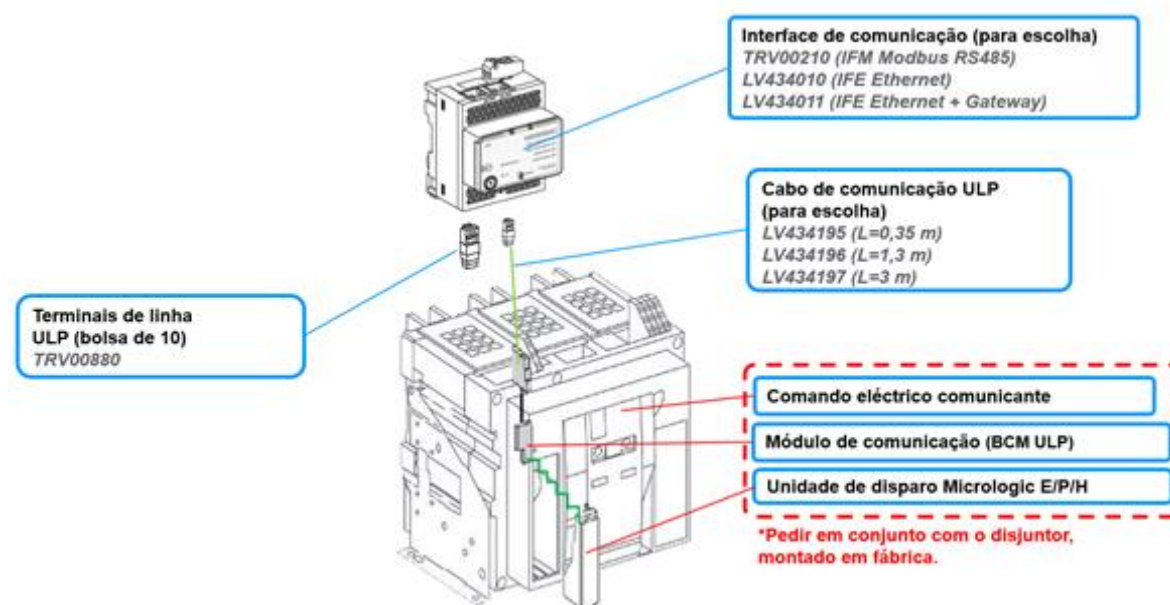


Figura 72 – Considerações quanto ao sistema ULP, possibilidades integradas na aparelhagem e interfaces de comunicação Enerlin’X[54].

Mais numa perspetiva do instalador/fornecedor na fase de orçamentação e comissionamento, mas também em fase de projeto, deve ser referida a metodologia de cálculo, nomeadamente para a contabilização do número e tipo de fontes de alimentação.

A Tabela 9 resume os consumos nominais dos elementos constituintes de um Smart Panel, sendo que os consumos podem variar segundo condições de carga.

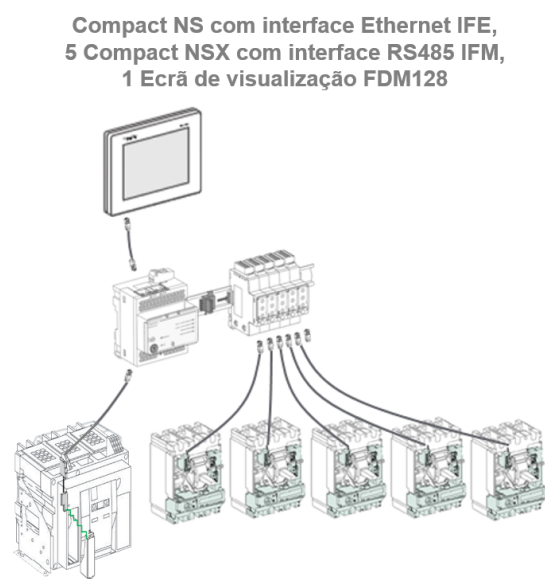
Tabela 9 – Caracterização da alimentação de componentes de um *Smart Pane*[54, 56]l.

Dispositivo	Alimentação externa 24VDC	Consumo Nominal (mA)
Compact NS, Masterpact NT/NW – Módulo BCM ULP	Não	40
Compact NS, Masterpact NT/NW – Unidade Micrologic	Sim	100
Compact NSX – Módulo BSCM ULP	Não	9
Compact NSX – Unidade Micrologic	Não	30

Smartlink ModBus / Smartlink Ethernet	Sim	1500
Módulo de visualização FDM128	Sim	285
Módulo I/O	Sim	165
Interface IFE / IFE+Gateway	Sim	120
Interface IFM	Não	21

A Figura 73 ilustra um exemplo de cálculo a partir de um conjunto de componentes para dimensionamento da fonte de alimentação. As fontes de alimentação disponibilizadas pelo fabricante no catálogo referente aos *Smart Panels*, são de 24VDC-1A e 24VDC-3A[56, 57].

A obtenção de 0,8450A levaria à escolha de uma fonte com disponibilidade de 3A na saída, ou de duas fontes de 1A de modo a possibilitar por um lado uma expansão da alimentação a outros componentes, e por outro a evitar que esta funcionasse próximo do limite máximo (margem de 30% como boa prática).



Produto	Cons	Quantidade
Módulo de visualização FDM128	285mA	1
Interface Ethernet IFE	120mA	1
Módulo BCM ULP	40mA	1
Micrologic Compact NS	100mA	1
Interface Modbus IFM	21mA	5
Módulo BSCM	9mA	5
Micrologic Compact NSX	30mA	5
Total		845mA

Figura 73 – Exemplo de cálculo do consumo de um conjunto de componentes[54].

Complementando os pontos anteriores deste capítulo, nomeadamente no que diz respeito às considerações no desenvolvimento do projeto, e como já mencionado, existem várias possibilidades de utilização e interação com o sistema:

- Painéis tácteis locais ou consolas, colocados na porta do quadro de distribuição de energia principal e destinados a monitorizar e controlar até 8 dispositivos de potência, com configurações de vídeo digitais e gráficos simultâneos dos parâmetros eléctricos e estado do equipamento.
- Computadores, *tablets* ou *smartphones* que através da ligação Ethernet, de um simples navegador web e de um software específico de acesso e de monitorização, tem acesso remoto a partir de qualquer lugar a todos os dados de energia e gráficos da instalação eléctrica, possibilitando um maior conforto, conveniência e flexibilidade. Além disso, os custos normalmente elevados com consolas locais podem ser suprimidos, dado que de uma forma geral é possibilitado o acesso à Ethernet local na área onde está instalada a consola.

Além disso, os serviços Web acedidos a partir destes dispositivos, podem contemplar o acesso uma maior quantidade de informação (apresentação de metas de energia, tomada de decisões e planeamento de ações para otimizar o uso de energia no local) bem como o acesso a um número ilimitado de dispositivos (a consola permite a monitorização e registo do histórico de 8 dispositivos)[57].

Dada a gestão efetuada a partir da sala de segurança, ocupada 24h/dia, bem como da possibilidade de aceder aos parâmetros de dispositivos, equipamentos, quadros e do sistema através da internet (consoante os privilégios e níveis de acesso), não se considerou a instalação de consolas (o acesso pode ser feito se necessário através de um dispositivo móvel ligado à LAN pela rede estruturada física ou por wireless).

Pelo mesmo motivo e pela não relevância para o caso em questão da possibilidade de envio de dados de consumos diretamente a partir de um equipamento agregador dedicado a estas informações, a COM'X 200 também não foi considerada. Assim, os contadores e analisadores de energia bem como a aparelhagem que integra essas funções, comunicarão os dados através da rede estruturada, à semelhança do que acontecia com o projeto convencional já abordado.

Assim, um exemplo de apresentação de um quadro projetado será o da Figura 73, mas abdicando de consolas, data-loggers e analisadores de energia relacionados com aparelhagem não modular em que se procederá à integração da medida no aparelho e à comunicação pelo sistema Enerlin'X.

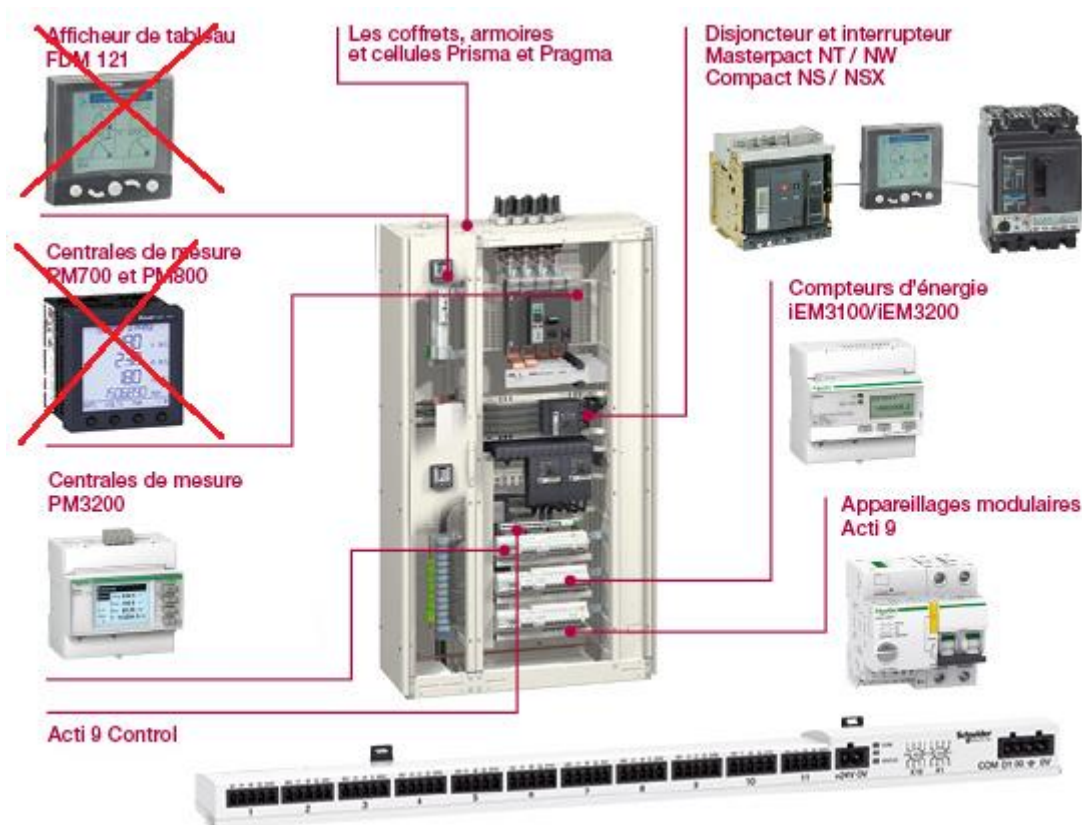


Figura 74 – Esquema de *Layout* do aspeto generalista de um quadro do presente projeto[62].

Após o conhecimento das generalidades das considerações efetuadas e princípios de projeto estabelecidos, descrevem-se de seguida os passos efetuados para a elaboração do projeto de arquitetura do SGTC, agora integrando *Smart Panels*:

- O primeiro passo nesta formulação passa por criar um diagrama, onde os quadros são agrupados consoante a sua localização - um agrupamento de quadros elétricos próximos, neste caso, geralmente, na mesma área técnica.

Isto deve-se, como já referido, ao princípio de arquitetura que baseia a comunicação entre os quadros próximos em ModBus RTU, havendo um quadro principal que

possui (pelo) menos um dispositivo Mestre que integra uma *Gateway ModBus RTU* – *ModBus Ethernet*, permitindo assim a ligação à rede estruturada do edifício.

Note-se que no caso do diagrama do SGTC convencional, este não diferencia os quadros por localização conjunta ou agrupada, mas sim por QGT afeto, ou seja, agrupa os quadros elétricos na área de influência de cada QGT, sendo indiferente a colocação de cada quadro elétrico no diagrama, desde que seja afetado pelo QGT previsto.

- A segunda fase consiste na reformulação de todos os quadros elétricos, de modo a ser incorporada e contabilizada a aparelhagem modular do sistema Acti9, assim como a identificação e caracterização de dispositivos não modulares.

Note-se, que neste processo moroso, os objetivos de monitorização energética e da aparelhagem têm de ser os mesmos utilizados no projeto convencional de SGTC apresentado, de modo a se poder efetuar uma comparação técnica e económica mais justa e objetiva.

Assim numa primeira fase, e dando como exemplo a reformulação do Quadro de Piso 1 (“QP1”) da Figura 75, procedeu-se à contabilização da aparelhagem modular e não modular.

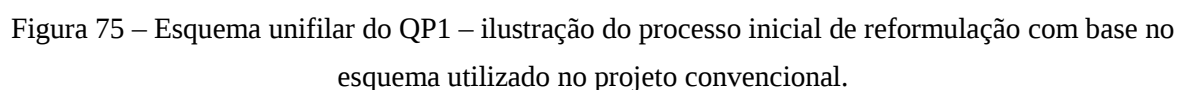
Neste caso, a adequação da gama Acti9 permitiu identificar 6 dispositivos que poderão ser ligados a um Smartlink. Repare-se que o conhecimento de que a aparelhagem modular Acti9 permite intensidades nominais de até 63A e a confirmação no catálogo de outros dispositivos da gama Acti9 como o descarregador de sobretensões, permite uma rápida contabilização das possíveis entradas para um Smartlink.

Identificam-se e contabilizam-se 5 aparelhos não modulares, sendo que 4 (disjuntores) pertencem à gama de 100-630A – NS ou NSX – e um (interruptor de entrada do quadro) à gama Masterpact (>630A).

No esquema do quadro elétrico já modificado no projeto convencional de modo a incluir as indicações dos contactos auxiliares, debaixo da indicação dos dados a

No caso da aparelhagem modular (necessidade mínima de 6 conectores TI24 – 6 dispositivos no total), assinalou-se a sua ligação ao Smartlink designado de “SL1” que ficará instalado no próprio quadro.

No caso da aparelhagem não modular, seguiu-se a arquitetura baseada no recurso a módulos IFM e ligação à rede estruturada pelo empilhamento destes com o IFE+Gateway. Assim, para este tipo de aparelhagem de proteção contra sobreintensidades, assinalou-se que estes vão ligar individualmente a um módulo IFM, sendo que o interruptor de entrada liga a um módulo IFE+Gateway (IFEg).



De acordo com as necessidades de medição energética, já incorporadas no desenho do quadro elétrico no projeto convencional (ainda na Figura 75), temos que deve existir a funcionalidade de análise de QEE na entrada do quadro, e a contagem de energia nos 4 circuitos com proteções contra sobreintensidades mais elevadas do quadro elétrico.

Dada a possibilidade da aparelhagem não modular incorporar funcionalidades de medida e contagem de energia através da incorporação de unidades Micrologic (de uma forma simplista, do tipo E para contagem de energia, tipo H para análise da QEE), proceder-se-á numa 2ª fase à substituição dos contadores e analisadores de energia pelas referências da aparelhagem e caracterização da unidade Micrologic associada.

- O próximo passo liga a reformulação final dos quadros elétricos, que inclui a concretização da designação da aparelhagem e das ligações e interfaces a utilizar, com o diagrama de agrupamento de quadros que foi efetuado na primeira fase.

Note-se mais uma vez, que a realização da otimização de custos e soluções neste projeto se baseia na comunicação entre os quadros próximos em *ModBus* RTU, havendo um quadro principal que possui (pelo) menos um dispositivo Mestre que integra uma *Gateway ModBus* RTU – *ModBus* Ethernet, permitindo assim a ligação à rede estruturada do edifício. Normalmente esse quadro será o de piso, por ser o quadro principal na distribuição de energia, privilegiando-se a ligação à rede estruturada neste, onde também é mais provável encontrar aparelhagem não modular e assim, tem-se uma maior possibilidade de *Gateways* Ethernet, enquanto se reduz custos e aumenta-se a capacidade de ligação a aparelhagem modular nos quadros adjacentes pela escolha da opção *Smartlink ModBus*.

A Figura 76 ilustra o agrupamento dos quadros por zona técnica e o princípio de comunicação entre quadros adjacentes referido. Este é um extrato do **ANEXO V**.

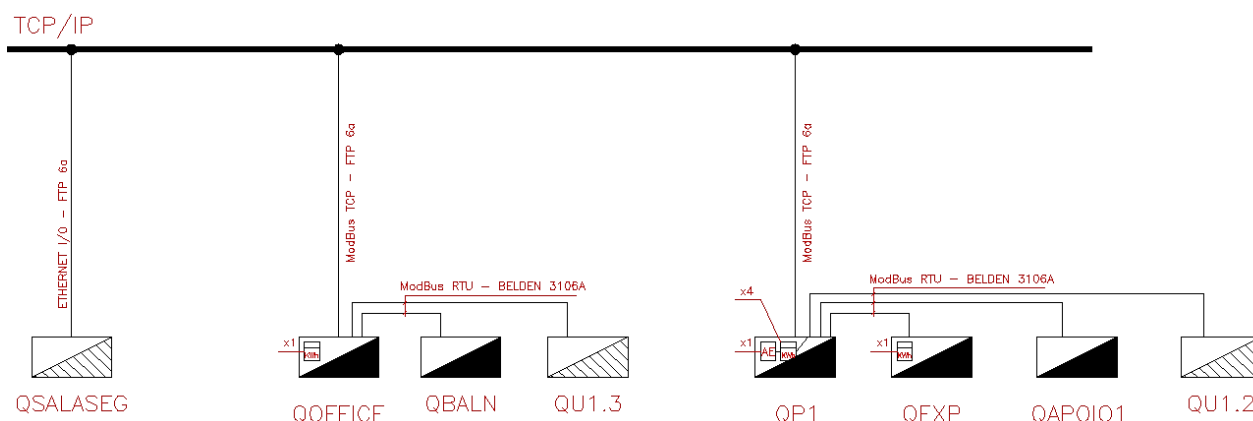


Figura 76 – Extrato do diagrama simplificado da arquitetura com *Smart Panels*.

No diagrama do ANEXO V, bem como no extrato deste representado na Figura 76 não é possível contabilizar os equipamentos do sistema Enerlin'X, nem a aparelhagem e a sua ligação ao referido sistema. Este diagrama é no útil sim, para observar o agrupamento de quadros próximos, fazer uma correspondência no que diz respeito às ligações entre os quadros na zona técnica do “QP1” no protocolo ModBus RTU e à existência e localização de uma *gateway* Ethernet para ligação à rede estruturada do edifício, no “QP1”.

Na Figura 77 está apresentada a reformulação final do “QP1” com base no esquema utilizado no projeto convencional e nas considerações descritas.

Esta Figura 77 é um extrato do **ANEXO VI**, que contém os esquemas unifilares finais dos quadros da mesma área técnica (“QP1”, “QEXP”, “QAPOIO1”, “QU1.2”) adaptados à filosofia de projeto já descrita, onde se pode compreender por observação:

- Identificação da aparelhagem (iC60 – disjuntor modular Acti 9; MP-NT – aparelho não modular Masterpact NT; NSX – aparelho não modular NSX; 2.0H – Unidade Micrologic do tipo 2.0H (análise de energia); 2.0E – Unidade Micrologic do tipo 2.0E (contagem de energia); iPRD – descarregador de sobretensões Acti9; iOF+SD – contactos auxiliares Acti9; BSCM – Módulo ULP para aparelhos não modulares da gama NS e NSX; BCM – Módulo ULP para aparelhos não modulares da gama Masterpact;

- Identificação das interfaces Enerlin'X de comunicação com a aparelhagem (IFM – Módulo IFM de Interface ULP/Modbus; IFeg – Módulo de interface ModBus/Ethernet; SL1 – Smartlink Ethernet “SL1”).
- ;Ligação da aparelhagem modular e não modular a interfaces do sistema de comunicação Enerlin'X;
- A interligação dos quadros a partir dos equipamentos Enerlin'X considerados;
- O ponto de ligação à rede estruturada.

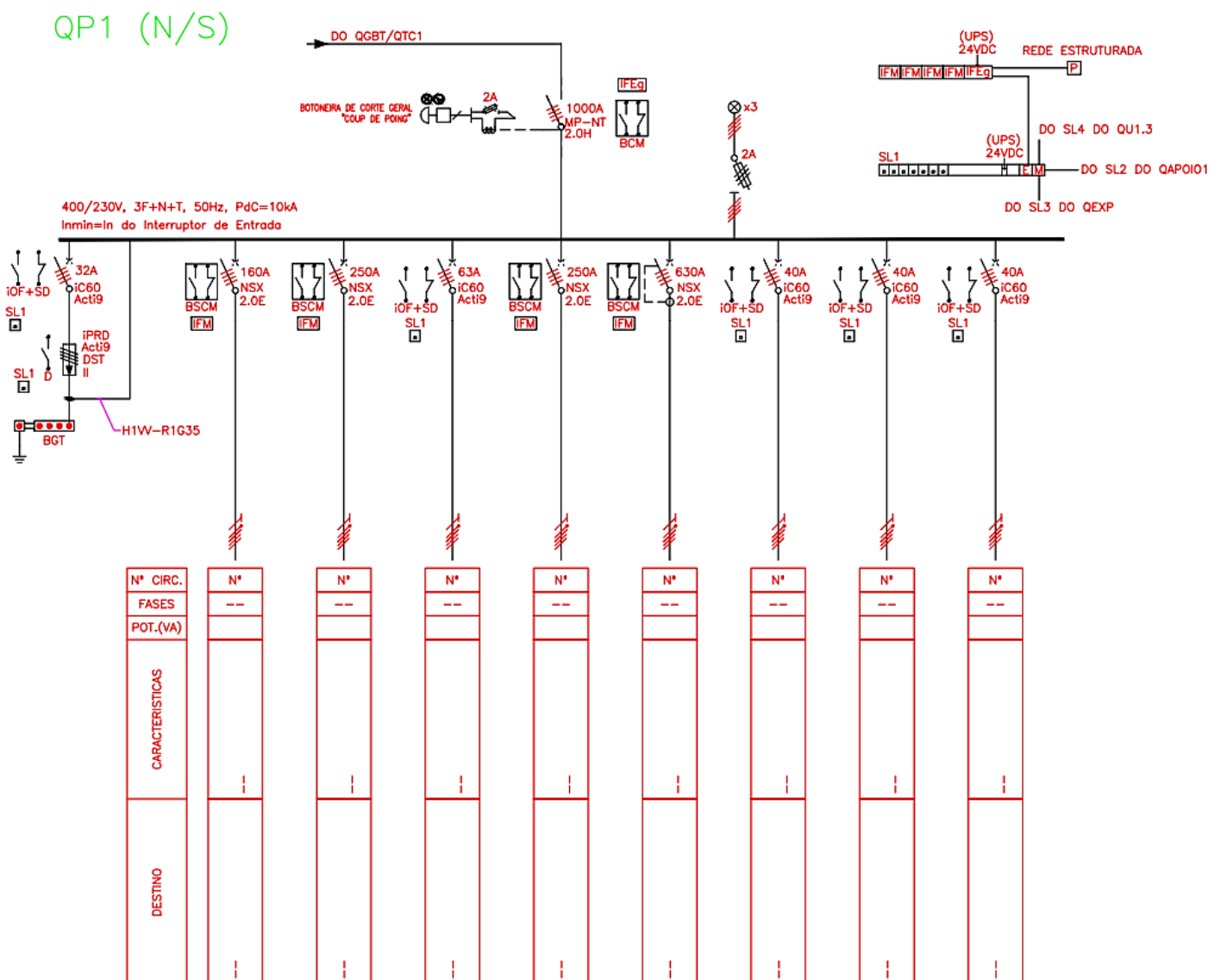


Figura 77 – Esquema unifilar do QP1 – ilustração do processo final de reformulação com base no esquema utilizado no projeto convencional e nas considerações apresentadas.

De facto, o **Anexo VI** ilustra a reformulação dos desenhos dos esquemas unifilares do grupo de quadros elétricos justapostos referidos, de modo a dar uma clara compreensão ao leitor de:

- Como podem ser indicadas as ligações ao sistema Enerlin'X de dispositivos de diferentes tipos (e.g. aparelhagem modular, não modular, contadores de energia, etc) no próprio quadro elétrico;
- Como se pode otimizar o número de equipamentos do sistema Enerlin'X em quadros justapostos, realizando a maioria da comunicação em *ModBus RTU* (dispositivos escravos) enquanto se considera um número de equipamentos de dispositivos integrantes de *gateway* mínimo;
- Como é mais simples realizar a instalação, nomeadamente as ligações e interligações tanto no interior, como no exterior dos quadros. Repare-se que na Figura 77 existe um diagrama de princípio parcial (canto superior direito), que corresponde à versão esquemática de interligações aos dispositivos Enerlin'X do “QP1” com os quadros adjacentes.

Para uma melhor compreensão, servindo também como um resumo tanto de equipamentos do sistema Enerlin'X em cada quadro, como das ligações entre si e do ponto ou dos pontos de ligação à rede estruturada, elaborou-se um novo diagrama específico e mais descritivo complementar ao do **ANEXO V**. Este diagrama diz respeito ao **ANEXO VII**.

A Figura 78 diz respeito a parte do diagrama referido no **ANEXO VII**, nomeadamente às ligações entre os dispositivos do sistema Enerlin'X e a sua interligação entre si na zona técnica do “QP1”.

Note-se então que a visualização conjunta do diagrama detalhado do **ANEXO VII** com os esquemas unifilares dos quadros listados no **ANEXO VI**, fornecerá também a indicação da aparelhagem existente e da sua ligação aos equipamentos do sistema Enerlin'X, tornando assim o projeto de reformulação completo na compreensão de identificações, contabilizações, ligações, relações e pretensões.

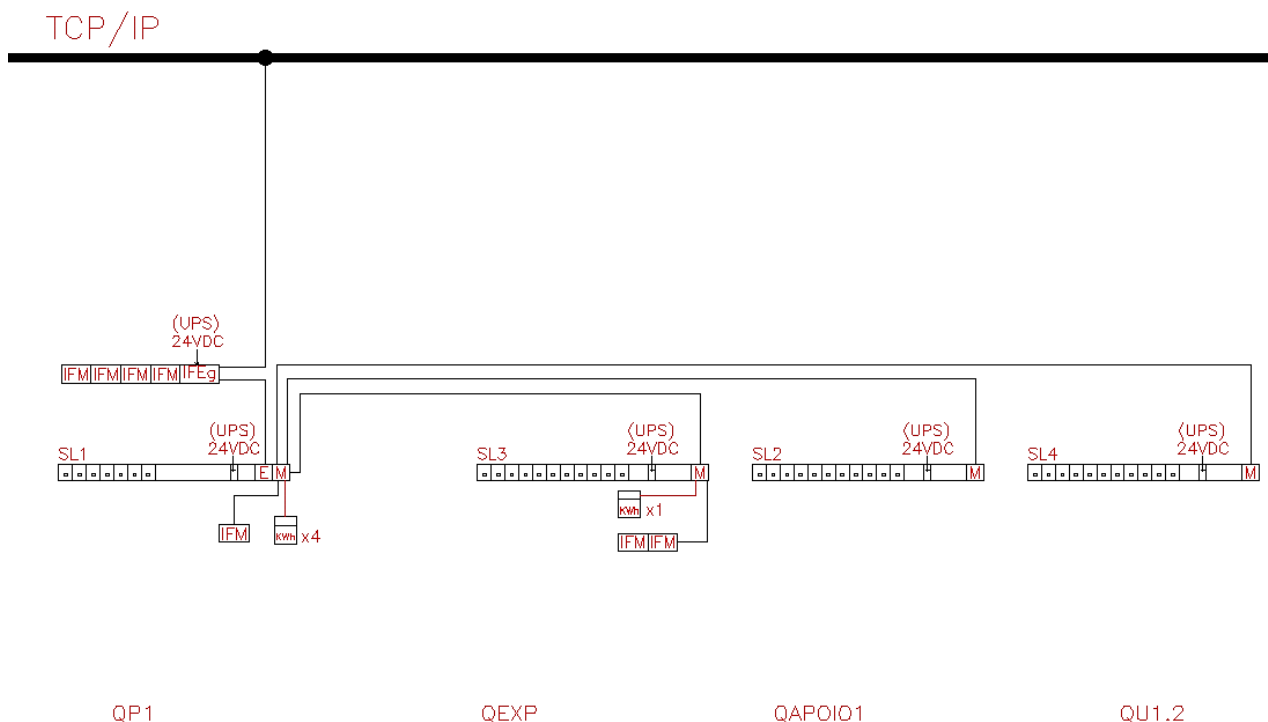


Figura 78 – Diagrama detalhado da arquitetura baseada em *Smart Panels*.

De acordo com o que foi descrito neste capítulo, podemos considerar, que a componente de medição, comunicação e gestão de um Quadro Elétrico, realizada de forma auxiliar/externa por um QGT num projeto convencional, é agora integrada num mesmo compartimento, num mesmo quadro elétrico.

Note-se que os *Smart Panels* relacionam-se com a possibilidade de atribuir funções integradas e facilitadas de monitorização, comunicação e gestão de quadros elétricos de potência. Alterações pontuais, como a ligação de sondas ou dispositivos de campo que comuniquem por meio de um contacto seco ou sejam atuados por saída a relé, a equipamentos típicos de um *Smart Panel* como o é o *Smartlink*, servem para em alguns casos se possa dispensar o recurso propositado a controladores programáveis afetos (e.g. *Automation Servers*).

Repare-se que esta arquitetura de SGTC integrando *Smart Panels* permitiu a não consideração de grande parte dos QGTs da arquitetura tradicional. De facto, as funcionalidades essenciais destes serão substituídas pelos equipamentos que constituem um *Smart Panel*.

Contudo, ainda é considerado, como se pode observar no diagrama de arquitetura geral, um QGT. Este fica afeto às instalações de transporte vertical, bem como à integração de pontos de dispositivos, equipamentos e sistemas de campo, nomeadamente na área técnica do posto de seccionamento e transformação e sala de geradores – permitindo-se assim uma independência destes equipamentos relativamente aos localizados no interior de um qualquer quadro elétrico comunicante. Note-se que o número de pontos ainda é considerável, sendo que a natureza destes pontos não se enquadra na filosofia subjacente aos *Smart Panels*, em que se pretende a monitorização da aparelhagem no interior dos quadros e não a relacionada com uma série de equipamentos exteriores a estes e até de outras especialidades como é o caso das instalações de transporte.

Este terá como localização a zona técnica “-1.1”, será designado de “QGT-1.1” e realizará, como referido, a integração de um conjunto de pontos não localizados nos quadros elétricos, inclusive de todos os quadros de elevadores e outros meios de transporte vertical (Figura 79):

- Transformadores;
- Bateria de Condensadores;
- Elevadores;
- Escadas Rolantes;
- Aparelhagem das Celas de Média Tensão;
- Grupos Geradores.

No que diz respeito à Lista de Pontos, esta assume uma dimensão bastante reduzida do ponto de vista do SGTC. Como cada quadro elétrico comunica em *ModBus RTU* ou *TCP*, isto significa apenas 1 (um) ponto para o SGTC (i.e. do ponto de vista do sistema e instalador, um grupo de entradas e saídas estão já “juntas” num único ponto de *Bus*, sendo a interligação realizada apenas pelo cabo de *Bus* correspondente).

Na Figura 80 é apresentada a Lista de Pontos reformulada, onde do ponto de vista do integrador/instalador do SGTC, os pontos a integrar no sistema relacionados com os *Smart*

Panels prendem-se essencialmente com os pontos de ligação à rede estruturada. Ou seja, de uma forma simplista, cada conjunto de dados recolhido em cada área técnica, deve ser integrado no SGTC. Note-se que a totalidade de pontos (114) é muito inferior à obtida no projeto convencional (1006).

Repare-se que a maioria dos pontos listados, correspondem aos afetos ao QGT-1.1 já referido, justificado e caracterizado anteriormente bem como ilustrada a sua interligação na Figura 79 e no diagrama geral da Arquitetura do SGTC integrando *Smart Panels* do **ANEXO VII**.

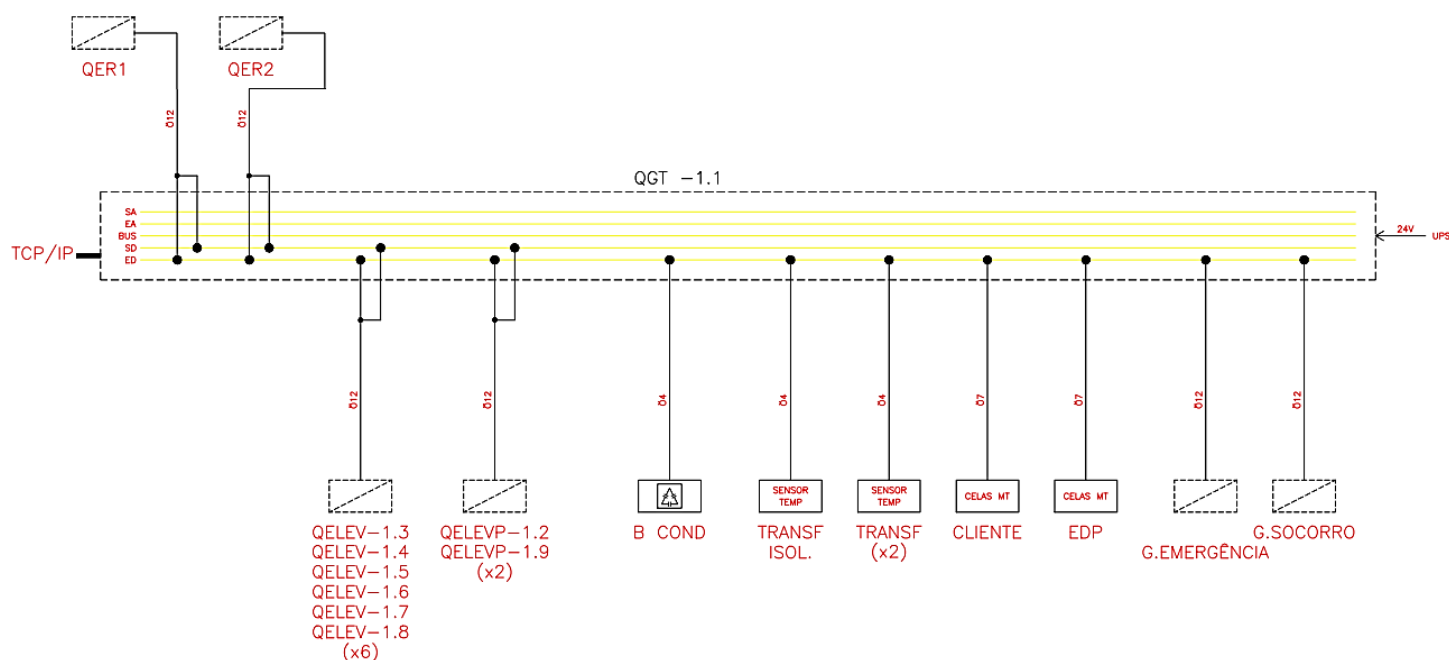


Figura 79 – Quadro de Gestão Técnica complementar à arquitetura baseada em *Smart Panels*.

Consultando-se novamente a Figura 67, tem-se que a integração de toda esta informação, quer dos *Smart Panels*, quer de Quadros de gestão Técnica, bem como a comunicação, será efetuada a um nível superior, no nível de gestão, nomeadamente através de serviços Web, quer através das ferramentas de integração disponibilizadas pelo próprio fabricante. Atualmente a integração do *software* dedicado e próprio dos *Smart Panels*, é feita como um apêndice ao *software* de gestão técnica centralizada.

Neste caso, prevendo-se o recurso a um *software* da Schneider Electric (*Smart Struxture – Building Operation*), não é de esperar dificuldades na *interface* entre subsistemas.

Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
	ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
PISO-1										
QGT -1.1	1					Contagem de Energia Activa	EL	Sala de MT Fornecedor	Contador de Energia do Fornecedor	Contador com saída por impulso
QGT -1.1	1					Contagem de Energia Reactiva	EL	Sala de MT Fornecedor	-	Contador com saída por impulso
QGT -1.1	1					Tarifa de Ponta	EL	Sala de MT Fornecedor	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Tarifa de Cheia	EL	Sala de MT Fornecedor	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Tarifa de Vazio	EL	Sala de MT Fornecedor	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Tarifa de Super-Vazio	EL	Sala de MT Fornecedor	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 1 - Estado	EL	P.T. - Celas Cliente	Celas Cliente	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 1 - Disparo	EL	P.T. - Celas Cliente	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 2 - Estado	EL	P.T. - Celas Cliente	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 2 - Disparo	EL	P.T. - Celas Cliente	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Transformador 1 - Pré-Alarme de Temperatura	EL	P.T. - Transformador	Transformadores	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Transformador 1 - Alarme de Temperatura	EL	P.T. - Transformador	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Transformador 2 - Pré-Alarme de Temperatura	EL	P.T. - Transformador	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Transformador 2 - Alarme de Temperatura	EL	P.T. - Transformador	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Estado Agrupado de protecções	EL	Sala do Grupo Socorro	Grupo Socorro	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Estado de Funcionamento	EL	Sala do Grupo Socorro	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Avaria Agrupada	EL	Sala do Grupo Socorro	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Comutador MAN/O/AUTO fora de Automático	EL	Sala do Grupo Socorro	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Tensão Baixa nas Baterias	EL	Sala do Grupo Socorro	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Paragem por Sobrevelocidade	EL	Sala do Grupo Socorro	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Nível Baixo no Tanque de Gasóleo	EL	Sala do Grupo Socorro	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	3					Grupo de Emerg. - Sinais de Reserva	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1					1	Grupo de Emerg. - Outras Informações	EL	Sala do Grupo Emergência	-	RS-485 (opcional)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Estado Agrupado de protecções	EL	Sala do Grupo Emergência	Grupo Emergência	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Estado de Funcionamento	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Avaria Agrupada	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Comutador MAN/O/AUTO fora de Automático	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Tensão Baixa nas Baterias	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Paragem por Sobrevelocidade	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Nível Baixo no Tanque de Gasóleo	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	3					Grupo de Emerg. - Sinais de Reserva	EL	Sala do Grupo Emergência	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1					1	Grupo de Emerg. - Outras Informações	EL	Sala do Grupo Emergência	-	RS-485 (opcional)
QGT -1.1	1					Transformador de isolamento - Pré-Alarme de Temperatura	EL	Sala de Quadros - TI	Transformador de Isolamento	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Transformador de isolamento - Alarme de Temperatura	EL	Sala de Quadros - TI	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Bateria de Condensadores - Alimentação Relé Varimétrico	EL	Sala de Quadros - QGBT/QTC1	P.T. - BATERIA DE CONDENSADORES	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	1					Bateria de Condensadores - Avaria Relé Varimétrico	EL	Sala de Quadros - QGBT/QTC1	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	8					Elevador i (n=8) - Estado de Funcionamento (Em Movimento)	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	Quadro Comando Elevador i	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	8					Elevador i (n=8) - Avaria Agrupada	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	8					Elevador i (n=8) - Alarme de Cabine	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	8					Elevador i (n=8) - Em Manutenção	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	8					Elevador i (n=8) - Porta Aberta	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1		8				Elevador i (n=8) - Envio ao Piso de Saída (e.g. Aquando deslastre de cargas)	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	-	Contacto NA no Controlador
QGT -1.1	2					Escada Rolante i (n=2) - Em Movimento Ascendente	E.R.	QER0.1/QER0.2	Quadro Comando Escada Rolante 0.1/0.2	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	2					Escada Rolante i (n=2) - Em Movimento Descendente	E.R.	QER0.1/QER0.2	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	2					Escada Rolante i (n=2) - Avaria Agrupada	E.R.	QER0.1/QER0.2	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	2					Escada Rolante i (n=2) - Em Manutenção	E.R.	QER0.1/QER0.2	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1	2					Escada Rolante i (n=2) - Botão de Stop Actuado	E.R.	QER0.1/QER0.2	-	Contacto livre de potencial (NA)
QGT -1.1		2				Escada Rolante i (n=2) - Inibição de Funcionamento (e.g. Aquando do deslastre de cargas)	E.R.	QER0.1/QER0.2	-	Contacto NA no Controlador
Parcial	88	10	0	0	2					
Total		98			2	100				
SGTC - Software										
					14	Zona Técnica Inst. Eletricas i (n=14)	EL	Zonas Técnicas	Pontos Rede Estruturada	Ethernet (ModBus)
Parcial	88	10	0	0	16					
Total		98			16	114				

Figura 80 – Lista de Pontos do SGTC integrando *Smart Panels*.

4.5. ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA

Desde já o leitor deve ter em atenção, que sendo a própria tecnologia associada aos *Smart Panels* nova no mercado, a sua integração num Sistema de Gestão técnica Centralizada permanece sem registo de dados bibliográficos ou casos práticos disponíveis que sirvam de base quer para incorporação nesta breve análise, quer para a elaboração de comparações ou até obtenção de percentagens de afetação de poupanças ou custos relacionados quer com a implementação e exploração.

Relativamente à fase de exploração, não existem dados bibliográficos relativamente às vantagens concretas e objetivas de sistemas que agora se baseiam em *Smart Panels*, mas que anteriormente se basearam na arquitetura tradicional aqui apresentada, com modelos e tecnologias recentes e claro está, com a mesma quantidade de pontos integrados no SGTC.

Seria necessário que uma mesma instalação funcionasse nas mesmas condições, baseando-se num e noutro tipo de SGTC. Nessa impossibilidade a reformulação de um SGTC existente, do tipo convencional mas *estado da arte*, com um histórico de dados concreto, seria comparado com a exploração da mesma instalação no novo SGTC que integra *Smart Panels* ao longo do tempo, sendo comparados dados objetivos e concretos para uma correta aferição das vantagens e desvantagens.

Repare-se também na dificuldade relacionada com a subjetividade da estimativa e análise de dados relativos a tempos e custos de instalação, comissionamento, testes, programação e engenharia de um destes sistemas.

Também, repare-se, que idealmente, teria de se realizar nas mesmas condições as duas instalações (convencional e com *Smart Panel*), no mesmo local, de forma a se comparar de uma forma exata as economias ou diferenças de custos e tempos nas várias fases de implementação do sistema, até à fase de operação.

De facto, só com a realização da obra, com a evolução dos erros e omissões, alterações e otimizações de projeto, aferição concreta dos tempos de instalação, comissionamento e configuração, se obteriam dados com menor erro associado no que diz respeito a esta fase.

Além disso, tratando o tema deste trabalho de uma nova completa filosofia, existirá ainda por parte de fornecedores/instaladores que nunca realizaram este tipo de instalação, incertezas no que diz respeito às várias necessidades de comissionamento e instalação, nomeadamente no que diz respeito ao tempo e mão-de-obra.

Assim sendo, apresentam-se de seguida considerações importantes complementares bem como a metodologia para a obtenção das estimativas aqui apresentadas:

- Os valores aqui apresentados não são valores resultantes de orçamentos relacionados com a execução e a finalização da obra, mas valores compilados com as diferentes versões do projeto da componente de SGTC afeta às instalações elétricas, realizada pelo projetista em conjunto com estimativas de fornecedores e instaladores. Na falta de elementos e na existência desses valores referidos em catálogos de fabricantes, considerou-se o valor mais desfavorável que possa estar exposto (e.g. na poupança no tempo de instalação e configuração de 30-50%, considera-se 30% em relação ao caso tradicional).

De facto, apenas com a colaboração destes seria possível a obtenção de estimativas orçamentais, que incluem custos de equipamentos principais e acessórios, mas também os relacionados com o tempo e a mão-de-obra necessária à implementação de cada um dos projetos. O recurso por parte destes a *softwares* exclusivos de desenho de layouts de quadros elétricos, de diagramas de instalação e orçamentação semi-automatizada possibilita a apresentação de valores concretos neste capítulo. Contudo, note-se que estes continuam a ser estimativas, e estimativas deste caso particular.

- Para uma mais correta comparação, todos os quadros elétricos com pontos de SGTC a integrar serão tidos em conta na orçamentação e toda a aparelhagem considerada será sempre que possível, equivalente nas suas funções, bem como do mesmo fabricante (Schneider Electric).

Note-se que o projeto elétrico está intimamente ligado ao projeto de SGTC, nomeadamente na articulação de objetivos e possibilidades, como é exemplo a disponibilização de contactos auxiliares ou de aparelhos de contagem ou análise de energia no projeto elétrico para integração no SGTC.

Repare-se que a aparelhagem modular do sistema *Smart Panel* (gama Acti 9) tem um custo superior à aparelhagem convencional (20-30%) do mesmo fabricante[61]. Também outros fatores relacionados com o desenho do quadro elétrico, desde o invólucro até aos acessórios, têm influência na estimativa orçamental, pelo que este é um aspeto fundamental.

- Assim, o investimento inicial, relativamente ao equipamento e material físico apresentado será no caso do projeto convencional, a soma dos valores relativos aos quadros elétricos propriamente ditos, com os afetos aos QGTs das instalações elétricas bem como a rede de cabos (de interligação de cada QGT aos diversos quadros elétricos, que podem não estar próximos).

De modo a facilitar a abordagem dos valores associados a grupos e trabalhos de natureza diversa, realizar-se-á uma divisão entre quadros de potência, quadros de GTC (os QTCs), os trabalhos de implementação do SGTC e as instalações associadas, a rede de cabos para interligação dos pontos e estabelecimento das comunicações necessárias e ainda o necessário posto de supervisão. De modo a permitir ainda uma perceção dos valores dos quadros existentes por piso, de modo a se poder fazer uma correspondência básica do porquê dos valores associados, efetuar-se-á uma divisão por grupos de quadros por piso:

- Grupos de Quadro de Potência - Piso -1;
- Grupos de Quadro de Potência - Piso 0;
- Grupos de Quadro de Potência - Piso 1;
- Grupos de Quadros de GTC - Piso -1;
- Grupos de Quadros de GTC - Piso 0;
- Grupos de Quadros de GTC - Piso 1;
- Programação, configuração, comissionamento e instalação do SGTC e instalações associadas;
- Rede de Cabos;
- Posto de Supervisão.

O projeto baseado na arquitetura com *Smart Panels* seguirá uma lógica semelhante, sendo mantido os grupos de custo, de modo a possibilitar uma comparação direta mais objetiva e facilitada.

A Tabela 10 resume os principais custos físicos, com equipamento, aparelhagem e acessórios afetos aos quadros elétricos de potência e aos QGT.

Os preços sem IVA, indicados para os quadros de potência incluem o fornecimento e instalação, bem como a mão-de-obra e todos os acessórios necessários. Aos valores dos QGTs e da colocação em serviço do próprio SGTC, falta acrescentar a engenharia e trabalhos por parte da empresa instaladora, relacionados com a integração de pontos e sistemas, parametrização e configuração de equipamentos e de páginas de apresentação, testes e ensaios, desenvolvimento de algoritmos de controlo, programação de controladores, formação e telas finais.

Tabela 10 – Custo agrupado estimado dos Quadros Elétricos de Potência e dos QGTs.

Grupos de Quadro de Potência	Valor (€)	Grupos de Quadros de GTC	Valor (€)
Quadros do Piso -1	159600	Quadros do Piso -1	12600
Quadros do Piso 0	59700	Quadros do Piso 0	11070
Quadros do Piso 1	73700	Quadros do Piso 1	13075

De acordo com uma empresa fornecedora, instaladora e integradora, a estimativa para os trabalhos de programação, integração, testes e ensaios, entre outros, assume o valor de €38200 sem IVA.

Surge também a adição do valor de €4500 para fornecimento, instalação e configuração do posto de supervisão, gestão e comando do SGTC, que inclui além do *hardware*, a licença do *software*, que por sua vez será personalizado e adaptado às necessidades do cliente e às definições do projeto.

Por fim, a acrescentar aos valores apresentados na Tabela 10 surge o cálculo dos custos associados à rede de cabos de interligação entre QGTs e os pontos das instalações elétricas. Estes cálculos têm por base as medições efetuadas pelo projetista com base nas plantas, dimensionamento dos cabos de sinal, o diagrama elaborado e os preços PVP de tabelas de fabricantes e sem IVA. Este valor é estimado em €10725.

O valor total estimado para o conjunto das componentes descritas perfaz o valor de €383170.

A Figura 81 ilustra de forma gráfica em termos absolutos os valores envolvidos em cada um dos grandes grupos apresentados anteriormente, enquanto a Figura 82 realiza a ilustração em termos relativos.

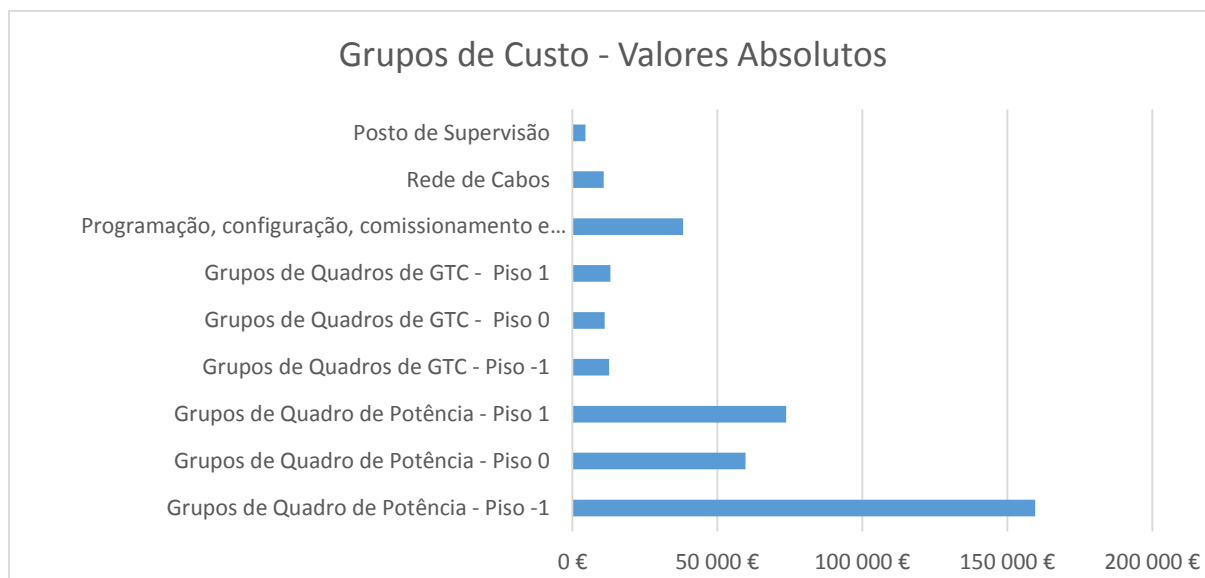


Figura 81 – Ilustração gráfica dos valores absolutos dos grupos descritos – projeto convencional.

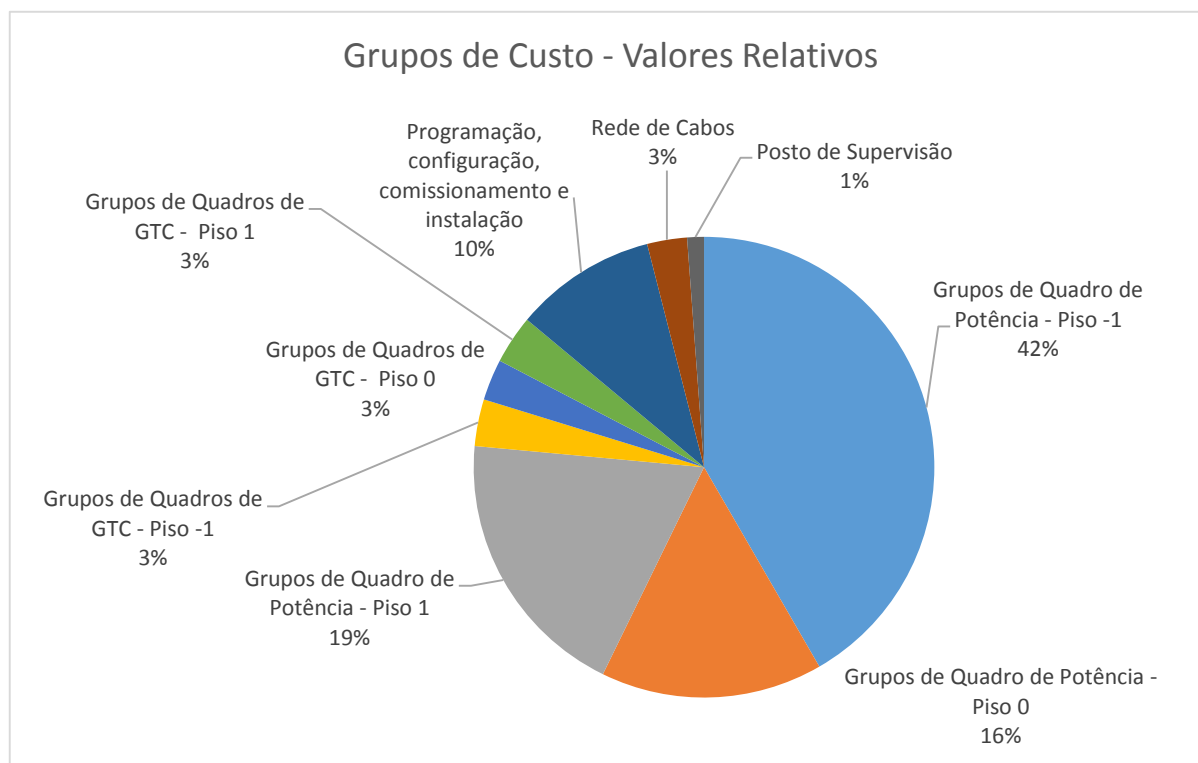


Figura 82 – Ilustração gráfica dos valores relativos dos grupos descritos – projeto convencional.

Por observação das Figuras 81 e 82 é possível concluir que os maiores centros de custo estão essencialmente relacionados com os quadros de potência, que incluem toda a aparelhagem de proteção, medição, monitorização e controlo. De facto, estes representam na totalidade 77% do valor total, sendo o grupo dos quadros de potência do piso -1 o que contém o valor mais elevado, devido essencialmente à presença do quadro geral de baixa tensão.

Note-se os quadros de GTC são responsáveis por cerca de 9% do custo total, valor semelhante ao valor estimado destinado à programação, configuração, comissionamento e instalação do SGTC. Assim, este conjunto representa cerca de 20% do valor total associado ao SGTC e quadros elétricos.

Como já referido, esta estimativa baseia-se nos dados que resultaram da análise ao projeto de um fornecedor e instalador, não existindo bibliografia que correlacione os tempos de instalação e comissionamento em obra para as duas hipóteses apresentadas neste trabalho.

A arquitetura baseada em *Smart Panels* terá pelas considerações e opções técnicas realizadas, uma estrutura de custos com pesos diferentes. Por exemplo, pela análise às ilustrações gráficas anteriores e pelo que foi descrito no capítulo anterior, é fácil antever uma menor componente de custo relativa aos Quadros de GTC face ao projeto convencional (existe apenas um, com um menor número de pontos).

Como referido ao longo do trabalho, tendo cada quadro a capacidade de comunicar a partir do ponto onde se encontra diretamente com a rede estruturada, a interligação de quadros elétricos distantes de QGTs é evitada, minimizando-se os custos com cablagem. Sendo que os custos da cablagem de ligação estarão incluídos nos custos dos quadros elétricos (nomeadamente a grande quantidade de cabos pré-conectorizados), os restantes cabos de interligação a outros equipamentos (e.g. de transporte vertical, de produção de energia, etc – Figura 79) constituirão o custo adicional desta componente: €900. Note-se então que esta componente segue a mesma lógica do projeto convencional – está relacionada com a interligação de pontos aos QGTs respetivos, ou seja, existe uma rede de cabos externa aos quadros elétricos ou equipamentos onde estes estão localizados.

Se no projeto convencional os custos principais estavam associados aos quadros elétricos de potência, numa arquitetura com *Smart Panels*, incorporando estas funções integradas e

facilitadas de monitorização, comunicação e gestão de quadros elétricos de potência, além da rede de cabos interior no quadro elétrico, esta componente de custos será agravada. Além disso, o custo superior de gamas de aparelhagem desenhadas especificamente para este sistema de monitorização e comunicação integrada, como é o caso da aparelhagem modular (que assume um peso significativo dada a elevada quantidade de dispositivos) Acti9, potencia um maior custo final do quadro elétrico.

De acordo com os valores disponibilizados pelo fornecedor após disponibilização do projeto, este terá o seguinte custo estimado, como ilustrado na Tabela 11, que inclui ainda o QGT (QGT-1.1) representado nos diagramas da arquitetura do SGTC com *Smart Panels*. Os valores apresentados contemplam o fornecimento, montagem e instalação dos quadros elétricos, incluindo todos os materiais e acessórios necessários ao seu correto funcionamento.

Tabela 11 – Custo agrupado estimado dos *Smart Panels* e QGT-1.1.

Grupos de Quadro de Potência	Valor (€)	Grupos de Quadros de GTC	Valor (€)
Quadros do Piso -1	182100	Quadros do Piso -1	4960
Quadros do Piso 0	72150	Quadros do Piso 0	--
Quadros do Piso 1	84620	Quadros do Piso 1	--

De acordo com uma empresa fornecedora, instaladora e integradora, que se encontra a realizar uma das primeiras grandes instalações em Portugal baseando a arquitetura em *Smart Panels* (i.e. sede da EDP em Lisboa), o custo (fortemente associado ao tempo de duração dos trabalhos) de instalação, comissionamento, ensaios, integração e programação de dispositivos e do próprio sistema, é significativamente mais reduzido. Com base nos diagramas elaborados e peças escritas pertinentes, estima-se uma redução em 30% do valor indicado para o projeto convencional. Assim considerar-se-á um valor de cerca de €26740 para esta componente.

Mais uma vez, repare-se na dificuldade e na dependência de empresas instaladoras para a obtenção de estimativas em valores absolutos ou relativos ou a estimativa de percentagens

de afetação de uma série de custos, fortemente relacionados com a preparação de obra, comissionamento, instalação e programação.

Por fim surge a componente de custos relativo ao posto de supervisão estimada em 6000€, segundo o fabricante e o mesmo instalador. Este inclui além do *hardware*, a licença dos grupos de *software* necessários - software de configuração e testes e software de gestão do sistema *Smart Panels*.

Como já referido, a integração deste software relativo aos *Smart Panels* será integrado também na interface do software do SGTC, mas como um apêndice, por questões relacionadas ainda com o desenvolvimento e a disponibilização ainda limitada de ferramentas que facilitem uma completa e fácil integração por parte do fabricante.

À semelhança das ilustrações gráficas anteriores realizadas para o caso do projeto convencional em termos de custos de cada componente, apresentam-se nas Figuras 83 e 84 os valores de cada componente no projeto integrando *Smart Panels*, onde se pode observar o referido maior custo das componentes relativas aos quadros de potência e posto de supervisão, mas a redução nas restantes componentes.

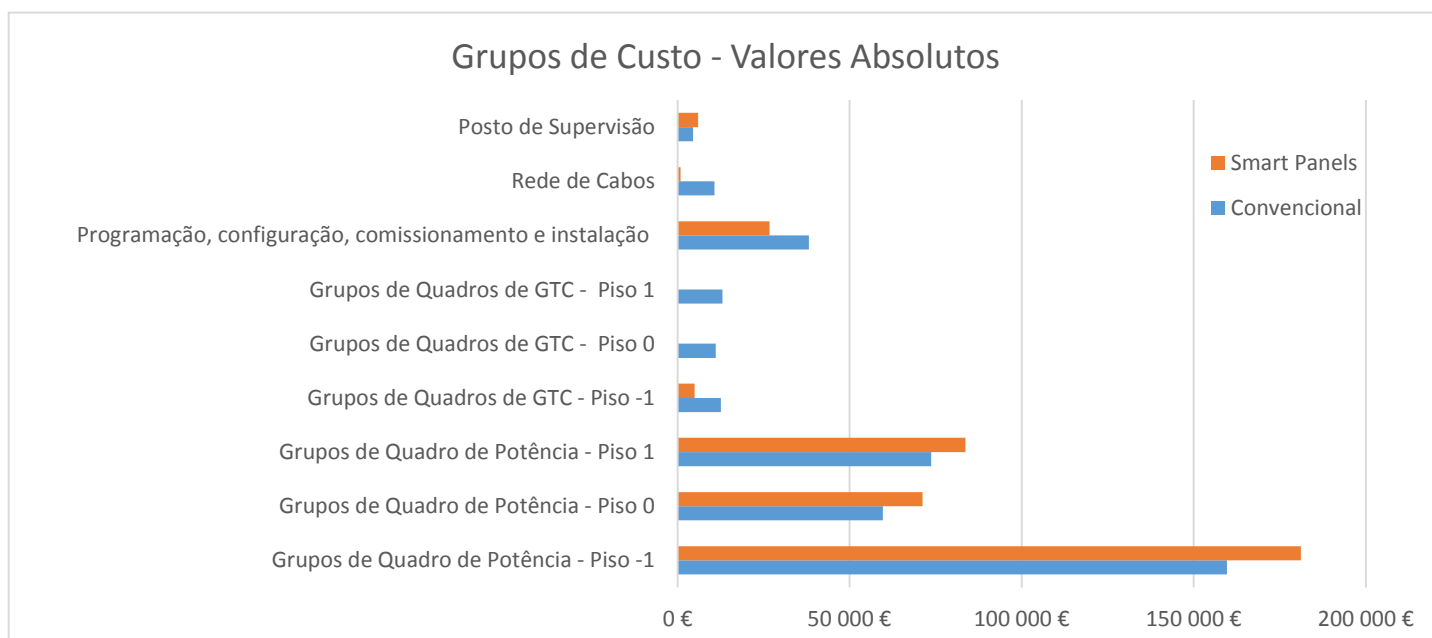


Figura 83 – Ilustração gráfica dos valores absolutos dos grupos descritos – projeto com *Smart Panels*.

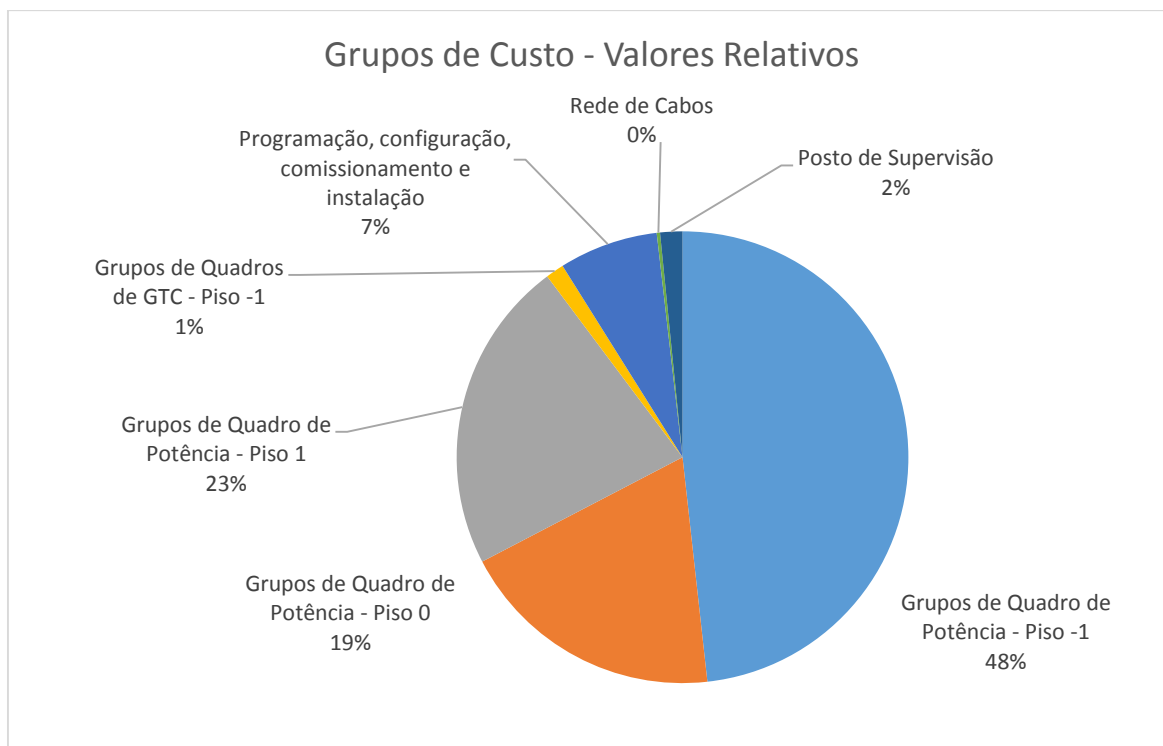


Figura 84– Ilustração gráfica dos valores relativos dos grupos descritos – projeto com *Smart Panels*.

Perfazendo o valor total estimado de 377470€ da arquitetura de SGTC integrando *Smart Panels* e comparando os valores globais obtidos, existe uma diferença de €5700, pertencendo o menor custo à opção da arquitetura que integra *Smart Panels*. Representando este valor cerca de 1,5% face ao valor total da solução convencional, pode-se concluir, com as devidas e extensas considerações apresentadas, que não existe uma diferença económica relevante para este caso prático do ponto de vista puramente económico na fase de implementação.

Se até aqui foi abordada a perspetiva económica no momento inicial, ou seja relativa à instalação e implementação do sistema, será também importante a abordagem acerca de possíveis diferenças nos custos associados à exploração da própria instalação.

Como já referido, um SGTC constitui o instrumento que permite, ao longo dos muitos anos de vida expectável do edifício, estabelecer, adaptar e readaptar, estratégias operacionais, monitorizar todos os sistemas e órgãos vitais do edifício e ajudar efetivamente o seu gestor técnico na condução a curto, médio e longo prazo otimizar emissões, consumos, recursos e custos.

Como tal, diferenças que possam resultar dos seguintes fatores, ao longo de toda a vida útil expectável quer do edifício, mas mais especificamente da instalação elétrica e do SGTC, que dada a rápida evolução tecnológica se pode fixar em 15-20 anos, levarão a diferenças substanciais nos custos de exploração:

- Uma instalação mais simplificada e fácil de gerir, exigindo menos recursos humanos quer na gestão e manutenção;
- Obtenção de um plano de manutenção otimizado, numa perspetiva de predominância do tipo preventivo;
- Intervenções relacionadas com a própria manutenção que sejam menos custosas quer em termos de tempo quer de mão-de-obra;
- Maior fiabilidade e *robustez* de equipamentos, subsistemas e sistemas;
- Disponibilização por parte do fabricante de um acesso facilitado, rápido e a custos reduzidos de aparelhagem e equipamentos de substituição da mesma gama ou compatíveis no âmbito da manutenção;
- Disponibilização por parte do fabricante de um acesso facilitado, rápido e a custos reduzidos de aparelhagem e equipamentos de substituição da mesma gama ou compatíveis no âmbito da expansibilidade e atualização do sistema. Uma maior possibilidade de interação e intervenção na instalação, pela monitorização ou controlo adicional facilitado de pontos no futuro poderá contribuir com maiores poupanças energéticas e de gestão da instalação;
- Disponibilização por parte do fabricante, fornecedor e instalador de um sistema, de um suporte e apoio técnico rápido e adequado durante o tempo de vida útil do SGTC e instalação elétrica, incluindo a realização e execução de planos de formação;
- Disponibilização por parte do fabricante, fornecedor e instalador de um sistema, de licenças de *software* livres ou a baixo custo;

Note-se que se a obtenção de estimativas económicas objetivas na fase de implementação do SGTC foi difícil e exigiu várias considerações, admitindo-se que cada caso é um caso e

que a estimativa apresentada possui uma estrutura componível que resulta de e em considerações, a estimativa de diferença de custos da exploração da mesma instalação com cada uma das soluções implementadas é impossível nesta presente data, dado que:

- Não existem dados bibliográficos que possam aferir indicadores de poupança entre uma solução e outra, ou sequer vantagens concretas e objetivas de sistemas que agora se baseiam em *Smart Panels*, mas que anteriormente se basearam na arquitetura tradicional aqui apresentada ;
- Inexistência de casos práticos concretos de edifícios onde foi implementada a solução de um SGTC integrando *Smart Panels* que possibilite fornecer dados estatísticos face a uma solução convencional num mesmo tipo de edifício no que diz respeito aos custos de exploração anuais;
- Cada edifício é único, tendo características, necessidades e níveis exigidos de monitorização e gestão diferentes, pelo que os valores destes casos se existissem, poderiam variar significativamente de edifício para edifício – teria de se enquadrar este caso prático num tipo referido na bibliografia;
- Para uma comparação rigorosa, seria necessário que uma mesma instalação funcionasse nas mesmas condições, baseando-se num e noutra tipo de SGTC, o que não é possível;
- Não existem casos registados da reformulação de um SGTC existente, do tipo convencional apresentado (estado da arte), com um histórico de dados concretos, que seria comparado com a exploração da mesma instalação no novo SGTC que integra *Smart Panels* ao longo do tempo (em tempos diferentes logo já em condições diferentes);

Sendo assim, o autor do presente trabalho reserva-se do facto de fornecer estimativas comparativas de custo ao longo do período de exploração do edifício, remetendo a comparação para o nível técnico, que repare-se também, é uma análise crítica pessoal mas justificável em função do projeto desenvolvido, do estudo teórico realizado e da experiência obtida.

É então opinião justificada do autor, pela abordagem teórica e demonstração prática (razões técnicas e resultados económicos), que as possíveis vantagens de um *Smart Panel*, na existência de um SGTC, não são as relacionadas com a introdução de novos pontos a monitorizar, a eficácia e precisão dessa monitorização, gestão e controlo ou até com as vantagens económicas no momento de implementação do sistema, mas sim, com fatores relacionados com a eficiência a diversos níveis.

Uma arquitetura com base num *Smart Panel*, através de um conjunto de dispositivos, *interfaces*, formas e protocolos de comunicação, utilização de cabos pré-conetorizados e um sistema de parametrização e gestão integrado, terá sim, as seguintes vantagens principais em relação a uma arquitetura típica de um quadro elétrico com inúmeros pontos de SGTC a integrar pelo autómato afeto:

- Um projeto de quadro elétrico mais simplificado, considerando as mesmas necessidades de integração e comunicação em relação a um convencional;
- A possibilidade de redução de uma forma muito significativa da cablagem de comando e sinal face à solução convencional - a comunicação de estados e ações dos dispositivos (entradas e saídas) entre o quadro elétrico convencional e o *Automation Server*, pode levar implicar uma tão maior quantidade de cabos quanto maior for o número de pontos a integrar no sistema e maior for a distância do QGT a estes. Se distância entre o QGT e os pontos definidos na sua área de influência for significativa, as secções dos condutores terão de ser aumentadas (quedas de tensão), agravando as consequências sobre a infraestrutura de suporte da sua distribuição (e.g. caminhos de cabos, tubagem, etc);
- Uma significativa simplificação e redução do tempo de instalação e um comissionamento mais rápido, fácil e seguro. É referido pelo fabricante que o sistema criado permite eliminar os possíveis erros tradicionais de montagem e instalação, devido aos componentes pré-conetorizados, através da disponibilização de uma única possibilidade de montagem/ligação de componentes. A identificação automática do dispositivo instalado pelo *software* e pelo conjunto de testes pré-determinados e a executar pelo software de configuração permite uma redução significativa do tempo relativo a este processo.

- Um aumento significativo da ergonomia e espaço relativamente ao conjunto de quadros elétricos. Note-se que esta é por vezes uma questão bastante problemática tanto no projeto como na instalação devido às elevadas dimensões que os quadros de distribuição podem tomar para acomodar toda a aparelhagem, dispositivos, equipamentos, barramentos, cablagem como o espaço necessário para a execução de operações seguras no seu interior e à sua volta.
 - De acordo com as dimensões recolhidas para os diferentes quadros elétricos, verifica-se que a reformulação dos quadros elétricos, para que se baseassem no conceito de *Smart Panels* (integrando portanto mais dispositivos, nomeadamente as *interfaces* de comunicação), resultou na ausência de alterações nas dimensões dos quadros, mantendo-se um espaço de reserva semelhante (+-5%). Ou seja, os *Smart Panels* assumem as mesmas dimensões que os Quadros de Potência do projeto convencional, apesar de integrarem um maior número de dispositivos no seu interior.
- A possível dispensa de Quadros de SGTC afetos às instalações elétricas, o que leva a uma maior economia de custos, tempo e espaço bem como uma maior simplicidade no projeto, instalação, comissionamento e manutenção. Cada quadro é comunicante, não havendo a necessidade de estabelecer quadros de SGTC, em que o número e localização será ponderada de acordo com a localização e número de pontos a gerir. Além disso, não existe a necessidade de dimensionar os condutores referidos no ponto anterior.
 - No caso de estudo, foi possível a dispensa de 5 QGTs pela integração da medição, monitorização e comunicação no próprio quadro de potência e distribuição. O QGT complementar ficou afeto às instalações de transporte vertical, bem como à integração de pontos de dispositivos, equipamentos e sistemas de campo, nomeadamente na área técnica do posto de seccionamento e transformação e sala de geradores – permitindo-se assim uma independência destes equipamentos relativamente aos localizados no interior de um qualquer quadro elétrico comunicante.

Este facto já era de esperar, dada ênfase no capítulo da otimização do espaço no desenho de um *Smart Panel*, que visa aproveitar os espaços vazios para a colocação de dispositivos de medida ou comunicação (por exemplo na Figura

52, é possível verificar que o Smartlink é colocado acima da aparelhagem, de modo a aproveitar um espaço que de outra maneira não seria aproveitado de uma forma tão eficaz).

Sendo assim, temos que a generalidade dos QGTs constituirão volumes disponíveis para outros fins, já que não existem na arquitetura com *Smart Panels* apresentada (Tabela 12).

Tabela 12 – Espaço libertado pela escolha da opção que considera a integração de *Smart Panels*.

Quadro de Gestão Técnica (Instalações Elétricas)	Dimensões (Amm x Lmm x Pmm)	Notas
QGT-1.1	1200x800x300	Mantem-se
QGT-1.2	1200x1000 x300	Dispensado
QGT 0.1	1200x800 x300	Dispensado
QGT 0.2	1200x800 x300	Dispensado
QGT1.1	1200x800 x300	Dispensado
QGT1.2	1200x800 x300	Dispensado

- Um acréscimo de custo, geralmente mais reduzido, por ponto adicional a monitorizar/atuar (devido à facilidade e disponibilidade de ligação e a cablagem associada, mão-de-obra, etc);
- A possibilidade de uma monitorização mais abrangente, individualizada e facilitada no futuro devido à incorporação padrão de monitorização em diversos componentes. Isto por um lado pode potenciar uma maior possibilidade de redução dos consumos energéticos e dos seus custos associados pelo acesso a uma maior quantidade de dados, que de outra forma por opção, não seriam monitorizados (questão de custos), e por outro dispensar o recurso a medidores externos, de custo e espaço de instalação acrescido.

- Uma manutenção e operação facilitadas durante a exploração (menor infraestrutura instalada, instalação mais simples, clara e fácil de compreender, software pré-configurado e facilmente configurável, etc).

Em termos de *robustez* das soluções, não é de esperar diferenças significativas entre as soluções. A solução convencional constitui um sistema perfeitamente testado em várias instalações nos últimos anos, assumindo-se como a evolução esperada numa perspetiva histórica dos sistemas distribuídos que se baseiam em autómatos para recolha de dados e transmissão de ordens à aparelhagem.

A solução que integra *Smart Panels* permanece sem dados concretos no que diz respeito à sua fiabilidade. Contudo, não é de esperar que existam problemas no âmbito na exploração do sistema. De facto, a existência de menor e mais simples infraestrutura instalada, mais clara e fácil de compreender e um software pré-configurado e facilmente configurável podem facilitar a manutenção (quer preventiva quer corretiva) e operação durante a exploração, traduzindo-se numa maior fiabilidade e continuidade de exploração.

No que diz respeito à expansibilidade do sistema, ambos apresentam características que o possibilitam realizar de uma forma relativamente fácil, já que se assumem como modulares. Sendo o requisito “existência de espaço disponível” comum às duas filosofias, neste tema existem essencialmente duas perspetivas comparativas:

1- A existência de novos pontos a integrar, com diferentes consequências:

- Como referido é boa prática reservar pontos de ligação ao sistema Enerlin’X nos quadros elétricos, nomeadamente no que diz respeito à aparelhagem modular e os *Smartlinks*. Isto permite que no caso de se instalar nova aparelhagem ou se considerar a monitorização adicional de aparelhagem já existente, seja apenas necessária a ligação pelo cabo pré-conectorizado dessa aparelhagem da gama Acti 9, sendo a configuração praticamente efetuada pelo software subjacente aos *Smart Panels*, tendo o utilizador mais o papel de validador dessa, requerendo deste um nível de formação baixo.

No caso de ser necessário um novo equipamento do sistema Enerlin'X será necessária a sua configuração e endereçamento, exigindo do utilizador responsável um maior domínio e conhecimento do sistema, estimando-se no entanto que seja um processo menos moroso que a integração de novos módulos I/O no QGT para fazer face a um aumento de pontos ou a ligação a novos pontos distantes do QGT.

- No caso do SGTC convencional poderemos ter a situação em que existe uma reserva contemplada na Lista de Pontos para esse novo ponto, existindo por isso já uma pré-configuração do *Automation Server* para essa integração. Dado que um correto dimensionamento do número de condutores dos cabos que interligam o QGT aos quadros elétricos tem como base a Lista de Pontos, existirá também já uma infraestrutura física de ligação executada (existe uma capacidade de reserva na rede de cabos).

No caso de não existir esta reserva, seria necessário interligar o QGT afeto a esses novos pontos (atualizando a Lista de Pontos). No caso de estes se encontrarem afastados do QGT trará custos acrescidos no que diz respeito a toda a infraestrutura de cablagem necessária, tempo e mão-de-obra para realizar a interligação física. Além disso, seria necessário efetuar uma nova programação do *Automation Server* desses novos pontos (novas entradas e/ou saídas). Ainda que atualmente seja disponibilizada uma interface de programação gráfica própria que facilita essa programação e integração no sistema, esta configuração relativamente à situação análoga com *Smart Panels* requer um nível de formação significativamente mais elevado.

2- A dependência do cliente de um único fabricante, instalador ou fornecedor depois da implementação do sistema de SGTC.

- Se uma das vantagens principais da arquitetura tradicional é a compatibilidade com várias gamas de aparelhagem, de diferentes fabricantes, uma das desvantagens da escolha da arquitetura com *Smart Panels* tem a ver precisamente com a dependência de um único fabricante, já que atualmente apenas a Schneider Electric disponibiliza este sistema.

Repare-se que mesmo que outros fabricantes lancem no mercado sistemas similares, do ponto de vista do autor, não é de esperar uma compatibilidade significativa entre aparelhagem e sistemas de comunicação e gestão.

Refira-se o caso dos *Smartlinks* que possibilitam a ligação facilitada de entradas e saídas digitais. Isto levar-nos-ia a crer, na teoria, uma integração fácil de aparelhagem de outros fabricantes. Contudo, segundo dados do fabricante, se existe a possibilidade de monitorizar (entradas apenas) aparelhagem modular de outros fabricantes (ainda que depois estes aparelhos não sejam identificados pelo software) tal não aconteceria com a aparelhagem não modular bem como com a função de comando de aparelhagem (contactores ou dispositivos motorizados) devido às bases do sistema de comunicação Enerlin'X.

Tal prende-se com o sistema de identificação, configuração e endereçamento individual automático do *software*, que levaria a que os dispositivos de outros fabricantes fossem identificados como desconhecidos, não reconhecendo as suas funcionalidades. Se a configuração da monitorização de contactos de aparelhagem modular não reconhecida pelo *software* (de outros fabricantes) pode ser realizada (“forçada”) manualmente, possibilitando o seu funcionamento como “dispositivo desconhecido”, a monitorização de aparelhagem não modular ou a função de comando de aparelhagem modular ou não modular será muito difícil de implementar devido aos mecanismos de funcionamento da gama Acti 9 e de aparelhagem não modular da Schneider Electric (e.g. sistema ULP de comunicação, interfaces e conectores próprios, telecomando para dispositivos motorizados, etc).

- Além disso, tem de ser garantida, por parte do fabricante, a compatibilidade, à medida que a tecnologia evolui, de todos os componentes dos *Smart Panels*, incluindo o software.

Repare-se no caso em que era lançada uma nova gama de aparelhagem Acti9, que seria incompatível com a anterior, tendo-se procedido à descontinuação progressiva dessa antiga versão.

Se o cliente num momento futuro decidisse expandir o sistema com base no mesmo conceito, seria impossibilitado por questões de indisponibilidade (quer de produto, tempos de resposta, etc). Aqui teria de optar por substituir o sistema, recorrer a

quadros de gestão técnica com *Automation Servers* de modo a complementar a solução, ou requisitar a um instalador uma integração personalizada, acrescentando custos à instalação.

Repare-se que o exemplo apresentado é comum, especialmente na área de tecnologias de informação, em que são desenvolvidas novas versões de softwares existentes, mas que serão incompatíveis com as anteriores, obrigando o cliente que dele depende, no caso de ter ou querer atualizar o sistema, a consentir perdas de informação entre outras.

Apresentam-se também de seguida algumas limitações do ponto de vista do autor deste trabalho, que complementam as diversas comparações já efetuadas, da solução com *Smart Panels* face à convencional, após o seu estudo teórico e aplicação prática:

- Uma outra limitação do ponto de vista do autor tem a ver com a falta de flexibilidade e aproveitamento de alguns dispositivo, como é o caso do *Smartlink*, e do próprio software de configuração e gestão de alarmes. Se os cabos pré-conectorizados facilitam e agilizam a ligação da aparelhagem ao dispositivo de recolha e comunicação da informação, levam também a que se tenha de utilizar a totalidade das 2 entradas digitais e 1 saída digital presentes no conector Ti24 (ver Figura 41), mesmo que a aparelhagem a monitorizar apenas disponibilize, ou o projeto pretenda apenas a integração de um número inferior de possibilidades.

Por exemplo, no projeto convencional apenas designamos a integração do “estado” dos disjuntores modulares de 40A no SGTC com a seguinte lógica: se o disjuntor está continuamente ligado na ausência de uma sobreintensidade, sendo a equipa de manutenção (que monitoriza o aparelho) a única a ter a hipótese de mudar localmente o seu estado para desligado além do disparo, em condições normais, se o disjuntor disparar, a alteração de “estado” para desligado (“Off”) sinalizará também o disparo (“trip”).

A ligação deste aparelho, nas mesmas condições objetivo descritas, a um *Smartlink* por um cabo pré-conectorizado levará a que apenas se utilize uma entrada digital do conector Ti24 da régua *Smartlink*, ficando inacessíveis as restantes possibilidades (que poderiam ser ligadas a outro aparelho) – a entrada digital restante e a saída digital. Dado o custo destes equipamentos, rapidamente, para estas condições, se

poderá chegar a um número de Smartlinks bastante superior às reais necessidades projetadas.

Uma forma de contornar esta limitação, será descarnar o cabo pré-conectorizado, obtendo-se um cabo que permite total flexibilidade (à semelhança com o que foi apresentado no projeto convencional). Contudo, sendo a ligação facilitada, rápida e sem erros entre a aparelhagem e os dispositivos de comunicação no quadro elétrico, uma das características principais da filosofia subjacente aos *Smart Panels*, a disponibilização futura de outros cabos poderia ser a melhor solução.

- Refira-se que o *software* apresenta também nesta fase ainda limitações no que diz respeito à flexibilidade de configuração e personalização. Por exemplo, para o mesmo exemplo prático, se o contacto de “disparo” (“trip”) é ativado, por defeito, é sinalizado um alarme ao operador no ecrã ou página do sistema de gestão. Contudo, não é possível configurar um alarme para o caso da ocorrência da mudança de “estado” (“on/off”) que poderia sinalizar o mesmo acontecimento, se configurado.

Ainda no que diz respeito ao *software* refira-se que atualmente a integração do *software* dedicado e próprio dos *Smart Panels*, é feita como um apêndice ao *software* de gestão técnica centralizada, ou seja, constitui um subprograma deste último, não sendo uma expansão diretamente implementada sobre o *software* de SGTC. Ainda que não existam problemas de compatibilidade e de comunicação entre estes subsistemas, seria interessante pelo menos a integração total com o sistema de SGTC do mesmo.

5. CONCLUSÕES

Os Sistemas de Gestão Técnica Centralizada (SGTC) possibilitam a monitorização, controlo, comando e gestão, de forma integrada, das várias instalações existentes no edifício, nomeadamente as elétricas, de segurança, mecânicas e hidráulicas.

Estima-se que estes sistemas permitam poupanças na ordem dos 15 a 30%[4, 5, 42]. De facto, a redução dos desperdícios energéticos é um dos pontos fortes dum sistema destes, onde pela monitorização e análise de padrões comportamentais e características técnicas de equipamentos é possível uma otimização dos processos tanto ao nível da eficiência energética como também claramente ao nível da conservação de energia. Além disso, no caso de anomalia ou avaria, estes enviam avisos e alertas ao serviço de manutenção, para que sejam tomadas as medidas necessárias à sua correção, reforçando a melhoria de processos e da segurança do edifício.

Como cada edifício é único, ou seja, tem as suas próprias características construtivas, de comportamento térmico e de utilização, a otimização proporcionada pelos SGTC e o seu sucesso depende assim de vários fatores, devendo ser efetuada uma análise prévia e ao longo da fase de utilização do edifício, da adequação (as características do edifício em si, dos hábitos de quem o utiliza, níveis de controlo desejados, das metas a cumprir, etc.) do SGTC

(estrutura física implementada, estratégia de controlo e otimização definida, etc.) ao caso em questão.

Neste trabalho foram abordados de uma forma detalhada e pertinente, um conjunto de tópicos inerentes ou fortemente relacionados com a Gestão Técnica Centralizada, desde a visão e importância subjacente à sua consideração e implementação, bem como a descrição das suas funcionalidades principais, abordando ainda a sua evolução e o atual estado da arte.

Foi apresentado ainda um caso prático de estudo, onde foram desenvolvidos dois projetos de um SGTC afetos às instalações elétricas – sem e com a integração de *Smart Panels*.

Protocolos e Integração

Referiram-se neste trabalho os problemas comuns e tradicionais de integração e interoperabilidade de diversos equipamentos e sistemas num mesmo SGTC. Como indicado, as soluções passam ou por uma integração a nível superior, como é o caso dos *web services* (cada vez mais importantes e comuns) e pela comunicação num nível inferior num mesmo protocolo.

A abordagem teórica aos protocolos de comunicação atualmente mais comuns no que diz respeito a SGTC, serviu de suporte à compreensão, análise crítica e aplicação prática no caso de estudo.

Nas arquiteturas apresentadas recorreu-se ao protocolo *ModBus* RTU (Serial) e *ModBus* TCP. Isto deveu-se principalmente ao facto do conceito de *Smart Panels* possibilitar apenas uma comunicação nativa nestes protocolos, pelo que para uma mais direta e justa comparação técnica e económica, fez sentido a escolha deste protocolo para a arquitetura convencional.

De facto, embora este não seja atualmente um dos com melhor desempenho (sendo preterido por outros como o *Profibus* em instalações industriais, nomeadamente em condições agressivas, onde as questões de fiabilidade e continuidade de operação bem como velocidade e largura de transmissão de informação são mais exigentes), é um dos mais utilizados e difundidos neste tipo de instalações. As razões prendem-se por um lado com a simplicidade, o baixo custo da sua implementação, a facilidade de integração com outras tecnologias e por

outro, à existência de uma base muito forte de suporte à sua utilização e desenvolvimento, de que é exemplo a Schneider Electric.

Deve o leitor notar, que além das características de determinado protocolo, que se constituem como vantagens ou desvantagens em relação a outras, o suporte, a base de utilizadores, instaladores e fabricantes é que influem principalmente no sucesso da sua escolha e portanto na quota de mercado, para as diversas aplicações e âmbitos.

Num SGTC convencional estado da arte, normalmente a interface Homem-Máquina, num SGTC, baseia-se numa interface SCADA, que permite aceder a toda a informação em tempo real, assim como mostrar alarmes, registo de históricos, gráficos, programas horários, etc. Esta *interface* é desenvolvida para cada edifício, dada a especificidade de cada um, embora atualmente se recorra cada vez mais a sistemas “*template*” que servem de base para o desenvolvimento mais rápido e facilitado.

O uso do TCP/IP e tecnologias padrão da Internet permitem ao sistema ser integrado com as redes de computação empresariais, criando-se uma plataforma de convergência unificada para todas as informações no edifício. Atualmente, com a difusão e importância de tecnologias web, os sistemas de supervisão possibilitam também o acesso remoto pela internet.

Smart Panels, Arquitetura Convencional e Integrando Smart Panels

Após uma pertinente e descritiva abordagem teórica que fundamenta e suporta a evolução bem como as bases atuais de um SGTC, seguiu-se a introdução e a apresentação do conceito de *Smart Panels* da Schneider Electric. Este baseia-se numa ampla e diversa gama de possibilidades de medição e monitorização energética e da aparelhagem, que comunica com o sistema de gestão e controlo da instalação, através de dispositivos no mesmo quadro que integram funcionalidades de comunicação, sendo assim dispensada a necessidade de comunicação de informação de um quadro comum através de um sistema externo, de recolha, comunicação e processamento de informação.

Note o leitor que os objetivos de base, inerentes aos *Smart Panels*, estão fortemente relacionados com os de um SGTC - monitorizar, controlar, comandar e gerir, de forma integrada e otimizada, as várias instalações existentes no edifício (neste caso com destaque

para a elétrica ao nível da monitorização energética e da distribuição e alimentação de energia).

Como já referido, a componente de projeto e caso prático deste trabalho debruçou-se sobre a componente das instalações elétricas do SGTC, dado que a nível de instalações mecânicas e outras não existem alterações quanto à filosofia de integração ou não de *Smart Panels*.

De facto, os resultados que um *Smart Panel* se propõe atingir são essencialmente os mesmos de um SGTC afeto às instalações elétricas, integrando num único quadro, a monitorização energética e de dispositivos de proteção (entre outros) num quadro elétrico, bem como a monitorização, gestão e execução de ações de forma remota.

Salientando-se o facto, de como referido, o termo Quadro Inteligente e Comunicante ser também usado como sinónimo para *Smart Panel*, temos que um Quadro Elétrico Convencional, quando associado a um Quadro do SGTC (que integra um *Automation Server*) e a todo um sistema que se encontra por trás, poderá executar as mesmas funções alvo de um *Smart Panel*, sendo portanto o seu conjunto, pela mesma definição, “inteligente” e “comunicante”.

No entanto note-se que uma arquitetura de um SGTC em grandes edifícios que recorra apenas a *Smart Panels*, não é normalmente possível, já que o *Smart Panel* não pretende nem pode substituir um SGTC típico que integre outro tipo de instalações. A integração de *Smart Panels* num SGTC visa essencialmente a simplificação de um conjunto de processos relacionados com as instalações elétricas, nomeadamente a relacionada com a aparelhagem dos quadros elétricos e a monitorização energética.

O desenvolvimento do caso prático em conjunto com as comparações económica e técnica descritivas realizadas permite concluir que as possíveis vantagens de um *Smart Panel*, na existência de um SGTC, não são as relacionadas com a introdução de novos pontos a monitorizar, a eficácia e precisão dessa monitorização, gestão e controlo ou até com as vantagens económicas no momento de implementação do sistema, mas sim, com fatores relacionados com a eficiência a diversos níveis, nomeadamente com a simplificação do projeto, da instalação que inclui as infraestruturas de cabos e ergonomia dos quadros elétricos, do comissionamento e da própria exploração da instalação elétrica, traduzindo-se numa redução dos custos normalmente elevados inerentes à mão de obra associada a todos estes processos.

Contribuições, Considerações e Trabalhos futuros

Numa primeira fase, realizou-se uma apresentação estruturada do que consiste um Sistema de Gestão Técnica Centralizado (SGTC) atualmente, os seus objetivos, funcionalidades e potencialidades bem como a sua arquitetura distribuída baseada em Quadros de gestão Técnica contendo *Automation Servers*.

Numa segunda fase realizou-se uma abordagem detalhada a um conceito novo no mercado, designado por *Smart Panels* introduzido pela Schneider Electric, explicitando e descrevendo a sua filosofia e componentes como um sistema que é apresentado em catálogos como uma solução completa, normalmente independente.

Note-se que aliado ao facto de o conceito de *Smart Panels* ser recente, a documentação relacionada e fornecida pelo fabricante apenas diz respeito a estes, sendo nessa documentação a sua integração com o SGTC definida apenas como possível - não existe para já apoio documental nesta área, pelo que este trabalho assume-se como importante nesse sentido.

A partir do conhecimento das potencialidades dos *Smart Panels*, desenvolveu-se a partir de um projeto convencional de SGTC baseado no estado da arte atual, mais do que o projeto de uma nova arquitetura que integra *Smart Panels* – a metodologia de projeto, com a descrição das considerações tidas e das justificações acerca das opções tomadas.

O facto de este ser o primeiro trabalho de que se encontra registo, que aborda um projeto concreto de um SGTC um edifício de grandes dimensões com recurso a *Smart Panels*, leva a que este se assuma como uma importante referência para trabalhos futuros, de complemento, revisão e atualização.

Espera-se a partir deste trabalho uma forte contribuição para um melhor conhecimento das vantagens e desvantagens desta filosofia de projeto, nomeadamente no que diz respeito a fases pós projeto – instalação e exploração. De referir que precisamente estas fases necessitam ser abordadas com maior detalhe em futuros trabalhos, dada a inexistência de dados de casos práticos ou bibliografia.

Relembre-se que apesar de uma forte análise técnica realizada pelo projetista e autor deste trabalho, a comparação económica é baseada em estimativas e a um conjunto de

considerações já descritas e justificadas. A obtenção de dados concretos no que diz respeito à instalação e exploração é imprescindível para uma análise comparativa completa.

Repare-se que as estimativas são uma ferramenta a que se recorre para o processo de tomada de decisão - o erro está em acreditar que a estimativa é exata, já que se fosse exata não era estimativa, era certeza. Note-se que é fácil realizar comparações justificadas e objetivas com temas extensivamente estudados, a partir de uma grande quantidade de dados objetivos e concretos com a possibilidade de aplicar técnicas de estatística e obter indicadores económicos com significância – contudo, é sim difícil, realizar uma análise comparativa dentro de um tema inovador, sem dados concretos na bibliografia, em contexto aplicado que depende fortemente de um conjunto muito significativo de fatores.

Como referido, o conceito de *Smart Panels* é novo e está em evolução tanto em termos de dispositivos, como de funcionalidades e possibilidades, havendo ainda poucos exemplos de aplicação, nomeadamente no que diz respeito à sua integração em SGTC.

No presente momento, de acordo com a pesquisa efetuada não existem atualmente na europa outras empresas a apresentarem este conceito, de medição, comunicação e gestão, integrada num mesmo quadro elétrico, o de potência.

A apresentação, publicitação e justificação dos *Smart Panels* como importantes na obtenção de melhorias nos resultados relacionados com os diversos consumos e gestão da própria instalação elétrica, pode ser um fator que leve a uma maior penetração do mercado, integrando ou não um SGTC (note-se a importância cada vez maior de imagem corporativa de sustentabilidade por parte de edifícios ou empresas). De facto, a divulgação de resultados económicos, ambientais e sociais a partir de casos práticos de instalações que integrem *Smart Panels*, seria importante para a sua implementação em maior escala.

Além disso, existem vantagens técnicas claras, não relacionadas com a componente da monitorização energética e já aqui discutidas, que nos levam a esperar uma aceitação progressiva no mercado, bem como a sua integração cada vez mais frequente na componente de SGTC das instalações elétricas.

Refira-se também que a rápida evolução que o sistema tem tido, poderá conduzir à redução do número e eliminação de algumas das atuais limitações de dispositivos e do sistema em si,

bem como a disponibilização de novas funcionalidades, a descida de preços, e a divulgação de casos de sucesso potencializarão a sua utilização num maior número de instalações.

A formação de equipas de manutenção neste novo conceito e sistema constituirá também um papel importante no sucesso a curto prazo desta nova filosofia de medição, monitorização, comunicação e gestão integrada.

Referências Documentais

1. Pacific Northwest National Laboratory, *Energy Management and Control System: Desired Capabilities and Functionality* U.S. Department of Energy 2005.
2. Nunes, R., *A Automação e Gestão de Edifícios*, 2010, *Sebenta da Disciplina de Edifícios Inteligentes e Domótica*, Instituto Superior Técnico.
3. Zucker, G., *State of the Art in Building Automation and Technology*, in *Building on PV potential: turning our walls and rooftops into the building blocks of tomorrow's energy system* 2014, AIT Austrian Institute of Technology: Brussels.
4. Segalstad, S.H., *Building Management Systems and Heating, Ventilation, and Air Conditioning*, in *International IT Regulations and Compliance* 2008, John Wiley & Sons, Ltd. p. 273-287.
5. S. Kamali, G.K., S. Abdali Hajiabadi., *Effect of Building Management System on Energy Saving*. *Advanced Materials Research*, 2013. 856: p. 333-337.
6. Annaswamy, T.S.a.A.M., *Control for Energy-Efficient Buildings. The Impact of Control Technology*, 2011.
7. Adene, *Decreto Lei 118-2013-Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS)*, G.d. Portugal, Editor 2010.
8. Couras, I., *Gestão Técnica de Edifícios - Aplicação em Edifício Escolar*, in *Engenharia Electrotécnica* 2011, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
9. Nogueira, F., *Trabalho de Eficiência Energética sobre o Edifício F do ISEP, desenvolvido no âmbito do concurso nacional Green Campus*, G. Campus, Editor 2011.
10. ERSE, *Regulamento de Qualidade de Serviço do Setor Elétrico*, G.d. Portugal, Editor 2013.
11. Soares, C. *Sistemas de Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado*. 2012; Available from: <http://www.slideshare.net/Green-Campus/sistemas-deaquecimento-ventilao-e-ar-condicionado-por-carlos-soares-enerone>
12. Provic, *Portaria n.º 1532/2008 - Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios* G.d. Portugal, Editor 2008.
13. Ronat, O., *The Digital Addressable Lighting Interface (DALI) : An Emerging Energy-Conserving Lighting Solution*. *International Rectifier - Technical Article*, 2002. 4(1).
14. Contente, C., *Interface IP-KNX para um sistema de controlo domótico*, in *Engenharia Electrotécnica* 2013, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
15. Anna Pellegrino, V.R.M.L.V., Laura Blaso, Andrea Acquaviva, Edoardo Patti, Anna Osello, *Lighting control and monitoring for energy efficiency: a case study focused on the*

- interoperability of building management systems, in *IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering 2015*, IEEE: Rome.
16. Clark, G.G., *Rule-Based Integrated Building Management Systems*, in *Electrical and Electronic Engineering 1993*, Brunel University.
 17. al., P.V.P.e., *BuildingsLife, a Building Management System (BdMS). Structure and Infrastructure Engineering*, 2015. 10(3).
 18. Eddie W. L. Cheng, H.L., *A Framework for Analysing System Intelligence of the Building Control System: A Study of the Integrated Building Management System*. *Journal of Management in Engineering*, 2002. 2(3).
 19. D. Cotroneo, S.R., C. Savy, *Object-oriented Design of an Intelligent Building Management System*, in *Software Methods and Tools*, 20002000.
 20. Suresh Kumar, J.P.R., Abhay Kumar Thakur, *Building Management System Using PLC and SCADA*. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2013. 4(5).
 21. Schneider Electric, *Redes de Comunicação Industrial - Documento técnico nº2*. 2007
 22. Merz, H.H., *Building Automation – communication Systems with EIB/ KNX, LON, and BACnet*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
 23. Enerlon. *Common LONWORKS Channel Types*. 2012; Available from: <http://www.enerlon.com/JobAids/Common%20LonWorks%20Channel%20Types.doc>.
 24. Comcontrol, *ModBus TCP and RTU*; Acedido em 03-06-15; Available from http://www.ccontrols.com/w/Modbus_TCP-RTU, 2012.
 25. cellbiol. *TCP/IP*. 2013; Available from: http://www.cellbiol.com/bioinformatics_web_development/lib/exe/fetch.php/chapter_1_-_internet_networks_and_tcp-ip/data_transmission_over_the_internet_through_tcp-ip.png.
 26. PROFIBUS, A., *PROFIBUS – Descrição Técnica* 2006.
 27. Modbus, S. *Modbus TCP/IP - Technical Article*. 2014 13-05-15]; Available from: <http://www.simplymodbus.ca/index.html>.
 28. Thomas, G., *Introduction to Modbus Serial and Modbus TCP*. *Contemporary Control Systems*, 2008. Volume 9 (4).
 29. Schneider Electric. *Communication protocols and architectures in iPMCC*,. 2013; Available from: http://www.electrical-installation.org/enwiki/Communication_protocols_and_architectures_in_iPMCC.
 30. Powell, J., *PROFIBUS AND MODBUS: A COMPARISON*, in *Automation.com*.
 31. LLC, N.B.C. *LonWorks Fundamentals*. 2003; Available from: <http://www.circon.com/wp-content/uploads/2011/03/LonWorks-Fundamentals.pdf>.
 32. cs3, *Open Protocol for BAS Engineers and Owners - Multiple Diagrams*; Acedido em 04-08-15; Available from <http://www.cs3.com/index.cfm/mainpages/2/sitepages/show/77>, 2010.

33. HANSSON, L., *Distributed Building Automation Systems -Implementing the BACnet communication protocol*, in *KTH Industrial Engineering and Management*2008, Royal Institute of Technology - Sweden.
34. Rodrigues, V., *O protocolo BACnet*, in *Caminhos para o futuro - 2º Encontro Nacional de Instaladores* 2012.
35. Bushby, S.T., *BACnet - A standard communication infrastructure for intelligent buildings*. *Automation in Construction*, 1997. 6(5): p. 529-540.
36. KNX.org. *KNX Basics*. 2010; Available from:
http://www.knx.org/media/docs/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_en.pdf.
37. Silva, J., *Aplicação de Interface Com Sistema Domótico EIB in Informática e de Computadores*2007, Instituto Superior Técnico.
38. Seca, N., *Sistemas de Informação aplicados a Sistemas de Iluminação Pública in Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia*2013, Universidade Portucalense.
39. Fagerhult. *Installation example – classroom with DALI-dimming*. Available from:
<http://www.fagerhult.com/Light-control/About-DALI/Installation-example--classroom-with-DALI-dimming/>.
40. Schneider Electric, *Guide Specification for a SmartStruxure solutionpowered by StruxureWare Building Operation software*, S. Electric, Editor 2012.
41. Schneider Electric, *Power Manager - Embedded power management option for - SmartStruxure solution*. Schneider Electric,, 2014.
42. Schneider Electric, *SmartStruxure Solution - Powered by StruxureWare Building Operation*. Schneider Electric,, 2013.
43. Schneider Electric, *The essential guide of Automation & Control*, Schneider Electric Industries, Editor 2012.
44. Schneider Electric, *Automation Server - Catalogue*; Available from
<http://katalog.schneider-electric.cz/dsmapp/data/pdf/CZ/CMS/IOModules.pdf>, 2012.
45. Nogueira, F.S., D., *Previsão da Carga Elétrica diária no MIBEL recorrendo a Redes Neurais*, 2014, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
46. Haque, M., *Application of Neural Networks in Power Systems; A Review*. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2005(6).
47. Schneider Electric, *Product selection guide SmartStruxure solution*. Schneider Electric Industries,, 2013.
48. Schneider Electric, *SmartStruxure Architecture: Single Automation Server - BACnet*; Acedido em 01-07-15; Available from
http://www.controlservices.com/documents/SmartStruxure_Single_BACnet_v1_4_mobile.pdf, 2012.
49. Schneider Electric, *SmartStruxure Architecture: Single Automation Server - LonWorks*; Acedido em 01-07-15; Available from
http://www.controlservices.com/documents/SmartStruxure_Single_LON_MNL_v1_4_mobile.pdf, 2012.

50. *Schneider Electric, SmartStruxure Architecture: Multiple Automation Servers and Enterprise Server; Acedido em 01-07-15; Available from <http://www.schneider-electric.fr/documents/pageFlip/smartstruxure/pdf/chapitre/SmartStruxure.pdf>, 2012.*
51. *Schneider Electric, Smart Panel: a inteligência ao serviço das instalações eléctricas de baixa tensão. Voltimum, 2014.*
52. *Schneider Electric, EnerlinX Communication system for Smart Panels Schneider Electric Industries, Editor 2014.*
53. *Schneider Electric, Gestão inteligente da energia - e o seu Quadro Elétrico; Digitalização: Evolução e Impactos nas Instalações Elétricas BT, 2013.*
54. *Schneider Electric, Slides do Curso de Formação em Smart Panels, 2015.*
55. *Schneider Electric, Electrical auxiliaries; Available from http://www2.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/12000/FA12085/pt_PT/90081.pdf, 2012.*
56. *Schneider Electric, Acti9-Catalogue, S. Electric, Editor 2014.*
57. *Schneider Electric, Smart Panels - Digitized electrical switchboards. 2015.*
58. *Solar Tubes Análogos; Acedido em 04-08-15; Available from http://www.distribuicao hoje.com/wp-content/uploads/sites/2/2015/05/IKEA_Solar_Tubes_620.jpg.*
59. *Area de Exposição Análoga; Acedido em 04-08-15; Available from <http://shoppingspirit.pt/wp-content/uploads/2013/03/ikea-matosinhos-renova-area.jpg>.*
60. *ASHRAE, ANSI/ASHRAE 135-2004 ANSI/ASHRAE Standards, 2004.*
61. *Schneider Electric, Tabela de Preços Acti9, Schneider Electric Industries, Editor 2014.*
62. *Enerlin'X - Interface de communication; ; Acedido em 08-07-15; Available from <http://www.schneider-electric.fr/fr/product-range/61356-enerlin-x-smartlink/?parent-category-id=61800&parent-subcategory-id=61840>.*

ANEXOS

ANEXO I – Especificações Técnicas de Equipamentos Específicos das Instalações Elétricas do Caso Prático

ANEXO II – Especificações Técnicas – Sistema e Componentes *SmartStruxure*

ANEXO III - Lista de Pontos Gestão Técnica Centralizada - Instalações Elétricas

ANEXO IV - Diagrama da Arquitetura Convencional do Sistema de Gestão Técnica Centralizada

ANEXO V - Diagrama de Arquitetura Simplificada com *Smart Panels*

ANEXO VI - Exemplo de reformulação de Esquemas Unifilares - *Smart Panels*

ANEXO VII - Diagrama de Arquitetura Detalhada com *Smart Panels*

Nota:

Os anexos listados seguirão em ficheiros individuais e independentes deste, devido à sua natureza e formato específico.

DALI Network Router (910)

The 910 Digidim Router uses an Ethernet connection (10/100 Mbps) as a network backbone, to combine DALI networks seamlessly.

Basic functionality is available 'out-of-box' without any programming. Helvar's Designer software allows for advanced configuration and functional programming of the router.

The system provides energy-saving features via presence detection and constant light functionality. Further automation can be achieved through scheduled events. OPC server software enables interfacing to Building Management Systems (BMS).

A PC can be connected to the system for diagnostics and logging purposes if required, but all data is stored within the system itself, so there is no need for PC control in daily operation. The elimination of a central controller ensures no single point of failure can cause a total system shutdown.

Key features

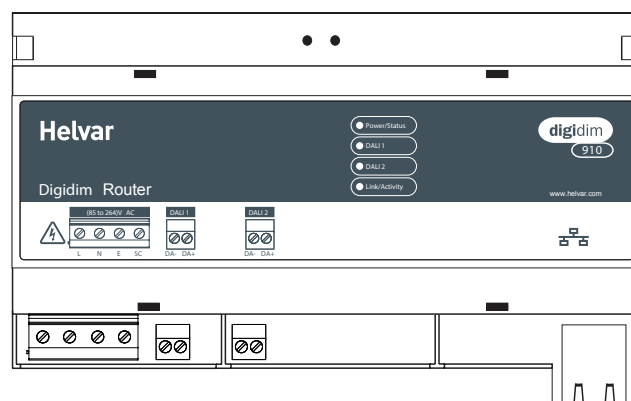
- Each router supports a total of 128 DALI devices (64 devices on each subnet)
- 250 mA power supply for each DALI subnet
- Up to 100 routers may be networked together
- Up to 12 800 DALI devices (16 000 groups) on a router system
- Industry standard protocols (TCP/IP, UDP/IP and DALI)
- Built-in real time clock
- Universal supply input

Applications

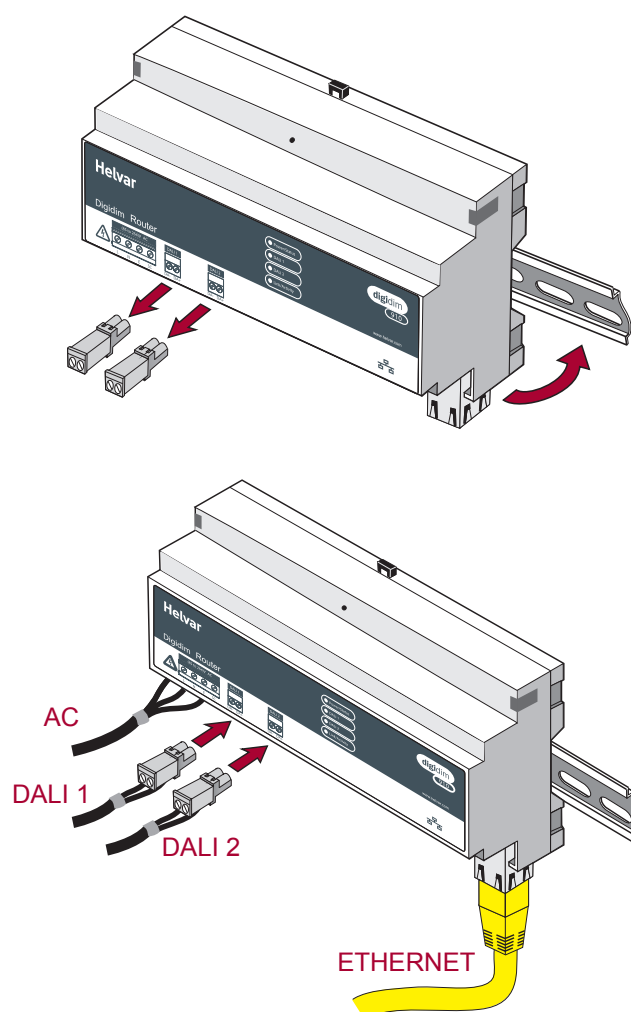
- From single office rooms, meeting rooms and corridors to a fully networked office building
- From school classrooms to a networked multi-site University complex
- In hospitals, from patient rooms and treatment rooms to public areas

Installation Notes

- For installation in a restricted access location only
- Isolate the mains supply before installation
- The external mains supply must be protected. External protection must not exceed 6 A MCB
- All DALI and mains cabling must be 230 V mains rated
- Install the unit horizontally to allow for heat dissipation
- Any enclosure must provide adequate cooling ventilation
- Please refer to the 910 Digidim Router Installation Guide



Installation



Technical Data

Connections

Mains cable:	Solid core up to 4 mm ² Stranded up to 2.5 mm ²
DALI cable:	2-wire mains rated, 0.5 mm ² – 2.5 mm ² Recommended: 1.0 mm ² – 1.5 mm ² Maximum length: 300 m (@ 1.5 mm ²)
Ethernet:	1 × RJ45 10/100 Mbps, Cat 5E up to 100 m (Auto MDI/MDI-X crossover)

Power

Mains supply:	85 VAC – 264 VAC, 45 Hz – 65 Hz
Power consumption:	23 VA
Power circuit protection:	6 A MCB maximum

Supply

DALI:	2 × 250 mA (current limited)
--------------	------------------------------

Mechanical data

Dimensions:	9U – 160 mm × 58 mm × 100 mm
Weight:	260 g
Mounting:	DIN Rail – keep mains and DALI wiring separate from Ethernet cable
IP code:	IP00 (For installation in a restricted access location only)

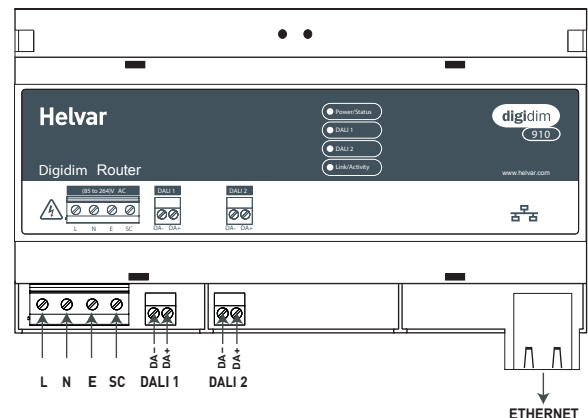
Operating conditions

Ambient temperature:	0 °C to +40 °C
Relative humidity:	Max. 90 %, non-condensing
Storage temperature:	–10 °C to +70 °C

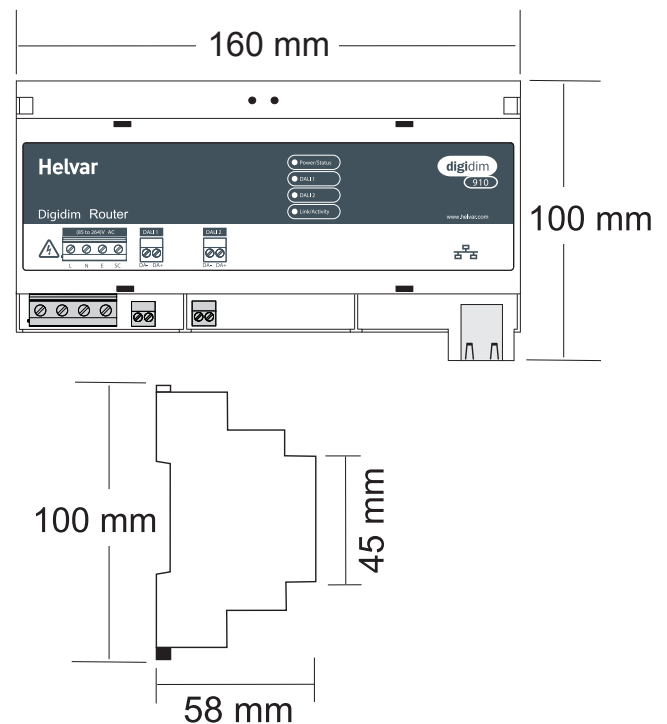
Conformity and standards

DALI data transfer:	DALI standard IEC 62386, with Helvar extensions
EMC emission	EN 55015
EMC immunity	EN 61547
Safety	EN 60950
Isolation:	4 kV
Environment:	Complies with WEEE and RoHS directives

Inputs / Outputs



Dimensions



Multisensor with linked PIR (312)

The DIGIDIM Multisensor is a compact unit containing sensors to provide energy-saving functions when used in a DALI system. It contains:

- a light sensor
- a passive infrared (PIR) movement detector
- an infrared receiver (for remote control)

The light sensor measures the ambient light level in the room. The PIR detector enables the system to detect when a room is occupied. People in the room can use the DIGIDIM remote controller to set the required light levels and to carry out basic system programming. The 312 Multisensor is push-fitted into a ceiling or luminaire housing.

Key Features

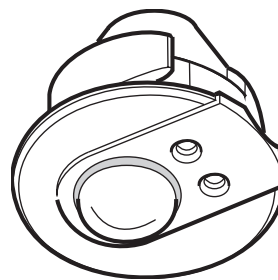
- Presence detection has a default time-out of 20 minutes.
- Programmable constant light control for energy efficiency.
- Complete control using the hand-held remote.
- A local switch can be fitted to provide ON/OFF and a manual dimming function.
- The multisensor's programmable functions are set by five DIL switches at the back of the unit.
- These DIL switch settings can be overridden remotely by DIGIDIM Toolbox or Designer software: no need for access to the Multisensor after installation.
- The coverage restrictor (provided) can be fitted to the Multisensor for more precise constant-light coverage.

Additional Functions

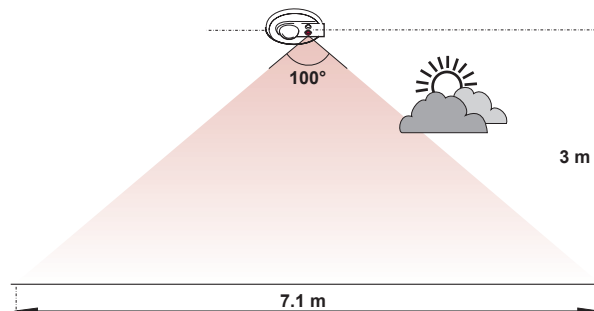
- The remote control handset can program most functions; DIGIDIM Toolbox and Designer software give full system access.
- When multiple linked PIR sensors are connected in one system, they will communicate with each other and switch off the loads only when all sensors are nondetecting.
- The automatic ON/OFF sequence of the presence detection system has three programmable steps (on; intermediate; off). Users can define how the loads react to the automatic presence detection commands from the Multisensor.

PIR Automatic ON/OFF Sequence

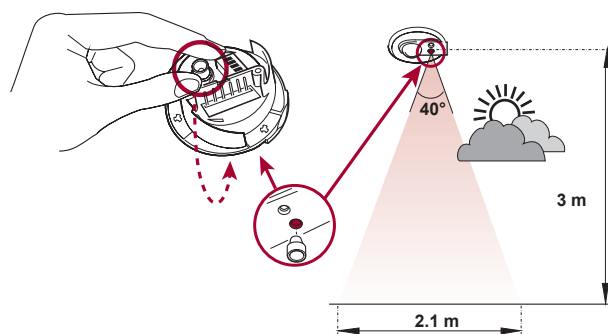
ON scene	Default: scene 16 (last level set by user)
INTERMEDIATE scene	Default: scene 14
OFF scene	Default: scene 15



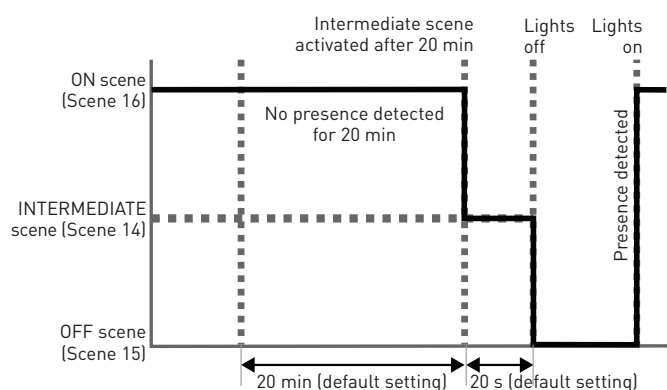
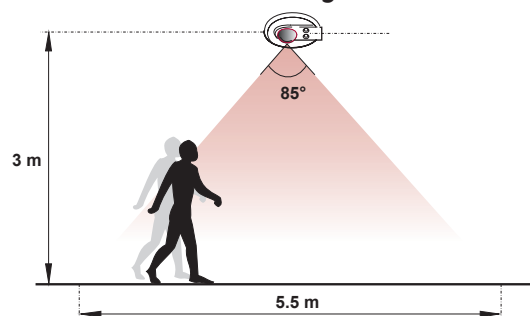
Constant Light Coverage without restrictor



Constant Light Coverage with restrictor



Presence Detection Coverage



Technical Data

Connections

DALI:	Removable connector block
Wire size:	0.5 mm ² – 1.5 mm ² Solid or stranded
Local control:	2 wires
Cable rating:	All cables must be mains rated
Maximum length:	50 m

Power

DALI supply input:	13 V to 22.5 V
DALI consumption:	15 mA

Sensors

Light sensor:	For constant-light functions
Presence detector:	PIR: Passive infrared presence detector
Infrared receiver:	For remote control commands

Remote control functions

Infrared remote control:	Constant-light level; Group creation and adjustment; Scene store and recall
---------------------------------	---

Mechanical data

Mounting hole diameter:	52 mm (mounting surface 0.5 mm – 2 mm); 55 mm (mounting surface > 2 mm)
Bezel diameter:	65 mm
Recommended clearance depth:	80 mm (without cable cover); 100 mm (with cable cover) (incl. 50 mm for cabling)
Material (casing):	UL94V-0 nylon
Finish/Colour:	Matt / White RAL 9003
Weight:	48 g without cable cover; 54 g with cable cover
IP code:	IP30

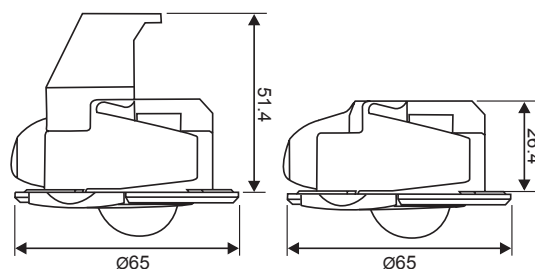
Operating conditions

Ambient temperature:	0 °C to +50 °C
Relative humidity:	Max. 90 %, noncondensing
Storage temperature:	–10 °C to +70 °C

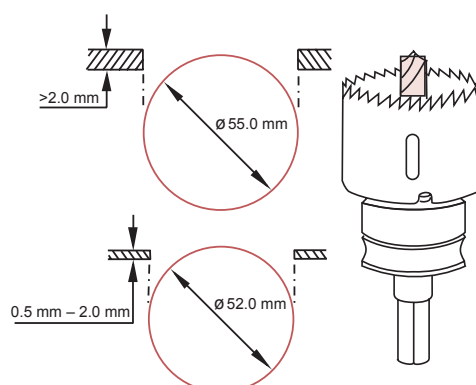
Conformity and Standards

EMC emission:	EN 61547
EMC immunity:	EN 55015
Safety:	EN 60950
Environment:	Complies with WEEE and RoHS directives

Dimensions (mm)

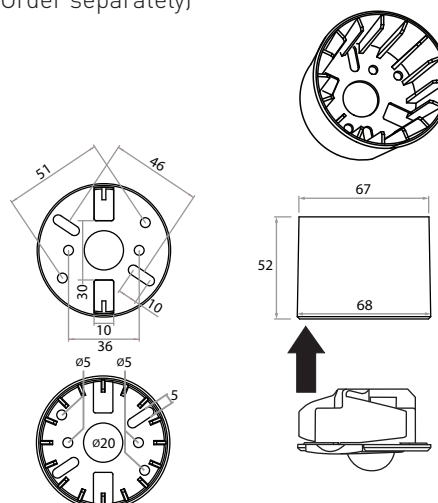


Installation: mounting hole

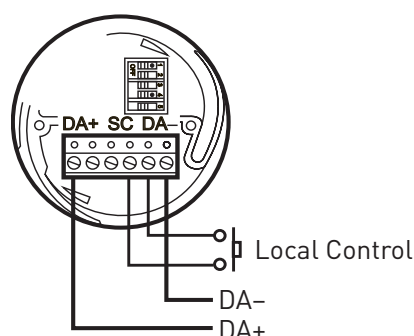


Installation: Surface back box SBB-C

(Order separately)



Connections



LCD TouchPanel (924x)

The TouchPanel (924) is a 3.5" touch-sensitive 65 000 colour LCD screen that can be used for controlling and programming a Helvar lighting control system.

freedom in lighting



Key Features

- Built-in astronomic real-time clock
- Automatic scene changing (sequences and cycles)
- Integral infrared receiver
- Customisable graphics and user language selection
- Compatible with Helvar DIGIDIM Router system via DALI
- Can be powered by 458 Dimmer



Product Order Code:

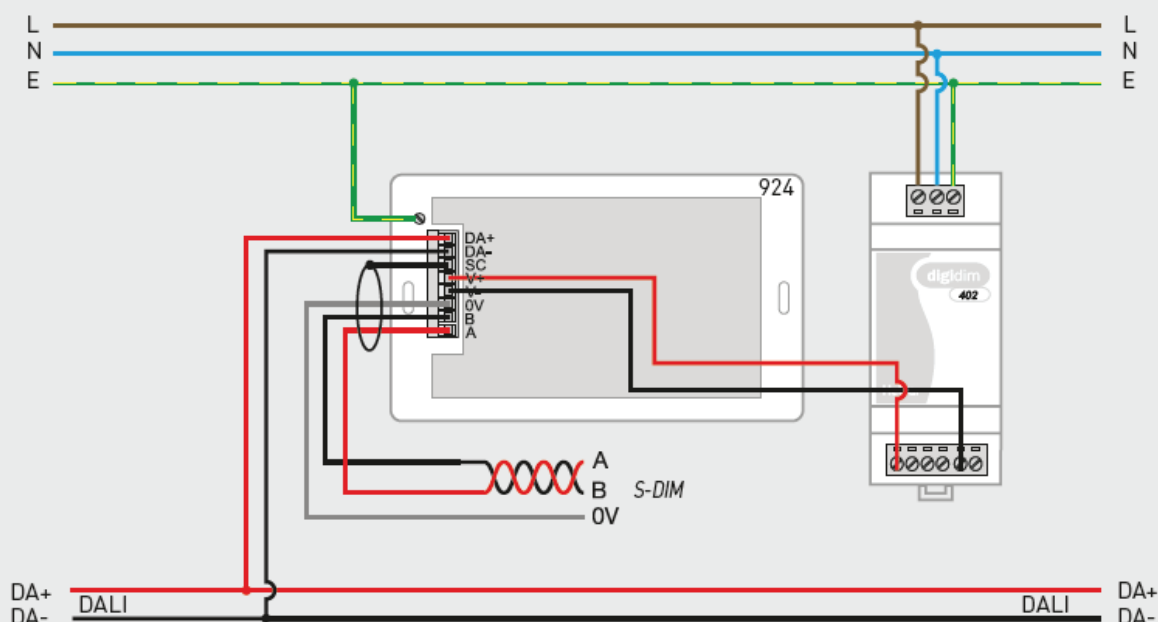
9240 White

9241 Polished Brass

9242 Brushed Stainless Steel



Connections



Technical Data

Connections

- DALI cable:** 2-wire, 1.0 mm² – 1.5 mm²
Example: Belden 8471
- S-DIM cable:** Low-loss, multistranded RS485 type, up to 1000 m, 0.22 mm² – 1.5 mm².
Examples: Belden 8102 or Alpha 6222C. One twisted pair for A and B (85 Ω – 100 Ω impedance), one core or twisted pair for 0 V, and shield for screen.
- Ethernet:** Not used. This port will be supported in a future firmware release.

Power

- Power supply:** 14 VDC – 50 VDC externally supplied
Power Supply: 401 or 402, or dimmer packs 91200, 99300, 99400. 14 to 50 V DC. 401 or 402 recommended.

Mechanical data

- Dimensions:** 146 mm × 35 mm × 88 mm
- Weight:** 350 g
- IP code:** IP30
- Back box:** Requires double-gang UK back box (provided in the package)

Operating and storage conditions

- Ambient temperature:** 0 °C to +35 °C
- Relative humidity:** Max. 90 %, non-condensing
- Storage temperature:** –10 °C to +70 °C

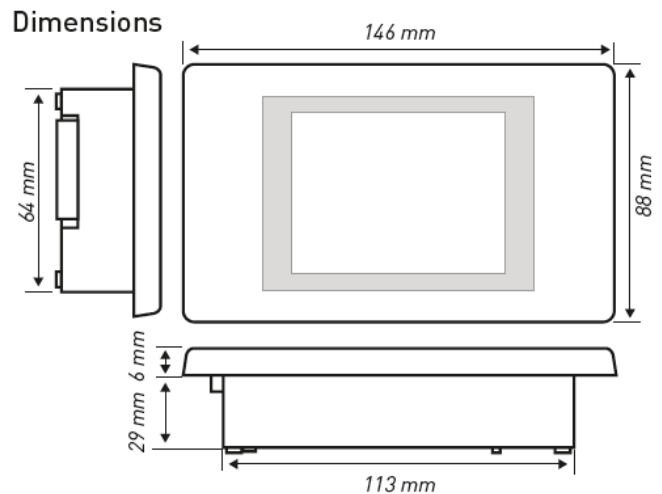
Conformity and standards

- Emission:** EN 61000–6–3
- Immunity:** EN 61547
- Safety:** EN 60950–1
- Environment:** Complies with WEEE and RoHS directives

Software

- System:** Helvar DIGIDIM or standalone system
- Software:** Helvar Designer and Touch-Panel
- DALI addresses:** See TouchPanel user manual

Dimensions





Technical Data Sheet Digital Energy™ SG Series (50-80kVA)

GENERAL DATA				
Topology		True On-line double conversion		
Nominal output power at PF = 0.7 lag. to 0.8 lag.		kVA	50	80
System efficiency	100% load, 0.8 PF :	%	91.8	92.0
	50% load, 0.8 PF :	%	92.2	92.5
Heat rejection at 100% load, 0.8PF and charged battery		BTU/hr	12,201	19,005
		kW	3.57	5.56
Cooling Air (77°F - 86°F / 25°C - 30°C)		CFM	544	847
Audible noise level (at 5 ft.)		dB(A)	60	63
Fault Current Rating				
Operating temperature range	UPS :	32°F - 104°F (0°C - 40°C)		
	Battery :	68°F - 77°F (20°C - 25°C) (Note: Higher temperatures shorten battery life)		
Storage temperature range	UPS :	5°F - 122°F (-15°C to +50°C)		
	Battery :	32°F - 104°F (0°C - 40°C)		
	(VRLA)	Storage time is 6 months at 77°F (25°C) (Note : Higher temperatures reduce battery storage time)		
Relative humidity		0-95%, non-condensing		
Maximum altitude	Without derating :	3281ft (no derating)		
	With derating :	4921ft/-5% 6562ft/-9% 8202ft/-14% 9843ft/-18%		
Enclosure	Type :	Indoor (IP20) and NEMA PE 1		
	Safety :	Internal dead front construction		
	Cooling :	Forced Air (Redundant Fans)		
	Color :	White (RAL 9010)		
Installation	Rigging :	Suitable for handling by forklift		
	Mounting :	Floor mounting holes provided		
	Installation and maintenance access :	Front access required for normal maintenance		
	Conduit Access :	Top and Bottom standard		
Standards		UL 1778, IEC 62040, ISO9001, FCC Class A Optional		
Electrostatic discharge immunity		4kV contact / 8kV air discharge		
Configuration	Standard :	Stand-alone		
	Optional :	RPA™ - up to 8 units may be paralleled in any combination for redundancy or capacity		



RECTIFIER				
Configuration		Six thyristor, three phase bridge		
Input	Voltage :	480VAC, 3-phase, 3 wire + ground (NOTE 1) +/-15% ; (no battery discharge at -20%)		
	Frequency :	60Hz, +/-10% (54-66Hz)		
	Power factor :	0.8 lagging (typical)		
	Inrush current :	Limited by soft-start circuit		
	Power walk-in :	30 seconds (Adjustable)		
	Output Voltage Tolerance :	+/- 1%		
	DC ripple voltage :	+/- 1%		
	DC ripple current :	Max. 5% of battery capacity expressed in amps		
Data	SG Series (kVA)	50	80	
Nominal input (100% load) (0.8 PF load, fully chrg'd bat.)	Current[A] :	65.5	104.7	
	kVA :	54.5	87.0	
	kW :	43.6	69.5	
Maximum input (100% load) (0.8 PF load, max. chrg current)	Current[A] :	81.0	125.0	
	kVA :	67.0	104.0	
	kW :	50.2	80.8	
Max. charge current	0.8 PF load :	15	25	

Battery				
Battery compatibility		Lead-acid or NiCd, VRLA or flooded		
Number of cells		240 (lead-acid)		
Float voltage at 68F (20C)		540VDC		
Minimum discharge voltage		396VDC (adjustable)		
Recharge time for 30 minute battery		10 times the discharge time		
Battery ground fault detection		Standard		
Automatic and manual battery test		Standard		
Data	SG Series (kVA)	50	80	
100% load, 0.8 PF lag.	kWB:	42.3	67.7	
Maximum Discharge Current	[A]:	100	159	

Inverter				
Nominal output voltage		480VAC, 3-phase, 4 wire + ground (NOTE 1)		
Inverter bridge		IGBT technology and Space Vector Modulation		
Output Isolation transformer		Standard		
Output waveform		True sine wave		
Output voltage tolerance	Static:	+/- 1%		
	Load step 0% - 100% - 0% :	+/- 3%, recovering to within +/- 1% in 1 cycle		
	Load step 0% - 50% - 0% :	+/-2%, recovering to within +/- 1% in 1 cycle		
	100% unbalanced load (Ph-N) :	+/- 3%		
Output voltage distortion	100% linear load :	2% THD maximum		
	100% non-linear load (per IEC 62040) :	3% THD maximum		
Crest factor capability		Greater than 3:1		
Output neutral rating		200%		
Phase displacement	100% balanced load :	120° +/- 1%		
	100% unbalanced load :	120° +/- 2%		
Output frequency	Free running :	60Hz, +/- 0.01%		
	Synchronized with utility :	+/- 4% (adjustable from 57.6Hz to 62.4Hz)		
Overload capability (on inverter)		125% at 0.8 PF for 10 minutes 150% at 0.8 PF for 60 seconds		
Short circuit capability (on inverter)		700% of rated current for first 1.2 ms, followed by 220% for 100 ms, electronically limited		
Data	SG Series (kVA)	50	80	
Maximum Output Current @ 0.8pf	[A]	60.1	96.2	

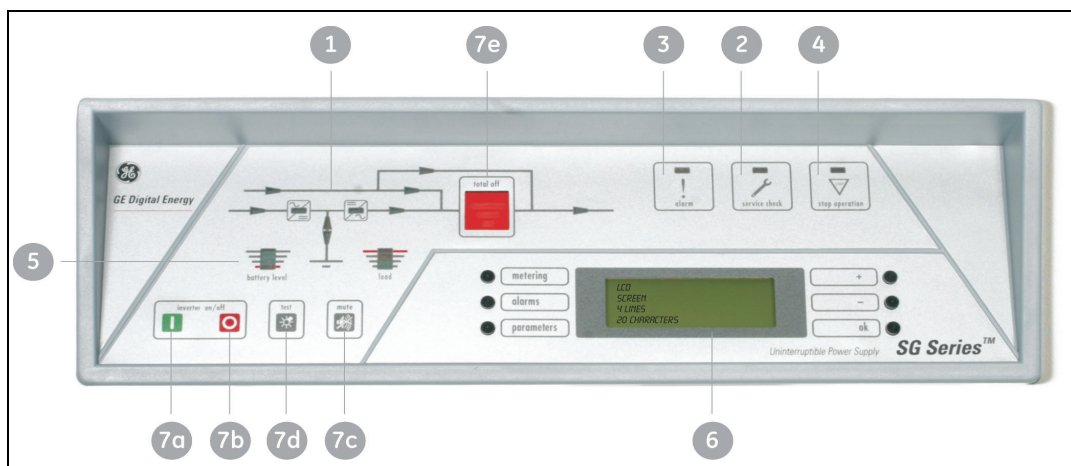
NOTE 1: The Bypass input must be 480V/277V, 3-Phase, 4-Wire, WYE, plus ground, fed from a grounded-WYE electrical system.



Bypass		
Input configuration		Common with rectifier (default) or dual input
Primary components		Full load rated static switch Back feed protection Internal maintenance bypass
Transfer limits		+/- 10% of nominal output voltage (adjustable)
Overload capability (on bypass)		110% continuous 200% for 5 minutes
Short circuit capability (on bypass)		1000% for 1/2 cycle (non-repetitive)
External Interface		
Alarm contacts (voltage-free)	Standard : Optional :	6 user defined contacts (form 'C') 12 user defined contacts (form 'C') (23 selectable signals include aux. Inputs 1 & 2)
Serial communication		RS-232
Input signals		Emergency Power Off (user supplied N.C. contact) Aux. input 1 * (default = On Generator) Aux. input 2 * (default = not defined) * Status displayed on LCD panel



Front Panel Controls, Signals & Alarms



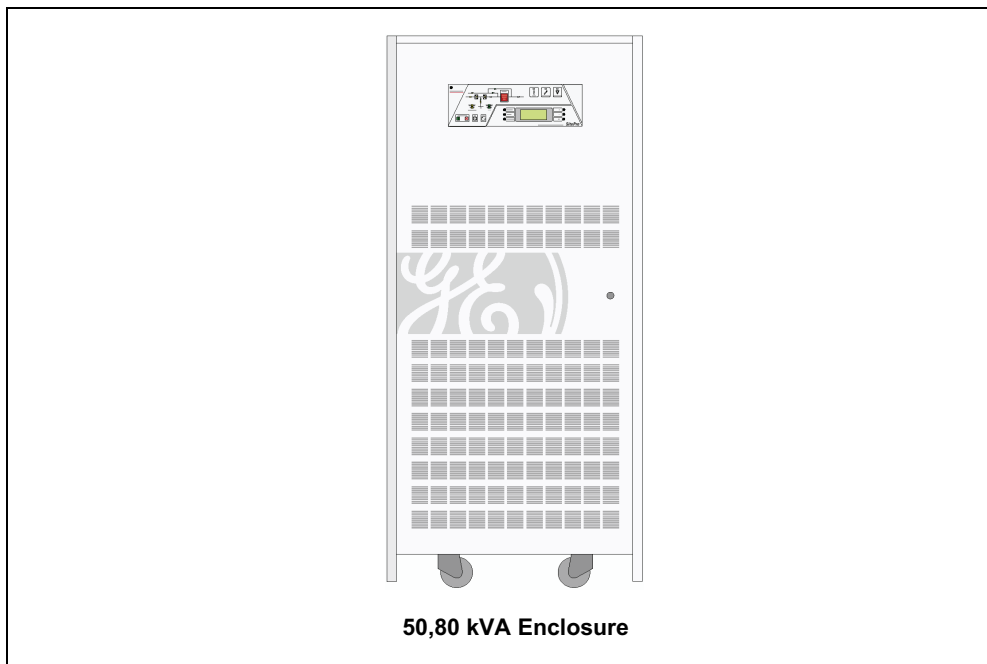
- (1) Mimic Diagram: Represents the operational status of the UPS, with integrated LEDs and power flow indicators
- (2) Service Check LED: Turns on when service is due or the internal manual bypass is active
- (3) Common Alarm: Visual (LED) and audible signal active when any alarm condition is present
- (4) Stop Operation: Visual (LED) and audible signal, activates approx. 3 minutes (adjustable) before complete and automatic load shutdown (due to a fully discharged battery or an over temperature condition with normal power not available)
- (5) Load Level / Battery Run Time: Bar graph status indicator
- (6) LCD Display: Display of UPS metering functions and event history (multi-language)
- (7) Push Buttons:
(7a) - Inverter On
(7b) - Inverter Off
(7c) - Alarm Silence
(7d) - Lamp Test
(7e) - Load Off with (protective cover)

Optional Features

RPA™	- Redundant Parallel Operation and Intelligent Energy Management (IEM)
Input/Output Transformers	- Available in external cabinets for isolation or voltage transformation
5th Harmonic Input Filter	- Integral to UPS cabinet. No additional cabinet required
External Maintenance Bypass	- Available in 2 or 3 breaker, panel mounted configurations
Remote Status Panel	- Active mimic diagram w/ Stop Operation and Summary Alarms
Protection Software	- PC operated remote monitoring, control and diagnostics
SNMP Communication	- Ethernet interface for network connection
FCC Filter	- Brings UPS into compliance with FCC, Class A Specifications



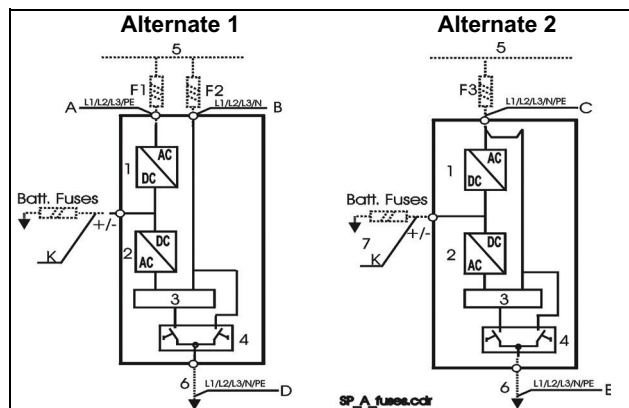
Mechanical Data



UPS Rating (kVA)	Dimensions			Weight	
	Height	Width	Depth	UPS	Floor Loading
50	71"	31.50"	31.50"	1257 lbs	239 lbs/sq.ft
80	71"	31.50"	31.50"	1489 lbs	283 lbs/sq.ft

UPS Block Diagram

- 1..... Rectifier
- 2..... Inverter
- 3..... Static Bypass
- 4..... Maintenance Bypass
- 5..... Utility
- 6..... Load Output
- 7..... Battery
- 8..... Battery Contactor
- FB..... Battery Fuses or Circuit Breaker
- F in..... AC Input Fuses or Circuit Breaker
- Lb..... Battery Line
- L in..... Input Line
- L out.... Output Line

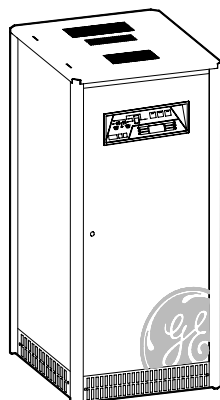


Technical Data Sheets

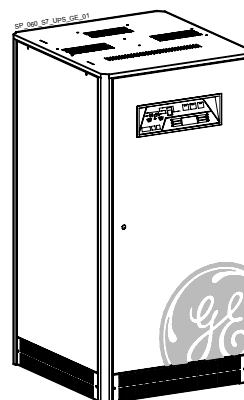
Digital Energy™ Uninterruptible Power Supply

SitePro 10 – 15 – 20 – 30 – 40 – 60 kVA

400 VAC CE – Series 7



SitePro 10 – 15 – 20 – 30 – 40 kVA



SitePro 60 kVA

Manufactured by:

GE Digital Energy
General Electric Company
CH – 6595 Riazzino (Locarno)
Switzerland
T +41 (0)91 / 850 51 51
F +41 (0)91 / 850 51 44

www.gedigitalenergy.com



GE imagination at work



GENERAL DATA							
Topology	VFI, double conversion with integrated transformer						
Nominal output power at PF=0.6 ... 1* (10-40) / 0.9 (60) lag.	kVA	10	15	20	30	40*	60
Overall efficiency in VFI mode	%	Up to 91.7					Up to 91.9
Overall efficiency in SEM mode	%	Up to 97.8					Up to 96.8
Heat dissipation at 100% load in VFI mode, PF=0.8 lag. and charged battery	kW	1.15	1.61	2.14	2.73	3.36	4.92
Cooling air (25°C ÷ 30°C)	m³/h	340	470	625	800	980	1440
Audible noise level	dB(A)	55	58	58	60	63	63
*) 40 kVA at PF=1.0 only with 20°C ÷ 25°C ambient temperature							
Battery type	Valve regulated lead-acid (VRLA)-standard, Vented lead-acid, wet battery and NiCd						
Operating temperature range	UPS: 0°C ÷ 40°C Battery: 20°C ÷ 25°C recommended						
Storage temperature range	-25°C ÷ +55°C (higher the temperature, shorter the storage time of the battery)						
Storage time of the battery without recharge at 20°C	Max. 6 months						
Relative humidity	Max. 95% (non-condensing)						
Max. altitude without power derating	1000m						
Power derating (according to IEC 62040-3)	1500m: -5% / 2000m: -9% / 2500m: -14% / 3000m: -18%						
Protection degree	IP 20 (IEC 60529)						
Standards	EN 50091 / IEC 62040, CE marking						
EMC	EN 50091-2 / IEC 62040-2						
Electrostatic discharge immunity	4kV contact / 8kV air discharge						
Internal protection	All live parts shrouded						
Transport	Cabinet suitable for handling by forklift						
Colour	RAL 9003 (white)						
Installation	Can be positioned against a wall and floor fixed						
Access	Access required at front and right side of the cabinet						
External cable connections	Bottom-front (standard), top side (optional)						
Cooling	Forced bottom to top by internal blowers						
Paralleling (RPA version)	Up to 8 units parallelable for redundancy or capacity in RPA configuration (optional)						

RECTIFIER								
Rectifier bridge	Three phase, 6 thyristors, overtemperature protection							
Standard input voltage	Nominal: 3 x 380V / 400V / 415V + N Rectifier accepted ph-ph voltage range: 320V ÷ 460V (320V only for 405 VDC battery floating)							
Other input voltages	On request							
Input frequency	50/60 Hz +/-10% (45 ÷ 66 Hz)							
Power factor (with 5 th harmonic filter)	0,92							
Input current THD at nominal load (with 5 th harmonic filter)	8%							
Inrush current	Limited by soft-start circuit							
Power walk-in	>30 seconds							
Output voltage tolerance	+/- 1%							
DC voltage ripple	<1%							
DC current ripple	Max. 5% of the battery capacity [Ah], expressed in A							
Battery charging characteristic	IU (DIN 41773), T° compensated floating voltage							
-Battery charging current limit	Programmable							
Input power data		kVA	10	15	20	30	40	60
Input power at inverter nominal load and charged battery	at PF=0.8 lag.	kW	9.2	13.6	18.2	26.7	35.4	52.9
	at PF=1 (10-40) / 0.9 (60) lag.		11.5	17.0	22.7	33.4	44.2	59.5
Max. input power at inverter nominal load and max. battery recharge current (programmable)		kW	12.7	18.6	24.8	36.5	46.9	66.2
Max. battery charging current (programmable) at the beginning of battery recharge at nominal load	at PF=0.8 lag.	A	9	13	17	25	33	33
	at PF=1 (10-40) / 0.9 (60) lag.		3	4	6	8	11	17

BATTERY							
Battery type	Valve regulated lead-acid (VRLA)-standard, Vented lead-acid, wet battery and NiCd						
Number of 12 V blocks, 6 cells/block	30 to 32 (30 blocks can be mounted in the UPS cabinet 10-40 kVA)						
Float voltage at 20°C	405 ÷ 436V (dependent on the number of blocks)						
Min. discharge voltage (programmable)	306V						
Recharge time	<5 hours up to 90% of battery capacity						
"Battery to earth" fault detection	Standard						
Automatic and manual battery test	Standard						
Automatic battery contactor	Standard (only for SitePro 60 kVA)						
Battery power data	kVA	10	15	20	30	40	60
Standard autonomy time at 100% load and PF=0.8 lag.	Min.	8	10	6	6	6	10
Standard autonomy time at 50% load and PF=0.8 lag.	Min.	20	26	16	15	16	25
Standard autonomy time at 100% typical computer load	Min.	10	12	8	8	8	12
DC power at full load and PF=0.8 lag.	kW	8.6	12.9	17.2	25.8	34.4	51.6
DC power at full load and PF=0.9 lag.	kW	9.7	14.5	19.4	29.1	38.7	58.1
DC power at full load and PF=1.0 lag.	kW	10.8	16.1	21.5	32.3	43.0	-
DC power at full typical computer load (PF=0.66 lag.)	kW	7.1	10.7	14.2	21.3	28.4	42.6
Matching battery cabinets	See table on page 3 and 4						

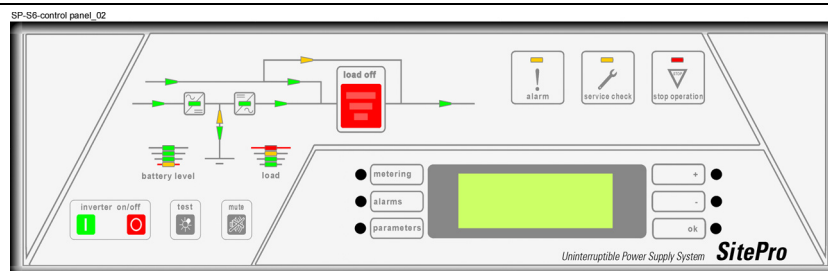
INVERTER	
Nominal output power at PF=0.6 ... 1.0 lag. (10-40) / 0.9 (60).	10 – 15 – 20 – 30 – 40 – 60 kVA
Nominal output voltage (on site programmable)	3 x 380V / 400V / 415V + N
Inverter bridge	SVM (Space Vector Modulation) and IGBT technology
Output transform (for galvanic separation)	Standard
Output waveform	Sine wave
Output voltage tolerance:	
- static	+/- 1%
- dynamic (at load step 0 – 100 – 0%)	+/- 3%
- dynamic (at load step 0 – 50 – 0%)	+/- 2%
- recovery time to +/-1%	20 ms
- output voltage THD for 100% linear load	<2%
- output voltage THD for 100% non-linear load (EN 50091)	<3%
Output voltage tolerance at 100% unbalanced load (Ph-N)	+/- 3%
Output frequency	50/60 Hz (selectable)
Output frequency tolerance:	
- free-running	+/- 0.1%
- with mains synchronisation adjustable to	+/- 4%
Phase displacement:	
- at 100% balanced load	120°: +/- 1%
- at 100% unbalanced load	120°: +/- 2%
Overload capability (at PF=0.8)	125% - 10 minutes, 150% - 1 minute
Short-circuit characteristic	Electronic short-circuit protection, current limit to 2.2 times In for 200 ms
Protection clearance capability (selectivity)	20% In within 5-10 ms (with MTCB class C)
Crest factor	>3:1

BYPASS	
Input connection	Separate (dual input-recommended) or common to the rectifier input
Primary components	- Static switch (SCR) on bypass - Electromechanic contactors (backfeed protection) - 2 manual switches for maintenance bypass
Voltage limits for inverter/bypass load transfers	+/- 10% (adjustable)
Overload on bypass	200% for 5 minutes and 35 times In for 10 ms, non repetitive

INTERFACING	
6 programmable signalling voltage-free contacts (available on Delta and block terminals)	- Standard information for easy integration and signalling - 27 user settable signals
Serial channel RS232 (on Delta 9 pin connector)	Standard
Input signals	- EPO - Emergency Power Off (n/c contact, customer supplied) - GEN ON (emergency power supply ON, n/o contact, customer supplied) - 2 auxiliary signals with settable functionality
Auxiliary power supply	- 24 VDC auxiliary power supply (optional)

Note: all indicated values are typical. Variations may be found from one unit to another.

FRONT PANEL CONTROLS, SIGNALS AND ALARMS



- Synoptic diagram of the UPS: represents the operational status with integrated LEDs and power flow indicators.
- SERVICE CHECK (LED): turns on when maintenance is due or the manual bypass is active.
- COMMON ALARM: visual (LED) and audible signal (buzzer), active when an alarm condition is present.
- STOP OPERATION: visual (LED) and audible signal (buzzer) active approx. 3 minutes before complete and automatic load disconnection (due to an overtemperature condition or fully discharged battery).
- LOAD LEVEL, BATTERY AUTONOMY: status indicator bar graphs.
- MONITORING SYSTEM with multi language LCD display and control keys.
- Push-buttons:
 - INVERTER ON
 - INVERTER OFF
 - MUTE
 - LAMP TEST
 - LOAD OFF (key with protective cover): to be pressed for emergency load disconnection.

OPTIONS

BUILT-IN UPS OPTIONS:

	10 kVA	15 kVA	20 kVA	30 kVA	40 kVA	60 kVA
1. RPA kit	●	●	●	●	●	●
2. 24VDC Auxiliary Power Supply	●	●	●	●	●	●
3. Battery contactor	●	●	●	●	●	Standard
4. Rectifier and/or bypass transformer	●*	●*	●*	●*	●*	●**
5. 5 th harmonic filter	●*	●*	●*	●*	●*	●**

*) Mounted in UPS cabinet battery cavity, instead of battery

**) In additional cabinet

COMMUNICATION:

- Advanced SNMP Card
- JUMP software suite
- IRIS service
- Modbus RTU Interface
- RSB - Remote Signalling Box (cable for connection to UPS not included)
- RMS - Remote Monitoring System (cable for connection to UPS not included)

OPTIONS IN ADDITIONAL CABINETS:

Dimensions (WxDxH): ❶ 500x800x1450mm ❷ 750x800x1450mm ❸ 1100x800x1450mm ❹ 100x800x1450mm

	10 kVA	15 kVA	20 kVA	30 kVA	40 kVA	60 kVA
1. Rectifier and/or bypass transformer						❶
2. 5 th harmonic filter						❶
3. 12 pulse rectifier with or without galvanic separation					❶	❶
4. Special voltages: input and/or output				On request		
5. Centralized maintenance bypass for RPA configuration				On request		
6. Top cable entry box				❹		
7. Empty battery cabinets	❶	❷	❸			

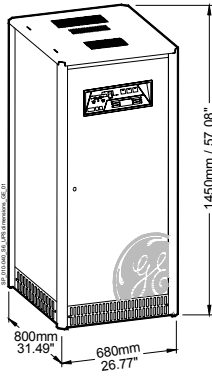
External accessories:

- External battery fuses box

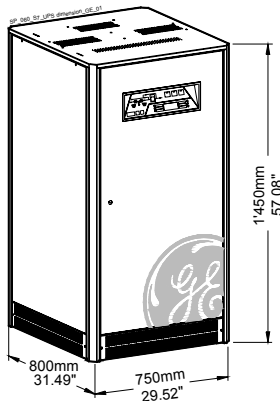
On request

TECHNICAL DATA

SitePro 10 – 40 kVA



SitePro 60 kVA



Battery table			Width		Weight				
UPS (kVA)	Autonomy time (Min.) ◆	Battery capacity (Ah)	Battery cabinet (mm)	Total width (mm)	UPS (Kg)	Battery (Kg) ●	Battery + cabinet (Kg) ●	Total (Kg) ●	Floor loading (Kg/m2) ▲
10	8	10	-	680	260	114÷123	-	374÷383	705
	15	17	-	680		183÷195	-	443÷455	837
	30	24	-	680		264÷270	-	524÷530	975
	43	33	-	680		360	-	620	1140
	50	38	500	1180		-	498÷560	758÷820	1400 ●
	100	65	750	1430		-	760÷878	985÷1103	1464 ●
	120	2×38	1110	1780		-	1006÷1130	1231÷1355	1285 ●
15	10	17	-	680	260	183÷195	-	443÷455	837
	15	24	-	680		264÷270	-	524÷530	975
	24	33	-	680		360	-	620	1140
	30	38	500	1180		-	498÷560	758÷820	1400 ●
	60	65	750	1430		-	760÷878	985÷1103	1464 ●
	70	2×38	1100	1780		-	1006÷1130	1231÷1355	1285 ●
20	6	17	-	680	260	183÷195	-	443÷455	837
	10	24	-	680		264÷270	-	524÷530	975
	16	33	-	680		360	-	620	1140
	20	38	500	1180		-	498÷560	758÷820	1400 ●
	40	65	750	1430		-	760÷878	985÷1103	1464 ●
	50	2×38	1100	1780		-	1006÷1130	1231÷1355	1285 ●
30	6	24	-	680	310	264÷270	-	574÷580	1067
	10	33	-	680		360	-	670	1232
	12	38	500	1180		-	498÷560	808÷870	1400 ●
	25	65	750	1430		-	760÷878	1070÷1188	1464 ●
	30	2×38	1100	1780		-	1006÷1130	1316÷1440	1285 ●
40	6	33	-	680	310	360	-	670	1232
	17	65	750	1430		-	760÷878	1070÷1188	1464 ●
	20	2×38	1100	1780		-	1006÷1130	1316÷1440	1285 ●
60	10	65	750	1500	455	-	760÷878	1245÷1333	1444 ●
	12	2×38	1100	1850		-	1006÷1130	1461÷1585	1285 ●

◆ At full load and PF=0.8 lag.

● Depending on manufacturer of the battery

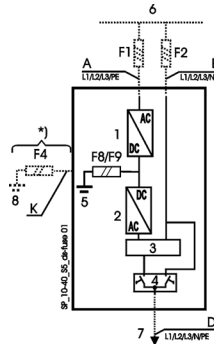
▲ Valid for the max. possible weight

● Max. value for battery cabinet only

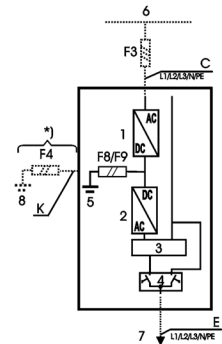
UPS BLOCK DIAGRAM, PROTECTIONS AND CABLE SECTIONS

- 1 Rectifier
 - 2 Inverter
 - 3 Electronic Bypass
 - 4 Manual Bypass
 - 5 Internal Battery (only up to 40 kVA)
 - 6 Mains
 - 7 Load
 - 8 External Battery
 - F4 External Battery Fuses
 - F8/9 Internal Battery Fuses (only up to 40 kVA)
- *) Alternatively external battery + fuses

Separated input Rectifier & Bypass (recommended)



Common input Rectifier & Bypass



Protections for mains voltages 3x380/220V, 3x400/230V, 3x415/240V					Cable sections A, B, C, D, E, K recommended by European Standards [In (..) only for Switzerland (SEV/ASE)] Alternatively, local standards to be respected				
Fuses AgL or equivalent MTCB					Cable sections (mm ²)				
kVA	F1	F2	F3	F4, F8/F9	A	B	C / E	D	K
10	3 x 25A	3 x 20A	3 x 25A	2 x 40A	4x4 (4x6)	4x2,5 (4x4)	5x4 (5x6)	5x2,5 (5x4)	3x6 (3x10)
15	3 x 40A	3 x 25A	3 x 40A	2 x 63A	4x6 (4x10)	4x4 (4x6)	5x6 (5x10)	5x4 (5x6)	3x10 (3x16)
20	3 x 50A	3 x 35A	3 x 50A	2 x 63A	4x10 (4x16)	4x6 (4x10)	5x10 (5x16)	5x6 (5x10)	3x10 (3x16)
30	3 x 63A	3 x 50	3 x 63A	2 x 100A	4x10 (4x16)	4x10 (4x16)	5x10 (5x16)	5x10 (5x16)	2x25+16 (2x35+25)
40	3 x 80A	3 x 63A	3 x 80A	2 x 100A	4x16 (3x25+16)	4x10 (4x16)	5x16 (4x25+16)	5x10 (5x16)	2x25+16 (2x35+25)
60	3 x 125A	3 x 100A	3 x 125A	2 x 160A	3x35+25 (3x50+25)	4x25 (4x35)	4x35+25 (4x50+25)	4x25+16 (4x35+25)	2x50+25 (2x70+35)

F1, F2, F3, A, B, C, D, E: supplied by customer. F4: can be supplied by GE.



DESCRIPTIVO

- ➡ Regulação electrónica
- ➡ Chassis soldado mecanicamente com apoios anti-vibráticos
- ➡ Radiador para uma temperatura de 48/50 °C máx. com ventilador mecânico
- ➡ Compensadores de escape
- ➡ Motor de arranque e alternador de carga 24 V
- ➡ Fornecido com óleo e líquido de refrigeração -30 °C
- ➡ Manual de usuário e instalação

DEFINIÇÃO DE POTÊNCIA

PRP : Potência principal disponível em contínuo com carga variável durante um número ilimitado de horas por ano de acordo com a ISO 8528-1.

ESP : Potência de emergência disponível para uma utilização de emergência com carga variável de acordo com a ISO 8528-1.

Opção de sobrecarga não disponível.

CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA

Segundo a norma ISO8528, a potência nominal do grupo electrógeno é dado para uma temperatura de entrada do ar de 25°C, uma pressão barométrica de 100 kPa (Altitude 100m acima do nível do mar), e humidade relativa de 30%. Para condições particulares para a sua instalação, consulte-nos.

INCERTEZA ASSOCIADA

Para os grupos electrogéneos instalados no interior de edifícios, não é possível especificar o nível sonoro ambiente produzido, pois este depende das condições da instalação. Deverá igualmente ser considerado que, devido ao ruído produzido pela circulação do ar, poderão ser necessárias medidas preventivas adicionais.

X880

Modelo do motor	12V2000G65F
Modelo do alternador	LSA 49.1 L9A
Classe de performance	G3

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Frequência (Hz)	50
Tensão de referência (V)	400/230
Potência máx. ESP (kVA)	880
Potência máx. ESP (kWe)	704
Potência máx. PRP (kVA)	800
Potência máx. PRP (kWe)	640
Intensidade (A)	1270
Painel de controlo opcional	M80
Painel de controlo opcional	TELYS
Painel de controlo opcional	KERYS

DIMENSÕES E NÍVEIS SONOROS

DIMENSÕES VERSÃO COMPACTA

Comprimento (mm)	3971
Largura (mm)	1848
Altura (mm)	2150
Peso em seco (kg)	5474

DIMENSÕES VERSÃO INSONORIZADA

Tipo de insonorização	M427SSI
Comprimento (mm)	6400
Largura (mm)	2170
Altura (mm).	2721
Peso em seco (kg).	8720
Capacidade do depósito (L).	930
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	85 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	106

POTÊNCIAS

Tensões	ESP		PRP		Corrente máxima
	kWe	kVA	kWe	kVA	
415/240	704	880	640	800	1224
400/230	704	880	640	800	1270
380/220	704	880	640	800	1337
240 TRI	704	880	640	800	2117
230 TRI	704	880	640	800	2209
220 TRI	704	880	640	800	2309

Auto-Sueco, Lda.

Rua Conde da Covilhã, 1637
4100 - 189 Porto - Portugal
Telef. +351 226 150 300
Fax +351 226 150 437
sdmo@autosueco.pt

E. N. 10, Ed. Volvo - S. João da Talha
2686-955 Sacavém - Portugal
Telef. +351 210 031 200
Fax +351 210 031 206

Sociedade por Quotas
Contribuinte n° 500 038 015
Matrícula n° 12853 C. R. C. do Porto
Capital Social: 30 000 000 Euros



DADOS GERAIS DO MOTOR		ESCAPE	
Motor	MTU 12V2000G65F, 4-temps, Turbo, Air/Air DC 12 X V	Temperatura de gases de escape (°C)	555
Disposição dos cilindros	V	Caudal de gases de escape (L/s)	2300
Cilindrada (C.I.)	23.89	Contrapressão máx. escape (mm CE)	500
Diâmetro (mm) x Curso (mm)	130 x 150	COMBUSTÍVEL	
Taxa de compressão	16	Consumo @ 110% carga (L/h)	181
Velocidade (RPM)	1500	Consumo @ 100% carga (L/h)	163
Velocidade dos pistões (m/s)	7.5	Consumo @ 75% carga (L/h)	123
Potência máx mecânica em emergência à velocidade nominal (kW)	765	Consumo @ 50% carga (L/h)	85
Regulação de frequência (%)	N/A	Caudal máximo bomba de combustível (L/h)	480
BMEP (bar)	23.27	ÓLEO	
Tipo de regulação	N/A	Capacidade de óleo (L)	77
		Pressão mín. do óleo (bar)	4.7
		Pressão máx. do óleo (bar)	7.5
		Consumo de óleo 100% carga (L/h)	1.63
		Capacidade de óleo no cárter (L)	67
SISTEMA DE ARREFECIMENTO		BALANÇO TÉRMICO	
Capacidade do motor e do radiador (L)	180	Calor expulso pelo escape (kW)	N/A
Temperatura máxima água (°C)	102	Calor irradiado para o ambiente (kW)	40
Temperatura da água à saída (°C)	95	Calor expulso pela água (kW)	310
Potência do ventilador (kW)	25	AR DE ADMISSÃO	
Caudal de air ventilador sem restrição (m3/s)	20.87	Contrapressão máx. na admissão (mm CE)	150
Contrapressão radiador (mm CE)	20	Caudal do ar de admissão (L/s)	850
Líquido de refrigeração	Glycol-Ethylene		
Termostato (°C)	N/A		
EMISSÕES			
Emissão PM (g/kW.h)	0.21		
Emissão CO (g/kW.h)	2.79		
Emissão HCNOx (g/kW.h)	N/A		
Emissão HC (g/kW.h)	0.64		

DADOS GERAIS		OUTROS DADOS	
Fabricante	LEROY SOMER	Potência nominal contínua 40 °C (kVA)	825
Modelo do alternador	LSA 49.1 L9A	Potência emergência 27 °C (kVA)	910
Número de fases	3	Rendimento 4/4 carga (%)	95.3
Factor de potência (Cos Phi)	0.8	Caudal de ar (m3/s)	1.2
Altitude (m)	0 à 1000	Relação de curto-circuito (Kcc)	0.45
Sobrevelocidade (rpm)	2250	Reactância síncrona directa (Xd) (%)	285
Número de pólos	4	Reactância síncrona em quadratura (Xq) (%)	171
Sistema de excitação	AREP	Constante de tempo transitória em vazio (T'do) (ms)	2111
Classe de isolamento / Classe de temperatura em contínuo 40 °C	H / H / 125 °K	Reactância transitória directa (X'd) (%)	13.5
Regulação	R450	Constante de tempo transitória (T'd) (ms)	100
Nível de harmónicos em vazio TGH/THC (%)	<4	Reactância subtransitória saturada directa (X''d) (%)	10.8
Forma de onda: NEMA=TIF-(TGH/THC)	<50	Reactância de sequência zero (Xo) (%)	0.8
Forma de onda: CEI=FHT-(TGH/THC)	<2	Reactância de sequência inversa (X2) (%)	11.3
Número de enrolamentos	1	Contante de tempo do induzido (Ta) (ms)	15
Acoplamento	Directo	Corrente de excitação em vazio (io) (A)	0.9
Regulação da tensão no regime estabelecido (%)	+/- 0.5%	Corrente de excitação em carga (ic) (A)	3.1
Tempo de resposta (Delta U = 20% transitória) (ms)	500 ms	Tempo de excitação en carga (uc) (V)	36
		Tempo de resposta (Delta U = 20% transitória) (ms)	500 ms
		Arranque (Delta U = 20% perm. ou 50% trans.) (kVA)	2372
		Delta U transitório (4/4 carga) - Cos Phi : 0,8 AR (%)	10
		Perdas em vazio (W)	9860
		Dissipação de calor (W)	32550

DIMENSÕES VERSÃO INSONORIZADA

Tipo de insonorização	M427
Comprimento (mm)	6400
Largura (mm)	2170
Altura (mm).	2721
Peso em seco (kg).	8580
Capacidade do depósito (L).	930
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	89 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	110

CONTENTOR ISO20

Tipo de insonorização	ISO20 Si
Comprimento (mm)	6058
Largura (mm)	2438
Altura (mm).	2896
Peso em seco (kg).	10416
Capacidade do depósito (L).	500
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	87 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	108

CONTENTOR CIR20 SSI

Tipo de insonorização	CIR20 SSI
Comprimento (mm)	6058
Largura (mm)	2438
Altura (mm).	2896
Peso em seco (kg).	12000
Capacidade do depósito (L).	500
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	79 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	100

M80, visualização rápida



O quadro M80 é um quadro de dupla funcionalidade. Através de uma simples régua de terminais possibilita a ligação de um quadro eléctrico e funciona como um painel de fácil leitura em cujos mostradores se podem supervisionar os parâmetros básicos do seu grupo electrogéneo.

Dispõe das seguintes funcionalidades:

Parâmetros do motor: Taquímetro, Contador horário, Indicador de temperatura da água, Indicador da pressão do óleo, Botão de paragem de emergência, Régua de terminais de conexão para o cliente, conformidade CE.

TELYS, prático e de fácil utilização



Extremamente polivalente, o quadro TELYS é um quadro muito completo e, no entanto, de fácil utilização graças aos esforços realizados para otimizar a interface e facilidade de uso. Com um grande ecrã de visualização, botões e uma roda de navegação e selecção, opta pela simplicidade de utilização e pela comunicação com o exterior.

O TELYS oferece as seguintes funcionalidades:

Medições eléctricas: Voltímetro, Freqüencímetro, Amperímetro.

Parâmetros do motor: Contador horário, Pressão do óleo, Temperatura da água, Nível de combustível, Velocidade do motor, Tensão das baterias.

Alarmes e avarias: Pressão do óleo, Temperatura da água, Avaria no arranque, Sobrevelocidade, Mín./máx. alternador, Mín./máx. tensão da bateria, Paragem de emergência, Nível de combustível.

Ergonomia: Roda de navegação entre os diferentes menus.

Comunicação: software de controlo à distância, ligações USB, conexão a PC.

Para obter informação adicional sobre o produto e os seus opcionais, consulte a documentação comercial.

KERYS, sincronismo e flexibilidade



O quadro de comando KERYS foi desenhado para dar resposta às necessidades específicas do mercado profissional em termos de utilização e monitorização dos grupos electrogéneos. Desta forma oferece uma ampla variedade de funções.

Este quadro é montado de série em todos os grupos electrogéneos destinados ao funcionamento em paralelo e está disponível como opção na restante gama.

O KERYS pode ser integrado na consola principal, instalado directamente no grupo, ou num armário em separado, de forma a satisfazer todas as necessidades de configuração para centrais de potência de alta e baixa tensão.

O KERYS oferece as seguintes funcionalidades:

Medidas eléctricas: Voltímetro, Frequencímetro, Amperímetro.

Parâmetros do motor: Contador horário, Pressão do óleo, Temperatura da água, Nível de combustível, Velocidade do motor, Tensão das baterias.

Alarmes e avarias: Pressão do óleo, Temperatura da água, Avaria no arranque, Sobrevelocidade, Mín./máx. alternador, Mín./máx. tensão da bateria, Paragem de emergência.

Características complementares: Sincronismo, Website, Diagnóstico de avarias, Assistência e manutenção, Curvas e arquivo em memória, Gestão de impactos de carga, 8 configurações de instalação disponíveis, homologação segundo as normas internacionais.

Para obter informação adicional consulte a documentação comercial.



DESCRIPTIVO

- ➔ Regulação electrónica
- ➔ Chassis soldado mecanicamente com apoios anti-vibráticos
- ➔ Disjuntor de potência
- ➔ Radiador para uma temperatura de 48/50 °C máx. com ventilador mecânico
- ➔ Grelha de protecção do ventilador e das peças móveis
- ➔ Silenciador de 29 dB(A) na versão compacta / 40 dB(A) na versão canopiada
- ➔ Bateria electrolítica
- ➔ Motor de arranque e alternador de carga 24 V
- ➔ Fornecido com óleo e líquido de refrigeração -30 °C
- ➔ Manual de usuário e instalação



DEFINIÇÃO DE POTÊNCIA

PRP : Potência principal disponível em contínuo com carga variável durante um número ilimitado de horas por ano de acordo com a ISO 8528-1.

ESP : Potência de emergência disponível para uma utilização de emergência com carga variável de acordo com a ISO 8528-1.

Opção de sobrecarga não disponível.

CONDIÇÕES DE REFERÊNCIA

Segundo a norma ISO8528, a potência nominal do grupo electrógeno é dado para uma temperatura de entrada do ar de 25 °C, uma pressão barométrica de 100 kPa (Altitude 100m acima do nível do mar), e humidade relativa de 30%. Para condições particulares para a sua instalação, consulte-nos.

INCERTEZA ASSOCIADA

Para os grupos electrogéneos instalados no interior de edifícios, não é possível especificar o nível sonoro ambiente produzido, pois este depende das condições da instalação. Deverá igualmente ser considerado que, devido ao ruído produzido pela circulação do ar, poderão ser necessárias medidas preventivas adicionais.

V440C2

Modelo do motor	TAD1344GE
Modelo do alternador	LSA 47.2 VS3
Classe de performance	G3

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Frequência (Hz)	50
Tensão de referência (V)	400/230
Potência máx. ESP (kVA)	440
Potência máx. ESP (kWe)	352
Potência máx. PRP (kVA)	400
Potência máx. PRP (kWe)	320
Intensidade (A)	635
Painel de controlo standard	TELYS
Painel de controlo opcional	KERYS

DIMENSÕES E NÍVEIS SONOROS

DIMENSÕES VERSÃO COMPACTA

Comprimento (mm)	3160
Largura (mm)	1340
Altura (mm)	1805
Peso em seco (kg)	3110
Capacidade do depósito (L)	470

DIMENSÕES VERSÃO INSONORIZADA – de acordo com a directiva 2000/14/CE

Tipo de insonorização	M228
Comprimento (mm)	4475
Largura (mm)	1410
Altura (mm).	2430
Peso em seco (kg).	4080
Capacidade do depósito (L).	470
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	78 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	98

POTÊNCIAS

Tensões	ESP		PRP		Corrente máxima
	kWe	kVA	kWe	kVA	
415/240	352	440	320	400	612
400/230	352	440	320	400	635
380/220	348	435	316	395	661
240 TRI	352	440	320	400	1059
230 TRI	352	440	320	400	1105
220 TRI	352	440	320	400	1155
220/127	352	440	320	400	1155
200/115	352	440	320	400	1270

Auto-Sueco, Lda.

Rua Conde da Covilhã, 1637
4100 - 189 Porto - Portugal
Telef. +351 226 150 300
Fax +351 226 150 437
sdmo@autosueco.pt

E. N. 10, Ed. Volvo - S. João da Talha
2686-955 Sacavém - Portugal
Telef. +351 210 031 200
Fax +351 210 031 206

Sociedade por Quotas
Contribuinte n° 500 038 015
Matrícula n° 12853 C. R. C. do Porto
Capital Social: 30 000 000 Euros



DADOS GERAIS DO MOTOR

Motor	VOLVO TAD1344GE, 4-temps, Turbo, Air/Water DC 6 X
Disposição dos cilindros	L
Cilindrada (C.I.)	12.78
Diâmetro (mm) x Curso (mm)	131 x 158
Taxa de compressão	18.1 : 1
Velocidade (RPM)	1500
Velocidade dos pistões (m/s)	7.9
Potência máx mecânica em emergência à velocidade nominal (kW)	399
Regulação de frequência (%)	+/- 0.5%
BMEP (bar)	22.79
Tipo de regulação	Electrónico

SISTEMA DE ARREFECIMENTO

Capacidade do motor e do radiador (L)	44
Temperatura máxima água (°C)	107
Temperatura da água à saída (°C)	N/A
Potência do ventilador (kW)	10
Caudal de air ventilador sem restrição (m3/s)	6.7
Contrapressão radiador (mm CE)	20
Líquido de refrigeração	Glycol-Ethylene
Termostato (°C)	82-92

EMISSIONES

Emissão PM (g/kW.h)	N/A
Emissão CO (g/kW.h)	N/A
Emissão HCNOx (g/kW.h)	N/A
Emissão HC (g/kW.h)	N/A

ESCAPE

Temperatura de gases de escape (°C)	465
Caudal de gases de escape (L/s)	1125
Contrapressão máx. escape (mm CE)	1000

COMBUSTÍVEL

Consumo @ 110% carga (L/h)	91.5
Consumo @ 100% carga (L/h)	83.1
Consumo @ 75% carga (L/h)	63.3
Consumo @ 50% carga (L/h)	42.8
Caudal máximo bomba de combustível (L/h)	120

ÓLEO

Capacidade de óleo (L)	36
Pressão mín. do óleo (bar)	N/A
Pressão máx. do óleo (bar)	N/A
Consumo de óleo 100% carga (L/h)	0.04
Capacidade de óleo no cárter (L)	30

BALANÇO TÉRMICO

Calor expulso pelo escape (kW)	266
Calor irradiado para o ambiente (kW)	15
Calor expulso pela água (kW)	155

AR DE ADMISSÃO

Contrapressão máx. na admissão (mm CE)	510
Caudal do ar de admissão (L/s)	467

DADOS GERAIS		OUTROS DADOS	
Fabricante	LEROY SOMER	Potência nominal contínua 40 °C (kVA)	400
Modelo do alternador	LSA 47.2 VS3	Potência emergência 27 °C (kVA)	440
Número de fases	3	Rendimento 4/4 carga (%)	93.1
Factor de potência (Cos Phi)	0.8	Caudal de ar (m3/s)	0.9
Altitude (m)	0 à 1000	Relação de curto-circuito (Kcc)	0.29
Sobrevelocidade (rpm)	2250	Reactância síncrona directa (Xd) (%)	393
Número de pólos	4	Reactância síncrona em quadratura (Xq) (%)	235
Sistema de excitação	SHUNT	Constante de tempo transitória em vazio (T'do) (ms)	1771
Classe de isolamento / Classe de temperatura em contínuo 40 °C	H / H / 125 °K	Reactância transitória directa (X'd) (%)	22.1
Regulação	N/A	Constante de tempo transitória (T'd) (ms)	100
Nível de harmónicos em vazio TGH/THC (%)	<1.5	Reactância subtransitória saturada directa (X''d) (%)	15.5
Forma de onda: NEMA=TIF-(TGH/THC)	<50	Reactância de sequência zero (Xo) (%)	0.8
Forma de onda: CEI=FHT-(TGH/THC)	<2	Reactância de sequência inversa (X2) (%)	18.2
Número de enrolamentos	1	Contante de tempo do induzido (Ta) (ms)	15
Acoplamento	Directo	Corrente de excitação em vazio (io) (A)	0.9
Regulação da tensão no regime estabelecido (%)	+/- 0.5%	Corrente de excitação em carga (ic) (A)	3.9
Tempo de resposta (Delta U = 20% transitória) (ms)	500 ms	Tempo de excitação em carga (uc) (V)	39
		Tempo de resposta (Delta U = 20% transitória) (ms)	500 ms
		Arranque (Delta U = 20% perm. ou 50% trans.) (kVA)	729
		Delta U transitório (4/4 carga) - Cos Phi : 0,8 AR (%)	17.6
		Perdas em vazio (W)	5150
		Dissipação de calor (W)	23340

DIMENSÕES VERSÃO INSONORIZADA

Tipo de insonorização	M228
Comprimento (mm)	4475
Largura (mm)	1410
Altura (mm).	2430
Peso em seco (kg).	4080
Capacidade do depósito (L).	470
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	81 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	101

GRANDE AUTONOMIA

Tipo de insonorização	M228 DW
Comprimento (mm)	4527
Largura (mm)	1410
Altura (mm).	2700
Peso em seco (kg).	4740
Capacidade do depósito (L).	1368
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	81 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	101

GRANDE AUTONOMIA – de acordo com a directiva 2000/14/CE

Tipo de insonorização	M228 DW
Comprimento (mm)	4527
Largura (mm)	1410
Altura (mm).	2700
Peso em seco (kg).	4740
Capacidade do depósito (L).	1368
Nível de pressão acústica @1m em dB(A) (incerteza associada)	78 (0.7)
Nível de potência acústica garantido (Lwa)	98

TELYS, prático e de fácil utilização



Extremamente polivalente, o quadro TELYS é um quadro muito completo e, no entanto, de fácil utilização graças aos esforços realizados para otimizar a interface e facilidade de uso. Com um grande ecrã de visualização, botões e uma roda de navegação e selecção, opta pela simplicidade de utilização e pela comunicação com o exterior.

O TELYS oferece as seguintes funcionalidades:

Medições eléctricas: Voltímetro, Frequencímetro, Amperímetro.

Parâmetros do motor: Contador horário, Pressão do óleo, Temperatura da água, Nível de combustível, Velocidade do motor, Tensão das baterias.

Alarmes e avarias: Pressão do óleo, Temperatura da água, Avaria no arranque, Sobrevelocidade, Mín./máx. alternador, Mín./máx. tensão da bateria, Paragem de emergência, Nível de combustível.

Ergonomia: Roda de navegação entre os diferentes menus.

Comunicação: software de controlo à distância, ligações USB, conexão a PC.

Para obter informação adicional sobre o produto e os seus opcionais, consulte a documentação comercial.

KERYS, sincronismo e flexibilidade



O quadro de comando KERYS foi desenhado para dar resposta às necessidades específicas do mercado profissional em termos de utilização e monitorização dos grupos electrogéneos. Desta forma oferece uma ampla variedade de funções.

Este quadro é montado de série em todos os grupos electrogéneos destinados ao funcionamento em paralelo e está disponível como opção na restante gama.

O KERYS pode ser integrado na consola principal, instalado directamente no grupo, ou num armário em separado, de forma a satisfazer todas as necessidades de configuração para centrais de potência de alta e baixa tensão.

O KERYS oferece as seguintes funcionalidades:

Medidas eléctricas: Voltímetro, Frequencímetro, Amperímetro.

Parâmetros do motor: Contador horário, Pressão do óleo, Temperatura da água, Nível de combustível, Velocidade do motor, Tensão das baterias.

Alarmes e avarias: Pressão do óleo, Temperatura da água, Avaria no arranque, Sobrevelocidade, Mín./máx. alternador, Mín./máx. tensão da bateria, Paragem de emergência.

Características complementares: Sincronismo, Website, Diagnóstico de avarias, Assistência e manutenção, Curvas e arquivo em memória, Gestão de impactos de carga, 8 configurações de instalação disponíveis, homologação segundo as normas internacionais.

Para obter informação adicional consulte a documentação comercial.



Main

Commercial Status	Commercialised
Range of product	VarSet
Device short name	Varset Harmony
Device presentation	Cubicle A4
Network frequency	50 Hz
Capacitor technology	3P capacitor
Reactive power rating	500 kvar for 400 V AC 50 Hz
Number of steps	10 x 50 kvar
Network voltage	400...415 V AC 50 Hz
Network pollution level	Highly polluted (> 25...< 50 %) at 400...415 V
[Ui] rated insulation voltage	690 V

Complementary

Device composition	Varplus ² capacitors Incoming circuit-breaker equipment protection Detuned reactors Controller equipment regulation Contactor Circuit-breaker equipment protection
Device wiring	Cables
Internal voltage transformer	400/230 V
Capacitor voltage	480 V AC 50 Hz
Tuning order	3.8 - 190 Hz
Capacitance tolerance	- 5 % to 10 %
Rated short-duration power frequency withstand voltage	2.5 kV 50 Hz 1 minute
Maximum permissible voltage	1.1 x Un
[Imp] maximum permanent current	400 V: 1.19 x I1
Colour code	(RAL 9001)
Height	2000 mm
Width	1600 mm
Depth	600 mm
Product weight	640 kg

Environment

Standards	EN 60439-1 IEC 60439-1 IEC 61921
IP degree of protection	IP31
Ambient air temperature for operation	-5...40 °C
Average ambient air temperature for operation	35 °C (over 24 hours) 25 °C (annual)

Product selection guide

SmartStruxure™ solution

Integrated building management system



SmartStruxure™ solution enables you to monitor, measure, and optimise your building's performance throughout its life cycle — saving energy while saving money. Because you can't control what you don't measure, SmartStruxure solution facilitates the exchange and analysis of data from energy, lighting, fire safety and HVAC.



Real world requirements

Our customers need to optimise their energy consumption, maintain a healthy and productive environment, update aging facilities and have anytime, anywhere access to their building systems.

So they got smart...

SmartStruxure solution

Real simple. Real smart. Real performance.

StruxureWare™ Building Operation

StruxureWare Building Operation, the software that powers SmartStruxure solution, provides integrated monitoring, control, and management of energy, lighting, fire safety, and HVAC. It is a centralized system with distributed intelligence that optimizes facility performance. It is easy-to-use with robust functionality that leverages prior investments with Schneider Electric.

The Enterprise Server is the Windows® application version of a StruxureWare Building Operation Server that collects site-wide data for aggregation and archiving, yet is flexible enough to run stand-alone applications. The Enterprise Server also serves as a single point of administration through WorkStation, WebStation and Mobile Application. Reports Server software is included with the Enterprise Server and enables advanced reporting capabilities.

WorkStation is the interface where users and engineers access their Automation Servers and Enterprise Servers. You can view and manage graphics, alarms, scheduling, trend logs, and reports. Engineers can configure and maintain all aspects of the StruxureWare Building Operation software.

WebStation provides a portable, fully functioning user interface to access the Automation and Enterprise Servers using a web browser. Users can view and manage graphics, alarms, schedules, trend logs, and reports. User accounts can be created, edited, or removed. WebStation is built in with every Automation Server and Enterprise Server.

Technician Tool Mobile Application is a user interface for day-to-day operation of StruxureWare Building Operation software. Technician Tool can connect to Automation Servers and Enterprise Servers, and provides easy access to the system from anywhere in the world. Users can view and manage values, alarms, schedules, and trend logs lists.

Web Services enable systems to easily connect with one another and share information securely across the internet using standard HTTP and XML-based protocols. Examples: weather forecasts and utility prices.

EcoStruxure™ Web Services provide common and easy integration between Schneider Electric products. It has additional functionality, including browse the other system's exposed objects, Read/Write real time values, receive and acknowledge active alarms, read historical (trend log) data. They can be used with third parties if the standards are implemented.

Part Number	Product Name	Description
Enterprise Server		
SXWSWESX00001	SW-ES-BASE-0	Enterprise Server license for a PC server, includes Reports Server license
WorkStation*		
SXWSWORK00001	SW-STATION-STD-0	WorkStation Standard, 1 concurrent user license
SXWSWORK00002	SW-STATION-PRO-0	WorkStation Professional, 1 concurrent user license. Professional WorkStation version includes Editor licensing (Includes TGML Graphics editor, Function Block & Script Programming)
SXWSWEDIT00001	SW-EDITORS-0	Programming & Graphics Editor licensing, 1 concurrent user license. TGML Graphics editor, Function Block & Script Programming license only (Used for adding to existing WorkStation Standard license)
Add-ons		
SXWSWEWSX00001	SW-EWS-1	EcoStruxure Web Services (run-time) option – Consume only
SXWSWEWSX00002	SW-EWS-2	EcoStruxure Web Services (run-time) option – Serve & Consume
SXWSWEWSX00003	SW-EWS-3	EcoStruxure Web Services (run-time) option – Serve & Consume, plus Historical trend log data
SXWSGWGSX00001	SW-GWS-3	Web Services (Generic Consume) option
LonWorks Control Networking Software		
SXWSWLNSX00001	SW-OPEN-LNS-SERVER	Activation Key for OpenLNS Server
Technician Tool Mobile Application		
SXWSWMAPP00001	SW-MAP-1	Technician Tool Mobile Application, 1 concurrent user license
SXWSWMAPP00002	SW-MAP-2	Technician Tool Mobile Application, 10 concurrent users license
SXWSWMAPP00003	SW-MAP-3	Technician Tool Mobile Application, 25 concurrent users license
SXWSWMAPP00004	SW-MAP-4	Technician Tool Mobile Application, unlimited concurrent users license

* Note: There is no part number for WebStation; it is a default feature of the Automation Server and Enterprise Server (with no need for additional licensing).

Functionality matrix

WorkStation Standard - WorkStation software without graphics editor, script and function block programming editors.

WorkStation Pro - WorkStation software including graphics editor, script and function block programming editors.

WebStation - Direct access to an Automation Server and/or Enterprise Server using a web browser.

WebReports - Direct access to the Reports Server using a web browser.

Mobile App: Technician Tool - Direct access to an Automation Server and/or Enterprise Server using a mobile application.

• Full functionality o Partial functionality	WorkStation Standard	WorkStation Pro	WebStation	WebReports	Mobile App: Technician Tool
Alarms					
View alarms	•	•	•		•
Manage alarms	•	•	•		o *1
Edit alarms	•	•	o *2		
Create alarms	•	•			
Support for flashing & audible alarms	•	•			
BACnet					
View priority array	•	•	•		
Edit priority array	•	•	•		
Create devices (includes device discovery)	•	•			
Manage BACnet backup and restore	•	•			
Graphics					
View Graphics	•	•	•		
Create and edit graphics		•			
Logs & Extended Logs					
View logs	•	•	•		• *3
Edit logs	•	•	o *4		
Create logs	•	•	o *5		
View extended logs	•	•	•		
Edit extended logs	•	•	o *4		
Create extended logs	•	•			
LON					
Create devices (includes device discovery)	•	•			
Manage devices	•	•			
View Network Variables (NVs) and Configuration Parameters (CPs)	•	•	•		• *6
Edit NVs and CPs	•	•	•		• *6
Modbus					
Create devices	•	•			
Manage devices	•	•			
View values	•	•	•		•
Edit values	•	•	•		•
Point Values - e.g. Temperature Setpoint					
View values	•	•	•		•
Edit values - e.g. "change setpoint"	•	•	•		•
Programs					
Create and edit customised programs		•			
View graphical function block viewer	•	•			

* 1 Supports alarm acknowledgement.

* 2 Edit alarm ranges, text, delay times, shunt variables, assignments, deadband.

* 3 View in list format.

* 4 Change parameters - e.g. interval time.

* 5 Create interval log type.

* 6 NVs and CPs are displayed only in SI units.

User Interface

Functionality matrix, continued

• Full functionality o Partial functionality	WorkStation Standard	WorkStation Pro	WebStation	WebReports	Mobile App: Technician Tool
Reports					
View reports	•	•	•	•	
Edit reports	•	•	• *7	•	
Create & configure reports	•	•			
Administer reports				•	
Schedules & Calendars					
View schedules and calendars	•	•	•		•
Edit schedules and calendars	•	•	o *8		o *8
Create schedules and calendars	•	•			
Users & User Groups					
Create and edit users	•	•	o *9		
Create and edit user's group membership	•	•	o *9		
Create and edit groups	•	•			
Create and edit permissions	•	•			
User Experience					
View customised workspaces	•	•	•		
Log on as windows Active Directory user	•	•			
Automatic guest account log on			•		
Password management	•	•	•		
Create and edit saved searches	•	•			
View saved search	•	•	•		
Ad hoc search	•	•	•		
Kiosk mode			•		
Bookmarking to a particular web view			•	•	
Support for localisation	•	•	•		•
Support for translation	•	• *10	•	o *11	•
Ability to change language on the client side			•		
Other					
Configure & edit I/O points, field buses, and communication ports	•	•			
Create and edit logical structure	•	•			
Create and edit viewers, panels and workspaces	•	•			
View & configure Watch pane	•	•			
View events	•	•	•		
Administer backup/restore of database	•	•			
Manage archiving	•	•			

* 7 Edit some parameters per report, save changes or make a copy of the report with changes.

* 8 Edit existing only; cannot create or edit recurring calendar events.

* 9 Cannot assign permissions.

*10 Translation is only supported in the WorkStation interface; it is not supported for graphics and programming editors.

*11 Report text can be edited and translated using a Report Definition Language (RDL) editor such as Microsoft® Report Builder.

Automation Server

The Automation Server is a powerful device that can act as a standalone SmartStruxure solution server and also control I/O modules and monitor and manage field bus devices. The embedded Automation Server acts as a stand-alone StruxureWare Building Operation server, mounted with its I/O modules in a small footprint. In medium and large installations, functionality is distributed over multiple Automation Servers that communicate over TCP/IP.



Automation Server

Automation Server	
Part Number	SXWAUTSVR10001
Communications	
Communication Interface	LonWorks FTT-10, BACnet/IP, BACnet MS/TP, Modbus TCP (Client+Server), Modbus serial (Master+Slave), EcoStruxure Web Services, Generic WebService consume
Software	
Programmability	Function Block/Script Programmable
Physical	
Dimensions	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in)
Weight (including baseplate)	0.294 kg (0.65 lb)
Power	
Power	24 VDC
Consumption	7 W
Environmental	
Operating Range	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)
CPU Internals	
CPU	Atmel ARM920 160 MHz, 32-bit
Memory	4 GB
Battery	No
Real time clock	Yes -30 days backup/Super Capacitor
External Features	
Enclosure rating	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)
HOA Switches (DO/AO)	N/A
Digital Status LEDs	Yes
Service Port	Yes
Terminals	
I/O Expansion	Yes - Up to 29 modules/464 max I/O
External Enclosure/Mounting	
Mounting	DIN-rail or wall mount
Certifications	
BTL	BACnet Building Controller (B-BC) and BACnet Operator Workstation (B-OWS)
FCC	47 CFR § 15, Class B (Emission)
Industry Canada (IC)	ICES-003 (Emission)
UL	UL-916 (Energy Management Equipment)
C-UL US	Yes
CE - EU	Yes
WEEE - Directive of the European Union	Yes
RoHS Directive	Yes
Australian	C-Tick (Emission)
US Patent	8 207 842, 8 271 102, 7 994 438

Automation Server Family of Modules

Automation Server Power Supply and Module Terminal Bases

The PS-24V is a power supply module that accommodates 24 VAC or 24 VDC input power. Each power supply module delivers reliable and consistent output power of 24 VDC to the backplane. It can deliver power to the Automation Server and a number of I/O modules calculated from the Power Budget Table (located below). If more I/O modules are needed, another power supply can be added to the bus. The power supplies are isolated from each other while also providing communication pass-through.



PS-24V
Automation Server Power Supply

Part Number	Product Name	Description
SXWPS24VX10001	PS-24V	Power Supply 24 VAC or 21-30 VDC
SXWTBPSW110001	TB-PS-W1	Terminal Base Power Supply (Terminal Base required for each power supply)
SXWTBASW110001	TB-AS-W1	Terminal Base AS (Terminal base required for each Automation Server)
SXWTBIOW110001	TB-IO-W1	Terminal Base I/O (Terminal Base required for each I/O module)



Automation Server I/O Module
Terminal Base and Module Detail

NOTE: An appropriate terminal base is required for each module, including the Automation Server, Automation Server Power Supply and Automation Server I/O Modules. See the above table for the correct part numbers.

Automation Server Power Supply - Power Budget Table

Power Requirements	24 VDC Power
Automation Server	7 W
Power Requirements - Input only I/O	
DI-16	1.6 W
RTD-DI-16	1.6 W
UI-16	1.8 W
Power Requirements - Output only I/O	
DO-FA-12	1.8 W
DO-FA-12-H	1.8 W
DO-FC-8	2.2 W
DO-FC-8-H	2.2 W
AO-8	4.9 W
AO-8-H	4.9 W
AO-V-8	0.7 W
AO-V-8-H	0.7 W
Power Requirements - Mixed I/O	
UI-8/DO-FC-4	1.9 W
UI-8/DO-FC-4-H	1.9 W
UI-8/AO-4	3.2 W
UI-8/AO-4-H	3.2 W
UI-8/AO-V-4	1.0 W
UI-8/AO-V-4-H	1.0 W

Automation Server I/O Modules

The Automation Server includes support for a broad spectrum of I/O modules. The variety of modules available ensures the right combination of points for any project, which keeps costs down for our customers. Some modules are available with Hand/Off/Auto (HOA) switches to provide override control of the outputs.



UI-16
16 Channel Universal Input



DI-16
16 Channel Digital Input



AO-8, AO-8-H
8 Channel Analog Output

	UI-16	DI-16	AO-8, AO-8-H
Part Number	SXWUI16XX10001	SXWDI16XX10001	SXWAO8XXX10001, SXWAO8HXX10001
Physical			
Dimensions	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)
Weight (including baseplate)	0.269 kg (0.59 lb.)	0.255 kg (0.56 lb.)	0.279 kg (0.62 lb.)
Power			
Power	24 VDC	24 VDC	24 VDC
Consumption	1.8 W	1.6 W	0.7 W
Environmental			
Operating Range	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)
External Features			
Enclosure rating	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)
HOA Switches (DO/AO)	No	No	Available on -H model
Digital Status LEDs	Yes	Yes	No
Service Port	No	No	No
Terminals			
I/O Terminals	Terminal base	Terminal base	Terminal base
External Enclosure/Mounting			
Mounting	DIN-rail or wall mount	DIN-rail or wall mount	DIN-rail or wall mount
Certifications			
FCC	47 CFR § 15, Class B (Emission)	47 CFR § 15, Class B (Emission)	47 CFR § 15, Class B (Emission)
Industry Canada (IC)	ICES-003 (Emission)	ICES-003 (Emission)	ICES-003 (Emission)
UL	UL-916 (Energy Management Equipment)	UL-916 (Energy Management Equipment)	UL-916 (Energy Management Equipment)
C-UL US	No	No	No
CE - EU	Yes	Yes	Yes
WEEE - Directive of the European Union	Yes	Yes	Yes
RoHS Directive	Yes	Yes	Yes
Australian	C-Tick (Emission)	C-Tick (Emission)	C-Tick (Emission)
US Patent	7 994 438	7 994 438	7 994 438

Automation Server Family of Modules

Automation Server I/O Modules, continued



AO-V-8 , AO-V-8-H
8 Channel Analog Output
Voltage Points



DO-FA-12 , DO-FA-12-H
12 Channel Digital Output,
Form-A



DO-FC-8, DO-FC-8-H
8 Channel Digital Output,
Form-C

	AO-8-V, AO-8-V-H	DO-FA-12, DO-FA-12-H	DO-FC-8, DO-FC-8-H
Part Number	SXWAOV8XX10001, SXWAOV8HX10001	SXWDOA12X10001, SXWDOA12H10001	SXWDOC8XX10001, SXWDOC8HX10001
Physical			
Dimensions	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)
Weight (including baseplate)	0.279 kg (0.62 lb.)	0.317 kg (0.70 lb.)	0.332 kg (0.73 lb.)
Power			
Power	24 VDC	24 VDC	24 VDC
Consumption	0.7 W	1.8 W	2.2 W
Environmental			
Operating Range	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)
External Features			
Enclosure rating	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)
HOA Switches (DO/AO)	Available on -H model	Available on -H model	Available on -H model
Digital Status LEDs	No	Yes	Yes
Service Port	No	No	No
Terminals			
I/O Terminals	Terminal base	Terminal base	Terminal base
External Enclosure/Mounting			
Mounting	DIN-rail or wall mount	DIN-rail or wall mount	DIN-rail or wall mount
Certifications			
FCC	47 CFR § 15, Class B (Emission)	47 CFR § 15, Class B (Emission)	47 CFR § 15, Class B (Emission)
Industry Canada (IC)	ICES-003 (Emission)	ICES-003 (Emission)	ICES-003 (Emission)
UL	UL-916 (Energy Management Equipment)	UL-916 (Energy Management Equipment)	UL-916 (Energy Management Equipment)
C-UL US	No	No	Yes
CE - EU	Yes	Yes	Yes
WEEE - Directive of the European Union	Yes	Yes	Yes
RoHS Directive	Yes	Yes	Yes
Australian	C-Tick (Emission)	C-Tick (Emission)	C-Tick (Emission)
US Patent	2002/96/EC	2002/96/EC	2002/96/EC

Automation Server I/O Modules, continued



UI-8/AO-4, UI-8/AO-4-H
8 Channel Universal Inputs with
4 Analog Outputs



UI-8/AO-V-4, UI-8/AO-V-4-H
8 Channel Universal Inputs with
4 Channel Voltage Outputs
(UI-8/AO-V-4-H shown)



UI-8/DO-FC-4, UI-8/DO-FC-4-H
8 Channel Universal Inputs
with 4 Channel Digital Outputs,
Form-C

	UI-8/AO-4, UI-8/AO-4-H	UI-8/AO-V-4, UI-8/AO-V-4-H	UI-8/DO-4, UI-8/DO-4-H
Part Number	SXWUI8A4X10001, SXWUI8A4H10001	SXWUI8V4X10001, SXWUI8V4H10001	SXWUI8D4X10001, SXWUI8D4H10001
Physical			
Dimensions	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)
Weight (including baseplate)	0.276 kg (0.61 lb.)	0.276 kg (0.61 lb.)	0.304 kg (0.67 lb.)
Power			
Power	24 VDC	24 VDC	24 VDC
Consumption	3.2 W	1.0 W	1.9 W
Environmental			
Operating Range	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)
External Features			
Enclosure rating	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)
HOA Switches (DO/AO)	Available on -H model	Available on -H model	Available on -H model
Digital Status LEDs	Yes	Yes	Yes
Service Port	No	No	No
Terminals			
I/O Terminals	Terminal base	Terminal base	Terminal base
External Enclosure/Mounting			
Mounting	DIN-rail or wall mount	DIN-rail or wall mount	DIN-rail or wall mount
Certifications			
FCC	47 CFR § 15, Class B (Emission)	47 CFR § 15, Class B (Emission)	47 CFR § 15, Class B (Emission)
Industry Canada (IC)	ICES-003 (Emission)	ICES-003 (Emission)	ICES-003 (Emission)
UL	UL-916 (Energy Management Equipment)	UL-916 (Energy Management Equipment)	UL-916 (Energy Management Equipment)
C-UL US	Yes	Yes	Yes
CE - EU	Yes	Yes	Yes
WEEE - Directive of the European Union	Yes	Yes	Yes
RoHS Directive	Yes	Yes	Yes
Australian	C-Tick (Emission)	C-Tick (Emission)	C-Tick (Emission)
US Patent	7 994 438	7 994 438	7 994 438

Automation Server Family of Modules

Automation Server I/O Modules, continued



RTD-DI-16
16 Channel Inputs (RTD and
Digital) Combination Module

RTD-DI-16	
Part Number	SXWRTD16X10001
Physical	
Dimensions	90 W x 114 H x 64 D mm (3.60 W x 4.50 H x 2.50 D in.)
Weight (including baseplate)	0.269 kg (0.59 lb.)
Power	
Power	24 VDC
Consumption	1.6 W
Environmental	
Operating Range	0 °C to 50 °C (32 °F to 122 °F) 0-95% RH (non-condensing)
External Features	
Enclosure rating	Eco Friendly ABS/PC, UL94 5VB, IP 20 (<12.5 mm protection)
HOA Switches (DO/AO)	No
Digital Status LEDs	Yes
Service Port	No
Terminals	
I/O Terminals	Terminal base
External Enclosure/Mounting	
Mounting	DIN-rail or wall mount
Certifications	
FCC	47 CFR § 15, Class B (Emission)
Industry Canada (IC)	ICES-003 (Emission)
UL	UL-916 (Energy Management Equipment)
C-UL US	Yes
CE - EU	Yes
WEEE - Directive of the European Union	Yes
RoHS Directive	Yes
Australian	C-Tick (Emission)
US Patent	7 994 438

Automation Server I/O Modules - Inputs and Outputs

	UI-16	DI-16	AO-8, AO-8-H	AO-8-V, AO-8-V-H	DO-FA-12, DO-FA-12-H	DO-FC-8, DO-FC-8-H
Part Number	SXWUI16XX10001	SXWDI16XX10001	SXWAO8XXX10001, SXWAO8HXX10001	SXWAOV8XX10001, SXWAOV8HX10001	SXWDOA12X10001, SXWDOA12H10001	SXWDOC8XX10001, SXWDOC8HX10001
Universal Inputs	16					
Digital Contact	•					
Digital Counter - Low Speed						
Digital Counter - Medium Speed	•					
Digital Counter - High Speed						
Digital Supervised	•					
Analog Voltage - 0-1 V						
Analog Voltage - 0-5 V						
Analog Voltage - 0-10 V	•					
Analog Voltage - 2-10 V						
Analog Current - 0-20 mA	•					
Analog Current - 4-20 mA						
Analog Resistance	•					
Analog Thermistor - 10 k	•					
Analog Thermistor - 1.8 k	•					
Analog Thermistor - 1 k	•					
Analog Thermistor - 20 k	•					
Analog Thermistor - 2.2 k	•					
Analog RTD - Pt100						
Analog RTD - Pt1000						
Analog RTD - Ni1000						
Analog RTD - LG Ni1000						
Digital Inputs		16				
Digital Contact		•				
Counter - Low Speed						
Counter - Medium Speed		•				
Counter - High Speed						
Digital Outputs					12	8
Form A, SPST					•	
Form C, SPDT						•
Triac						
Analog Outputs			8	8		
Voltage - 0-10 V			•	•		
Current - 0-20 mA			•			

Automation Server Family of Modules

Automation Server I/O Modules - Inputs and Outputs, continued

	UI-8/AO-4, UI-8/AO-4-H	UI-8/AO-V-4, UI-8/AO-V-4-H	UI-8/DO-4, UI-8/DO-4-H	RTD-DI-16
Part Number	SXWUI8A4X10001, SXWUI8A4H10001	SXWUI8V4X10001, SXWUI8V4H10001	SXWUI8D4X10001, SXWUI8D4H10001	SXWRTD16X10001
Universal Inputs	8	8	8	16*
Digital Contact	•	•	•	•
Digital Counter - Low Speed				
Digital Counter - Medium Speed	•	•	•	•
Digital Counter - High Speed				
Digital Supervised	•	•	•	
Analog Voltage - 0-1 V				
Analog Voltage - 0-5 V				
Analog Voltage - 0-10 V	•	•	•	
Analog Voltage - 2-10 V				
Analog Current - 0-20 mA	•	•	•	
Analog Current - 4-20 mA				
Analog Resistance	•	•	•	•
Analog Thermistor - 10 k	•	•	•	
Analog Thermistor - 1.8 k	•	•	•	
Analog Thermistor - 1 k	•	•	•	
Analog Thermistor - 20 k	•	•	•	
Analog Thermistor - 2.2 k	•	•	•	
Analog RTD - Pt100				•
Analog RTD - Pt1000				•
Analog RTD - Ni1000				•
Analog RTD - LG Ni1000				•
Digital Inputs				
Digital Contact				
Counter - Low Speed				
Counter - Medium Speed				
Counter - High Speed				
Digital Outputs			4	
Form A, SPST				
Form C, SPDT			•	
Triac				
Analog Outputs	4	4		
Voltage - 0-10 V	•	•		
Current - 0-20 mA	•			

* 3 wire RTD sensors will take two of the available universal inputs

Automation Server Family of Modules

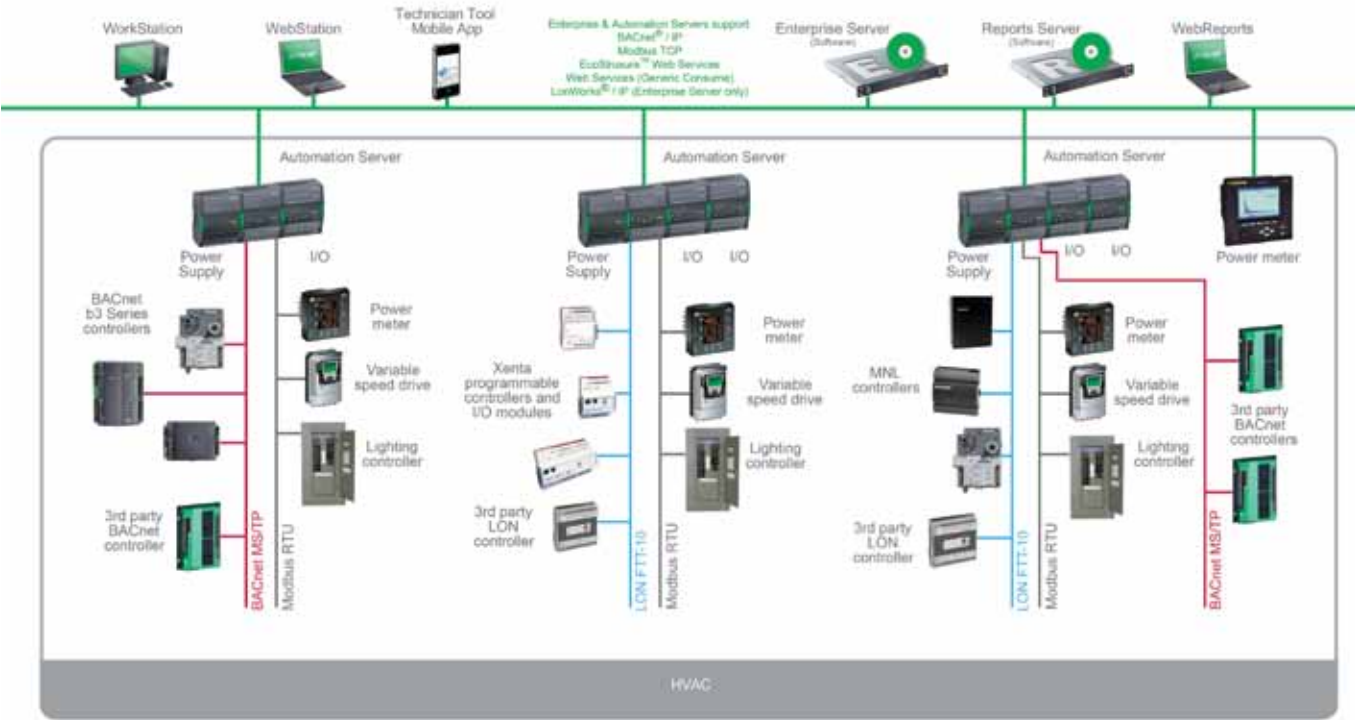
Accessories

The following accessories are available for the Automation Server Family of modules.



Part Number	Product Name	Description
SXWDINEND10001	DIN-RAIL-CLIP-25	DIN-Rail End Clip, package of 25 pieces
SXWTERLBL10011	PRINTOUT-A4-W1	A4-Size blank printable adhesive label sheets for terminals (100 Sheets, 18 labels per Sheet)
SXWTERLBL10012	PRINTOUT-LTR-W1	Letter-size blank printable adhesive label sheets for terminals (100 Sheets, 16 labels per Sheet)
SXWSCABLE10002	S-CABLE-L-1.5M	S-Cable extension cord for Automation Server I/O bus, L shaped connectors, 1.5 m
SXWSCABLE10003	S-CABLE-L-0.75M	S-Cable extension cable for Automation Server I/O bus, L-shaped connectors, 0.75 m

Reference Architecture



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
5											
6	PISO-1										
7											
8	QGT -1.1	1					Contagem de Energia Activa	EL.	Sala de MT Fornecedor	dor de Energia do Forn	Contador com saída por impulso
9	QGT -1.1	1					Contagem de Energia Reactiva	EL.	Sala de MT Fornecedor	"	Contador com saída por impulso
10	QGT -1.1	1					Tarifa de Ponta	EL.	Sala de MT Fornecedor	"	Contacto livre de potencial (NA)
11	QGT -1.1	1					Tarifa de Cheia	EL.	Sala de MT Fornecedor	"	Contacto livre de potencial (NA)
12	QGT -1.1	1					Tarifa de Vazio	EL.	Sala de MT Fornecedor	"	Contacto livre de potencial (NA)
13	QGT -1.1	1					Tarifa de Super-Vazio	EL.	Sala de MT Fornecedor	"	Contacto livre de potencial (NA)
14											
15	QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 1 -	EL.	P.T. - Celas Cliente	Celas Cliente	Contacto livre de potencial (NA)
16	QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 1 -	EL.	P.T. - Celas Cliente	"	Contacto livre de potencial (NA)
17	QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 2 -	EL.	P.T. - Celas Cliente	"	Contacto livre de potencial (NA)
18	QGT -1.1	1					Cela de Protecção de Média Tensão - Transformador 2 -	EL.	P.T. - Celas Cliente	"	Contacto livre de potencial (NA)
19											
20	QGT -1.1	1					Transformador 1 - Pré-Alarme de Temperatura	EL.	P.T. - Transformador	Transformadores	Contacto livre de potencial (NA)
21	QGT -1.1	1					Transformador 1 - Alarme de Temperatura	EL.	P.T. - Transformador	"	Contacto livre de potencial (NA)
22	QGT -1.1	1					Transformador 2 - Pré-Alarme de Temperatura	EL.	P.T. - Transformador	"	Contacto livre de potencial (NA)
23	QGT -1.1	1					Transformador 2 - Alarme de Temperatura	EL.	P.T. - Transformador	"	Contacto livre de potencial (NA)
24											
25	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Estado Agrupado de protecções	EL.	Sala do Grupo Socorro	Grupo Socorro	Contacto livre de potencial (NA)
26	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Estado de Funcionamento	EL.	Sala do Grupo Socorro	"	Contacto livre de potencial (NA)
27	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Avaria Agrupada	EL.	Sala do Grupo Socorro	"	Contacto livre de potencial (NA)
28	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Comutador MAN/O/AUTO fora de Auto	EL.	Sala do Grupo Socorro	"	Contacto livre de potencial (NA)
29	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Tensão Baixa nas Baterias	EL.	Sala do Grupo Socorro	"	Contacto livre de potencial (NA)
30	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Paragem por Sobrevelocidade	EL.	Sala do Grupo Socorro	"	Contacto livre de potencial (NA)
31	QGT -1.1	1					Grupo de Socorro - Nível Baixo no Tanque de Gasóleo	EL.	Sala do Grupo Socorro	"	Contacto livre de potencial (NA)
32	QGT -1.1	3					Grupo de Emerg. - Sinais de Reserva	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
33	QGT -1.1					1	Grupo de Emerg. - Outras Informações	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	RS-485
34											
35	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Estado Agrupado de protecções	EL.	Sala do Grupo Emergência	Grupo Emergência	Contacto livre de potencial (NA)
36	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Estado de Funcionamento	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
37	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Avaria Agrupada	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
38	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Comutador MAN/O/AUTO fora de Auto	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
39	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Tensão Baixa nas Baterias	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
40	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Paragem por Sobrevelocidade	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
41	QGT -1.1	1					Grupo de Emerg. - Nível Baixo no Tanque de Gasóleo	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
42	QGT -1.1	3					Grupo de Emerg. - Sinais de Reserva	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	Contacto livre de potencial (NA)
43	QGT -1.1					1	Grupo de Emerg. - Outras Informações	EL.	Sala do Grupo Emergência	"	RS-485
44											
45	QGT -1.1	1					(Do) Transformador 1 - Disjuntor Diferencial Motorizado -	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	QGBT/QTC1	Contacto livre de potencial (NA)
46	QGT -1.1	1					(Do) Transformador 2 - Disjuntor Diferencial Motorizado -	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
47	QGT -1.1	1					(Do) Transformador 1 - Disjuntor Diferencial Motorizado -	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
48	QGT -1.1	1					(Do) Transformador 2 - Disjuntor Diferencial Motorizado -	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
49	QGT -1.1		1				(Do) Transformador 1 - Disjuntor Diferencial Motorizado -	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Saída a Relé (NA)
50	QGT -1.1		1				(Do) Transformador 2 - Disjuntor Diferencial Motorizado -	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Saída a Relé (NA)
51	QGT -1.1	1					Interruptor de Entrada QGBT - Posição	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
52	QGT -1.1	1					Descarregador de Sobretensões QGBT - Estado Disjuntor	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
53	QGT -1.1	1					Descarregador de Sobretensões QGBT - Sobretensão	EL.	la de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
54	QGT -1.1	18					Disjuntor Diferencial Alimentação QGBT-Quadro Eléctrico	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
55	QGT -1.1	18					Disjuntor Diferencial Alimentação QGBT-Quadro Eléctrico	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
56	QGT -1.1	1					Interruptor Diferencial QGBT - Barramento de Iluminação	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
57	QGT -1.1	5					Interruptor Diferencial QGBT - Barramento de Tomadas/E	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
58	QGT -1.1					1	Analizador de Energia - Entrada QGBT	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
59	QGT -1.1					1	Contador Energia EL03 (Elevador)	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
60	QGT -1.1					1	Contador Energia EL04 (Elevador)	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
61	QGT -1.1					1	Contador Energia EL05 (Elevador)	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
62	QGT -1.1					1	Contador Energia EL06 (Elevador)	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
63	QGT -1.1					1	Contador Energia EL07 (Elevador)	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
64	QGT -1.1					1	Contador Energia EL08 (Elevador)	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
65	QGT -1.1					1	Contador Energia QCOB	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
66	QGT -1.1					1	Contador Energia QATHID	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
67	QGT -1.1					1	Analizador de Energia - UPS Geral Edifício	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
68	QGT -1.1					1	Analizador de Energia - UPS Datacenter	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Comunicação Modbus
69											
70	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo1 - Alimentação com origem na Rede	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
71	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo1 - Alimentação com origem na Rede	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
72	QGT -1.1		1				Inversor Rede/Grupo1 - Alimentação com origem na Rede	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
73	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo1 - Alimentação com origem no Grup	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
74	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo1 - Alimentação com origem no Grup	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
75											
76	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo2 - Alimentação com origem na rede	EL.	Sala de Quadros - QTCSEG	QTCSEG	Contacto livre de potencial (NA)
77	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo2 - Alimentação com origem no Grup	EL.	Sala de Quadros - QTCSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
78											
79	QGT -1.1	1					Transformador de isolamento - Pré-Alarme de Temperatu	EL.	Sala de Quadros - TI	nsformador de Isolame	Contacto livre de potencial (NA)
80	QGT -1.1	1					Transformador de isolamento - Alarme de Temperatura	EL.	Sala de Quadros - TI	"	Contacto livre de potencial (NA)
81											
82	QGT -1.1	1					Bateria de Condensadores - Alimentação Relé Varimétrico	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	TERIA DE CONDENS	Contacto livre de potencial (NA)
83	QGT -1.1	1					Bateria de Condensadores - Avaria Relé Varimétrico	EL.	Ila de Quadros - QGBT/QT	"	Contacto livre de potencial (NA)
84											
85	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo2 - Alimentação com origem na rede	EL.	Sala de Quadros - QTCSEG	QTCSEG	Contacto livre de potencial (NA)
86	QGT -1.1	1					Inversor Rede/Grupo2 - Alimentação com origem no Grup	EL.	Sala de Quadros - QTCSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
87	QGT -1.1	1					Disjuntor de Entrada QSEG - Estado	EL.	Sala de Quadros - QSEG	QSEG	Contacto livre de potencial (NA)
88	QGT -1.1	1					Disjuntor de Entrada QSEG - Disparo	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
89	QGT -1.1	1					Descarregador de Sobretensões QSEG - Estado Disjunto	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
90	QGT -1.1	1					Descarregador de Sobretensões QSEG - Sobretensão	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
91	QGT -1.1	8					Disjuntor Diferencial Alimentação QSEG-Quadro Eléctrico	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
92	QGT -1.1	8					Disjuntor Diferencial Alimentação QSEG-Quadro Eléctrico	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Contacto livre de potencial (NA)
93	QGT -1.1	3				1	Sistema de Controlo Permanente de Isolamento	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Comunicação Modbus
94	QGT -1.1					1	Contador Energia EL02 (Elevador Prioritário a Bombeiros)	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Comunicação Modbus
95	QGT -1.1					1	Contador Energia EL09 (Elevador Prioritário a Bombeiros)	EL.	Sala de Quadros - QSEG	"	Comunicação Modbus
96											
97											
98	Parcial	118	3	0	0	16					
99	Total	121				16	137				
100											
101	QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	Q.P-1	Quadro Eléctrico Piso-1	Contacto livre de potencial (NA)
102	QGT -1.2	1					Descarregador de Sobretensões - Sobretensão	EL.	Q.P-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
103	QGT -1.2	8					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico n (n=8	EL.	Q.P-1	"	Contacto livre de potencial (NA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
104	QGT -1.2	8					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico n (n=8	EL.	Q.P-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
105	QGT -1.2					1	Contador Energia Totem	EL.	Q.P-1	"	Comunicação Modbus
106	QGT -1.2					1	Analizador de Energia - Entrada Quadro Piso	EL.	Q.P-1	"	Comunicação Modbus
107											
108	QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QPARQUE1	uadro Eléctrico Parque	Contacto livre de potencial (NA)
109	QGT -1.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=4)	EL.	QPARQUE1	"	Contacto livre de potencial (NA)
110	QGT -1.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QPARQUE1	"	Contacto livre de potencial (NA)
111	QGT -1.2		31				Circuito de Iluminação i (n=31) - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE1	"	Saída a Relé (NA)
112	QGT -1.2	31					Circuito de Iluminação i (n=31) - Estado	EL.	QPARQUE1	"	Contacto livre de potencial (NA)
113	QGT -1.2		1				Billboards - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE1	"	Saída a Relé (NA)
114	QGT -1.2	1					Billboards - Estado	EL.	QPARQUE1	"	Contacto livre de potencial (NA)
115	QGT -1.2					1	Contador Energia Eq. Bombagem Esgotos	EL.	QPARQUE1	"	Comunicação Modbus
116	QGT -1.2			1			Luminosidade Exterior - Fachada Cima	EL.	EXTERIOR	Exterior	Sonda de Luminosidade Exterior
117											
118	QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QPARQUE2	uadro Eléctrico Parque	Contacto livre de potencial (NA)
119	QGT -1.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=3)	EL.	QPARQUE2	"	Contacto livre de potencial (NA)
120	QGT -1.2	6					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QPARQUE2	"	Contacto livre de potencial (NA)
121	QGT -1.2		26				Circuito de Iluminação i (n=26) - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE2	"	Saída a Relé (NA)
122	QGT -1.2	26					Circuito de Iluminação i (n=26) - Estado	EL.	QPARQUE2	"	Contacto livre de potencial (NA)
123	QGT -1.2		1				Alim. Tomadas Carros Eléctricos - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE2	"	Saída a Relé (NA)
124	QGT -1.2	1					Alim. Tomadas Carros Eléctricos - Estado	EL.	QPARQUE2	"	Contacto livre de potencial (NA)
125	QGT -1.2		1				Billboards - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE2	"	Saída a Relé (NA)
126	QGT -1.2	1					Billboards - Estado	EL.	QPARQUE2	"	Contacto livre de potencial (NA)
127	QGT -1.2					1	Contador Energia Alim. Tomadas Carros Eléctricos	EL.	QPARQUE2	"	Comunicação Modbus
128											
129	QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QPARQUE3	Quadro Eléctrico Parque 3	Contacto livre de potencial (NA)
130	QGT -1.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=3) - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
131	QGT -1.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i (n=4) - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
132	QGT -1.2		26				Circuito de Iluminação i (n=26) - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE3	"	Saída a Relé (NA)
133	QGT -1.2	26					Circuito de Iluminação i (n=26) - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
134	QGT -1.2		1				Billboards - Comando ON/OFF	EL.	QPARQUE3	"	Saída a Relé (NA)
135	QGT -1.2	1					Billboards - Estado	EL.	QPARQUE3	"	Contacto livre de potencial (NA)
136	QGT -1.2			1			Luminosidade Exterior - Fachada Baixo	EL.	Exterior	Exterior	Sonda de Luminosidade Exterior
137											
138	QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QAPOIO-1	Quadro Eléctrico Apoio -1	Contacto livre de potencial (NA)
139	QGT -1.2	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=1) - Estado	EL.	QAPOIO-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
140	QGT -1.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i (n=3) - Estado	EL.	QAPOIO-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
141	QGT -1.2		2				Circuito de Iluminação i (n=2) - Comando ON/OFF	EL.	QAPOIO-1	"	Saída a Relé (NA)
142	QGT -1.2	2					Circuito de Iluminação i (n=2) - Estado	EL.	QAPOIO-1	"	Contacto livre de potencial (NA)
143											
144	QGT -1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU-1.1	Quadro Eléctrico UPS -1.1	Contacto livre de potencial (NA)
145	QGT -1.2	2					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=2) - Estado	EL.	QU-1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
146	QGT -1.2	2					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=2) - Estado	EL.	QU-1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
147	QGT -1.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i (n=2) - Estado	EL.	QU-1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
148											
149	QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Estado de Funcionamento (Em Movimento)	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	Quadro Comando Elevador i	Contacto livre de potencial (NA)
150	QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Avaria Agrupada	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
151	QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Alarme de Cabine	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
152	QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Em Manutenção	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
153	QGT -1.2	8					Elevador i (n=8) - Porta Aberta	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto livre de potencial (NA)
154	QGT -1.2		8				Elevador i (n=8) - Envio ao Piso de Saída (e.g. Aquando deslastre de cargas)	ELEV	CASA DAS MÁQUINAS i	"	Contacto NA no Controlador
155											
156	Parcial	186	97	2	0	4					
157	Total	285				4	289				
158											
159	PISO 0										
160											
161	QGT 0.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	Q.P.0	Quadro Eléctrico Piso 0	Contacto livre de potencial (NA)
162	QGT 0.1	1					Descarregador de Sobretensões - Sobretensão	EL.	Q.P.0	"	Contacto livre de potencial (NA)
163	QGT 0.1	9					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=9)	EL.	Q.P.0	"	Contacto livre de potencial (NA)
164	QGT 0.1	9					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=9)	EL.	Q.P.0	"	Contacto livre de potencial (NA)
165	QGT 0.1					1	Contador Energia QCAIS	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
166	QGT 0.1					1	Contador Energia QARM	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
167	QGT 0.1					1	Contador Energia QMERC	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
168	QGT 0.1					1	Contador Energia QBAR/LOJA	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
169	QGT 0.1					1	Contador Energia QCHECKOUT	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
170	QGT 0.1					1	Contador Energia QER0.1	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
171	QGT 0.1					1	Contador Energia QER0.2	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
172	QGT 0.1					1	Analizador de Energia - Entrada Quadro Piso	EL.	Q.P.0	"	Comunicação Modbus
173											
174	QGT 0.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QARMAZEM	Quadro Eléctrico Armazém	Contacto livre de potencial (NA)
175	QGT 0.1	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=4)	EL.	QARMAZEM	"	Contacto livre de potencial (NA)
176	QGT 0.1	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QARMAZEM	"	Contacto livre de potencial (NA)
177	QGT 0.1	18					Circuito de Iluminação i (n=18) - Estado	EL.	QARMAZEM	"	Contacto livre de potencial (NA)
178	QGT 0.1					1	Informações das Zonas (6) de Iluminação - Regulação de	EL.	QARMAZEM	"	Ethernet I/O
179	QGT 0.1					1	Informações de balastro DALI (n=90) - Avaria	EL.	QARMAZEM	"	Ethernet I/O
180											
181	QGT 0.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QCAIS	Quadro Eléctrico do Cai	Contacto livre de potencial (NA)
182	QGT 0.1		1				Disjuntor Diferencial Motorizado Alimentação Quadro Eléc	EL.	QCAIS	"	Saída a Relé (NA)
183	QGT 0.1	1					Disjuntor Diferencial Motorizado Alimentação Quadro Eléc	EL.	QCAIS	"	Contacto livre de potencial (NA)
184	QGT 0.1	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=2)	EL.	QCAIS	"	Contacto livre de potencial (NA)
185	QGT 0.1	10					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QCAIS	"	Contacto livre de potencial (NA)
186	QGT 0.1		8				Circuito de Iluminação i (n=8) - Comando ON/OFF	EL.	QCAIS	"	Saída a Relé (NA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
187	QGT 0.1	8					Circuito de Iluminação i (n=8) - Estado	EL.	QCAIS	"	Contacto livre de potencial (NA)
188	QGT 0.1		1				Alim. Compactadores Lixo - Comando ON/OFF	EL.	QCAIS	"	Saída a Relé (NA)
189	QGT 0.1	1					Alim. Compactadores Lixo - Estado	EL.	QCAIS	"	Contacto livre de potencial (NA)
190	QGT 0.1		4				Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=4) - Comando ON	EL.	QCAIS	"	Saída a Relé (NA)
191	QGT 0.1	4					Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=4) - Estado	EL.	QCAIS	"	Contacto livre de potencial (NA)
192											
193	QGT 0.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QMERC	quadro Eléctrico do Mercado	Contacto livre de potencial (NA)
194	QGT 0.1	8					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QMERC	"	Contacto livre de potencial (NA)
195	QGT 0.1	1					Alim. Canalis Distribuição 160A - Estado	EL.	QMERC	"	Contacto livre de potencial (NA)
196	QGT 0.1	1					Alim. Canalis Distribuição 160A - Estado	EL.	QMERC	"	Contacto livre de potencial (NA)
197	QGT 0.1	1					Alim. QILUM MERC - Estado	EL.	QMERC	"	Contacto livre de potencial (NA)
198	QGT 0.1	1					Alim. QILUM MERC - Estado	EL.	QMERC	"	Contacto livre de potencial (NA)
199	QGT 0.1		1				Alim. QILUM MERC - Comando ON/OFF	EL.	QMERC	"	Saída a Relé (NA)
200	QGT 0.1					1	Contador Energia Canalis Distribuição 160A (Iluminação)	EL.	QMERC	"	Comunicação Modbus
201											
202	QGT 0.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU0.3	quadro Eléctrico UPS 0	Contacto livre de potencial (NA)
203	QGT 0.1	7					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QU0.3	"	Contacto livre de potencial (NA)
204											
205	Parcial	92	15	0	0	11					
206	Total	107				11	118				
207											
208	QGT 0.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QCHECKOUT	quadro Eléctrico do Check	Contacto livre de potencial (NA)
209	QGT 0.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=3)	EL.	QCHECKOUT	"	Contacto livre de potencial (NA)
210	QGT 0.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QCHECKOUT	"	Contacto livre de potencial (NA)
211	QGT 0.2		13				Circuito de Iluminação i (n=13) - Comando ON/OFF	EL.	QCHECKOUT	"	Saída a Relé (NA)
212	QGT 0.2	13					Circuito de Iluminação i (n=13) - Estado	EL.	QCHECKOUT	"	Contacto livre de potencial (NA)
213											
214	QGT 0.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QAPOIO 0	quadro Eléctrico de Apoio	Contacto livre de potencial (NA)
215	QGT 0.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=2)	EL.	QAPOIO 0	"	Contacto livre de potencial (NA)
216	QGT 0.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QAPOIO 0	"	Contacto livre de potencial (NA)
217	QGT 0.2		10				Circuito de Iluminação i (n=10) - Comando ON/OFF	EL.	QAPOIO 0	"	Saída a Relé (NA)
218	QGT 0.2	10					Circuito de Iluminação i (n=10) - Estado	EL.	QAPOIO 0	"	Contacto livre de potencial (NA)
219											
220	QGT 0.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QASSTEC	Eléctrico de Assistência	Contacto livre de potencial (NA)
221	QGT 0.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=2)	EL.	QASSTEC	"	Contacto livre de potencial (NA)
222	QGT 0.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QASSTEC	"	Contacto livre de potencial (NA)
223	QGT 0.2		6				Circuito de Iluminação i (n=6) - Comando ON/OFF	EL.	QASSTEC	"	Saída a Relé (NA)
224	QGT 0.2	6					Circuito de Iluminação i (n=6) - Estado	EL.	QASSTEC	"	Contacto livre de potencial (NA)
225											
226	QGT 0.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QBAR/LOJA	quadro Eléctrico Bar/Lo	Contacto livre de potencial (NA)
227	QGT 0.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=2)	EL.	QBAR/LOJA	"	Contacto livre de potencial (NA)
228	QGT 0.2	10					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QBAR/LOJA	"	Contacto livre de potencial (NA)
229	QGT 0.2		8				Circuito de Iluminação i (n=8) - Comando ON/OFF	EL.	QBAR/LOJA	"	Saída a Relé (NA)
230	QGT 0.2	8					Circuito de Iluminação i (n=8) - Estado	EL.	QBAR/LOJA	"	Contacto livre de potencial (NA)
231	QGT 0.2		1				Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=1) - Comando ON	EL.	QBAR/LOJA	"	Saída a Relé (NA)
232	QGT 0.2	1					Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=1) - Estado	EL.	QBAR/LOJA	"	Contacto livre de potencial (NA)
233	QGT 0.2					1	Contador Energia Barramento Equipamentos de Frio	EL.	QBAR/LOJA	"	Comunicação Modbus
234											
235	QGT 0.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU0.1	quadro Eléctrico UPS 0	Contacto livre de potencial (NA)
236	QGT 0.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QU0.1	"	Contacto livre de potencial (NA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
237											
238	QGT 0.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU0.2	Quadro Eléctrico UPS 0	Contacto livre de potencial (NA)
239	QGT 0.2	6					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QU0.2	"	Contacto livre de potencial (NA)
240											
241	QGT 0.2	2					Escada Rolante i (n=2) - Em Movimento Ascendente	E.R.	QER0.1/QER0.2	Comando Escada Rolan	Contacto livre de potencial (NA)
242	QGT 0.2	2					Escada Rolante i (n=2) - Em Movimento Descendente	E.R.	QER0.1/QER0.2	"	Contacto livre de potencial (NA)
243	QGT 0.2	2					Escada Rolante i (n=2) - Avaria Agrupada	E.R.	QER0.1/QER0.2	"	Contacto livre de potencial (NA)
244	QGT 0.2	2					Escada Rolante i (n=2) - Em Manutenção	E.R.	QER0.1/QER0.2	"	Contacto livre de potencial (NA)
245	QGT 0.2	2					Escada Rolante i (n=2) - Botão de Stop Actuado	E.R.	QER0.1/QER0.2	"	Contacto livre de potencial (NA)
246	QGT 0.2		2				Escada Rolante i (n=2) - Inibição de Funcionamento (e.g.	E.R.	QER0.1/QER0.2	"	Contacto NA no Controlador
247											
248	Parcial	92	40	0	0	1					
249	Total	132				1	133				
250											
251	PISO 1										
252											
253	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	Q.P.1	Quadro Eléctrico Piso 1	Contacto livre de potencial (NA)
254	QGT 1.1	1					Descarregador de Sobretensões - Sobretensão	EL.	Q.P.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
255	QGT 1.1	8					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=8	EL.	Q.P.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
256	QGT 1.1	8					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=8)	EL.	Q.P.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
257	QGT 1.1					1	Contador Energia QREST	EL.	Q.P.1	"	Comunicação Modbus
258	QGT 1.1					1	Contador Energia QCOZ	EL.	Q.P.1	"	Comunicação Modbus
259	QGT 1.1					1	Contador Energia QCANT	EL.	Q.P.1	"	Comunicação Modbus
260	QGT 1.1					1	Contador Energia QEXP	EL.	Q.P.1	"	Comunicação Modbus
261	QGT 1.1					1	Analizador de Energia - Entrada Quadro Piso	EL.	Q.P.1	"	Comunicação Modbus
262											
263	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QOFFICE	adro Eléctrico do Escrit	Contacto livre de potencial (NA)
264	QGT 1.1	6					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=2)	EL.	QOFFICE	"	Contacto livre de potencial (NA)
265	QGT 1.1	9					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QOFFICE	"	Contacto livre de potencial (NA)
266	QGT 1.1		6				Circuito de Iluminação i (n=6) - Comando ON/OFF	EL.	QOFFICE	"	Saída a Relé (NA)
267	QGT 1.1	6					Circuito de Iluminação i (n=6) - Estado	EL.	QOFFICE	"	Contacto livre de potencial (NA)
268	QGT 1.1					1	Contador Energia Barramento Iluminação	EL.	QOFFICE	"	Comunicação Modbus
269	QGT 1.1					1	Informações da Zona i (n=6) de Iluminação - Regulação d	EL.	QOFFICE	"	Ethernet I/O
270	QGT 1.1					1	Informações de balastro DALI i (n=60) - Avaria	EL.	QOFFICE	"	Ethernet I/O
271											
272	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QBALN	adro Eléctrico do Balne	Contacto livre de potencial (NA)
273	QGT 1.1	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=1)	EL.	QBALN	"	Contacto livre de potencial (NA)
274	QGT 1.1	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QBALN	"	Contacto livre de potencial (NA)
275	QGT 1.1		1				Contactador Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=1) - Cor	EL.	QBALN	"	Saída a Relé (NA)
276	QGT 1.1	1					Contactador Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=1) - Est	EL.	QBALN	"	Contacto livre de potencial (NA)
277											
278	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QAPOIO 1	adro Eléctrico de Apoio	Contacto livre de potencial (NA)
279	QGT 1.1	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=1)	EL.	QAPOIO 1	"	Contacto livre de potencial (NA)
280	QGT 1.1	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QAPOIO 1	"	Contacto livre de potencial (NA)
281	QGT 1.1		3				Circuito de Iluminação i (n=3) - Comando ON/OFF	EL.	QAPOIO 1	"	Saída a Relé (NA)
282	QGT 1.1	3					Circuito de Iluminação i (n=3) - Estado	EL.	QAPOIO 1	"	Contacto livre de potencial (NA)
283											
284	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QEXP	adro Eléctrico da Expos	Contacto livre de potencial (NA)
285	QGT 1.1	8					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QEXP	"	Contacto livre de potencial (NA)

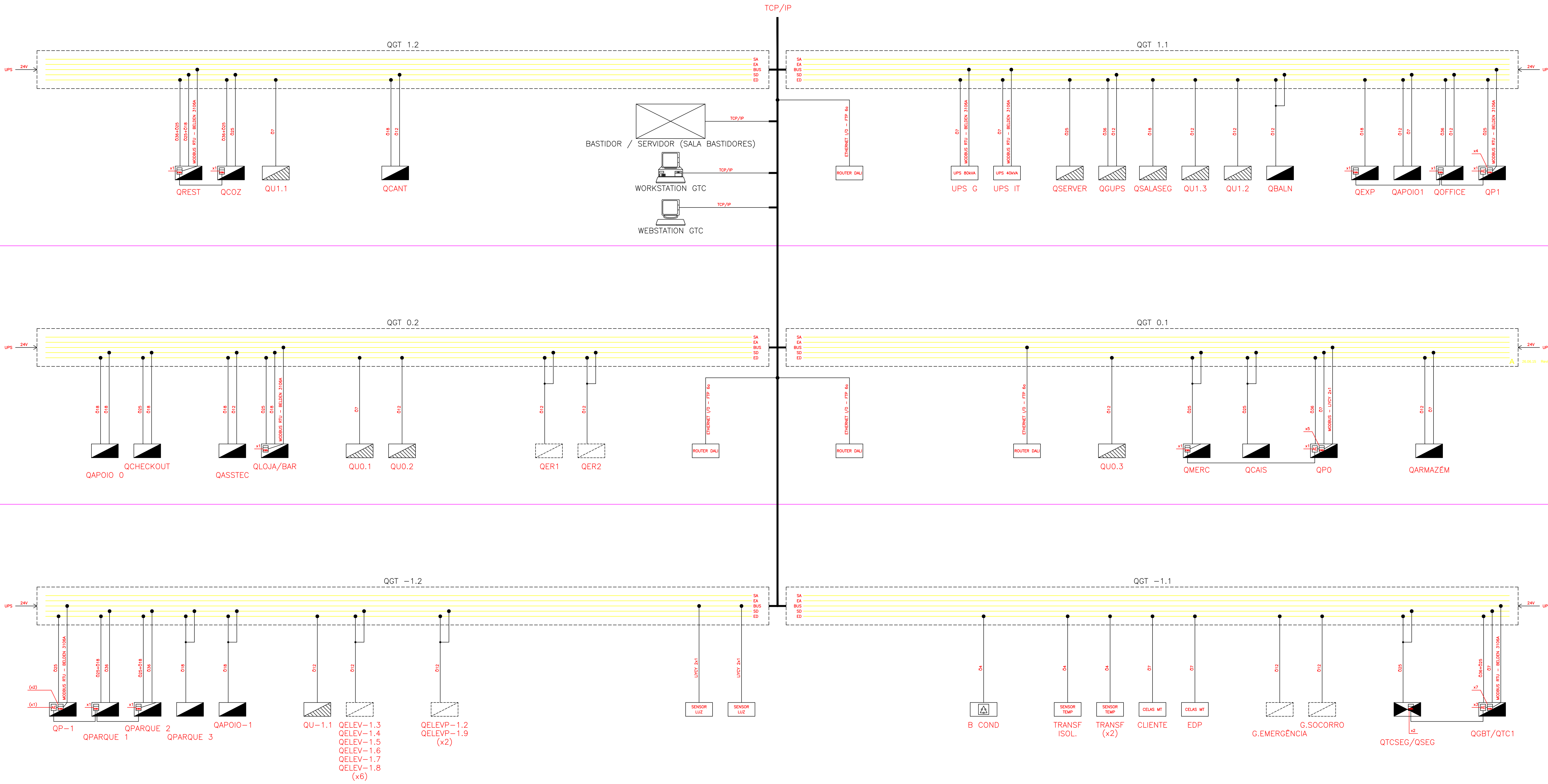
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
286	QGT 1.1	1					Disjuntor Alim. Canalis Distribuição 160A - Estado	EL.	QEXP	"	Saída a Relé (NA)
287	QGT 1.1	1					Disjuntor Alim. Canalis Distribuição 160A - Disparo	EL.	QEXP	"	Contacto livre de potencial (NA)
288	QGT 1.1					1	Contador Energia Canalis Distribuição 160A (Iluminação)	EL.	QEXP	"	Comunicação Modbus
289											
290	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU1.2	Quadro Eléctrico UPS 1	Contacto livre de potencial (NA)
291	QGT 1.1	7					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QU1.2	"	Contacto livre de potencial (NA)
292											
293	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU1.3	Quadro Eléctrico UPS 1	Contacto livre de potencial (NA)
294	QGT 1.1	7					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QU1.3	"	Contacto livre de potencial (NA)
295											
296	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QGUPS	Quadro Eléctrico Geral U	Contacto livre de potencial (NA)
297	QGT 1.1	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação e Toma	EL.	QGUPS	"	Contacto livre de potencial (NA)
298	QGT 1.1	10					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=1	EL.	QGUPS	"	Contacto livre de potencial (NA)
299	QGT 1.1	10					Disjuntor Diferencial Alimentação Quadro Eléctrico i (n=10	EL.	QGUPS	"	Contacto livre de potencial (NA)
300											
301	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QSERVER	Quadro Eléctrico Servid	Contacto livre de potencial (NA)
302	QGT 1.1	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=1)	EL.	QSERVER	"	Contacto livre de potencial (NA)
303	QGT 1.1	12					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QSERVER	"	Contacto livre de potencial (NA)
304											
305	QGT 1.1	1					UPS - Funcionamento em By-Pass	EL.	UPS GERAL EDIFÍCIO	UPS	Contacto livre de potencial (NA)
306	QGT 1.1	1					UPS - Funcionamento por Baterias	EL.	UPS GERAL EDIFÍCIO	"	Contacto livre de potencial (NA)
307	QGT 1.1	1					UPS - Falha de Tensão da Rede	EL.	UPS GERAL EDIFÍCIO	"	Contacto livre de potencial (NA)
308	QGT 1.1	1					UPS - Avaria Agrupada	EL.	UPS GERAL EDIFÍCIO	"	Contacto livre de potencial (NA)
309	QGT 1.1	1					UPS - Tensão Baixa nas Baterias	EL.	UPS GERAL EDIFÍCIO	"	Contacto livre de potencial (NA)
310	QGT 1.1					1	UPS - Dados adicionais em ModBus	EL.	UPS DATACENTER	"	Comunicação Modbus
311											
312	QGT 1.1	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	SALA SEGURANÇA	Quadro Sala Segurança	Contacto livre de potencial (NA)
313	QGT 1.1	1					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=1)	EL.	SALA SEGURANÇA	"	Contacto livre de potencial (NA)
314	QGT 1.1	11					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	SALA SEGURANÇA	"	Contacto livre de potencial (NA)
315											
316	QGT 1.1	1					UPS - Funcionamento em By-Pass	EL.	UPS DATACENTER	UPS	Contacto livre de potencial (NA)
317	QGT 1.1	1					UPS - Funcionamento por Baterias	EL.	UPS DATACENTER	"	Contacto livre de potencial (NA)
318	QGT 1.1	1					UPS - Falha de Tensão da Rede	EL.	UPS DATACENTER	"	Contacto livre de potencial (NA)
319	QGT 1.1	1					UPS - Avaria Agrupada	EL.	UPS DATACENTER	"	Contacto livre de potencial (NA)
320	QGT 1.1	1					UPS - Tensão Baixa nas Baterias	EL.	UPS DATACENTER	"	Contacto livre de potencial (NA)
321	QGT 1.1					1	UPS - Dados adicionais em ModBus	EL.	UPS DATACENTER	"	Comunicação Modbus
322											
323	Parcial	139	10	0	0	11					
324	Total		149			11	160				
325											
326	QGT 1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QREST	Quadro Eléctrico do Restau	Contacto livre de potencial (NA)
327	QGT 1.2	5					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=5)	EL.	QREST	"	Contacto livre de potencial (NA)
328	QGT 1.2	8					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QREST	"	Contacto livre de potencial (NA)
329	QGT 1.2		25				Circuito de Iluminação i (n=25) - Comando ON/OFF	EL.	QREST	"	Saída a Relé (NA)
330	QGT 1.2	25					Circuito de Iluminação i (n=25) - Estado	EL.	QREST	"	Contacto livre de potencial (NA)
331	QGT 1.2		6				Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=4) - Comando ON	EL.	QREST	"	Saída a Relé (NA)
332	QGT 1.2	6					Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=4) - Estado	EL.	QREST	"	Contacto livre de potencial (NA)
333	QGT 1.2					1	Contador Energia Barramento Iluminação	EL.	QREST	"	Comunicação Modbus
334											Página 7 de 9
335	QGT 1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QCOZ	Quadro Eléctrico da Cozinha	Contacto livre de potencial (NA)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
336	QGT 1.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=4)	EL.	QCOZ	"	Contacto livre de potencial (NA)
337	QGT 1.2	23					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QCOZ	"	Contacto livre de potencial (NA)
338	QGT 1.2		16				Circuito de Iluminação i (n=16) - Comando ON/OFF	EL.	QCOZ	"	Saída a Relé (NA)
339	QGT 1.2	16					Circuito de Iluminação i (n=16) - Estado	EL.	QCOZ	"	Contacto livre de potencial (NA)
340	QGT 1.2		2				Disjuntor Diferencial Motorizado Alimentação Equip. i (n=2)	EL.	QCOZ	"	Saída a Relé (NA)
341	QGT 1.2	2					Disjuntor Diferencial Motorizado Alimentação Equip. i (n=2)	EL.	QCOZ	"	Contacto livre de potencial (NA)
342	QGT 1.2	2					Disjuntor Diferencial Motorizado Alimentação Equip. i (n=2)	EL.	QCOZ	"	Contacto livre de potencial (NA)
343	QGT 1.2					1	Contador Energia Barramento Equipamentos de Frio	EL.	QCOZ	"	Comunicação Modbus
344											
345	QGT 1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QCANT	quadro Eléctrico da Cant	Contacto livre de potencial (NA)
346	QGT 1.2	2					Interruptor Diferencial - Barramento de Iluminação i (n=2)	EL.	QCANT	"	Contacto livre de potencial (NA)
347	QGT 1.2	4					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QCANT	"	Contacto livre de potencial (NA)
348	QGT 1.2		6				Circuito de Iluminação i (n=6) - Comando ON/OFF	EL.	QCANT	"	Saída a Relé (NA)
349	QGT 1.2	6					Circuito de Iluminação i (n=6) - Estado	EL.	QCANT	"	Contacto livre de potencial (NA)
350	QGT 1.2		1				Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=1) - Comando ON/OFF	EL.	QCANT	"	Saída a Relé (NA)
351	QGT 1.2	1					Alim. Barramento Tomadas/Equip. i (n=1) - Estado	EL.	QCANT	"	Contacto livre de potencial (NA)
352											
353	QGT 1.2	1					Interruptor Geral - Posição	EL.	QU1.1	quadro Eléctrico UPS1.	Contacto livre de potencial (NA)
354	QGT 1.2	3					Interruptor Diferencial - Barramento de Tomadas/Equip. i	EL.	QU1.1	"	Contacto livre de potencial (NA)
355											
356	Parcial	111	56	0	0	2					
357	Total	167				2	169				
358											
359											
360	Total	961									
361											
362											
363											
364											
365											
366											
367	LEGENDA										
368											
369	TIPO DE SINAL					ED	Entrada Digital				
370						SD	Saída Digital				
371						EA	Entrada Analógica				
372						SA	Saída Analógica				
373	TIPO DE SINAL					BUS	Interface / Protocolo de Comunicações				
374											
375	ALARME					mín	de mínima				
376						máx	de máxima				
377						E	de Estado				
378						F	de Falha				
379											
380	SINALIZAÇÃO					L/D	Ligado/Desligado				
381						A	Alarme				
382						A/F	Aberto/Fechado				
383						S/D	Subir/Descer				
384						R/G	Rede/Grupo				Página 8 de 9

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Centro Comercial						SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA				
2	LISTA DE PONTOS						Instalações Elétricas				
3	Quadro do SGT	Tipo de Sinal					Designação do ponto	Inst	Localização	Equip./ Circuito	Informações
4		ED	SD	EA	SA	BUS					Observações
385						A/M	Automático/Manual				
386						B/M/A	Baixa/Média/Alta				
387											
388	REGULAÇÃO						Variavel em unidades de engenharia				
389											
390	INDICAÇÃO						Variavel em unidades de engenharia				
391											
392	ACUMULAÇÃO					H	Horas				

DIAGRAMA DO SISTEMA DA GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA

LEGENDA	
0xx	- OLFLEX CLASSIC 100 (xx = nº CONDUTORES)
B COND	- BATERIA DE CONDENSADORES
TRANSF	- TRANSFORMADOR
	- ANALISADOR DE ENERGIA
	- CONTADOR DE ENERGIA
Q...	- QUADRO ELÉCTRICO (EMPREGADA ELETRICIDADE).
QU...	- QUADRO ELÉCTRICO UPS (EMPREGADA ELETTRICIDADE).
Q...	- QUADRO ELÉCTRICO EMERGÊNCIA (EMPR. ELETTRICIDADE).

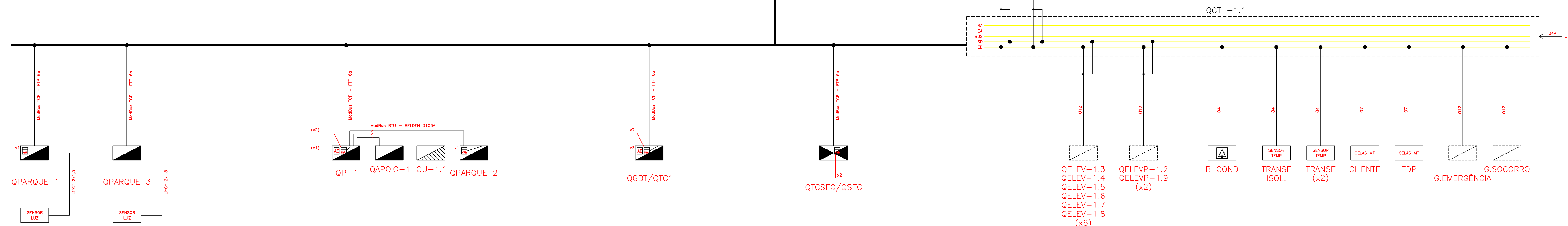


Qxx	- QULFLEX CLASSIC 100 (xx = nº CONDUCTORES)
B COND	- BATERIA DE CONDENSADORES
TRANSF	- TRANSFORMADOR
	- ANALISADOR DE ENERGIA
Q...	- CONTADOR DE ENERGIA
	- QUADRO ELÉCTRICO (EMPREITADA ELÉTRICIDADE)
QUL...	- QUADRO ELÉCTRICO UPS (EMPREITADA ELÉTRICIDADE)
Q...	- QUADRO ELÉCTRICO EMERGENCIA (EMPR. ELÉTRICIDADE)

PISO 1

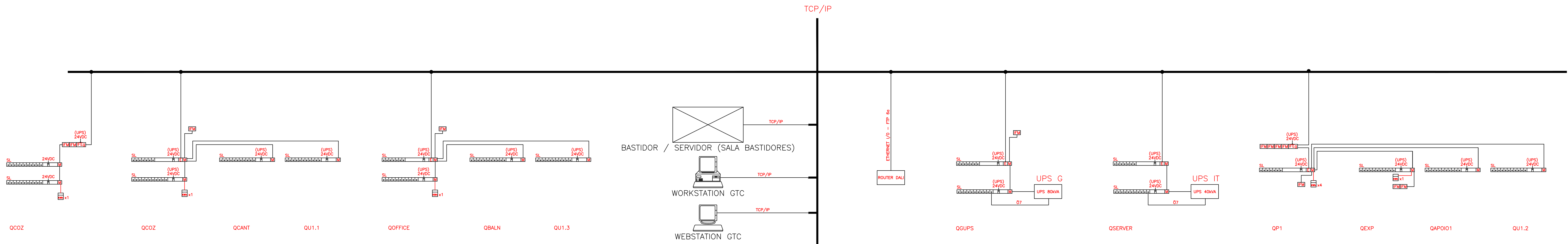


PISO -1

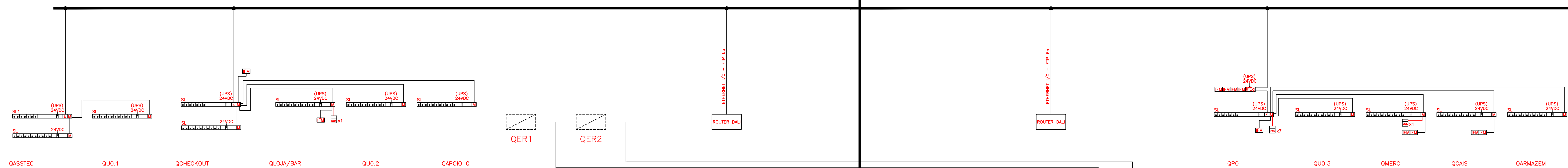


Oxx	- OLFLEX CLASSIC 100 (xx = nº CONDUTORES)
B COND	- BATERIA DE CONDENSADORES
TRANSF	- TRANSFORMADOR
	- ANALISADOR DE ENERGIA
	- CONTADOR DE ENERGIA
	- QUADRO ELÉCTRICO (EMPREITADA ELETRICIDADE)
	- QUADRO ELÉCTRICO UPS (EMPREITADA ELETRICIDADE)
	- QUADRO FORNECEDOR (FORA EMPREITADA ELETRICIDADE)

PISO 1



OSIP



PISO-1

