



ELETRIFICAÇÃO E CONTROLO DE UMA CENTRAL FRIGORÍFICA BOOSTER A R744

DANIEL MOREIRA ESTRELA

Outubro de 2020

ELETRIFICAÇÃO E CONTROLO DE UMA CENTRAL FRIGORÍFICA *BOOSTER* A R744

Daniel Moreira Estrela

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Área de Especialização em Automação e Controlo

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Candidato: Daniel Moreira Estrela, Nº 1150769, 1150769@isep.ipp.pt

Orientação científica: Professora Doutora Teresa Nogueira, tan@isep.ipp.pt

Empresa: RACE SA

Supervisão: Engenheiro Luis Filipe David, lfdavid@race.com.pt



Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
Área de Especialização em Automação e Controlo

2020

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma me ajudaram no meu trajeto acadêmico, em especial:

À Professora Doutora Teresa Nogueira por todo o apoio prestado ao longo da realização desta dissertação.

À RACE e a toda a equipa pela oportunidade dada em particular ao engenheiro Luis David, à engenheira Sandra Reis, ao Luís Falcão e ainda ao engenheiro Vitor Nogueiro por todo o apoio ao longo deste estágio.

Por último, um agradecimento especial aos meus pais e irmãos por todo o apoio e motivação prestado durante os cinco anos de percurso académico.

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Resumo

Os sistemas de refrigeração em grande parte estão diretamente relacionados com a conservação de alimentos e, por isso, apresentam um papel indispensável na sociedade. Com todo o avanço tecnológico que enfrentamos nos dias de hoje, é possível encontrar sistemas de refrigeração com uma capacidade de refrigeração muito superior e muito mais eficientes. Tipicamente, as otimizações neste tipo de sistemas estão relacionadas com o tipo de fluido frigorífero e com o sistema de controlo escolhido.

A presente dissertação descreve todo o processo de testes, eletrificação e controlo de uma central de refrigeração do tipo *booster* a CO₂ (R744) desenvolvida na RACE - *Refrigeration & Air Conditioning Engineering*. Para isso, e numa fase inicial de testes, foi desenvolvida uma aplicação por forma a traduzir para formato gráfico o valor das pressões no interior da tubagem de todo o sistema.

Por forma a iniciar o desenvolvimento do quadro elétrico para a central de refrigeração dimensionaram-se os equipamentos elétricos de proteção e acionamento elétrico assim como se selecionaram dois controladores, um principal e um de *backup*, tendo como objetivo assegurar o funcionamento do sistema no caso de avaria de algum deles. Por isso, foi necessária a parametrização de um controlador principal *Danfoss*, o AK-PC 782A, assim como os respetivos módulos de expansão e ainda a parametrização do grupo de controlo secundário, o IPRC315D proveniente da *Dixell*.

Uma vez implementado, é feita uma análise detalhada ao projeto elétrico e apresentada uma proposta de melhoria com o objetivo de tornar o quadro elétrico mais simples explorando todas as funcionalidades dos controladores reduzindo assim o custo de produção do mesmo. No final, é apresentada uma conclusão na qual é feita uma análise ao trabalho desenvolvido e são apresentadas algumas propostas de melhoria para trabalhos futuros.

Palavras-Chave:

Sistemas de Refrigeração, eficiência, CO2, quadro elétrico, controle, *Danfoss*, *Dixell*, projeto elétrico.

Abstract

Refrigeration systems are largely related to food preservation and, therefore, play an indispensable role in society. With all the technological advances we face today, it is possible to find refrigeration systems with a much higher and efficient cooling capacity. Typically, the optimizations in this type of systems are related to the type of refrigerant and the chosen control system.

This dissertation describes the entire testing, electrification and control process of a CO₂ booster refrigeration plant (R744) developed at RACE - Refrigeration & Air Conditioning Engineering. For this, and in an initial testing phase, an application was developed to translate the pressure values inside the piping of the entire system into a graphic format.

In order to start the development of the electrical panel for the refrigeration plant, the electrical protection equipment and electric drive were dimensioned, as well as the two controllers, one main and one backup, with the objective of ensuring the functioning of the system in the event of failure of any of them. Therefore, it was necessary to parameterize a Danfoss main controller, the AK-PC 782A, as well as the respective expansion modules and the parameterization of the secondary control group, the IPRC315D from Dixell.

Once implemented, a detailed analysis of the electrical project is made and an improvement proposal is presented with the objective of making the electrical panel simpler by exploring all the functionalities of the controllers, reducing its production cost. At the end, a conclusion is presented in which an analysis is made of the work developed and some improvement proposals are presented for future work.

Key words:

Refrigeration systems, efficiency, CO₂, electric panel, control, Danfoss, Dixell, electrical project.

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ACRÓNIMOS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2.OBJETIVOS.....	2
1.3.CALENDARIZAÇÃO	3
1.4.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	3
2. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO	5
2.1.HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO	5
2.2.CICLO FRIGORÍFICO.....	7
2.3.FLUÍDOS FRIGORIGÉNEOS	9
2.4.COMPONENTES	12
2.4.1. Compressor.....	12
2.4.2. Condensador	14
2.4.3. Válvula de Expansão	16
2.4.4. Evaporador	18
2.4.5. Outros.....	19
2.5.CENTRAIS	20
2.6.QUADRO ELÉTRICO.....	24
2.7.EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	26
2.8.CASO EM ESTUDO	27
3. CENTRAL TRANSCRÍTICA	29
3.1.TESTE DE PRESSÕES.....	29
3.2.INTERFACE GRÁFICA	33
3.3.RESULTADOS OBTIDOS.....	35

4. METODOLOGIA NA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	37
4.1. EQUIPAMENTOS DO QUADRO ELÉTRICO	37
4.1.1. Dispositivo de Proteção.....	38
4.1.2. Equipamento de Proteção Diferencial	40
4.1.3. Variador de Frequência.....	41
4.1.4. Disjuntor Motor	43
4.1.5. Contactor	46
4.1.6. Relé	47
4.1.7. Controlador.....	48
4.1.8. Fontes e Transformadores	51
4.2. ASSEMBLAGEM DO QUADRO ELÉTRICO	52
4.3. SENSORES, TRANSDUTORES E ATUADORES.....	53
4.3.1. Sensor de Temperatura.....	53
4.3.2. Transdutor de Pressão	54
4.3.3. Nivelador de Óleo	56
4.3.4. Detetor de CO2	57
4.3.5. Válvulas de Regulação Elétrica	57
4.3.6. Pressostato	58
5. CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA DE CONTROLO	59
5.1. GRUPO DE CONTROLO <i>DANFOSS</i>	59
5.2. GRUPO DE CONTROLO <i>DIXELL</i>	73
5.3. ANÁLISE CONCLUSIVA.....	79
6. ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO QUADRO ELÉTRICO.....	81
6.1. ANÁLISE QUADRO ELÉTRICO IMPLEMENTADO	81
6.2. PROJETO ELÉTRICO OTIMIZADO	83
7. CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS.....	93
ANEXO A. RESULTADOS TESTE PRESSÕES	97
ANEXO B. DOCUMENTAÇÃO EQUIPAMENTOS	101
ANEXO C. CONFIGURAÇÃO <i>DANFOSS</i>.....	111
ANEXO D. CONFIGURAÇÃO <i>DIXELL</i>.....	119

Índice de Figuras

Figura 1	General Eletric Monitor Top [3]	6
Figura 2	Ciclo Frigorífico Compressão	7
Figura 3	Diagrama Pressão Entalpia Ideal	8
Figura 4	Diagrama Pressão Entalpia Real	8
Figura 5	Diagrama de Fases CO ₂	11
Figura 6	Compressor Hermético Copland [11]	13
Figura 7	Compressor Semi-Hermético Bitzer [12]	13
Figura 8	Funcionamento Compressor Alternativo [13]	14
Figura 9	Condensador Refrigerado a Ar Centauro [15]	14
Figura 10	Condensador Evaporativo Gewabin [16]	15
Figura 11	Válvula de Expansão Termostática TE2 <i>Danfoss</i> [17]	16
Figura 12	Funcionamento Válvula de Expansão Eletrónica [8]	17
Figura 13	Válvula de Expansão Eletrónica E ² V <i>Carel</i> [18]	18
Figura 14	Evaporador Inundado	19
Figura 15	Central de Refrigeração a R744	21
Figura 16	Diagrama Central de Refrigeração a R744	23
Figura 17	Disjuntor Magneto-Térmico	24
Figura 18	Contactador Siemens [21]	25
Figura 19	Controlador pR300T <i>Carel</i> [22]	26
Figura 20	Consumos de Energia de um Armazém de Refrigeração [24]	27
Figura 21	Equipamento de Teste de Pressões	30
Figura 22	Receção de Dados	30
Figura 23	<i>Interface</i> com Utilizador	31

Figura 24	Fluxograma Geral Aplicação	32
Figura 25	Excerto Tratamento de Dados	33
Figura 26	Aplicação em Funcionamento	34
Figura 27	Resultados Teste TP1	35
Figura 28	Resultados Teste TP2	35
Figura 29	Resultados Teste TP3	36
Figura 30	Resultados Teste TP4	36
Figura 31	Disjuntor 2A com Contacto Auxiliar	40
Figura 32	Controlo Variador de Frequência [8]	42
Figura 33	<i>Selection Guide FC103</i>	43
Figura 34	Especificações do Compressor Bitzer 2KSL-1K-40S	44
Figura 35	AK-PC 782A e Módulos de Expansão	48
Figura 36	IPRC 315D e Módulos de Expansão	50
Figura 37	Quadro Elétrico Potência	52
Figura 38	Quadro Elétrico Comando	52
Figura 39	Resposta Transdutor Radiométrico	54
Figura 40	TraxOil OM5	56
Figura 41	Funcionamento TraxOil OM5 [26]	56
Figura 42	DGS-IR CO2 [8]	57
Figura 43	Polarização das Bobinas do Motor de Passo	58
Figura 44	Funcionamento Pressostato	58
Figura 45	Ambiente de Configuração <i>Danfoss</i>	60
Figura 46	Configuração do Tipo de Aplicação	61
Figura 47	Tempos de Proteção do Arranque dos Compressores	62
Figura 48	Localização Sondas e Transdutores	64

Figura 49	Grupo de Compressores de Média	64
Figura 50	Grupo de Compressores de Baixa	65
Figura 51	Controlo do Óleo	66
Figura 52	Controlo Condensador	67
Figura 53	Controlo Alta Pressão	68
Figura 54	Controlo Depósito	69
Figura 55	Termostato Controlo Sobreaquecimento	70
Figura 56	Mapeamento Entradas Analógicas	72
Figura 57	Configuração Inicial <i>Dixell</i>	73
Figura 58	Segurança Compressores	74
Figura 59	Segurança Compressor Paralelo	75
Figura 60	Controlo do Óleo	76
Figura 61	Controlo Condensador	77
Figura 62	Controlo Sobreaquecimento	78
Figura 63	Mapeamento Saídas Digitais	78
Figura 64	Distribuição de Custos dos Equipamentos do Quadro Elétrico	82
Figura 65	Estrutura Projeto Elétrico Otimizado	84
Figura 66	Esquema Nível de Líquido Original	85
Figura 67	Esquema Nível de Líquido Otimizado	85
Figura 68	Esquema Elétrico Compressor Paralelo	86
Figura 69	<i>Layout</i> Interior Quadro Elétrico	87
Figura 70	<i>Layout</i> Exterior Quadro Elétrico	88
Figura 71	Comparação de Custos entre Quadros Elétricos	88
Figura 72	Distribuição de Custos do Quadro Elétrico Otimizado <i>Danfoss</i>	89

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Índice de Tabelas

Tabela 1	Calendarização	3
Tabela 2	Impactos Ambientais dos Fluídos Frigoríficos [7]	10
Tabela 3	Correntes Máximas Admissíveis	38
Tabela 4	Lista de Disjuntores Magnetotérmicos	39
Tabela 5	Lista de Equipamentos de Proteção Diferencial	41
Tabela 6	Lista de Variadores de Frequência	43
Tabela 7	Lista de Disjuntores Motores	45
Tabela 8	Lista de Contactores	46
Tabela 9	Lista de Relés	47
Tabela 10	Módulos de Expansão <i>Danfoss</i>	49
Tabela 11	Módulos de Expansão <i>Dixell</i>	50
Tabela 12	Lista de Fontes e Transformadores	51
Tabela 13	Lista de Transdutores de Pressão <i>Danfoss</i>	55
Tabela 14	Lista de Transdutores de Pressão <i>Dixell</i>	55

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Acrónimos

- AI – *Analog Input*
- AO – *Analog Output*
- AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- CFC's – Clorofluorcarbonetos
- DC – *Direct Current*
- DEE – Departamento de Engenharia Eletrotécnica
- DI – *Digital Input*
- DO – *Digital Output*
- ECM – Motores de Comutação Eletrónica
- GWP – *Global Warming Potential*
- HCFC's – Hidroclorofluorcarbonetos
- HFC's – Hidrofluorcarbonetos
- ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto
- NC – Normalmente Fechado
- NO – Normalmente Aberto
- MEEC – Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores
- ODP – *Ozone Depletion Potential*
- PLC – *Programmable Logic Controller*

Esta página foi propositadamente deixada em branco

1. INTRODUÇÃO

O presente documento surge como tese de dissertação do 2º ano de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (MEEC), no ramo de Automação e Sistemas, do Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE), do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Tem como objetivo a descrição do trabalho realizado em contexto empresarial, na Race – *Refrigeration & Air Conditioning Engineering*.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Em pleno século XXI podemos afirmar que não só que aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC), mas também a refrigeração, são algumas das áreas completamente imprescindíveis ao nosso quotidiano. Tanto em viaturas como edifícios ou mesmo na indústria, os sistemas de AVAC foram desenvolvidos para colmatar as oscilações térmicas do meio ambiente ao longo do ano, permitindo assim um maior conforto e bem-estar humano e, como tal, um aumento da produtividade.

Já a refrigeração consiste na diminuição da temperatura de um espaço fechado de uma forma controlada permitindo o armazenamento de, por exemplo, produtos alimentares. Estes sistemas de refrigeração são compostos por diversos componentes que necessitam de funcionar continuamente em conjunto, ou seja, todos estes sistemas necessitam de uma projeção minuciosa. Dado que estes sistemas funcionam ininterruptamente, existe uma contínua investigação e implementação de novas tecnologias com o objetivo de aumentar não só eficiência energética, mas também de melhorar o controlo do próprio processo de refrigeração. O uso de controladores tem como vantagem um controlo preciso da temperatura e ainda proporciona uma melhor gestão do funcionamento dos equipamentos, levando diretamente a um aumento da eficiência energética.

1.2. OBJETIVOS

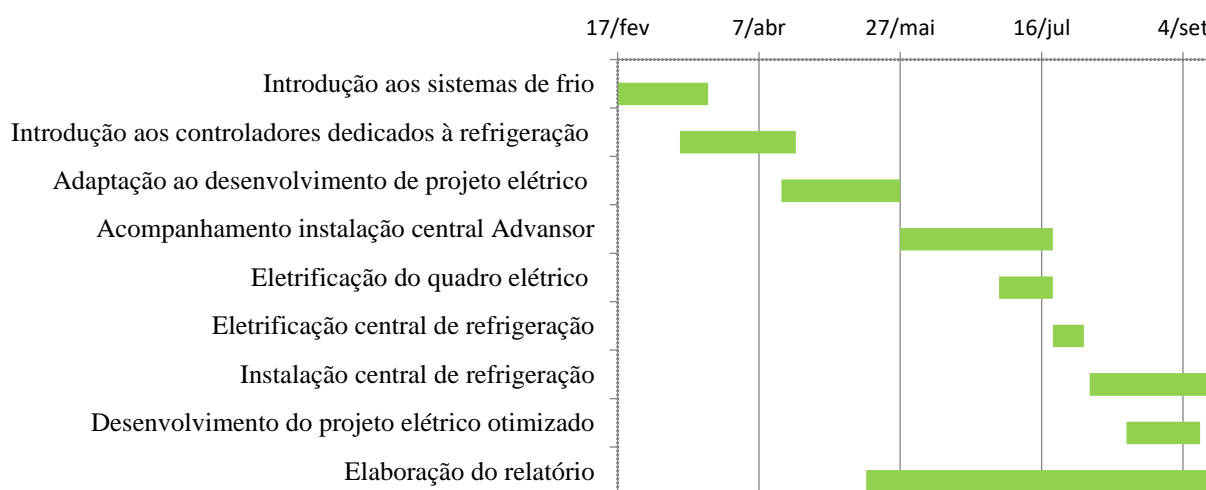
A dissertação desenvolvida teve como propósito a eletrificação e controlo de um quadro elétrico para uma central de refrigeração transcritical. Para isso foram divididas as tarefas a realizar ao longo deste estágio das quais se salientam:

- Estudo dos sistemas de frio e respetivos controladores;
- Desenvolvimento de uma aplicação para testar a central de refrigeração;
- Estudo dos equipamentos mecânicos a implementar e respetivas especificações elétricas;
- Dimensionamento dos equipamentos presentes no quadro elétrico;
- Parametrização dos controladores;
- Otimização do projeto elétrico.

1.3. CALENDARIZAÇÃO

Dada a necessidade de gerir o tempo da melhor forma possível, era imprescindível a elaboração de um cronograma. A calendarização abaixo apresentada tem como objetivo demonstrar como foi feita a divisão das tarefas e qual o tempo atribuído para a realização das mesmas durante os sete meses de estágio.

Tabela 1 Calendarização



1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório está dividido em sete capítulos. No presente capítulo é realizada uma introdução aos sistemas de refrigeração, apresentados quais são os objetivos propostos para a elaboração desta dissertação e ainda, presente na Tabela 1, a calendarização demonstrando como foi gerido o tempo ao longo dos sete meses de estágio.

No capítulo seguinte, capítulo 2, é realizado um estudo à forma de como surgiu a necessidade da produção de sistemas de frio e de que forma evoluíram até a atualidade. É feita uma breve explicação do seu funcionamento e de quais são os componentes principais de um sistema de refrigeração. Por último, é feita uma introdução aos controladores dedicados à refrigeração e de que forma visam o aumento da eficiência

energética. É feito também, no final deste capítulo, uma apresentação do caso de estudo que levou à elaboração desta dissertação.

O terceiro capítulo tem como objetivo explicar de que forma se realizaram os testes de pressão à instalação mecânica e de que forma a aplicação desenvolvida tem vantagens em relação às existentes no mercado.

No capítulo 4 são abordados todos os equipamentos necessários para o controlo de uma central de refrigeração. Neste capítulo é feito o dimensionamento de todos os equipamentos presentes no quadro elétrico e são apresentados todos os equipamentos necessários para o controlo da central de refrigeração. Desde equipamentos de leitura e atuadores a equipamentos de segurança serão apresentados nesta secção.

Já no capítulo 5 é demonstrada toda a parametrização realizada para os controladores presentes no quadro elétrico e, em paralelo, e feita uma explicação do funcionamento geral deste equipamento.

No capítulo seguinte, o 6, é apresentada uma proposta de otimização do projeto elétrico referindo as vantagens e desvantagens da implementação desta proposta de melhoria.

No capítulo 7 são reunidas as principais conclusões do desenvolvimento deste trabalho, assim como algumas perspetivas para trabalhos futuros.

2. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

2.1. HISTÓRIA DA REFRIGERAÇÃO

O aparecimento do microscópio no século XVI trouxe a possibilidade de constatar a existência de micro-organismos que até a data não eram observados. De todos os micro-organismos observados, Louis Pasteur verificou que a proliferação das bactérias poderia ser controlada com a diminuição da temperatura ambiente mantendo assim os alimentos aptos para consumo durante um maior período de tempo.

Inicialmente a refrigeração era feita com recurso a gelo natural, que, dada a dependência com a natureza e localização geográfica, faziam com que o mesmo se tornasse um recurso de difícil obtenção. Por forma a colmatar esta necessidade, no século XVIII, a indústria da produção de gelo teve um enorme crescimento. Em 1834 surgiu, em Inglaterra, a primeira patente de refrigeração baseada na compressão de vapor criada por Jacob Perkins. Em paralelo com esta criação, nos Estados Unidos, foi inventado um sistema mecânico para a produção de gelo artificial que contribuiu para o desenvolvimento dos sistemas de compressão frigorífica atuais. [1]

Apesar de todo o sucesso que este sistema teve, a população tendia, normalmente, para o gelo natural. A grande mudança ocorreu em 1890, ano em que a produção de gelo natural foi muito fraca dada a elevada temperatura durante o inverno. Como consequência dessa má produção, o recurso a gelo artificial passou a ser uma realidade originando um enorme crescimento da indústria da refrigeração.

Em 1913, parte da população tinha já acesso a energia elétrica, e, como tal, o mercado da refrigeração voltou a sofrer alterações com o surgimento da primeira arca frigorífica. A Kelvinator Company, em 1918, iniciou a comercialização destas arcas frigoríficas denominadas de General Electric Monitor Top, apresentada na Figura 1. [2]



Figura 1 General Electric Monitor Top [3]

Atualmente, o processo de refrigeração está presente cada vez mais no nosso quotidiano e por isso, é frequente encontrar sistemas frigoríficos em áreas como a indústria, criogenia, supermercados ou até mesmo para uso doméstico. É dada cada vez mais importância ao uso de fluídos frigoríficos naturais dado o seu impacto nulo na destruição da camada de ozono. Por isso, e dada esta atenção mais particularizada ao funcionamento de cada máquina visto se tratar de um dos equipamentos essenciais nos dias de hoje, é possível encontrar soluções no mercado cada vez mais eficientes, tanto a nível frigorífico como a nível energético.

2.2. CICLO FRIGORÍFICO

Um ciclo frigorífico, apresentado na Figura 2, consiste na alteração das propriedades termodinâmicas de um determinado fluido frigorígeno recorrendo a quatro componentes essenciais: o compressor, o condensador, o dispositivo de expansão e, por último, o evaporador. Em cada estágio do ciclo de refrigeração são realizadas operações que envolvem o aumento/diminuição de pressão e também a troca de calor. [4] [5]

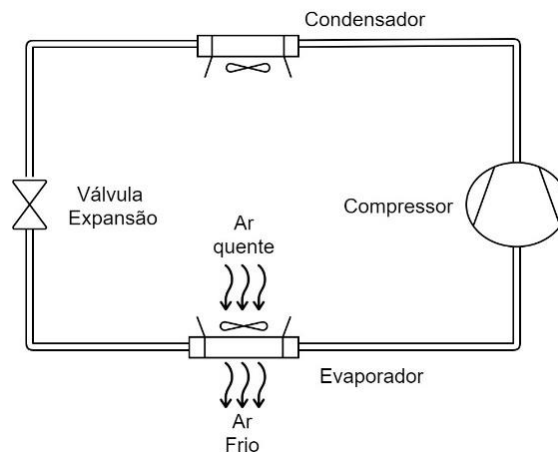


Figura 2 Ciclo Frigorífico Compressão

Para o ciclo frigorífico apresentado na Figura 2, o diagrama pressão-entalpia correspondente é apresentado na Figura 3. Neste diagrama é possível comprovar que todos os processos são considerados ideais uma vez que as transformações sofridas pelo fluido frigorígeno em cada um dos componentes são ideais também, ou seja:

- De 1 para 2 é realizada uma compressão adiabática, isto é, a compressão é realizada sem ocorrer trocas de energia com o meio envolvente;
- De 2 para 3 ocorre no condensador no qual é feita uma mudança de fase do fluido frigorígeno a uma temperatura e pressão constante;
- De 3 para 4 é o processo em que ocorre a expansão causando uma queda de pressão mantendo a entalpia constante;
- De 4 para 1 é a fase correspondente à evaporação. Nesta fase o fluido encontra-se sempre a mesma temperatura e pressão realizando uma troca de calor latente com o meio que permite uma mudança de fase do estado líquido e gasoso apenas para o estado gasoso.

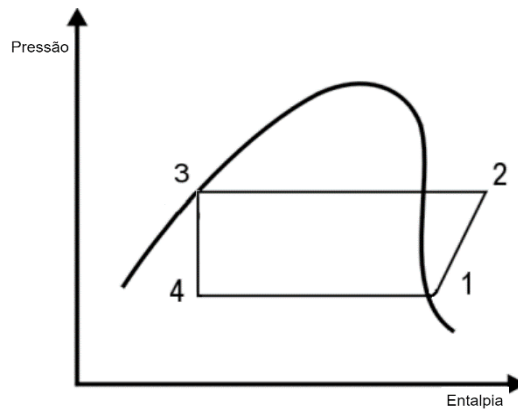


Figura 3 Diagrama Pressão Entalpia Ideal

No entanto, um ciclo frigorífico real não tem o mesmo comportamento que o ciclo acima apresentado. Existe não só a necessidade de garantir um sobreaquecimento mínimo assim como de contabilizar as perdas existentes no sistema.

O diagrama pressão-entalpia apresentado na Figura 4 representa o funcionamento real de um ciclo frigorífico. É possível verificar, na linha de condensação e evaporação uma perda de pressão associada a atritos existentes nas tubagens. Já na linha de compressão é possível verificar a existência de um valor de sobreaquecimento. Valor esse que tem como objetivo garantir que o fluido frigorígeno neste ponto se encontra sobreaquecido evitando a chegada de líquido aos compressores. O mesmo é feito para a chegada de líquido ao dispositivo de expansão, isto é, é garantido um sobrearrefecimento por forma a obter apenas líquido à entrada deste equipamento. [6]

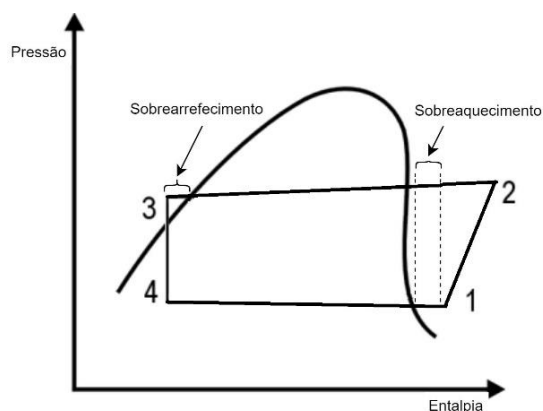


Figura 4 Diagrama Pressão Entalpia Real

2.3. FLUÍDOS FRIGORIGÉNEOS

A nível global, estima-se que cerca de 2,5% dos gases com efeito de estufa libertados para a atmosfera estão diretamente ligados a sistemas de refrigeração, por isso, a escolha do fluido a usar numa instalação deverá ter em conta a área de aplicação e também o ponto de vista ambiental. Esta escolha está também diretamente relacionada com a eficiência do equipamento de refrigeração.

Atualmente, existem dois grupos de gases: os naturais e os sintéticos. Os fluidos naturais, inicialmente os únicos conhecidos, como o amoníaco (NH₃) e o dióxido de carbono (CO₂) eram instalados em sistemas de refrigeração primários, no entanto, com uma eficiência muito baixa e com elevada complexidade de instalação. [7]

Surgiram então os gases sintéticos, mais precisamente, os Clorofluorcarbonetos (CFC's), Hidroclorofluorcarbonetos (HCFC's) e os Hidrofluorcarbonetos (HFC's). Estes gases sintéticos apresentam uma maior eficiência no que toca à refrigeração, mais fáceis de manusear e ainda um custo mais baixo, no entanto, o uso destes tem como grande desvantagem a destruição da camada de ozono e a contribuição para o aquecimento global. [8]

O potencial de destruição da camada de ozono (ODP) e o potencial de aquecimento global (GWP) são duas grandezas criadas com o objetivo de quantificar os danos causados pelo uso destes fluidos.

Dados os valores apresentados na Tabela 2 é possível comprovar a tendência atual para a instalação de sistemas de frio com recurso a fluidos naturais dadas as restrições impostas pelo Regulamento (UE) n.º 517/2014, uma vez que, a partir de 1 de Janeiro de 2020 é proibida a utilização de fluidos frigorigéneos com GWP superior a 2500.

Idealmente o ODP e o GWP seriam zero, como no caso do amoníaco (R-717), no entanto, este fluido frigorigéneo apresenta características que dificultam e limitam a sua instalação. O facto de ser um fluido tóxico e corrosivo limita a sua instalação, no entanto,

comparativamente ao CO₂ (R-744), apresenta pressões de funcionamento muito mais baixas.

Apresentando vantagens como a não toxicidade, o CO₂ tem sido cada vez mais aplicado em instalações de frio sendo que é possível preparar instalações para funcionar a elevadas pressões em segurança.

Tabela 2 Impactos Ambientais dos Fluídos Frigoríficos [7]

Fluido Frigorífico	ODP	GWP
R-13	1	14400
R-22	0.04	1790
R-134A	0	1370
R-404A	0	3700
R-744	0	1
R-717	0	0

Um dos fluídos que se apresenta em grande evolução na área da refrigeração é o CO₂ uma vez que apresenta características que o tornam vantajoso em relação a outros fluídos. O facto de ser um fluído natural, vantajoso em relação ao amoníaco pelo facto de não ser tóxico nem apresentar odor, no entanto, em caso de fuga, pode apresentar algum risco para a saúde humana caso a concentração ultrapasse os 5000 ppm.

Na refrigeração, este fluído frigorífico apresenta algumas particularidades comparativamente a outros fluídos com o mesmo objetivo, por exemplo, no estado líquido, este apresenta um elevado coeficiente de expansão térmico, ou seja, uma instalação na qual esteja CO₂ líquido presente nas tubagens sem existir circulação, a absorção de calor proveniente do meio origina um aumento substancial de pressão podendo danificar a instalação.

Como podemos confirmar na Figura 5, o dióxido de carbono apresenta um alto ponto triplo. Este ponto é caracterizado pela existência de CO₂ presente nas três fases, sólido,

líquido e gasoso. Uma passagem deste fluido do estado líquido para a pressão atmosférica provoca uma passagem do mesmo para o estado sólido, vulgarmente conhecido como gelo seco. [9]

Do mesmo modo, este fluido apresenta também um baixo ponto crítico. Acima deste ponto deixa de existir uma diferença visível entre o estado líquido, estado gasoso e estado sólido passando a existir uma mistura de fluido denominada de fluido supercrítico. Dada esta não distinção de fases, não é possível obter a condensação do fluido no condensador passando este a ter o objetivo de arrefecer o fluido.

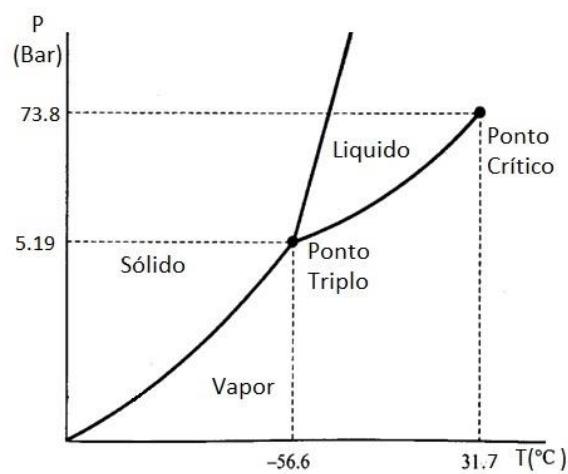


Figura 5 Diagrama de Fases CO₂

As elevadas pressões de funcionamento de um sistema de refrigeração utilizando dióxido de carbono são a grande desvantagem deste tipo de instalações. Sistemas de frio projetados para o funcionamento recorrendo a gases fluorados apresentam custo de instalação mais baixos, no entanto, o preço dos fluídos é mais elevado quando comparado com CO₂. Por outro lado, a instalação de um sistema de frio a CO₂ apresenta um custo relativo ao fluido muito pouco significativo quando comparado com o custo total do equipamento para funcionar a elevadas pressões. [9]

2.4. COMPONENTES

Atualmente, com contínuo avanço e crescimento da tecnologia, existem diversos modelos de equipamentos a aplicar em um sistema de refrigeração dependendo do fluido, das pressões de funcionamento, entre outros fatores. Ao longo deste subcapítulo irão ser explicadas algumas das variantes possíveis desses componentes essenciais ao bom funcionamento de um sistema de refrigeração.

2.4.1. COMPRESSOR

O compressor é um dos componentes principais de um sistema de refrigeração. É o equipamento responsável por aumentar a pressão do fluido permitindo assim que este circule em todo o sistema. Este componente representa um peso significativo no custo total de um sistema de refrigeração podendo assim atingir 30 a 40% do custo total. [10]

Atualmente são implementados compressores nos sistemas de refrigeração oriundos de fabricantes tais como Bitzer, Emerson, GEA, Frascold, Mycon e Dorin. Destacam-se os compressores alternativos, de parafuso, axiais ou centrífugos sendo que, os instalados em maior número em instalações de pequena/média capacidade são os alternativos.

Dependendo da construção do mesmo, os compressores alternativos podem ser de 3 tipos: herméticos, semi-herméticos ou abertos. Nos equipamentos de compressão herméticos (Figura 6), tanto o motor como o compressor estão localizados dentro de uma carcaça única, tendo como vantagem reduzir o risco de fuga de gás e, por isso, são vulgarmente utilizados em sistemas de refrigeração domésticos. A desvantagem deste tipo de compressores é o acesso ao interior do mesmo uma vez que é totalmente isolado, dificultando assim a manutenção. [11]



Figura 6 Compressor Hermético Copland [11]

Já nos compressores do tipo semi-hermético, apresentado na Figura 7, normalmente orientados a instalações de potência superior, observa-se que se encontram igualmente dentro de uma carcaça única, no entanto, é possível o acesso a pistões e válvulas com a remoção da carcaça superior do compressor.



Figura 7 Compressor Semi-Hermético Bitzer [12]

Por último, os compressores do tipo aberto tem um modo de funcionamento idêntico aos compressores do tipo semi-hermético com a diferença de poder ser acoplada/desacoplada o motor elétrico com o compressor.

A compressão nestes três tipos de compressores é feita com recurso a cilindros juntamente com o movimento linear do pistão. No momento descendente deste, é aberta a válvula de aspiração que origina a admissão de gás dentro do cilindro. Após esta fase, é iniciada a subida do pistão que irá originar um aumento de pressão e temperatura. Uma vez atingida a pressão de descarga, é aberta a válvula e descarregado

todo o gás comprimido dentro do cilindro. Este mecanismo apresentado na Figura 8 é repetido de forma cíclica comprimindo o gás de uma forma contínua.

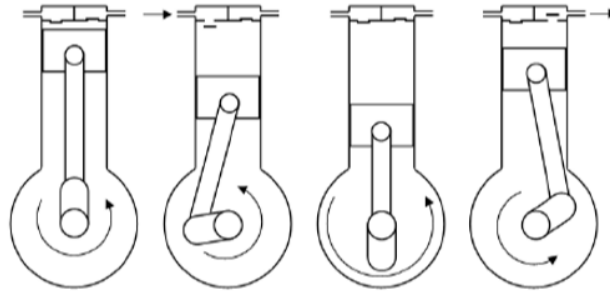


Figura 8 Funcionamento Compressor Alternativo [13]

2.4.2. CONDENSADOR

Um condensador, aplicado à área da refrigeração, é um equipamento que tem como objetivo fazer a permuta do calor entre o meio quente e o meio frio rejeitando assim calor do sistema. Esta troca de energia permite a mudança de estado do fluido que passa assim do estado gasoso ao líquido num processo termodinâmico denominado por condensação. Atualmente existem três tipos de condensadores que podem ser classificados de acordo com a forma de troca de energia:

- Condensadores refrigerados a ar

Condensador em que o elemento de permuta é o ar (Figura 9). Apresenta com vantagem o facto de estar presente de forma gratuita e de quantidade ilimitada. Tem como desvantagem o facto de possuir um coeficiente de transmissão térmica muito baixo o que obriga a uma grande superfície de permuta e ao movimento de grandes volumes de ar. [14]



Figura 9 Condensador Refrigerado a Ar Centauro [15]

- Condensadores refrigerados a água

Os condensadores refrigerados a água são um sistema fechado no qual circula, em uma tubagem, o fluido frigorigéneo a alta temperatura. Este sistema é “inundado” com água permitindo assim a troca de calor apenas com este meio. São mais eficazes que os acima referidos em zonas com uma temperatura média elevada, no entanto, fazem uso de um recurso indispensável, a água. Este elemento de permuta é arrefecido posteriormente em uma torre de arrefecimento permitindo que 95% da água usada possa ser usada novamente.

- Condensadores evaporativos

Por último, os condensadores evaporativos, exemplificados na Figura 10, tem como princípio de condensação a pulverização de água para a tubagem na qual circula o fluido frigorigéneo. Juntamente com a pulverização de água é forçada uma contra corrente de ar que provoca a evaporação de uma parte da água. Esta evaporação remove o calor existente na tubagem com refrigerante causando a condensação do mesmo. Este método, assim como no anterior, possui reaproveitamento de água, no entanto, apresenta uma eficiência superior aos anteriormente apresentados.



Figura 10 Condensador Evaporativo Gewabin [16]

2.4.3. VÁLVULA DE EXPANSÃO

A válvula de expansão é um equipamento destinado à expansão do fluido frigorífero provocando uma queda repentina de pressão e, conseqüentemente, uma descida da temperatura. Nos dias de hoje, é possível encontrar válvulas capazes de realizar a expansão do fluido de refrigeração para diferentes capacidades e com diferentes princípios de funcionamento.

- Válvula de expansão termostática

As válvulas de expansão termostática são válvulas mecânicas que regulam a expansão do fluido de acordo com a temperatura à saída do evaporador. Assim, é possível verificar que a diminuição do sobreaquecimento implica a presença de fluido no estado líquido à saída do evaporador. A reação a esta presença é uma diminuição da abertura da válvula por forma a obter uma evaporação mais eficaz garantindo a presença de fluido no estado gasoso à saída do evaporador [8]. Do mesmo modo que existe um controlo por baixo sobreaquecimento, existe também o controlo por alto sobreaquecimento. Uma vez detetada uma alta temperatura à saída do evaporador, é aumentado o caudal de fluido por forma a diminuir o sobreaquecimento. A Figura 11 apresenta o corte transversal a uma válvula de expansão termostática.

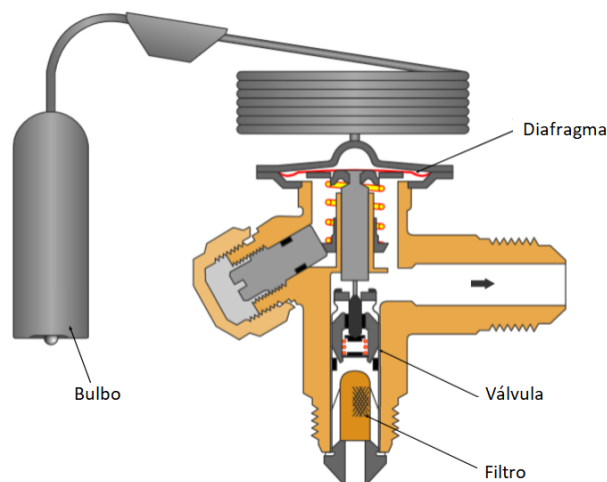


Figura 11 Válvula de Expansão Termostática TE2 Danfoss [17]

- Válvula de expansão eletrónica

Como o próprio nome indica, estes tipos de válvulas são controladas por um dispositivo eletrónico, normalmente um controlador, que permite fornecer um controlo muito mais preciso ao processo de expansão. Atualmente existem dois tipos de válvulas controladas eletronicamente: as controladas por impulso e as controladas por motor de passo.

Nas válvulas controladas por impulso é feito um controlo recorrendo à largura de banda do impulso, mais vulgarmente conhecido como, *Pulse-Width-Modulation* (PWM). De acordo com as necessidades de fluído no evaporador medidas através de um transdutor de pressão e sonda de temperatura, é enviado um sinal com um valor em tensão médio que depende da duração do impulso. A Figura 12, apresentada abaixo, indica de que forma a duração do impulso influencia a quantidade de fluído no evaporador.

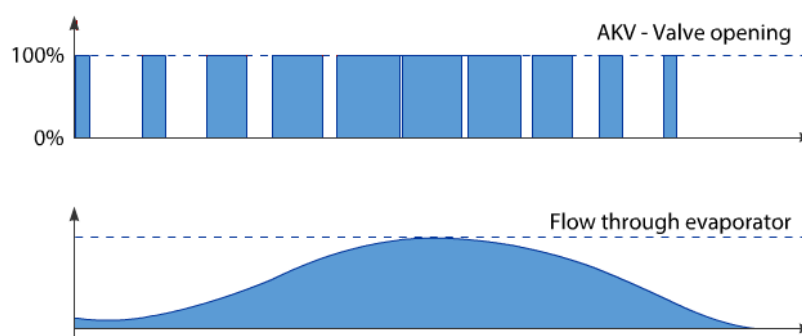


Figura 12 Funcionamento Válvula de Expansão Eletrónica [8]

Já as válvulas controladas por motor por motor de passo, apresentada na Figura 13, tipicamente necessitam de um driver para realizar a interpretação de um sinal (0-10V ou 4-20mA), convertendo o para um sinal de controlo de um motor de passo. O sinal enviado do controlador para o driver é baseado no valor de pressão e temperatura à saída do evaporador assim como na válvula de expansão termostática, realizando um controlo por sobreaquecimento.

Ambas as válvulas controladas eletronicamente apresentam uma elevada precisão no processo de expansão. De notar que as válvulas controladas por motor de passo necessitam de um driver externo ao controlador, aumentando assim o custo de

instalação, no entanto, apresentam um maior controlo na abertura da válvula comparativamente às controladas por impulso.



Figura 13 Válvula de Expansão Eletrónica E²V Carel [18]

2.4.4. EVAPORADOR

A função deste equipamento é absorver o calor existente no meio permitindo assim uma redução de temperatura. À entrada do evaporador é instalada uma das válvulas acima mencionadas permitindo controlar o sobreaquecimento existente à saída do mesmo. Isto acontece porque durante a passagem do fluído frigorígeno dentro do circuito do evaporador é absorvido calor do meio permitindo que o este passe de uma mistura heterogénea entre vapor e líquido a vapor sobreaquecido. [6]

Este componente essencial dos sistemas de refrigeração pode ser dividido em duas classes: os evaporadores “secos” e os evaporadores “inundados”.

- Evaporadores secos

Neste tipo de evaporador, a válvula de expansão garante que à saída do mesmo, o fluído frigorígeno se encontra completamente no estado gás sobreaquecido. Assim, é completado o processo de evaporação dentro do evaporador. A desvantagem existente neste tipo de evaporação é a presença de gás sobreaquecido muitas vezes no final do evaporador reduzindo assim o coeficiente de transferência térmica perdendo eficiência.

- Evaporadores inundados

Este modelo de evaporadores caracteriza-se pela presença de fluido frigorígeno no estado gasoso e líquido no fim do processo de evaporação. O facto de apresentar líquido no final do evaporador indica que neste processo a evaporação não foi completa e por isso apresenta um coeficiente de transferência térmica superior ao apresentado anteriormente. [6]

A presença de líquido no final do evaporador aumenta a eficiência uma vez que toda a tubagem do mesmo apresenta transferência de calor, no entanto, para o compressor o fluido no estado líquido é indesejável. Por isso é instalado um depósito de líquido (Figura 14) à entrada do evaporador garantindo assim que é aspirado apenas fluido no estado gasoso para o compressor. [19]

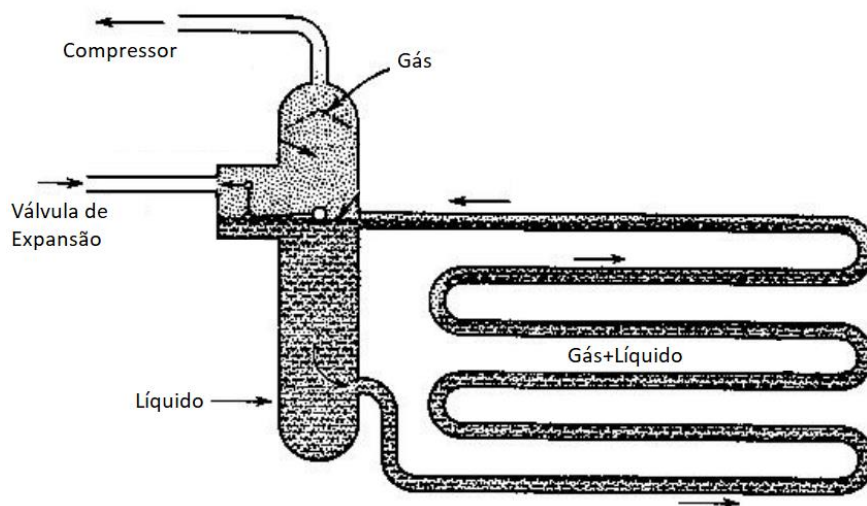


Figura 14 Evaporador Inundado

2.4.5. OUTROS

Os componentes acima referidos são os principais para a criação de um sistema de refrigeração, no entanto, para o desenvolvimento de um sistema eficiente e controlável existe a necessidade de acrescentar alguns equipamentos. Alguns dos quais são:

- Válvulas de segurança

Dispositivo mecânico com o objetivo de garantir que a pressão no interior da tubagem não ultrapassa o limite de resistência do material usado. O funcionamento destas válvulas tem por base o coeficiente elástico de uma mola. Este coeficiente é dimensionado para mola comprimir á pressão limite da tubagem originando a abertura da válvula.

- Filtros

Os filtros instalados no sistema permitem a remoção de humidade e partículas que possam existir na instalação.

- Visor de líquido

Este equipamento permite observar a existência de fluído frigorífero no sistema, e a existência de humidade.

- Separador de óleo

Dada a existência de um dispositivo que necessita de óleo para o seu correto funcionamento, o compressor, é imprescindível o uso de um separador de óleo nos sistemas de refrigeração uma vez que existe a passagem de óleo deste equipamento de compressão para o fluído. O separador tem como objetivo a separação do óleo presente na instalação e fazê-lo retornar ao compressor.

2.5. CENTRAIS

Uma central de refrigeração é o termo usado para um sistema de refrigeração centralizado, apresentado na Figura 15. No mercado, é possível encontrar centrais de refrigeração com diferentes configurações, desde centrais de um estágio cujo objetivo é obter apenas uma temperatura de evaporação, a centrais em cascata que utilizam dois fluídos frigoríferos para dois patamares de evaporação diferentes ou ainda sistemas

booster ou de dupla compressão que com o mesmo fluido obtêm os dois patamares de temperatura pretendidos.

O interesse em centrais do tipo *booster* usando o CO₂ tem aumentado progressivamente como consequência das limitações impostas para a utilização de gases fluorados. Advansor, Enex ou Tewis são alguns fabricantes deste tipo de centrais de refrigeração, contudo, este tipo de sistemas apresenta inconvenientes como uma baixa eficiência principalmente em países quentes, altas pressões de funcionamento comparativamente aos sistemas a freon. Particularmente, as centrais de CO₂ tem de estar preparadas para suportar pressões de até 130 bar. Isto acontece dependendo do local de instalação da central e da capacidade de troca de energia feita pelo *gas cooler* uma vez que a pressão de descarga dos compressores é tanto maior quanto maior for a temperatura exterior.



Figura 15 Central de Refrigeração a R744

Para tal, à saída do *gas cooler* é instalado um sensor de temperatura que irá enviar o valor da temperatura do fluido neste local. Com o aumento da temperatura exterior, a temperatura de saída do fluido do *gas cooler* é maior. Por forma criar um diferencial de temperatura é modulada a percentagem de abertura da válvula após o *gas cooler* com o objetivo de aumentar a pressão de funcionamento originando um aumento de temperatura permitindo que ocorram as trocas de calor no *gas cooler*. Este aumento de

pressão eleva o CO₂ acima do ponto crítico, colocando a central a funcionar em regime transcrito.

O diagrama da Figura 16 apresenta, de um modo geral, a estrutura de uma central de refrigeração transcrito. Iniciando pela linha de alta pressão da central, a linha de descarga dos compressores MT (1). Inerente à alta pressão desta linha está uma temperatura elevada associada e, com o intuito de aproveitar o calor libertado por esta linha, pode ser instalado um permutador com o objetivo de aquecer água sanitária. A instalação deste permutador não só permite o aumento de temperatura da água como a redução de temperatura do CO₂. Após este permutador é instalado o condensador/*gas cooler* (2) que tem com objetivo remover calor do fluido. Como referido anteriormente a pressão presente nesta linha está diretamente dependente da temperatura exterior sendo esta regulada pela válvula instalada na linha de saída do *gas cooler*.

Consequentemente, a pressão de fluido frigorígeno é reduzida (3). Associada a esta redução de pressão, o fluido passa para o estado de vapor húmido, uma mistura de gás e líquido que fica depósito. Por isso, a alimentação de líquido é feita na parte inferior desta sendo encaminhado para a expansão nos evaporadores (4) de média temperatura (MT) e de baixa temperatura (BT). O gás proveniente da expansão dos postos BT é aspirado pela por um grupo de compressores (5). Este grupo tem com objetivo o aumento de pressão do CO₂ existente na linha de aspiração de baixa temperatura até ao valor de pressão na aspiração de média (6).

Na linha de alta pressão é removido o óleo da instalação recorrendo-se a um separador de óleo. Posteriormente, este óleo é encaminhado para um depósito (7) do qual é feita uma distribuição para os compressores existentes na instalação.

O controlo da pressão do depósito (8) é feito com recurso a uma válvula que encaminha o fluido existente no estado gasoso para a linha de aspiração do grupo MT. Uma vez não sendo suficiente para a remoção de todo o gás e, caso se justifique o arranque, é dada

ordem de marcha para o compressor instalado em paralelo com o objetivo de aumentar a pressão do gás até ao patamar da linha de descarga do grupo MT.

Por último, com o objetivo de garantir o correto funcionamento dos compressores, é necessário garantir que, na aspiração destes, não existe a presença de líquido ou de vapor demasiado sobreaquecido. Por isso, é feito um controlo da temperatura nestas linhas permitindo injetar gás quente (9) quando é detetada a presença de líquido na aspiração ou, o processo inverso consistindo na injeção de líquido (10) aquando da existência de vapor demasiado sobreaquecido.

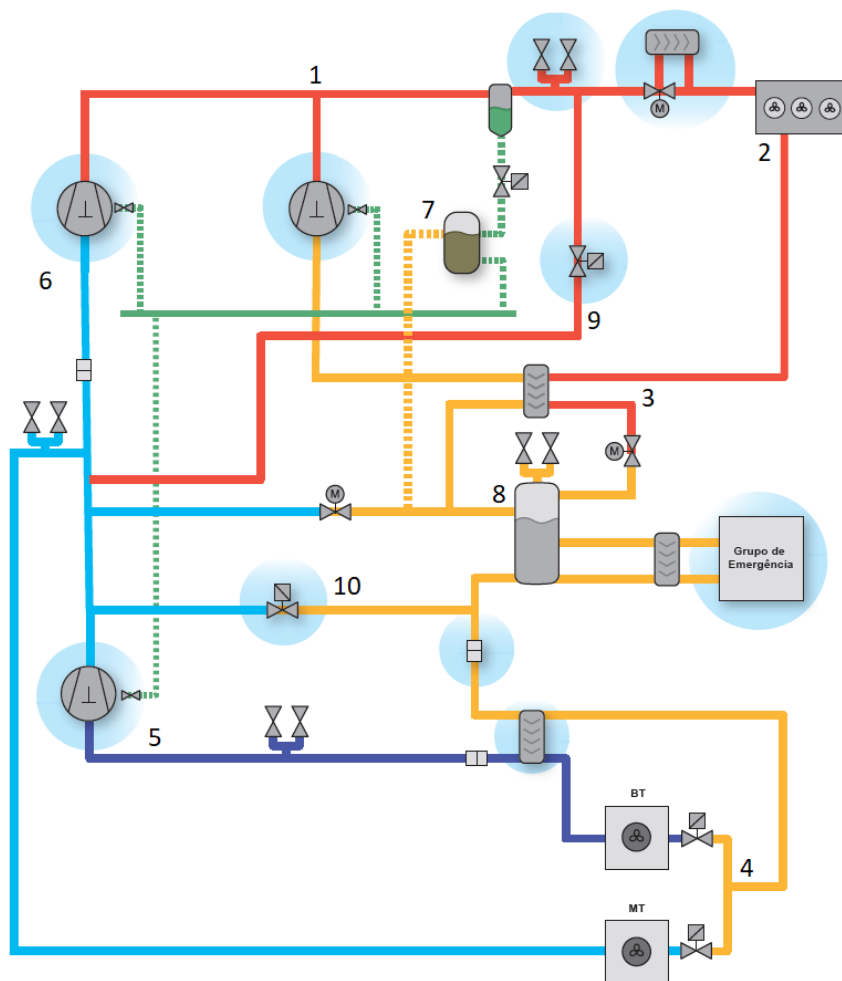


Figura 16 Diagrama Central de Refrigeração a R744

2.6. QUADRO ELÉTRICO

Um sistema de refrigeração tem como objetivo manter as condições de temperatura e humidade de uma determinada câmara ou móvel dentro dos limites pretendidos, aumentando o tempo de conservação de um dado produto. O mesmo é constituído por diversos equipamentos organizados em um quadro elétrico que garantem o correto funcionamento de todo o sistema.

Dentro do quadro elétrico encontramos dois grupos de equipamentos de proteção. Os dispositivos de proteção contra sobrecargas ou curto-circuito, disjuntores, e os dispositivos de proteção diferencial.

Os disjuntores funcionam como proteção magnética e térmica e tem como objetivo a proteção contra sobrecargas e/ou curto-circuitos garantindo que o equipamento não é danificado eletricamente. Isto porque os mesmos tem na sua constituição um par de placas metálicas com uma secção que depende do dispositivo a proteger eletricamente. Estas placas ao serem percorridas por uma corrente acima da estabelecida, e devido ao efeito de Joule, aquecem e deformam-se originando o disparo (Figura 17). O disparo magnético acontece com uma variação brusca na corrente, por exemplo, no caso de um curto-circuito. Esta variação gera um campo magnético em uma bobine que por sua vez atrai a armadura que se encontra no interior desta. Este movimento faz com que, mais uma vez, o disjuntor dispare. [20]

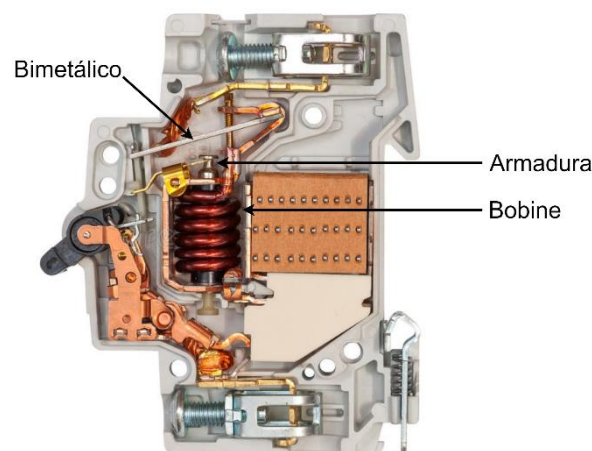


Figura 17 Disjuntor Magneto-Térmico

Os equipamentos de proteção diferencial tem como objetivo a proteção contra correntes de fuga à terra, ou seja, para proteção de pessoas em contacto com a corrente elétrica. Tipicamente estes equipamentos são dimensionados para uma corrente diferencial de 30mA, valor máximo admissível pelo corpo humano.

Fazem ainda parte do quadro elétrico dispositivos responsáveis pelo acionamento de equipamentos de alta potência recorrendo a sinais de comando provenientes do controlador. Estes dispositivos, apresentados na Figura 18, normalmente relés ou contactores, tem por base o mesmo funcionamento da bobine no disjuntor anteriormente explicado. Neste caso, a bobine permite abrir ou fechar o circuito quando polarizada. E importante referir que existem equipamentos normalmente abertos (NO) e equipamentos normalmente fechados (NC). Nos primeiros, e quando polarizada a bobine, fecha o circuito alimentando o equipamento desejado. Nos segundos (NC) ocorre o inverso e, uma vez polarizada a bobine, o circuito abre.



Figura 18 Contactor Siemens [21]

Por fim, o quadro elétrico contém ainda um equipamento responsável por controlar toda a central de refrigeração: o controlador. Existem duas alternativas possíveis no que toca a controlo de centrais de refrigeração. A aplicação de um autómato programável (PLC) ou a instalação de um controlador contendo um algoritmo dedicado à refrigeração, por exemplo, o modelo apresentado na Figura 19. Ambos os equipamentos possuem vantagens e desvantagens, por exemplo, o uso de um PLC permitiria uma maior modelação por parte do programador sendo possível, com este, criar funções que, no caso dos pré-programados, apesar de ser possível, apresentam mais limitações. A

grande desvantagem do uso de um controlador lógico programável, seria a implementação em *software* do algoritmo correspondente as propriedades do fluido frigorífero uma vez que estes variam de acordo com a pressão e temperatura e ainda o controlo da válvula instalada a saída do condensador uma vez que esta determina o funcionamento de toda a central.



Figura 19 Controlador pR300T Carel [22]

2.7. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A área da eficiência energética está cada vez mais presente no nosso quotidiano e, como tal, a área da refrigeração não é exceção. A instalação de um sistema de refrigeração tem um peso bastante significativo nas despesas em energia elétrica de qualquer organização.

Como se pode confirmar na Figura 20, 75% dos consumos de energia elétrica em um armazém de distribuição alimentar estão relacionados com a refrigeração. Compressores, resistências de descongelação dos evaporadores, condensadores são alguns dos equipamentos apresentam um maior consumo na instalação.

Atualmente, existem alguns equipamentos que tem como objetivo aumentar a eficiência energética, isto é, o uso destes permite uma melhor gestão dos equipamentos resultando numa poupança de energia. O compressor, sendo um dos grandes consumidores do sistema, quando instalado em conjunto com um variador de frequência permite poupanças na ordem dos 34%. Já no caso do evaporador, é possível a substituição da resistência de descongelação por uma tubagem com gás quente que,

apesar de libertar calor para a camara frigorifica, é vantajoso em termos de poupança energética. O uso de motores de comutação eletrónica (ECM) no condensador e evaporador permite também uma poupança de 70% relativamente aos motores convencionais. [23]

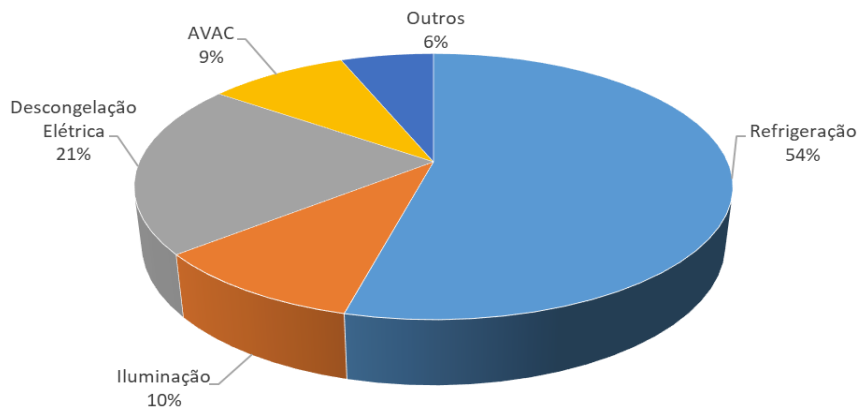


Figura 20 Consumos de Energia de um Armazém de Refrigeração [24]

Todos os métodos referidos anteriormente são relativos à produção de frio. No entanto, o uso de isolamento adequado nas câmaras frigoríficas e nas tubagens permitem uma menor absorção de calor do meio ambiente, aumentando o rendimento da central de produção de frio.

2.8. CASO EM ESTUDO

O caso em estudo trata-se da instalação de uma central de refrigeração transcritical no sul do país. A central, dadas as necessidades frigoríficas, apresenta uma configuração com três compressores de positivos, três compressores de negativos e um compressor paralelo juntamente com um condensador com três ventoinhas suportadas por motores de comutação eletrónica. Por forma a otimizar o funcionamento deste, é instalado um sistema adiabático que permite reduzir a temperatura de condensação do CO₂

reduzindo assim as pressões de funcionamento uma vez que a instalação é realizada num local com uma temperatura média nos meses de verão de 32°C.

A configuração geral deste sistema apresenta expansão direta para os negativos, isto é, a expansão é realizada diretamente nos evaporadores dentro das câmaras e, para os positivos, apresenta uma central de bombagem, a glicol. As trocas térmicas entre o CO₂ expandido e o glicol são feitas com recurso a um permutador de placas instalado na central de bombagem. Esta possui bombas capazes de circular o glicol pelos evaporadores da instalação retirando calor do interior das câmaras.

Todo este processo foi iniciado com o desenvolvimento da estrutura mecânica de toda a central e, dadas as elevadas pressões de funcionamento, surgiu a necessidade da criação de uma ferramenta capaz de auxiliar o processo de testes do equipamento mecânico.

Após testada a parte mecânica, iniciou-se o dimensionamento de todos os equipamentos necessários para a proteção e controlo de toda a central de refrigeração seguido da sua montagem e integração com o equipamento mecânico. Uma vez integrados foram estudados os controladores implementados e escolhida a melhor forma de parametrização destes equipamentos por forma a obter um controlo preciso de toda a central.

3. CENTRAL TRANSCRÍTICA

Por forma a terminar a central a nível mecânico, era necessário realizar um teste a pressões superiores às pressões de funcionamento garantindo que o produto desenvolvido se encontra apto para trabalhar neste regime.

Dada a dificuldade em encontrar mecanismos que permitissem registo de dados na ordem dos 130 bar, foi desenvolvida uma aplicação que, em conjunto com um equipamento já desenvolvido pela empresa, permitiu a criação de gráficos em tempo real das pressões na instalação.

3.1. TESTE DE PRESSÕES

Começou-se o desenvolvimento da aplicação para o teste de pressões pela análise do equipamento presente já na empresa. O equipamento, apresentado na Figura 21 permite a leitura em simultâneo de seis transdutores e, conseqüentemente, a exibição dos resultados recorrendo a um display instalado na parte frontal do mesmo. O objetivo principal é a criação de uma aplicação de fácil utilização com a possibilidade de testar todos os patamares de pressões e ainda, exportar os dados para fins de certificações do produto.



Figura 21 Equipamento de Teste de Pressões

O equipamento apresentado é responsável pela alimentação dos transdutores, recepção e tratamento do respetivo sinal. Para isso, possui um microcontrolador da Microship, o atmega 328p. A comunicação é do tipo assíncrono, com 8 *bits* de dados, sem paridade com um *stop* bit com um *baudrate* predefinido de 9600 bps. Utilizando um simulador de terminal, o PuTTY, é possível identificar a forma de envio de dados pela porta série. Apesar do equipamento apresentado acima estar preparado para a ligação e envio de informação relativa a seis transdutores, apenas se usaram quatro uma vez que apenas existem quatro patamares de pressão em toda a central. Apresentado na Figura 22 está o formato da recepção dos dados pela porta série.

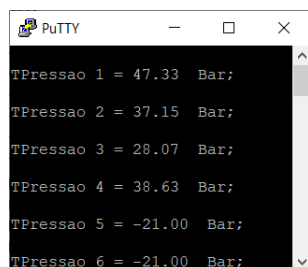


Figura 22 Receção de Dados

Após obter a forma de recepção dos dados, desenvolveu-se uma aplicação em Visual Basic com o objetivo de controlar as pressões da central durante o período de certificação do produto permitindo que fosse possível exportar os dados obtidos em forma gráfica e em formato Excel.

O *software* escolhido para o desenvolvimento desta aplicação foi o Visual Studio 2019 uma vez que se trata de uma linguagem de programação orientada a objetos. Este

software permite uma configuração de uma interface com o utilizador de uma forma gráfica facilitando assim o desenvolvimento da aplicação.

Iniciou-se o desenvolvimento desta aplicação pela interface com o utilizador com todas as parametrizações necessárias para o estabelecimento de comunicação assim como botões para iniciar a gravação de dados e ainda botões para exportar os dados nos formatos pretendidos. Após definidos todas as entradas de dados para a aplicação, definiram-se então os locais onde seriam apresentados os valores instantâneos da pressão e ainda os locais a apresentar os gráficos para os patamares de pressão pretendidos. O *layout* final desta aplicação é apresentado na Figura 23.

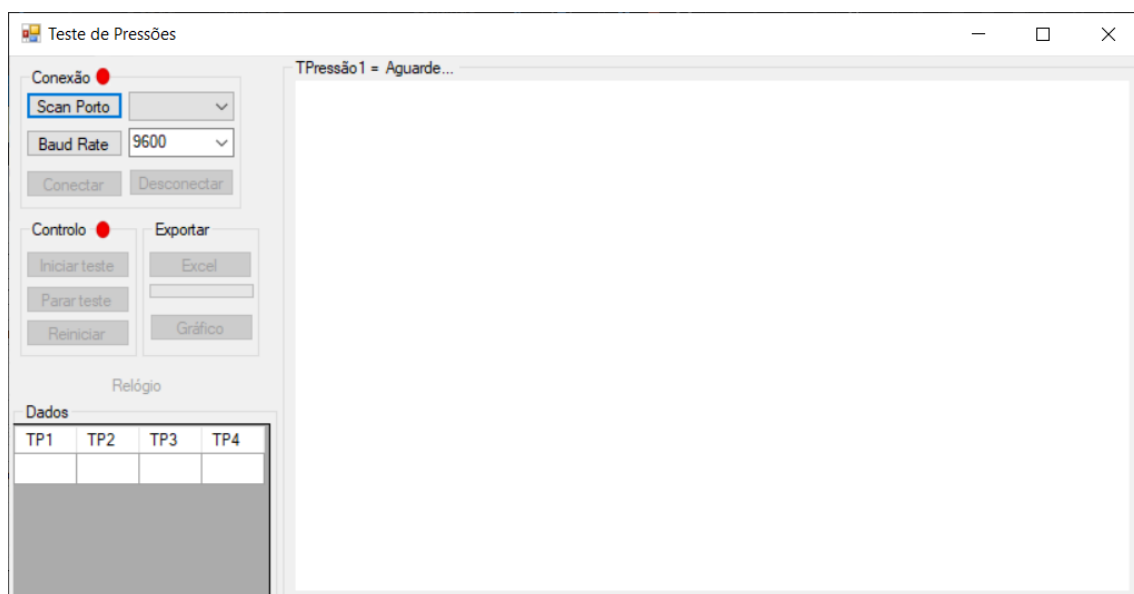


Figura 23 Interface com Utilizador

Uma vez definido o protótipo gráfico da aplicação, passou-se à atribuição de funções a cada botão definido. Para isso foi desenvolvido um fluxograma que define o modo geral de funcionamento da aplicação. O fluxograma apresentado na Figura 24 descreve, de uma forma mais detalhada, o funcionamento geral desta aplicação. O desenvolvimento desta estava limitado ao modo de envio de dados pelo equipamento presente na empresa. Dado que foi configurado um tempo de 5 segundos entre o envio de dados, a aplicação desenvolvida atualiza os valores, tanto no gráfico como na tabela que irá ser exportada para um ficheiro *excel*, a cada 5 segundos com o objetivo de não fazer a leitura e posterior escrita de valores repetidos.

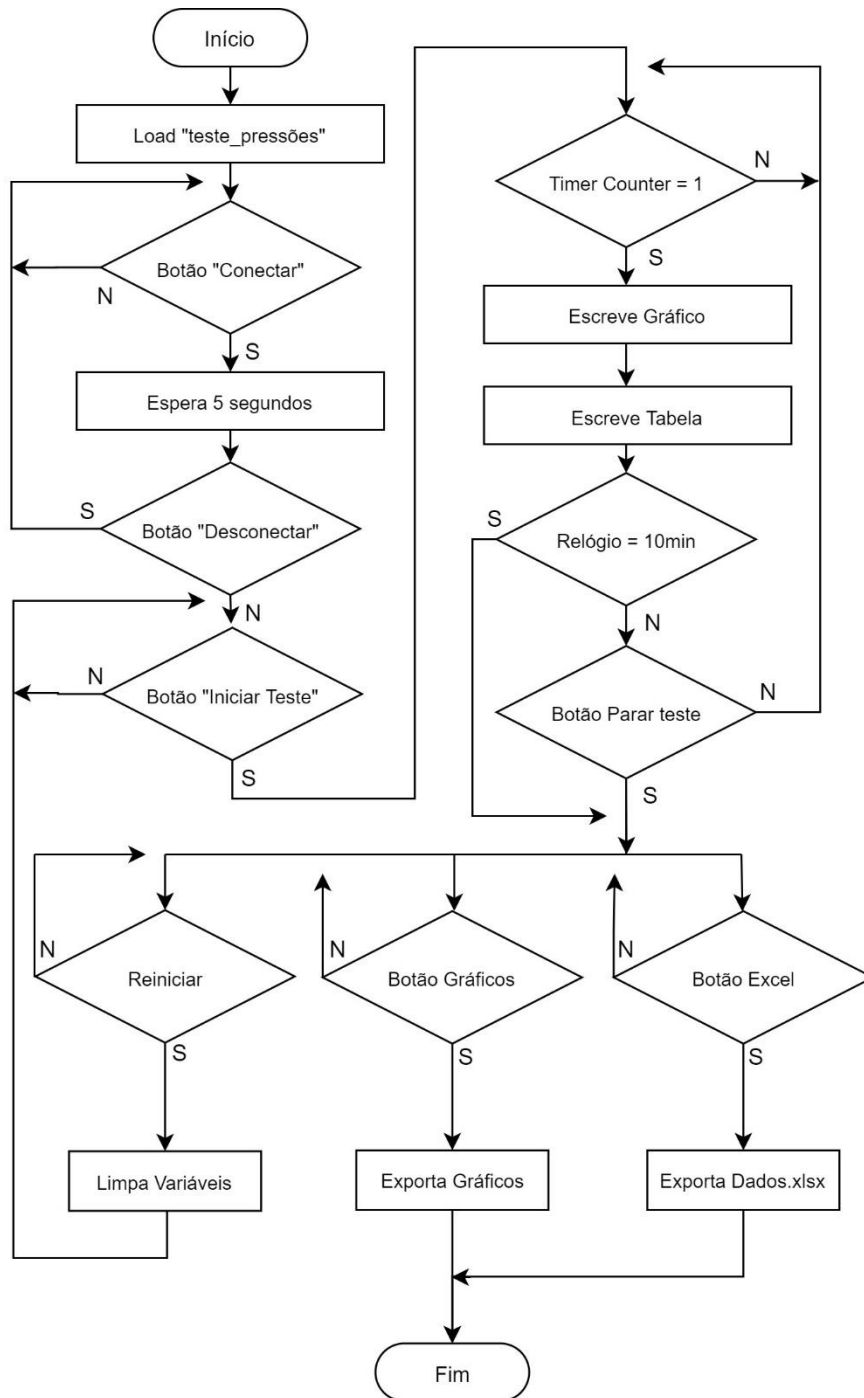


Figura 24 Fluxograma Geral Aplicação

No momento da abertura da aplicação desenvolvida, é necessária a escolha da porta a usar para estabelecer a comunicação e qual o *baudrate* estabelecido por parte do equipamento, sendo que, neste caso é 9600 bps. Após pressionar o botão para estabelecer a conexão, o programa realiza um compasso de espera de 5 segundos com o objetivo de garantir que existem valores prontos a serem lidos.

Uma vez estabelecida a conexão, dá-se início ao procedimento de teste, isto é, é iniciado um contador de tempo, “timer_counter”, definido para iniciar a leitura de dados. Durante o tempo de espera entre leituras é efetuada a escrita dos valores nos gráficos respetivos a cada transdutor e, posteriormente, atualizada a tabela apresentada no canto inferior esquerdo da aplicação. Por forma a obter os valores de pressão lidos pelos quatro transdutores usados, de acordo com o formato de envio de dados, recorreu-se ao uso de uma função capaz de tratar o tipo de *string* recebida.

```
StrSerialInRam = TB.Lines(1).Substring(0, 13)
If StrSerialInRam = "TPressao 1 = " Then
    TP1 = TB.Lines(1).Substring(13, 6)
    TP1_L = TP1.Length
End If
```

Figura 25 Excerto Tratamento de Dados

Com recurso à função *substring* foi possível retirar de toda a *string* apresentada apenas o valor pretendido que, neste caso, é o valor de pressão lido pelo transdutor. A função anteriormente referida inicia a leitura no décimo terceiro carácter com um comprimento de 6 unidades, como se pode comprovar na Figura 25, sendo o comprimento necessário para obter o valor pretendido.

3.2. INTERFACE GRÁFICA

Tendo como objetivo obter um gráfico relativo à leitura de cada transdutor de pressão, os valores tratados são apresentados em quatro gráficos independentes. Uma vez que são apresentados os valores graficamente e em tempo real, não seria perceptível ao fim de 10 minutos uma pequena variação de pressão na instalação. Por isso na *interface* são apresentados dados relativos aos 30 valores recolhidos antes do valor atual de pressão e, para isso, é necessária a remoção de pontos do gráfico assim que esse valor seja ultrapassado. Isto levou a que fosse necessária a criação de mais quatro gráficos em segundo plano, estes com a representação gráfica de todos os pontos, por forma a permitir que fosse possível a exportação de gráficos perceptíveis relativos aos 10 minutos de aquisição de dados.

Com o objetivo de observar pequenas variações de pressão na instalação, definiu-se uma escala fixa para os quatro gráficos apresentados de acordo com as pressões pretendidas para o teste. Dadas as pressões máximas de funcionamento para os quatro patamares de pressão, mais precisamente, 120, 60, 52 e 30 bar houve a necessidade de dimensionar a janela de acordo com as pressões de teste, isto é, as pressões para o teste seriam no mínimo 10% acima deste valor, ou seja:

$$TP1 = 1,1 \times 120 = 132 \text{ bar}$$

$$TP2 = 1,1 \times 60 = 66 \text{ bar}$$

$$TP3 = 1,1 \times 52 = 57,2 \text{ bar}$$

$$TP4 = 1,1 \times 30 = 33 \text{ bar}$$

A duração mínima do teste à central de refrigeração às pressões acima referidas é de 10 minutos. Por isso, apresentado na coluna do lado esquerdo da Figura 26, definiu-se um temporizador de 10 minutos denominado por “Relógio” que, automaticamente, termina o teste ao fim deste tempo.

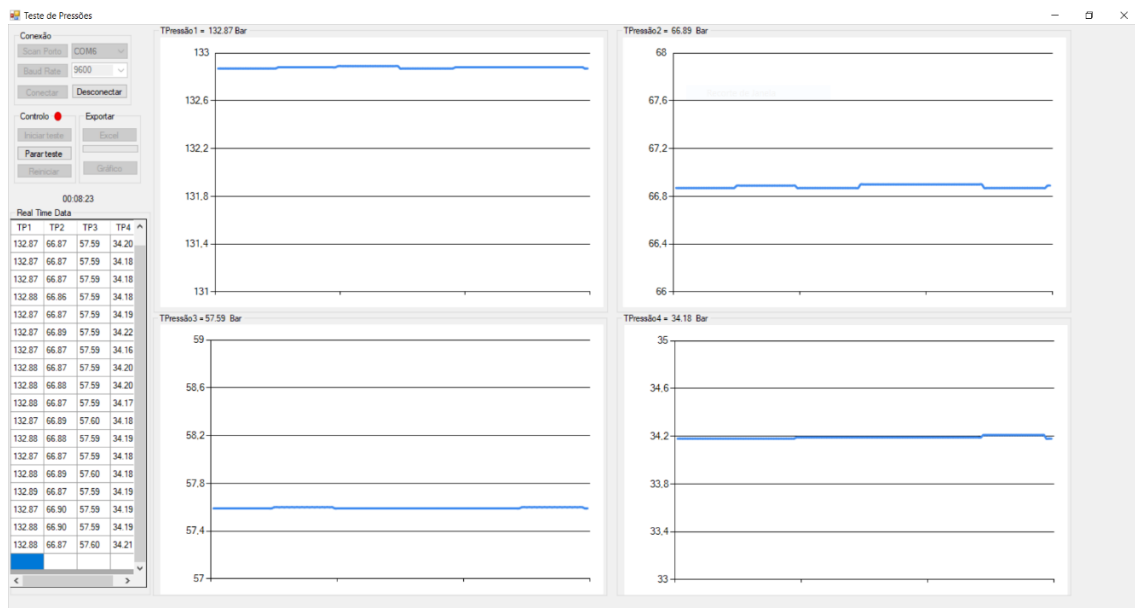


Figura 26 Aplicação em Funcionamento

Uma vez terminado o tempo de teste, todos os dados estão prontos a serem exportados tanto em formato de *excel* como formato de imagem.

3.3. RESULTADOS OBTIDOS

Apresentado ao longo da seguinte secção estão os quatro gráficos relativos às pressões no interior da tubagem da central de refrigeração. Os valores apresentados nos gráficos seguintes são superiores aos anteriormente calculados uma vez que a estabilização das pressões na instalação foi demorada e realizada com alguma complexidade. Uma vez que todos os equipamentos foram testados a uma pressão superior pelo fabricante, realizou-se o teste a estas pressões.

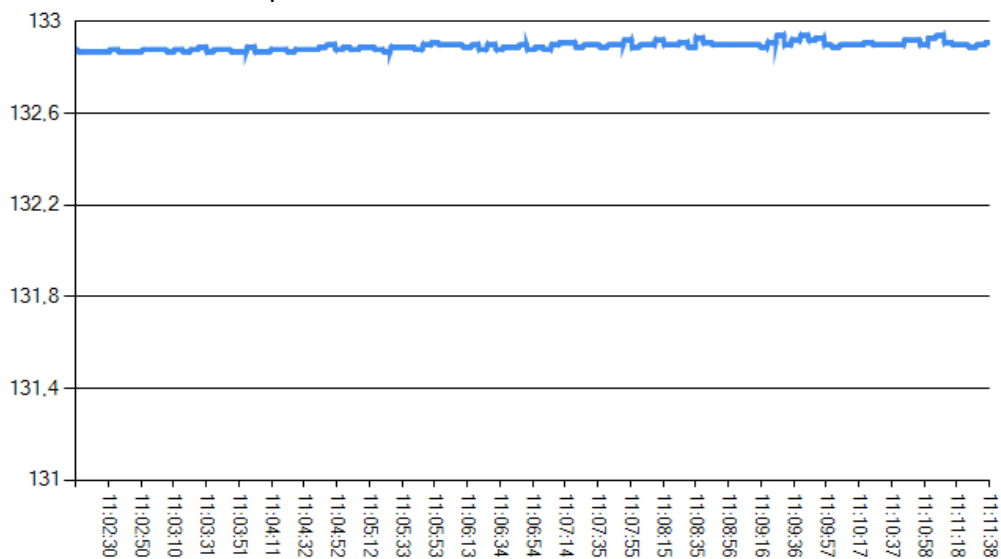


Figura 27 Resultados Teste TP1

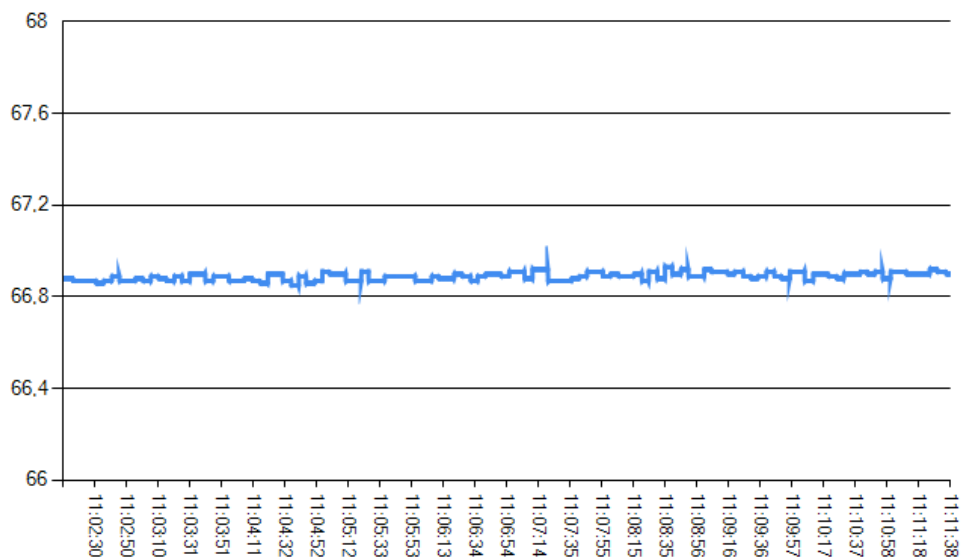


Figura 28 Resultados Teste TP2

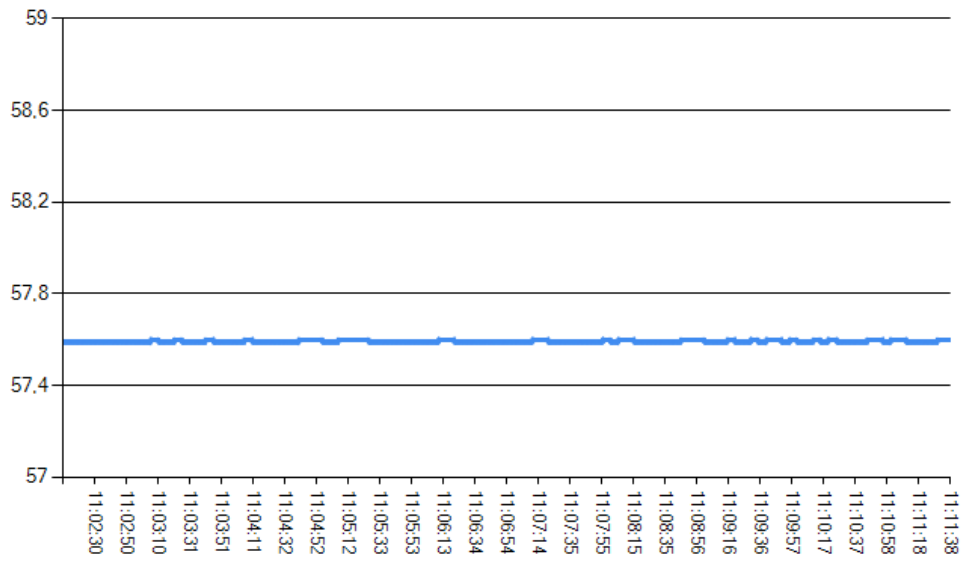


Figura 29 Resultados Teste TP3

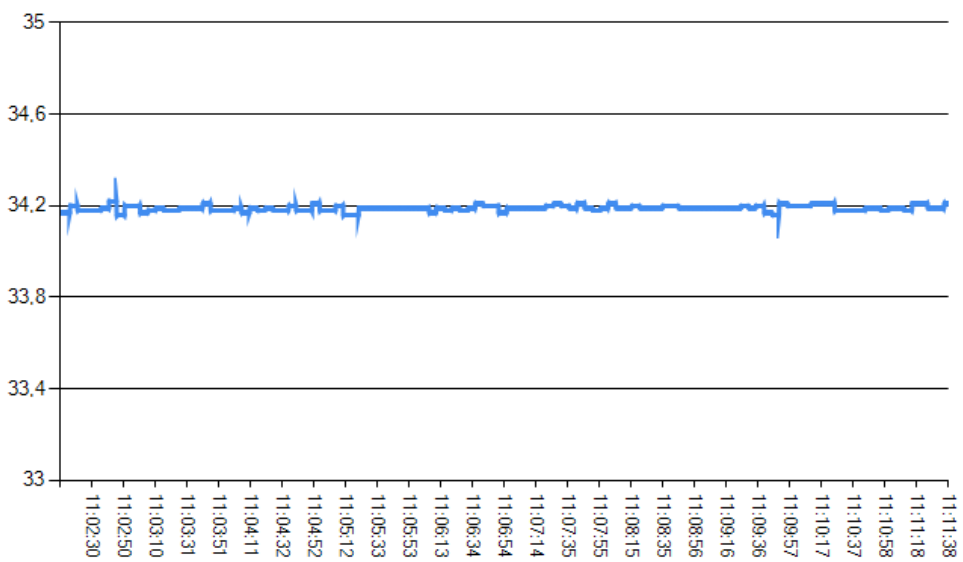


Figura 30 Resultados Teste TP4

4. METODOLOGIA NA SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS

4.1. EQUIPAMENTOS DO QUADRO ELÉTRICO

Conforme mencionado na secção 2.6, o quadro elétrico de uma central de refrigeração armazena todos os equipamentos proteção e controlo elétrico. Um correto dimensionamento dos mesmos garante uma proteção eficaz das cargas alimentadas por este quadro elétrico. Ao longo deste subcapítulo será feita uma explicação detalhada do método usado para o dimensionamento de todos os equipamentos presentes no quadro elétrico de alimentação e controlo de uma central de refrigeração transcritical.

4.1.1. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO

Em um quadro elétrico o primeiro ponto de passagem da energia elétrica é um disjuntor principal com capacidade de corte de energia de toda a instalação. Para o correto dimensionamento deste, é necessário saber qual é o somatório das cargas que vão estar dependentes deste quadro. Neste caso, é necessário contabilizar a corrente máxima aceitável por cada compressor, o grupo de condensadores composto por 3 motores ECM, o compressor de emergência e, como apresentado no caso de estudo, a central de bombagem. Na Tabela 3 é apresentado o valor de corrente máxima admissível para cada grupo, isto é, de acordo com a documentação presente no Anexo B, realizaram-se os somatórios das correntes máximas de trabalho de cada grupo por forma a dimensionar o disjuntor geral deste quadro. Por exemplo, para o grupo de 7 compressores principais:

$$(3,5 \times 3) + (39,6 * 2) + 42 + 58,7 = 190,4 A$$

Tabela 3 Correntes Máximas Admissíveis

Equipamento a proteger	Corrente máxima
Grupo de Compressores	190,4A
Grupo de Condensadores	9,3A
Compressor de Emergência	1,35A
Central de Bombagem	10,8A

Uma vez realizado o somatório de todas as correntes máximas admissíveis por cada grupo, procedeu-se ao somatório total dos resultados apresentados acima obtendo uma corrente máxima de 211,85A. Para este valor de corrente máxima de trabalho, o disjuntor geral mais indicado é o 3VA12 da Siemens orientado para uma corrente de funcionamento nominal de 160 a 250A com uma capacidade de corte em caso de curto circuito de 250A a 25kA à tensão de alimentação de 400V.

Apesar da existência de um disjuntor de corte geral, o mesmo não deve ser o único dispositivo de proteção magnetotérmica. Assim, e com o objetivo de seccionar algumas linhas do quadro, foram dimensionados alguns disjuntores intermédios limitando, em caso de curto circuito, a falha energética a apenas uma secção do quadro.

O dimensionamento destes equipamentos, apresentados na Tabela 4, teve em conta as necessidades energéticas das várias linhas a proteger. Por exemplo, a seleção do equipamento responsável pela proteção elétrica da bobine de acionamento das válvulas fez-se tendo em conta a potência consumida da seguinte forma:

$$I = \frac{40W}{230V} = 0,17A$$

Tabela 4 Lista de Disjuntores Magnetotérmicos

Modelo Equipamento	Referência do Equipamento	Proteção
Disjuntor 2A	5SL4202-7	Válvula Injeção de Líquido
		Válvula Injeção de Gás Quente
		Válvula Óleo
		Válvula Água Quente Sanitária
Disjuntor 6A	5SL4206-7	Comandos Compressor 1 Negativos
		Comandos Compressor 2 Negativos
		Comandos Compressor 3 Negativos
		Comandos Compressor 1 Positivos
		Comandos Compressor 2 Positivos
Disjuntor 16A	5SL4216-7	Comandos Compressor 3 Positivos
		Comandos Compressor Paralelo
		Tomada e Ventilação

Após calculado o valor da corrente máxima que esta bobine, verificou-se que um fusível de 250mA seria suficiente para realizar a proteção deste equipamento. No entanto, para este caso em particular, o uso destes não é o mais indicado uma vez que é necessário, para o controlador, saber o estado destas válvulas. Por isso, foi selecionado um disjuntor Siemens com a corrente de funcionamento mais baixa que este fabricante oferece e instalado um contacto auxiliar. Este contacto é acoplado na lateral do disjuntor principal como apresentado na Figura 31 obtendo assim o sinal auxiliar para o controlador.



Figura 31 Disjuntor 2A com Contacto Auxiliar

4.1.2. EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO DIFERENCIAL

Os dispositivos de proteção diferencial têm com objetivo a deteção de correntes de fuga, normalmente associadas a contatos de pessoas com o quadro elétrico ou das próprias cargas existentes. Neste quadro elétrico, este equipamento é usado em todas as linhas tanto trifásicas como monofásicas. Para as linhas com cargas elevadas, tipicamente trifásicas, existe sempre uma corrente de fuga associada uma vez que estamos a trabalhar com motores e, por isso, os equipamentos de proteção diferencial para estas cargas de elevada potência foram dimensionados para uma corrente de fuga de 300mA. Já os para os equipamentos de proteção diferencial de dois polos, uma vez que são de mais baixa potência, usaram-se equipamentos com uma corrente máxima de fuga de

30mA. De acordo com a documentação apresentada no Anexo B, para as linhas de potência, dimensionaram-se equipamentos de proteção diferencial de 4 polos (trifásicos) para a corrente máxima de trabalho. Já os diferenciais para as linhas monofásicas foram escolhidos para uma corrente máxima de 25A, de dois polos, uma vez que a proteção contra sobre intensidade é feita pelo disjuntor. Apresentados na Tabela 5 estão todos os equipamentos de proteção diferencial usados neste quadro elétrico.

Tabela 5 Lista de Equipamentos de Proteção Diferencial

Tipo de equipamento	Referência do equipamento	Corrente máxima	Proteção
	SIE.5SV4612-0	25A	Compressor 1 Neg.
	SIE.5SV4612-0	25A	Compressor 2 Neg.
	SIE.5SV4612-0	25A	Compressor 3 Neg.
Diferencial 4 Polos	SIE.5SV3646-6	63A	Compressor 1 Pos.
	SIE.5SV3644-0	40A	Compressor 2 Pos.
	SIE.5SV4646-0	63A	Compressor 3 Pos.
	SIE.5SV3647-6	80A	Compressor Paralelo
Diferencial 2 Polos	SIE.5SV4312-0	25A	Grupo de Emergência
	SIE.5SV4312-0	25A	Tomada e Ventilação

4.1.3. VARIADOR DE FREQUÊNCIA

Como referido na secção 2.7, o uso de variadores de frequência era imprescindível para aumentar a eficiência energética e o tempo de vida útil dos compressores. Atualmente, existem variadores de frequência orientados apenas para a refrigeração. A *Danfoss*, uma

das grandes produtoras de equipamentos de refrigeração, possui uma gama de variadores de frequência, a FC-103 orientados ao controlo de velocidade de compressores para a refrigeração.

Por isso, foram dimensionados três variadores de frequência orientados a cada patamar de compressão e ao compressor paralelo. O objetivo de instalar apenas um variador em cada grupo está diretamente relacionado com o controlo de toda a central, isto é, não existe necessidade de instalar tantos variadores como compressores uma vez que o arranque dos mesmos é escalonado de acordo com a Figura 32. Uma vez atingida a capacidade máxima do primeiro compressor, entrará o segundo em funcionamento e o primeiro volta a iniciar o arranque. Isto permite que o aumento de carga na compressão seja aproximadamente linear.

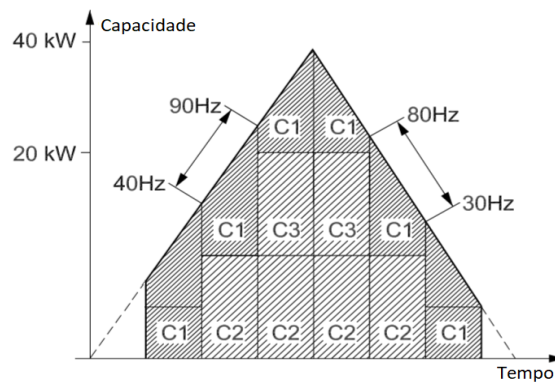


Figura 32 Controlo Variador de Frequência [8]

Para o dimensionamento dos variadores de frequência foi usada uma regra de dimensionamento de 1,5 vezes a corrente máxima admissível pelo compressor. Por isso, e exemplificando com o dimensionamento do compressor paralelo com uma corrente máxima admissível de 58,7A. (Anexo B)

$$1,5 \times 58,7 = 88,05A$$

Para este valor de corrente máxima e, recorrendo ao “*Selection Guide FC103*” fornecido pela *Danfoss*, é possível comprovar, como apresentado na Figura 33, que o variador de frequência indicado para o compressor paralelo é o FC103 45KW. Do mesmo modo

procedeu-se ao dimensionamento dos restantes variadores para o compressor de positivos e compressor de negativos, os quais são apresentados na Tabela 6.

Enclosure	IP20/Chassis 5)	B4	C3	
	IP21/Type 1, IP55/Type 12 IP66/NEMA 4X	C1		
		P37K	P45K	P55K
Typical shaft output	[kW]	37	45	55
Typical shaft output 460 V	[HP]	50	60	75
Output current				
Continuous (3 x 380-440 V)	[A]	73	90	106
Intermittent (3 x 380-440 V)	[A]	80.3	99	117
Continuous (3 x 441-480 V)	[A]	65	80	105
Intermittent (3 x 441-480 V)	[A]	71.5	88	116

Figura 33 Selection Guide FC103

Tabela 6 Lista de Variadores de Frequência

Equipamento	Referência do Equipamento	Potência	Tensão de Alimentação
Variador Frequência FC-103	P3K0T4E20H2XG	3kW	400V (AC)
Variador Frequência FC-103	P30KT4E20H2XG	30kW	400V (AC)
Variador Frequência FC-103	P45KT4E20H2XG	45kW	400V (AC)

4.1.4. DISJUNTOR MOTOR

Os disjuntores motores instalados possuem o mesmo princípio de funcionamento que os disjuntores apresentados na secção 4.1.1, no entanto, apresentam a particularidade de suportar os picos de corrente iniciais provocados pelo arranque dos compressores e, ainda, uma capacidade máxima de corte superior aos anteriormente apresentados, tipicamente na ordem dos 100kA.

Para o desenvolvimento deste quadro elétrico, dimensionaram-se de 11 disjuntores motores. Para os 3 compressores de positivos, 3 para os compressores de negativos, 1

para o compressor em paralelo, 3 para a proteção dos motores dos motores ECM dos condensadores e o restante para o compressor de emergência.

A seleção deste tipo de equipamento é feita de acordo com a corrente de funcionamento de cada compressor. Recorrendo ao *software* do fornecedor dos compressores, cujos resultados, presentes no Anexo B, são apresentados de forma idêntica à apresentada na Figura 34, é possível consultar a corrente de funcionamento.

Compressor	2KSL-1K-40S
Etapas de capacidade	100%
Capac. Frigorífica	4,34 kW
Capac. Frigorífica *	4,34 kW
Capacidade Evaporador	4,34 kW
Potência absorvida	1,17 kW
Corrente (400V)	2,89 A
Faixa de Tensão	380-420V
Capacidade do Condensador	5,51 kW
COP/EER	3,70
COP/EER*	3,70
Vazão em massa	60,3 kg/h
Temp. gás de Descarga não resfriado	63,7 °C

Figura 34 Especificações do Compressor Bitzer 2KSL-1K-40S

Para o exemplo apresentado, a corrente de funcionamento de 2,89A é correspondente ao compressor 2 ou 3 de negativos da central. A seleção de um disjuntor motor é feita tendo em conta as gamas fornecidas pelo fabricante, sendo neste caso, a Siemens. A gama apresentada para este dispositivo é a de 2,8 a 4A conforme apresentado na Tabela 7.

A seleção deste tipo de equipamentos para os compressores que possuem um variador de frequência tem como objetivo a proteção magneto térmica do variador de frequência, no entanto, uma vez que a corrente máxima para o variador de frequência é a corrente máxima do compressor, dimensionaram-se disjuntores motores para a corrente máxima de trabalho dos destes. Neste caso, e uma vez que os variadores possuem proteção térmica para os compressores, o disjuntor motor tem como objetivo a proteção térmica do variador e também como proteção magnética para ambos os equipamentos. Por exemplo, para o variador do compressor 1 de negativos, o FC103 P3K

selecionou-se um disjuntor para a corrente máxima de 3,5A (Anexo B). Para os compressores de negativos, a gama apresentada para o disjuntor motor do primeiro compressor e para os restantes é a mesma, no entanto, para compressores de potência superior, como é possível confirmar na Tabela 7, existe diferença entre o compressor com variador e os restantes.

Para o condensador, dada a corrente de funcionamento de 3,1A foi selecionado o modelo de disjuntor motor de uma gama diferente uma vez que este, tendencialmente, aumenta o consumo energético após algum tempo de funcionamento. Por forma a evitar a desativação destes equipamentos selecionou-se um disjuntor motor com um alcance de 3,5 a 5A. Do mesmo modo foi escolhido um disjuntor motor para o compressor de emergência. Por isso, para uma corrente de funcionamento de 1,35A para este grupo (Tabela 3), optou-se pelo disjuntor de 1,8 a 2,5A.

Tabela 7 Lista de Disjuntores Motores

Equipamento a proteger	Referência do Equipamento	Modelo do Disjuntor Siemens	Alcance
VF Compressor 1 Positivos	<i>Danfoss</i> FC-103 30kW	SIRUS 3RV2031-	35-45A
Compressor 2 Positivos	Bitzer 4HTE-20K	SIRUS 3RV2031-	28-36A
Compressor 3 Positivos	Bitzer 4FTC-20K	SIRUS 3RV2031-	35-45A
VF Compressor 1 Negativos	<i>Danfoss</i> FC-103 3kW	SIRUS 3RV2011-1EA10	2,8-4A
Compressor 2 Negativos	Bitzer 2KSL-1K	SIRUS 3RV2011-1EA10	2,8-4A
Compressor 3 Negativos	Bitzer 2KSL-1K	SIRUS 3RV2011-1EA10	2,8-4A
VF Compressor Paralelo	<i>Danfoss</i> FC-103 45kW	SIRUS 3RV1041-	57-75A
Condensadores (x3)	ACPD 880/623 EC	SIRUS 3RV2011-1FA10	3,5-5A
Compressor de Emergência	OP-MCGC015SCA01G	SIRUS 3RV20-1CA10	1,8-2,5A

4.1.5. CONTACTOR

Para a escolha dos equipamentos de acionamento de circuitos de potência, mais precisamente compressores, dimensionaram-se os contactores para os compressores que não eram controlados por um variador de frequência.

A seleção destes constam na Tabela 8 e é baseada na corrente máxima de funcionamento dos compressores, presentes no Anexo B, uma vez que a proteção contra sobrecargas e curto circuito é garantida pelo disjuntor motor que se encontra conectado a montante do contactor. Para a concepção deste quadro elétrico usaram-se 4 contactores para os compressores principais e 1 para o acionamento do compressor de emergência.

O condensador não necessita deste dispositivo uma vez que é acionado por um sinal de 0-10V proveniente do controlador. Conforme mencionado, este equipamento possui motores ECM que tem como objetivo a poupança energética, acabando por ser vantajosos a nível elétrico uma vez que não existe a necessidade de instalação de um variador de frequência.

Tabela 8 Lista de Contactores

Equipamento a acionar	Referência do Equipamento	Modelo do Contactor Siemens	Alcance
Compressor 2 Positivos	Bitzer 4HTE-20K	SIRUS 3RT2035-1AP00	40A
Compressor 3 Positivos	Bitzer 4FTC-20K	SIRUS 3RT2036-1AP00	50A
Compressor 2 Negativos	Bitzer 2KSL-1K	SIRUS 3RT2016-1AP01	9A
Compressor 3 Negativos	Bitzer 2KSL-1K	SIRUS 3RT2016-1AP01	9A
Compressor de Emergência	OP-MCGC015SCA01G	SIRUS 3RT2016-1AP01	9A

4.1.6. RELÉ

O uso de relés está diretamente associado algumas funções de controlo. Estes equipamentos dependendo do número de contactos para que foi concebido, permitem o controlo de sinais de modo analógico sendo assim possível, por exemplo a inversão de logica de um sinal. Os relés usados, produzidos pela Finder, permitem ainda acionar equipamentos de potência mais baixa, tipicamente ordenados pelo controlador. Por isso, são usados relés com diferentes tensões de funcionamento e correntes máximas admissíveis dependendo da funcionalidade do mesmo. Por exemplo, válvula de injeção de gás quente e de líquido ou até mesmo a ordem de arranque dos compressores é dada recorrendo ao acionamento de um relé.

O mesmo fabricante possui ainda relés temporizadores permitindo assim que a abertura ou fecho dos contactos seja atrasada relativamente à operação ou atrasada à inoperação. A sua implementação tem objetivo de, com o atraso definido, garantir que outras operações sejam concluídas com sucesso. O uso destes equipamentos, neste caso, tenta evitar que, por exemplo, os sensores de nível estivessem constantemente a entrar em alarme, muitas vezes por erros de leitura. Acrescentando um atraso garantimos que o sensor tem de enviar o sinal de falta de líquido durante 20 segundos antes de entrar efetivamente em alarme. Normalmente, o alcance deste tipo de relés temporizadores varia de acordo com a corrente máxima admissível e, por isso, é possível o controlo de uma operação com uma variação de 0.1S a 10 dias. Presente na Tabela 9 está a listagem dos vários modelos de relés usados.

Tabela 9 Lista de Relés

Dispositivo	Referência do Dispositivo	Tensão de Funcionamento	Corrente Máxima
Relé de Interface	4C.P2.8.230.0060	230V (AC)	8A
Relé de Interface	31.01.0.024.0060	24V (AC/DC)	6A
Relé Temporizador	80.51.0.240.0000	24-230V (AC/DC)	6A

4.1.7. CONTROLADOR

Atualmente, existem várias soluções de controladores no mercado orientadas apenas para o controlo de centrais de refrigeração, e mais concretamente centrais de CO2 transcricas. Fabricantes como *Carel*, *Danfoss* e *Dixell* possuem controladores adequados a estas centrais com vários módulos de expansão permitindo moldar o controlo de acordo com o equipamento que se pretende controlar. Como estes sistemas são destinados à conservação de alimentos, para prevenir possíveis paragens devido a avarias no equipamento, normalmente é instalado um controlador de *backup*. Para este caso foi escolhido um controlador principal da *Danfoss*, e como controlo de *backup* um controlador da *Dixell*.

O controlador principal desta central, o AK-PC 782A, apresentado à esquerda da Figura 35, possui um algoritmo interno orientado a sistemas de refrigeração a CO2 em regime transcrito sendo necessário o mapeamento de entradas e saídas. Toda a lógica é feita realizada por um algoritmo interno fornecido pelo fabricante vista a complexidade do comportamento deste fluido frigorígeno. Possui 11 entradas analógicas (AI) direcionadas para a interligação de transdutores de pressão e sensores de temperatura e 8 saídas digitais (DO) permitindo a atuação de válvulas. Necessita de uma alimentação a 24V DC e possui saídas para a interligação de sensores a 5 e 12V.

Figura 35 AK-PC 782A e Módulos de Expansão



Visto que este controlador principal não possui entradas e saídas necessárias para o controlo da central em estudo, houve a necessidade de acrescentar módulos de expansão. Apresentada na Tabela 10 está uma vasta gama desses módulos que

permitem uma expansão das entradas e saídas adequada de acordo com as necessidades.

Tabela 10 Módulos de Expansão *Danfoss*

Equipamento	Entradas		Saídas	
	Analógicas	Digitais	Analógicas	Digitais
AK-XM 101A	8	x	x	x
AK-XM 102A	x	8	x	x
AK-XM 102B	x	8	x	x
AK-XM 103A	4	x	4	x
AK-XM 204A	x	x	x	8
AK-XM 204B	x	x	x	8
AK-XM 205A	8	x	x	8
AK-XM 205B	8	x	x	8
AK-XM 208C	8	x	x	4

De acordo com os modelos apresentados e com as necessidades, a solução mais indicada apresenta um módulo de controlo composto pelo controlador principal, e por um conjunto de módulos de expansão que incluem dois módulos AK-XM 101A, um AK-XM 103A, um AK-XM 205A e por último um AK-XM 208C apresentados na Figura 35. De notar que este último apresenta quatro de saídas digitais dedicadas ao controlo válvulas acionadas por motores passo a passo.

No total, a integração de todos estes módulos disponibiliza um conjunto de 47 entradas analógicas (AI), 4 saídas analógicas (AO) e 20 saídas digitais (DO) que permitem a ligação de todos os sensores, transdutores e atuadores necessários para o controlo da central de refrigeração.

O sistema de controlo secundário é composto por um controlador da *Dixell* e, assim como no controlador principal, também existe a necessidade de acrescentar os respetivos módulos de expansão. Este grupo de controlo é composto pelo IPRC 315D (Figura 36) que apresenta 10 AI, 20 entradas digitais (DI), 6 AO e por 15 DO.



Figura 36 IPRC 315D e Módulos de Expansão

A *Dixell* apresenta três modelos de módulos de expansão, mais uma vez, permitindo o uso dos módulos que mais se adequam as necessidades. Apresentados na Tabela 11 estão os módulos disponibilizados por este fabricante.

Tabela 11 Módulos de Expansão *Dixell*

Equipamento	Entradas		Saídas	
	Analógicas	Digitais	Analógicas	Digitais
IPRC215D	10	20	6	15
IPX206D	7	3	3	6
XEV20D	4	x	2	x

A solução que mais se adequa à central de refrigeração transcritical, para este tipo de controladores, passa pela integração do controlador principal com um IPRC215D e um XEV20D. Este último, identicamente ao AK-XM 208C, possui dois módulos de saídas analógicas orientadas para o controlo de válvulas acionadas por motor passo a passo.

Este grupo de controlo de *backup* possui assim um total de 24 AI, 40 DI, 14 AO e 30 DO.

4.1.8. Fontes e Transformadores

Dado que existe a do uso de controladores a 24V, houve a necessidade de instalar fontes e transformadores dependendo se a alimentação é feita em corrente contínua ou alternada. Para o grupo de controlo *Danfoss*, alimentado a 24V DC dimensionaram-se duas fontes independentes, apresentadas na Tabela 12, uma vez que alimentação não pode ser partilhada [25]. Por isso, de acordo com a configuração escolhida (Figura 35), e indicadas pelo fabricante, foi usada uma fonte de 60VA para a alimentação do controlador principal e dos dois seguintes módulos de expansão, AK-XM 205A e uma de 30VA para a alimentação dos restantes módulos de expansão.

Do mesmo modo, para o controlador secundário, dada a alimentação a 24V AC, foram usados transformadores independentes, os quais são apresentados na Tabela 12. Os dois transformadores de potência superior usaram-se para a alimentação do controlador principal e do IPRC215D e, por último, o transformador de 20VA para a alimentação do XEV20D.

Esta alimentação de forma independente tem como objetivo, em caso de avaria de um transformador ou fonte, não seja perdido o controlo da central ficando esta a funcionar apenas com os restantes módulos.

Tabela 12 Lista de Fontes e Transformadores

Dispositivo	Referência do Dispositivo	Potência	Razão de Transf./Conv.
Fonte de Alimentação	AK-PS 250	60VA	230AC/24DC
Fonte de Alimentação	AK-PS 150	30VA	230AC/24DC
Transformador	IPRC215D/315D	40VA	230AC/24AC
Transformador	IPRC215D/315D	40VA	230AC/24AC
Transformador	TF20D	20VA	230AC/24AC

4.2. ASSEMBLAGEM DO QUADRO ELÉTRICO

A montagem do quadro elétrico, apresentado na Figura 37 e Figura 38 iniciou-se com a disposição de todos os componentes a eletrificar na platine. Não só todos os equipamentos acima referidos, mas também componentes que auxiliam na eletrificação e controlo da central. Mais precisamente os blocos de barramentos, os bornes de ligação e o analisador e de rede.

Os blocos de barramentos são dimensionados para a corrente de serviço de toda a central que, neste caso, nunca ultrapassa os 250A, uma vez que o disjuntor geral não permite correntes superiores. Visto isto, considerando que a barra de cobre tem uma condução máxima de $2A/mm^2$ verifica-se que a secção mínima necessária é de $125mm^2$. Já os bornes nada mais são que um ponto de ligação com o objetivo de facilitar a ligação dos sensores, transdutores e atuadores. Estes equipamentos são instalados na parte inferior do quadro elétrico e mapeados de acordo com projeto elétrico. Este processo facilita a eletrificação da central uma vez que todos os pontos estão localizados na parte inferior do quadro elétrico. Por último, o analisador de rede, como o próprio nome indica, tem como objetivo contabilizar e mostrar o consumo elétrico da central.

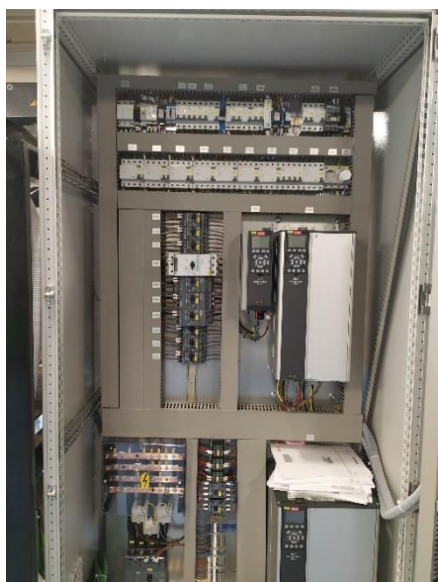


Figura 37 Quadro Elétrico Potência



Figura 38 Quadro Elétrico Comando

4.3. SENSORES, TRANSDUTORES E ATUADORES

Com o objetivo de monitorizar e controlar a central de refrigeração, existiu a necessidade da instalação de sensores, transdutores e atuadores por forma a saber o comportamento do fluido frigorigéneo em vários pontos do equipamento. Estes equipamentos de leitura são responsáveis pelo envio de um sinal, tipicamente 0-5V, 0-10V ou 4-20mA, ao controlador. Com o objetivo de garantir o funcionamento de toda a central, todos os sensores e transdutores que são imprescindíveis ao funcionamento da central foram instalados em duplicado sendo que foram distribuídos de igual forma pelo grupo de controlo principal, e pelo grupo de controlo de *backup*.

4.3.1. SENSOR DE TEMPERATURA

O controlo da temperatura do fluido no interior da tubagem está diretamente ligado a uma maior eficiência do sistema. O algoritmo interno presente nos controladores tem por base os valores de temperatura para efetuar o controlo de, por exemplo, válvulas de regulação eletrónica ou até mesmo do sinal de comando dos compressores. Para a medição da temperatura foram instalados sensores de temperatura nas linhas de aspiração e descarga dos compressores de positivos, negativos e compressor paralelo, na entrada e saída do condensador e na linha do óleo.

Todos os sensores de temperatura instalados são do tipo resistivo, isto é, o valor da resistência interna é diretamente proporcional ao valor da temperatura onde se encontra. Uma vez que a descarga dos compressores de média temperatura é feita a alta pressão e, conseqüentemente, alta temperatura, foram instalados sensores resistivos da gama PT1000, isto é, para uma temperatura ambiente de 0°C, o valor da resistência interna do sensor é de 1000Ω. Mesmo apresentando uma curva de funcionamento idêntica, optou-se pelo uso de sensores de temperatura dos mesmos fabricantes dos controladores, mais precisamente, o AKS 21M PT1000 da *Danfoss* e o PMG5P da *Dixell*.

4.3.2. TRANSDUTOR DE PRESSÃO

Assim como as sondas de temperatura, os transdutores de pressão são equipamentos essenciais para a de aquisição de dados de uma central de refrigeração. Por isso, como referido acima, foram selecionados transdutores *Danfoss* para o controlador principal e transdutores *Dixell* para o controlador secundário.

A seleção dos transdutores foi baseada na pressão máxima admissível em cada linha do circuito e, por isso, houve a necessidade de escolha de transdutores com gamas de medição diferentes. Os equipamentos selecionados, apresentados na Tabela 13, para o controlador principal são do modelo AKS 2050 e possuem gamas de medição de -1 a 59 bar e de -1 a 159 bar. Atualmente os transdutores de pressão possuem dois modos de saída de sinal: saída em tensão, tipicamente 0 a 5V ou 0 a 10V, ou saída em corrente, normalmente 4 a 20mA. Apesar do sinal em corrente ser um sinal mais preciso uma vez que não está sujeito à impedância do cabo de ligação, optou-se pelo envio de um sinal em tensão no modo radiométrico.

O sinal em tensão no modo radiométrico caracteriza-se pela variação de forma linear em relação à tensão de alimentação. Assim, verifica-se que para uma tensão de alimentação de 5V, o sinal de saída deste transdutor varia entre 0,5 e 4,5V (Figura 39), correspondendo este último ao valor máximo de pressão da gama de medição escolhida.

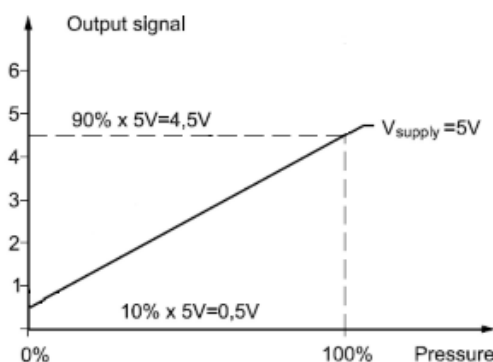


Figura 39 Resposta Transdutor Radiométrico

Tabela 13 Lista de Transdutores de Pressão *Danfoss*

Dispositivo	Referência	Gama de medição	Localização
			Descarga Compressores Positivos
AKS2050	060G5752	-1 a 159 bar	Saída Condensador
			Depósito
			Aspiração Compressores Positivos
AKS2050	060G5750	-1 a 59 bar	Aspiração Compressores Negativos

Os transdutores escolhidos, do mesmo fabricante do controlador, tem uma gama de medição que se aproxima aos anteriormente referidos, 0 a 60 bar e 0 a 160 bar, como se pode confirmar na Tabela 14. A saída de sinal destes transdutores é de 4 a 20mA tendo como vantagem relativamente ao sinal em tensão a exatidão que apresenta e a grande fiabilidade em aplicações a uma grande distância do controlador. O facto de apresentar uma menor sensibilidade a interferências eletromagnéticas leva a que este tipo de saída seja usado em maior escala.

Tabela 14 Lista de Transdutores de Pressão *Dixell*

Dispositivo	Referência	Gama de medição	Localização
			Descarga Compressores Positivos
PP	PP160	0 a 160 bar	Saída Condensador
			Depósito
			Aspiração Compressores Positivos
PP	PP60	0 a 60 bar	Aspiração Compressores Negativos

4.3.3. NIVELADOR DE ÓLEO

Como referido anteriormente, a utilização de óleo é fundamental ao funcionamento de todos os sistemas de refrigeração. Este fluido, tem como objetivo a lubrificação dos equipamentos principais de toda a central, os compressores. No entanto, a presença de óleo na instalação é prejudicial ao funcionamento da mesma e tem uma perda de eficiência associada. Por isso, é necessário criar um sistema que permita separar o óleo do fluido frigorigéneo e retornar ao compressor em função das necessidades. Para gerir estas necessidades, é instalado no cárter de cada compressor um sensor de nível de óleo com injeção automática, o TraxOil OM5 apresentado na Figura 40.



Figura 40 TraxOil OM5

Atuado a 230V, este sensor não só deteta a falta do óleo no compressor como é capaz, de forma autónoma, de abrir uma válvula interna que permite a injeção de óleo para um compressor de acordo com a Figura 41. É também disponibilizada através de LED's implementados neste equipamento, uma informação relativa ao estado de funcionamento da válvula. Por último, e em caso de não existir óleo no depósito necessário para o correto funcionamento do compressor, é enviado um sinal com 20 ou 120 segundos de atraso para o controlador por forma a desabilitar o funcionamento deste.

LEDs	Status	Function	Alarm
●	Oil Level in green zone (60 - 40%)		
● ●	Oil Level in green zone (60 - 40%)	Injection, delay 10 s	
●	Oil Level in yellow zone (40 - 25%)	Injection	
● ●	Oil Level in red zone (25 - 0%)	Injection	Yes, delay 20 s or 120 s

Figura 41 Funcionamento TraxOil OM5 [26]

4.3.4. DETETOR DE CO2

O detetor de CO2 é um dos equipamentos que permite detetar quando as concentrações de dióxido de carbono estão acima do recomendado para a segurança dos operadores, evitando assim acidentes.

Este detetor, exclusivamente dedicado ao CO2, necessita de uma alimentação a 24V DC e tem como objetivo o fecho de um contacto a partir do momento em que deteta uma quantidade superior a 5000 ppm de CO2 no meio envolvente que, posteriormente, irá levar à desativação da central pelo controlador. Tem uma gama de medição de 0 a 20000 ppm e um atraso na resposta configurável até 120 segundos. Este detetor ao ser acionado é dada informação ao controlador iluminando uma sinalética de atmosfera perigosa assim a ativação de um sinal acústico por forma a avisar os operadores.



Figura 42 DGS-IR CO2 [8]

4.3.5. VÁLVULAS DE REGULAÇÃO ELÉTRICA

As válvulas de regulação eletrónica presentes na central têm como objetivo controlar o fluxo mássico de acordo com a pressão. Estas válvulas foram inseridas em dois pontos específicos na central: à saída do condensador, denominada de válvula transcítica, e na parte superior do depósito do fluído frigorigéneo tendo como objetivo o controlo de pressão no depósito de líquido. Apesar de serem do mesmo fabricante, as válvulas seleccionadas possuem diâmetros diferentes e como tal modos de controlo diferentes também. Para a válvula transcítica seleccionou-se o modelo CCMT 16 que necessita de 800 passos e 4 segundos para efetuar uma volta completa. Já para válvula de *flash-gas*

5. CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA DE CONTROLO

Ao longo deste capítulo será apresentado o modo de configuração do sistema de controlo de uma central transcítica. Como referido anteriormente, este sistema de refrigeração possui dois controladores, de fabricantes diferentes e, como tal, possuem modos de configuração totalmente diferentes. Será apresentada a configuração detalhada de cada um dos controladores, *Danfoss* e *Dixell*.

5.1. GRUPO DE CONTROLO *DANFOSS*

O grupo de controlo principal, composto pelo AK-PC 782A e os módulos de expansão acima referidos, possuem um algoritmo interno responsável por toda a lógica necessária para o controlo da central. Assim, na configuração dos controladores dedicados à refrigeração, é necessária a parametrização de *setpoints* de funcionamento, pressões e temperaturas máximas admissíveis, alarmes e, por último, o mapeamento de entradas e saídas de acordo com o projeto elétrico. Toda esta configuração, presente no Anexo C

é realizada recorrendo a uma ferramenta disponibilizada pela *Danfoss*, o *Service Tool* apresentado na Figura 45.

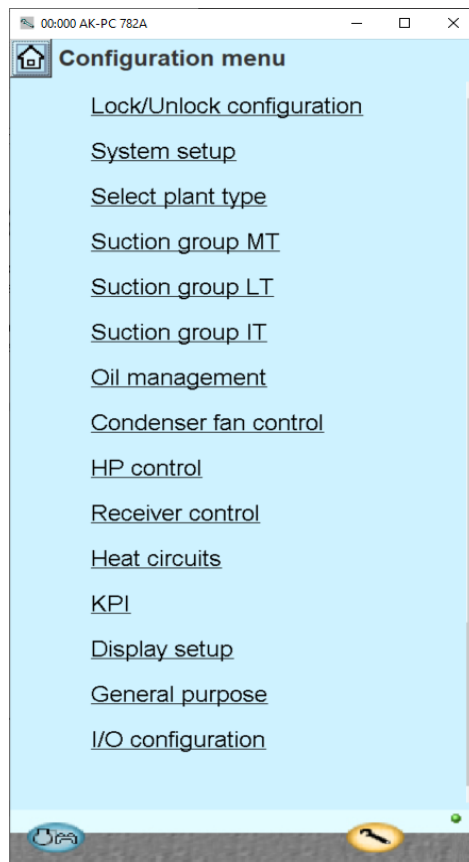


Figura 45 Ambiente de Configuração *Danfoss*

Inicialmente é necessário realizar a configuração geral de todo o sistema, isto é, definir o tipo de aplicação, que neste caso, corresponde a uma central do tipo *booster* com controlo de alta pressão e um compressor paralelo. É definido também qual o fluido frigorigéneo a usar, o tipo de controlo a efetuar nos condensadores e no óleo, e ainda o número de compressores e respetivos variadores. Nesta fase inicial é configurado também o tipo de recuperação de calor que, como se destina a AQS, é definido como "*Tap water*", isto é, o aquecimento de água sanitária. A nível do controlo do óleo, o mesmo definiu-se pelo diferencial de pressão dada a diferença de pressão existente entre a linha de descarga, na qual é separado o óleo do CO₂, e a pressão de óleo existente no cárter dos compressores. Apenas com estas configurações introdutórias

apresentadas na Figura 46 é possível avançar com a configuração uma vez que são desbloqueados alguns parâmetros á medida que avança a configuração.

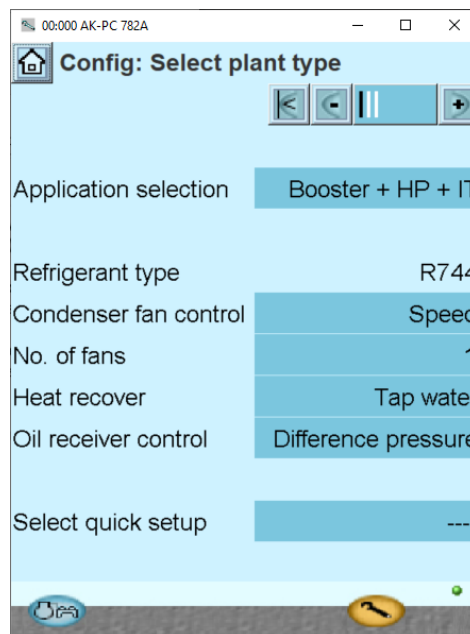


Figura 46 Configuração do Tipo de Aplicação

Inicialmente, na parametrização dos grupos é necessário ter em conta a presença de um variador de frequência no primeiro compressor de cada grupo e, como tal, é necessária a sua configuração de acordo com os limites máximos e mínimos do compressor. É definida uma frequência mínima de funcionamento de 30Hz uma vez que, abaixo desta frequência, o movimento lento da cambota do compressor não garante uma lubrificação uniforme podendo causar um aquecimento acima do desejado. Como frequência máxima de funcionamento, foram definidos os 60Hz uma vez que é a frequência máxima que o fabricante do compressor garante o correto funcionamento do motor. Quanto mais larga for esta banda de frequências, mais uniforme é a rampa de arranque do grupo de compressores, tal como apresentado na Figura 32, na qual se verifica que para um arranque linear do grupo de compressão as frequências teriam um valor mínimo e máximo de 40 e 90Hz, respetivamente.

Assim como os limites de frequência de funcionamento dos compressores, existem outras limitações ligadas ao arranque dos mesmos. A corrente de arranque direto de um compressor desta potência pode atingir até 6 vezes o valor da corrente nominal, por

isso, definiram-se algumas limitações do tempo mínimo de funcionamento, assim como um tempo mínimo de paragem. Estas limitações garantem que o compressor não será danificado devido a arranques sucessivos. Na Figura 47, são apresentados os tempos definidos para o primeiro compressor, conectado ao variador de frequência, e para os restantes dois compressores do mesmo grupo.

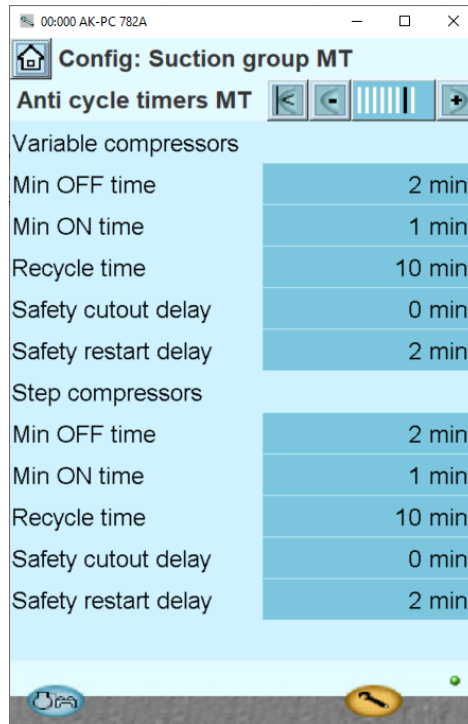


Figura 47 Tempos de Proteção do Arranque dos Compressores

Uma vez que todos os compressores usados são do mesmo fabricante, todas as limitações de arranque consecutivas foram replicadas para os restantes compressores. Pertencente também ao grupo de configuração de compressores, está também a atribuição dos *setpoints* de temperatura e pressão máxima e mínima. A atribuição destes valores máximos e mínimos de funcionamento estão diretamente dependentes da temperatura pretendida nos locais a refrigerar. De um modo geral, as perdas energéticas são bastante inferiores durante a noite, uma vez que tipicamente não existem aberturas de portas e as temperaturas exteriores são mais baixas. Por isso, como se pode consultar na Figura 49 definiram-se capacidades de funcionamento para dia e noite, que no caso de falha de leitura de algum transdutor, é garantido o fornecimento de frio às instalações.

Definiu-se também para os compressores de média temperatura uma pressão máxima de descarga de 100 bar e uma temperatura máxima de 140°C de acordo com as limitações mecânicas dos materiais, e para aspiração de média temperatura (MT) atribuiu-se um limite mínimo para o valor de aspiração de -17.5°C uma vez que o *setpoint* é de -8°C que correspondem, respetivamente a aproximadamente 20 e 27 bar. Já para o valor máximo da pressão de aspiração para este grupo atribuiu-se o valor de 0°C, ou seja, 35 bar. Neste patamar de pressão é acionado um rele temporizador que irá realizar a transição para o controlador de *backup*. De notar a não existência de um *setpoint* para a temperatura de descarga uma vez que esta é diretamente dependente do valor de temperatura ambiente.

Devido a presença de *timers* no controlador, é possível, como podemos verificar na Figura 49, realizar um atraso à ativação de um alarme, por exemplo, a atribuição de um atraso de 5 minutos em “To max. delay” indica que é necessário a pressão de aspiração estar acima do *setpoint* 5 minutos para ser acionado o alarme. O mesmo acontece com o alarme de sobreaquecimento na linha de aspiração. A medição do sobreaquecimento é feita com recurso a um transdutor de pressão e um sensor de temperatura, isto é, o CO₂, para uma determinada pressão, tem um valor de temperatura de evaporação associado que, normalmente, é um valor diferente da temperatura real do fluído. Uma vez que a temperatura medida recorrendo à sonda de temperatura é superior à temperatura prevista pelo valor de pressão lido é denominado de sobreaquecimento o diferencial existente. De notar que um sobreaquecimento abaixo do limite definido pode implicar a chegada de líquido aos compressores ou, um sobreaquecimento acima do estipulado causaria uma temperatura de descarga demasiado alta alterando as propriedades de lubrificação do óleo presente na instalação.

Para a realização de todas estas medições é necessária a correta instalação das sondas e transdutores. Por isso, presente na documentação do controlador usado, estão presentes alguns diagramas, como o apresentado na Figura 48, que indicam o local correto a fazer a instalação.

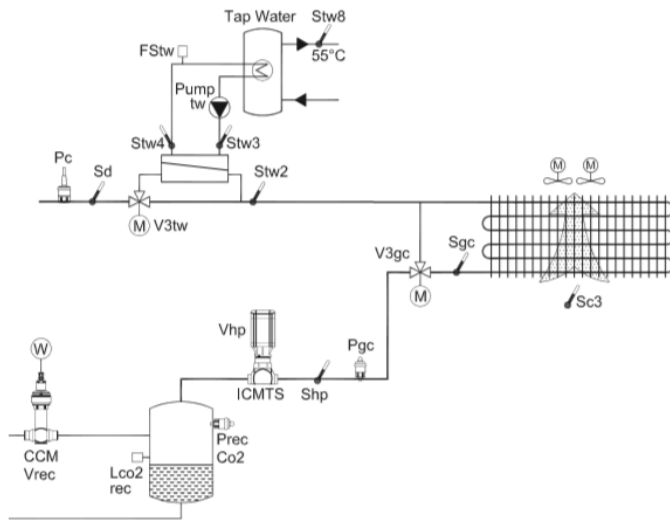


Figura 48 Localização Sondas e Transdutores

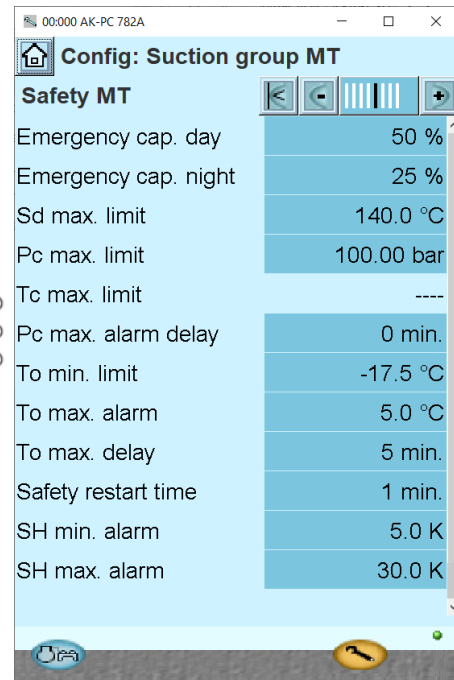


Figura 49 Grupo de Compressores de Média

Após configurado o grupo de compressão de média temperatura, procedeu-se a configuração do compressor paralelo e do grupo de compressão de baixa temperatura. Inerente ao funcionamento do compressor paralelo está um aumento de eficiência do sistema, pois, todo o CO₂ no estado gasoso presente no depósito é comprimido por este compressor e encaminhado para a linha de descarga dos compressores de média. Isto permite eliminar a redução de pressão causada pela válvula de *flash-gas*. Uma vez que estes dois equipamentos tem o mesmo objetivo, a regulação da pressão do depósito, o controlo dos mesmos está dependente um do outro, isto é, a partir do momento em que a abertura da válvula de *flas-gas* ultrapasse os 60% durante 120 segundos é dada a ordem de arranque ao compressor paralelo à frequência mínima de 30 Hz. Este apenas é desativado assim que a pressão do depósito se aproxime do *setpoint*.

Uma vez que este compressor trabalha em paralelo com os restantes compressores de média temperatura, a configuração deste partiu do mesmo princípio que a apresentada na Figura 50. A diferença existente para a configuração desta são os parâmetros mínimos e máximos de aspiração, isto é, “To min. limit” e “To max. alarm”, respetivamente, uma vez que a aspiração destes compressores é no depósito e não na

descarga dos compressores de negativos. Por isso, definiu-se um valor mínimo de 0°C, que corresponde a aproximadamente aos 35 bar de limite mínimo de pressão no depósito, e como 21°C (55 bar) o valor para o qual é acionado um alarme de alta pressão.

O grupo de compressão de negativos tem como objetivo o aumento de pressão do fluido proveniente dos evaporadores de congelados até ao patamar de aspiração do grupo de compressão de positivos.

Por isso, definiu-se como *setpoint* de aspiração -28°C, o que corresponde a uma pressão de aproximadamente 15 bar e um valor máximo na descarga destes compressores de 42 bar e 100°C. A pressão mínima de aspiração, mais uma vez regulada pela temperatura, foi definida como -40°C, o que corresponde a aproximadamente a 9 bar. A pressão máxima admissível na aspiração deste grupo foi definida para os 20°C é mais uma vez acionado um relé temporizador com o objetivo de comutar para o controlador de *backup*.

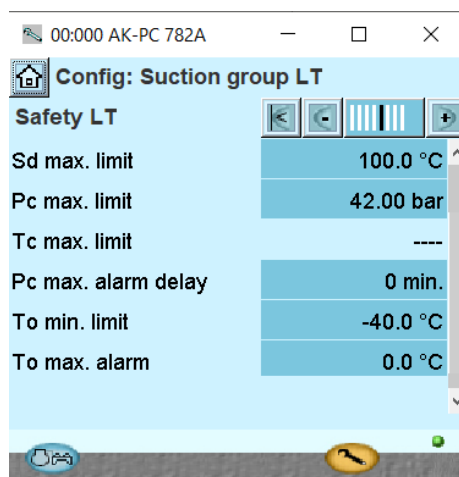


Figura 50 Grupo de Compressores de Baixa

Quanto ao controlo do óleo, e conforme referido, o mesmo será feito por diferencial de pressão. Para tal, o controlador recebe informação de um transdutor de pressão e um sensor de nível de óleo instalado no depósito de óleo como se pode confirmar na Figura 51.

Definiu-se um atraso ao alarme de falta de óleo de 60 segundos uma vez que pequenas oscilações no nível deste poderiam acionar um alarme. O retorno do óleo aos compressores é feito com recurso a um separador de óleo, um depósito e uma válvula

elétrica entre eles. Configurou-se que o envio de óleo do separador para o depósito seria feito pela abertura da válvula solenoide de forma cíclica, isto é, essa válvula é acionada com uma periodicidade de 30 minutos com cada acionamento feito de forma intermitente. Ou seja, após os 30 minutos é contabilizado um período de 1 minuto e a válvula é acionada durante 1 segundo realizando a passagem do óleo do separador para o depósito repetindo este processo 3 vezes. Isto acontece uma vez que a pressão presente no separador é bastante superior à pressão do depósito de óleo explicando assim a atribuição de 85 bar para o acionamento de um alarme de alta pressão sendo que a cada período de 1 segundo de abertura da válvula a pressão no depósito tem de estar compreendidas entre 2 e 5 bar.

Por último, a regulação do nível do óleo nos compressores é realizada pela TraxOil de uma forma independente garantindo sempre o nível mínimo desde que exista óleo presente no depósito de óleo.

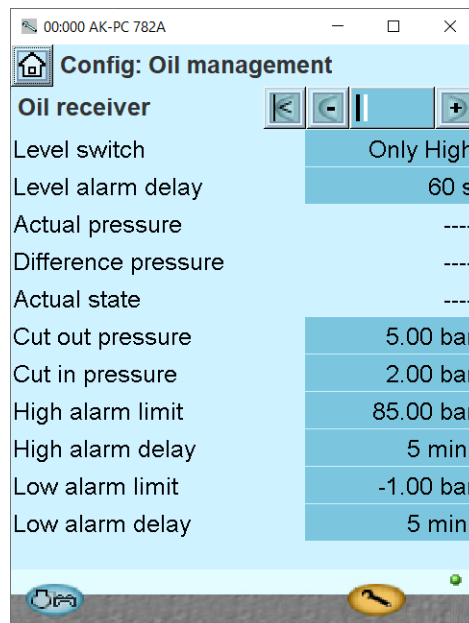


Figura 51 Controlo do Óleo

O grupo de condensação é outro dos componentes essenciais para o sistema de refrigeração. Este grupo, como já foi referido, é controlado por motores de comutação eletrónica, isto é, para além da alimentação trifásica necessitam de um sinal 0-10V que indicam a velocidade de funcionamento. Esse sinal é diretamente envidado pelo controlador limitando o funcionamento máximo a 80% com o objetivo de diminuir o

ruído provocado por este equipamento. O sinal enviado é modulado com recurso a um controlador PI definindo-se um valor para o ganho proporcional (K_p) de 10 e um tempo integral (T_n) de 180 segundos.

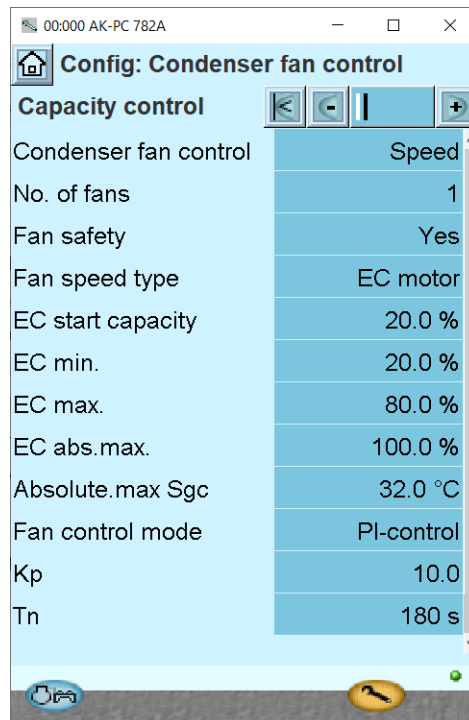


Figura 52 Controlo Condensador

Os valores inseridos para o controlador PI, apresentados na Figura 52, estão de acordo com os valores fornecidos pelo fabricante uma vez que estes são ajustados no momento do arranque de acordo com a temperatura ambiente. Neste tipo de controladores, o aumento do ganho proporcional tem como objetivo reduzir o tempo de estabelecimento do sinal, isto é, reduzir o tempo que a ventilação dos condensadores demora a atingir o *setpoint* pretendido. Já a inserção do tempo integral permite uma redução do erro em regime permanente, ou seja, permite que não exista um desvio entre o sinal pretendido e o *setpoint* definido. A modulação do sinal de controlo é feita de acordo equação apresentada abaixo.

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_n} \int_0^t e(t) dt \right]$$

A regulação de pressão do condensador é realizada através da percentagem de abertura da válvula transcítica, isto é, a válvula que se encontra entre o condensador e o depósito de líquido. O controlo associado a esta válvula é feito pelo algoritmo interno do controlador de forma a maximizar a eficiência da instalação tendo em conta a temperatura do fluído à saída do condensador.

Como já foi referido, o funcionamento destas válvulas é feito com recurso a um motor passo a passo e, como tal, existe a necessidade de indicar o tipo de válvula a controlar. Para o controlo da pressão apresentado na Figura 53 definiu-se a pressão máxima de funcionamento do condensador para 98 bar com uma banda de 5 bar. Esta banda de funcionamento implica que 5 bar abaixo do valor definido como máximo, a abertura da válvula é automaticamente de 100%. Definiu-se como pressão mínima de funcionamento 50 bar, no entanto, a esta pressão para ocorrer a transferência térmica desejada a temperatura ambiente terá de ser inferior a aproximadamente 15°C.

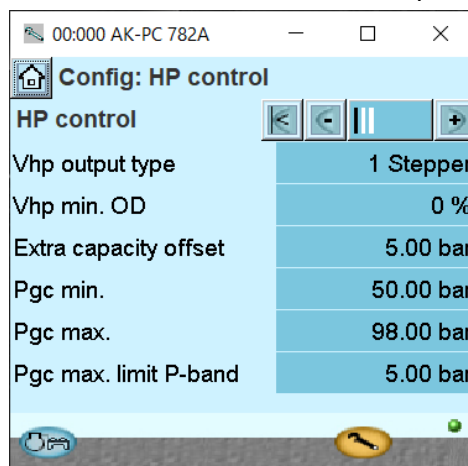


Figura 53 Controlo Alta Pressão

Outro dos equipamentos controlados pelo controlador principal é o depósito de líquido e, como tal, a válvula de *flash-gas*. O depósito presente nesta instalação tem como objetivo criar um reservatório de líquido pronto a ser encaminhado para os evaporadores. Devido à existência de uma válvula de alta pressão para reduzir a pressão de condensação para um patamar mais baixo aceitável pelo depósito, acaba por existir fluído no estado gasoso na parte superior do depósito de líquido. Assim, uma vez ultrapassado o *setpoint* definido, a válvula de *flash-gas* inicia a sua abertura de forma linear de acordo com o aumento de pressão no depósito. Assim que ultrapassar os 60%

de abertura e permanecer neste estado durante mais de 120 segundos é dada ordem de arranque ao compressor paralelo à frequência mínima de 30Hz.

Para o controlo de pressão do depósito (Figura 54), assim como no controlo de alta pressão, definiu-se uma banda de limite máximo de 3 bar, isto é, aos 47 bar presentes no depósito a válvula de *flash-gas* é forçada ao valor máximo de abertura.

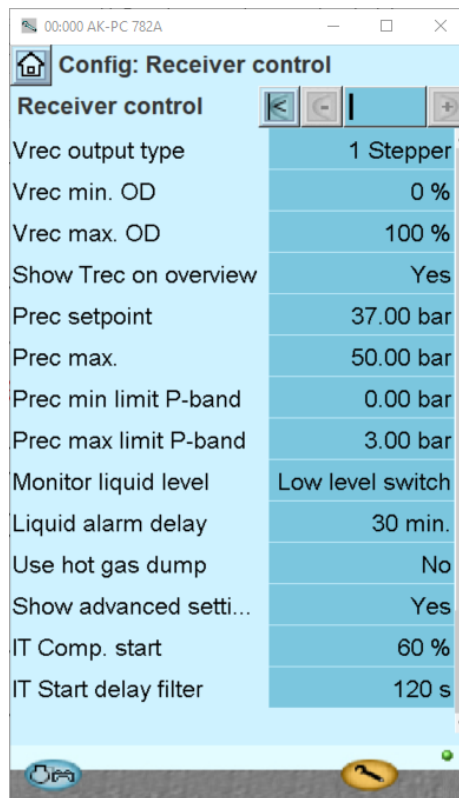


Figura 54 Controlo Depósito

O controlador apresentado possibilita também a criação de novas funcionalidades para além das pré-configuradas de fábrica e, de acordo com as necessidades de instalação, foi necessária a configuração de 3 termostatos e 6 entradas digitais para alarmes.

A configuração de três termostatos visa otimizar o controlo da central uma vez que estão direcionados para o controlo de sobreaquecimento, para o sistema adiabático e para o controlo de temperatura do óleo. O primeiro, tem como objetivo a atuação de uma válvula que injeta gás quente proveniente da linha de descarga dos compressores, na linha de aspiração MT. Esta injeção permite que, no caso de chegada de líquido aos compressores pelo baixo sobreaquecimento, a temperatura na linha de aspiração

amente eliminando a presença de líquido. Na Figura 55 está a parametrização deste termostato e qual a sonda utilizada para fazer a leitura. Neste caso, o valor de SH-MT corresponde a um valor de sobreaquecimento calculado com base no sensor de temperatura e transdutor de pressão instalados na linha de aspiração. Definiu-se que, para a injeção de gás quente, é iniciada aos 4°C e desativada assim que o sobreaquecimento atingir os 11°C.

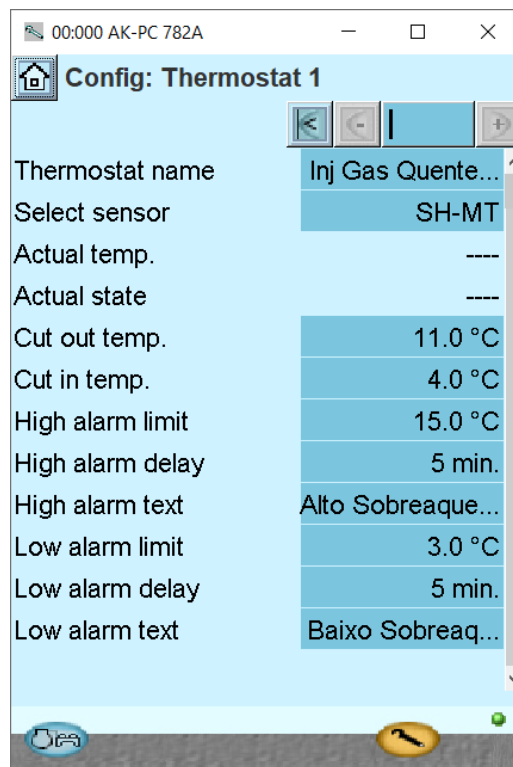


Figura 55 Termostato Controlo Sobreaquecimento

Como referido anteriormente, foram configurados mais dois termostatos, um para o controlo do sistema adiabático e o restante para a monitorização da temperatura do óleo. Ambas as configurações são idênticas à apresentada na Figura 55 com a alteração da sonda a efetuar as medições e os locais de atuação. O sistema adiabático, cuja documentação está presente no Anexo B consiste na pulverização de água na entrada do *gas cooler*. Esta pulverização permite que, em situações de temperatura exterior mais elevada, seja reduzida a temperatura em torno do *gas cooler* reduzindo a pressão de descarga dos compressores. Por isso, o sistema é acionado assim que a temperatura exterior seja superior a 38°C e desativado assim que a temperatura atinja os 35°C.

A monitorização da temperatura do óleo é feita com o objetivo de acionar um alarme assim que a temperatura deste seja superior a 120°C. Apesar de ser configurado como um termostato, o único objetivo é a ativação de um alarme uma vez que não existe arrefecimento de óleo na central.

Os 6 alarmes configurados têm como objetivo a geração de uma mensagem de acordo com a ativação de uma entrada digital. De acordo com o projeto elétrico, configuraram-se alarmes para uma possível fuga de CO₂. O detetor de CO₂ envia um sinal ao quadro elétrico responsável por acionar um relé que acionará a respetiva entrada digital do controlador.

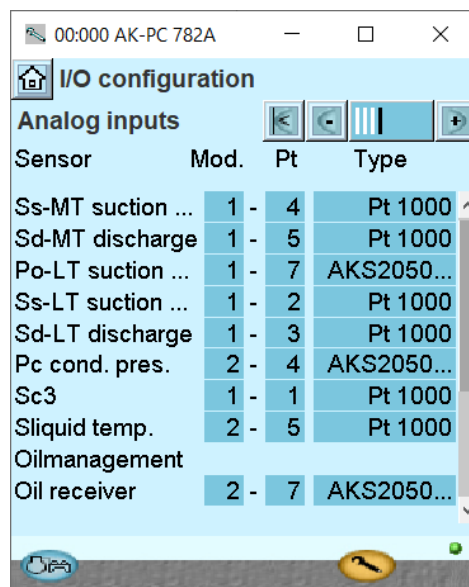
Já para o grupo de emergência foram configurados dois alarmes, um para a falha deste e o restante para o funcionamento uma vez que, o funcionamento deste compressor indica que é necessário o equilíbrio de pressões do depósito, tipicamente, em períodos de paragem da central. Foi também configurado o alarme para o disparo de proteções das válvulas uma vez que o fecho destas implica a paragem completa da instalação assim como o alarme de “*backup off*” que nos indica que o controlador de *backup* não se encontra em funcionamento.

Por último, o alarme do glicol. Este alarme surge com a necessidade de que, uma vez que se trata de uma instalação de frio na indústria alimentar, o fluído a entrar nos evaporadores instalados nas câmaras ter de ser, obrigatoriamente, glicol alimentar por forma a proteger o produto no interior das mesmas. Por isso, a troca de energia entre o CO₂ e o glicol é feita num permutador que, para o ponto de vista do controlo, tem o mesmo funcionamento que um evaporador. Uma vez que não haja circulação de glicol nesse permutador é ativado um alarme que irá iniciar o processo de paragem da central uma vez que não pode existir permuta caso não haja circulação de glicol.

Para além destes alarmes configurados, existem outros alarmes associados ao correto funcionamento dos grupos de compressão. Alarmes de alta pressão de descarga, alarmes de falta de óleo e erros de leitura de sensores e transdutores podem ser definidos com diferentes prioridades. Por exemplo, o alarme de falta de óleo é

configurado com uma prioridade mais baixa do que uma pressão de descarga alta ou erro de leitura dos transdutores. O *software* permite uma distribuição de prioridades em 3 níveis: *low*, *medium* e *high* que foram distribuídos pela lista de alarmes de acordo com o valor de cada um (Anexo C).

A restante tarefa a ser realizada é o mapeamento de entradas e saídas, analógicas e digitais, de acordo com o projeto elétrico desenvolvido selecionando o modelo das sondas e transdutores usados. Apresentado na Figura 56 está o método de configuração de entradas analógicas. Este mapeamento é feito tendo em conta o módulo de controlo a que se encontra feita a ligação elétrica. É possível verificar que as primeiras sondas/transdutores relativos aos compressores estão direcionados para o controlador principal enquanto que, por exemplo, a pressão do depósito de óleo, temperatura do líquido e pressão do condensador estão mapeadas para o segundo módulo, o AK-XM 205A. O mapeamento das restantes entradas e saídas é feito segundo o mesmo princípio tendo sempre em conta o projeto elétrico.



The screenshot shows a software window titled "00:000 AK-PC 782A" with a sub-header "I/O configuration". Under "Analog inputs", there is a table with columns for "Sensor", "Mod.", "Pt", and "Type". The table lists various sensors and their configurations.

Sensor	Mod.	Pt	Type
Ss-MT suction ...	1 -	4	Pt 1000
Sd-MT discharge	1 -	5	Pt 1000
Po-LT suction ...	1 -	7	AKS2050...
Ss-LT suction ...	1 -	2	Pt 1000
Sd-LT discharge	1 -	3	Pt 1000
Pc cond. pres.	2 -	4	AKS2050...
Sc3	1 -	1	Pt 1000
Sliquid temp.	2 -	5	Pt 1000
Oilmanagement			
Oil receiver	2 -	7	AKS2050...

Figura 56 Mapeamento Entradas Analógicas

5.2. GRUPO DE CONTROLO *DIXELL*

Este grupo de controlo de *backup* tem com objetivo garantir o funcionamento da central de refrigeração no caso da ocorrência de algum tipo de avaria com o controlo principal. Este grupo de controlo, assim como o controlador *Danfoss*, possui um algoritmo interno responsável pelo controlo da central. Recorrendo ao *software* de parametrização deste controlador, o *Wizmate*, procedeu-se à configuração do tipo de instalação, à atribuição de todos os *setpoints*, valores máximos e mínimos de pressão admissíveis na instalação, atrasos e, assim como no controlador principal, o mapeamento de entradas e saídas (Anexo D).

Para a configuração deste controlador é necessário ter em conta as diferenças de nomenclatura usadas pelos dois fabricantes. A *Dixell* define como “*circuit 1*” o grupo de compressores de média temperatura e como “*circuit 2*” o grupo de compressores de baixa temperatura. Assim sendo, numa configuração inicial é necessário parametrizar os compressores escolhidos para a central. O parâmetro CF1 apresentado na Figura 57 indica que os compressores escolhidos para o circuito 1 apresentam potências elétricas de funcionamento diferentes, ao contrário dos compressores do circuito 2 apresentados no parâmetro CF33.

Group	Parameter	Description	Value		Vis. Level	Limit		Unit
			Edit	Original		Minimum	Maximum	
RACK CONFIGURATION	CF1	Kind of compressors - circuit 1	dPO	dPO	Pr2			
RACK CONFIGURATION	CF4	Power of compressor 1 of circuit 1	38	38	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF5	Power of compressor 2 of circuit 1	38	38	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF6	Power of compressor 3 of circuit 1	56	56	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF7	Power of compressor 4 of circuit 1	0	0	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF8	Power of compressor 5 of circuit 1	0	0	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF9	Power of compressor 6 of circuit 1	0	0	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF10	Power of compressor 1 of circuit 2	4	4	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF11	Power of compressor 2 of circuit 2	4	4	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF12	Power of compressor 3 of circuit 2	4	4	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF13	Power of compressor 4 of circuit 2	0	0	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF14	Power of compressor 5 of circuit 2	0	0	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF15	Power of compressor 6 of circuit 2	0	0	Pr2	0	100	kW
RACK CONFIGURATION	CF16	Kind of gas circuit 1	r744	r744	Pr1			
RACK CONFIGURATION	CF17	Kind of gas circuit 2	r744	r744	Pr1			
RACK CONFIGURATION	CF33	Kind of compressors - circuit 2	Spo	Spo	Pr2			

Figura 57 Configuração Inicial *Dixell*

Nesta primeira configuração também é escolhido o tipo de fluido frigorífero. Neste controlador em específico, é necessária a configuração do tipo de fluido para os dois grupos uma vez que este controlador permite o controlo de sistemas em cascata, isto é, um fluido para cada estágio de compressão.

Após as configurações iniciais e assim como no controlador principal, foram definidos os tempos de proteção dos compressores limitando assim o número de arranques sucessivos uma vez que as correntes de arranque danificariam os enrolamentos presentes no estator do motor. Como podemos ver na Figura 58, definido o tempo de 4 minutos entre arranques consecutivos, limitou-se a 1 minuto o tempo entre a desativação de um compressor e a ativação do seguinte. Estas limitações garantem uma proteção a nível elétrico independentemente das necessidades frigoríficas da instalação.

Atribuiu-se também um tempo mínimo de funcionamento de 30 segundos e um tempo máximo de 0 horas. Este parâmetro definido como 0 indica que os compressores não têm um limite máximo de funcionamento respeitando assim os parâmetros anteriormente definidos no caso de serem desabilitados. Uma vez configurado o “*circuit 1*” correspondendo ao grupo de compressão de média temperatura, replicou-se a configuração para o “*circuit 2*”, o grupo de compressão de baixa temperatura.

Group	Parameter	Description	Value		Vis. Level	Limit		Unit
			Edit	Original		Minimum	Maximum	
COMPRESSORS SAFETY	SL1	2 start compressor delay - Circuit 1	4	4	Pr2	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL2	Minimum time load off - Circuit 1	1	1	Pr2	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL3	2 different load start delay - Circuit 1	60	60	Pr2	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL4	2 different load off delay - Circuit 1	30	30	Pr2	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL5	Minimum time load on - Circuit 1	30	30	Pr2	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL6	Maximum time load on (0=nu)	0	0	Pr2	0	24	hr

Figura 58 Segurança Compressores

Da mesma forma que foram configurados os compressores do circuito 1 e circuito 2 configurou-se o compressor paralelo (Figura 59). Este controlador, contrariamente ao anterior, apresenta automaticamente todas as possibilidades de configuração e, como tal, apresentam a parametrização de um segundo compressor paralelo que, neste caso, não existe. Por isso, para o compressor paralelo foi definido o tempo de 1 minuto entre

arranques consecutivos com uma ordem de arranque assim que a válvula de *flash-gas* se encontrar com uma abertura superior a 40% durante 120 segundos.

Group	Parameter	Description	Value		Vis. Level	Limit		Unit
			Edit	Original		Minimum	Maximum	
PARALLEL	PC1	BGV Valve percentage to activate parallel compression	40	40	Pr2	0	99	%
PARALLEL	PC2	Time with BGV valve \geq PC1 before the activation of the parallel compression	120	120	Pr2	0	999	sec
PARALLEL	PC3	Pressure setpoint for BGV when the parallel compression is activated	40.00	40.00	Pr2	37.00	500.00	bar
PARALLEL	PC4	Minimum time between 2 following switching ON of the same parallel compressor	1	1	Pr2	0	1000	min
PARALLEL	PC5	Minimum time between the switching OFF of a parallel compressor and the following	2	2	Pr2	0	1000	min
PARALLEL	PC6	Time delay between the insertion of two different parallel compressors	10	10	Pr2	1	5990	sec
PARALLEL	PC7	Time delay between switching OFF of two different parallel compressors	5	5	Pr2	1	5990	sec
PARALLEL	PC8	Minimum time parallel compressor ON	60	60	Pr2	1	5990	sec
PARALLEL	PC9	Regulation band of the parallel compression inverter	3.00	3.00	Pr2	0.10	10.00	bar
PARALLEL	PC10	Band offset of the parallel compression inverter	0.00	0.00	Pr2	-12.00	12.00	bar
PARALLEL	PC11	Disable Parallel compression with heat reclaim ON	no	no	Pr2			

Figura 59 Segurança Compressor Paralelo

De notar a diferente configuração efetuada para os diferentes grupos de controlo uma vez que, o controlador de *backup* tem como objetivo garantir o funcionamento da central de refrigeração em caso de falha do controlador principal. Por isso, e uma vez que o algoritmo interno de controlo não é o mesmo, a atribuição de diferentes parâmetros visa garantir o funcionamento da central. Daí o momento de passagem do controlador principal para o controlador de *backup* ser realizada por dois pressostatos em paralelo. Equipamento analógico que detetando a presença de uma alta pressão de aspiração quer na linha de aspiração de positivos quer nos negativos origina a ordem de passagem para o controlador da *Dixell*.

A atribuição dos *setpoints* de funcionamento para controlo de *backup* foi feita tendo em conta o tempo de transição entre o controlador principal e o controlador secundário. Por isso definiram-se valores alvo de -10°C para o circuito 1 e de -30°C para o circuito 2.

Assim como no controlador principal, este permite também um controlo do óleo, no entanto, com um modo de funcionamento diferente do controlador anteriormente apresentado. Como se pode comprovar na Figura 60, este controlador permite o controlo de dois circuitos de óleo de formas independentes, apesar de apenas ser necessário o controlo de uma válvula existente entre o separador de óleo e o depósito. A transferência deste lubrificante entre estes dois equipamentos é feita de acordo com o estado do compressor. Quando os compressores se encontram desligados é feita uma

injeção de óleo durante um minuto com um intervalo entre atuações na válvula de mil segundos, ou seja, aproximadamente 17 minutos. Já no momento de funcionamento dos compressores é respeitado o período entre atuações, no entanto, apenas é feita uma injeção durante 30 segundos.

Group	Parameter	Description	Value		Vis. Level	Limit		Unit
			Edit	Original		Minimum	Maximum	
OIL MANAGEMENT	OIL1	Oil management type	4	0 - 4 - Oil	Pr2			
OIL MANAGEMENT	OIL2	ON time Oil injection valve circuit 1	60	60	Pr2	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL3	OFF time Oil injection valve circuit 1	1000	1000	Pr2	0	1500	sec
OIL MANAGEMENT	OIL4	ON time Oil injection valve circuit 1 with compr. on	30	30	Pr2	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL5	OFF time Oil injection valve circuit 1 with compr. on	1000	1000	Pr2	0	1500	sec
OIL MANAGEMENT	OIL10	Activation delay of Oil injection valve circuit 1	30	30	Pr2	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL11	Activation delay of Oil injection valve circuit 2	30	30	Pr2	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL12	Alarm delay for low level oil in circuit 1	60	60	Pr2	-1	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL13	Alarm delay for low level oil in circuit 2	60	60	Pr2	-1	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL14	Action before low oil level alarm circuit 1	0	0 - or 0 - on	Pr2			

Figura 60 Controlo do Óleo

Do mesmo modo, existe a necessidade de efetuar a parametrização relativa ao condensador e, como tal, esta é feita do mesmo modo que no controlador anteriormente apresentado. A configuração para este controlador foi feita tendo em conta a instabilidade do sistema em torno do ponto crítico do CO₂, 31,8°C. Por isso, como é possível confirmar na Figura 61, é estabelecido um limite de 27°C para o qual o sistema é forçado a entrar em regime transcrito uma vez que neste regime deixa de existir a linearidade entre pressão e temperatura. Linearidade essa que é conhecida, por exemplo, em regime subcrítico.

O controlo de pressão no condensador é realizado pela válvula de alta pressão sendo esta que define qual o regime de funcionamento. Por isso, apesar de ser definido um valor máximo para o funcionamento em regime subcrítico, é atribuído um valor mínimo de pressão para o funcionamento em regime transcrito de 73 bar. A fase de transição é controlada pela válvula de alta pressão que, de acordo com a sua percentagem de abertura, permite um aumento ou diminuição de pressão no condensador. Esta válvula, denominada também de válvula transcrito, possui uma banda de funcionamento de 12 bar em regime transcrito, ou seja, em torno do valor de *setpoint* atribuído dinamicamente pelo controlador é definida uma banda de funcionamento 6 bar acima e 6 bar abaixo desse valor alvo.

A atribuição desta banda de funcionamento está associada ao controlo PI configurado para o funcionamento da válvula. Este controlo, apresentado no subcapítulo anterior, permite uma modulação da válvula de uma forma mais precisa, garantindo que, com a inserção do ganho proporcional, é possível obter uma resposta mais rápida e que, com a inserção de um tempo integral, é eliminado o erro em regime permanente. Este tempo integral permite que, no caso de uma estabilização do *setpoint*, a válvula atinja o valor alvo não fazendo uso da banda de 12 bar definida.

Group	Parameter	Description	Value		Vis. Level	Limit		Unit
			Edit	Original		Minimum	Maximum	
GAS COOLER	GC1	Setpoint for Subcritical and Transcritical mode switch	27.0	27.0	Pr2	-3.0	42.0	°C
GAS COOLER	GC2	Hysteresis for Subcritical and Transcritical mode switch	2.0	2.0	Pr2	0.0	20.0	°C
GAS COOLER	GC3	HPV minimum pressure set point value in transcritical mode	73.00	73.00	Pr2	0.00	200.00	bar
GAS COOLER	GC4	Transcritical proportional band	12.00	12.00	Pr2	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC5	Transcritical band offset	0.00	0.00	Pr2	-10.00	50.00	bar
GAS COOLER	GC6	Integral sampling time	120	120	Pr2	0	1000	sec
GAS COOLER	GC7	Derivative	1	1	Pr2	0	1000	
GAS COOLER	GC11	Maximum HPV% open	100	100	Pr2	10	100	%
GAS COOLER	GC12	Minimum HPV% open	10	10	Pr2	0	100	%
GAS COOLER	GC13	Maximal allowable pressure setpoint in gas cooler	95.00	95.00	Pr2	0.00	200.00	bar

Figura 61 Controlo Condensador

Como foi referido, o controlo desta válvula está diretamente ligado à pressão do condensador e, com o objetivo de garantir que não existem pressões demasiado elevadas, atribuiu-se uma percentagem de 10% para a abertura mínima desta válvula. De notar que o fecho completo desta implicaria um aumento de pressão no condensador.

Do mesmo modo, existe um controlo de pressão associado ao depósito realizado pela válvula de *flash-gas*, que tem como objetivo manter a pressão deste em torno dos 35 bar. A modulação desta válvula é feita recorrendo a controladores PI, assim como na válvula transcritical, no entanto, uma vez ultrapassados 40% da abertura durante 120 segundos é ativo o compressor paralelo sendo atribuído, para a válvula, um *setpoint* do depósito de 40 bar uma vez que o compressor paralelo tem o funcionamento mínimo de 60 segundos.

Este controlador secundário permite também o controlo de sobreaquecimento. Como referido no subcapítulo anterior este controlo é realizado pela injeção de gás quente ou injeção de líquido na linha de aspiração de média temperatura. A configuração

apresentada na Figura 62 indica que a atuação da válvula da injeção de gás quente é feita assim que a linha de aspiração atingir -7°C. Já no parâmetro seguinte, ASH22 é dado o diferencial onde esta válvula atua, ou seja, entre -7 e -5°C a válvula de injeção de gás quente está ativa.

Já a injeção de líquido é feita assim que a temperatura de aspiração ultrapassar os 20°C por forma a diminuir a temperatura de descarga dos compressores garantindo a manutenção das propriedades do óleo. Com o diferencial de 3°C, garantimos que esta válvula atua entre 17 e 20°C.

Group	Parameter	Description	Value		Limit		Unit
			Edit	Original	Minimum	Maximum	
SUPERHEAT	ASH20	Hot gas valve circuit 1 activated also by temperature cont	yES	yES			
SUPERHEAT	ASH21	Suction 1 temperature value at which the hot gas valve is	-7.0	-7.0	-50.0	110.0	°C
SUPERHEAT	ASH22	Differential for ASH21	2.0	2.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH32	Liquid injection valve, circuit 1, activated also by temperat	yES	yES			
SUPERHEAT	ASH33	Delay after compressor start, before initiating the suction	2	2	0	15	min
SUPERHEAT	ASH34	Suction 1 temperature value at which the liquid injection v	20.0	20.0	-50.0	110.0	°C
SUPERHEAT	ASH35	Differential for ASH34	3.0	3.0	0.1	15.0	°C

Figura 62 Controlo Sobreaquecimento

Assim como no controlador principal, é necessário também o mapeamento de entradas e saídas, analógicas e digitais. A Figura 63 apresenta a configuração feita para as entradas analógicas de acordo com o projeto elétrico. Neste caso, a distinção entre o controlador principal e os módulos de expansão é feita através do parâmetro “IPX 10 din” indicando que, com a presença deste, o mapeamento é feito para o IPRC215D.

Group	Parameter	Description	Value	
			Edit	Original
Configuration Ana	AIC1	Configuration Analog Input 1	13 - NTC Temperature probe Dynamic	13 - N
Configuration Ana	AIC2	Configuration Analog Input 2	18 - NTC AUX Temperature probe suct	18 - N
Configuration Ana	AIC3	Configuration Analog Input 3	157 - NTC Discharge line temperature	157 - N
Configuration Ana	AIC4	Configuration Analog Input 4	17 - NTC AUX Temperature probe suct	17 - N
Configuration Ana	AIC5	Configuration Analog Input 5	158 - PTC Discharge line temperature	158 - F
Configuration Ana	AIC6	Configuration Analog Input 6	175 - NTC Suction line temperature pa	175 - N
Configuration Ana	AIC7	Configuration Analog Input 7	38 - 4-20mA Pressure Probe Suction (38 - 4-
Configuration Ana	AIC8	Configuration Analog Input 8	178 - PTC Discharge line temperature	178 - F
Configuration Ana	AIC9	Configuration Analog Input 9	166 - NTC CO2 Temperature post heat	166 - N
Configuration Ana	AIC10	Configuration Analog Input 10	37 - 4-20mA Pressure Probe Suction (37 - 4-
Configuration Ana	AIC18	Configuration Analog Input 18 (IPX 10 din)	154 - NTC Gas cooler outlet temperatu	154 - N
Configuration Ana	AIC19	Configuration Analog Input 19 (IPX 10 din)	162 - NTC H-R secondary fluid inlet te	162 - N
Configuration Ana	AIC20	Configuration Analog Input 20 (IPX 10 din)	160 - NTC H-R secondary fluid outlet t	160 - N
Configuration Ana	AIC21	Configuration Analog Input 21 (IPX 10 din)	164 - NTC H-R tank water temperature	164 - N

Figura 63 Mapeamento Entradas Analógicas

5.3. ANÁLISE CONCLUSIVA

A instalação e respetiva parametrização dos dois grupos de controlo anteriormente apresentados permitiu apresentar algumas diferenças existentes entre eles.

A Danfoss apresenta um ambiente de configuração mais intuitivo e gráfico comparativamente com o produto selecionado da Dixell. Como vantagem, neste equipamento, obtém-se uma maior versatilidade uma vez que é possível aceder a alguns parâmetros que se encontram bloqueados para a configuração do AK-PC 782A.

Outro aspeto a considerar é a eficiência a nível energético para os dois controladores instalados. Dado serem provenientes de fabricantes diferentes, o respetivo algoritmo de controlo da central de refrigeração possui estratégias de controlo diferentes para ambos os controladores. Isto implica um comportamento diferente e como tal, um consumo energético diferente entre controladores.

Esta página foi propositadamente deixada em branco

6. ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO QUADRO ELÉTRICO

Ao longo deste capítulo será feita uma análise detalhada ao projeto elétrico implementado e de que forma é possível realizar uma otimização do mesmo. Por isso, será realizada uma análise de custos por forma a observar quais as áreas com um maior peso no custo final deste equipamento tentando incidir nestas áreas em específico com o objetivo de conceber um produto final fiável a um preço mais reduzido.

6.1. ANÁLISE QUADRO ELÉTRICO IMPLEMENTADO

O quadro elétrico implementado nesta central de refrigeração apresenta dimensões bastante superiores aos quadros elétricos de outras centrais de refrigeração analisadas. Por isso, decidiu-se fazer uma análise detalhada com o intuito de saber quais os equipamentos com um custo mais elevado. Na Figura 64 é possível verificar quais os equipamentos com um maior peso no custo final deste equipamento.

Iniciando pela área do controlo, na qual estão presentes ambos os controladores e respetivos módulos de expansão com um peso de 32% no preço total do quadro elétrico. De seguida, e relacionado também com o controlo da central de refrigeração, estão as sondas e transdutores usados com um peso de 17% correspondendo a um custo de 1651,56€. De notar que o custo apresentado para esta parcela representa o valor de sondas e transdutores em duplicado dada a necessidade de instalar sondas e transdutores de ambos os fabricantes.

Os dispositivos de acionamento, que incluem todos os contactores, relés e relés temporizadores usados, apresentam um peso de 7%. Apesar de ser uma das parcelas com uma percentagem de custo menor, apresenta potenciais alvos de melhoria dada a quantidade de equipamentos usados neste grupo. Assim como nas sondas e transdutores, o grupo dos dispositivos de proteção é um grupo no qual não é possível obter quaisquer tipos de melhorias dada a necessidade de proteção dos equipamentos de forma individual. Já a parcela apresentada como “Outros” representa o custo de todos os restantes equipamentos. Desde bornes a barramentos, ventilação para o quadro elétrico por forma a controlar a temperatura no interior do mesmo, LED’s e botoneiras usadas no exterior do quadro. Esta parcela com um peso significativo de 2446,5€ é a que apresenta uma maior possibilidade de otimização, visto ser possível recorrer a funcionalidade do controlador para substituir estes equipamentos.

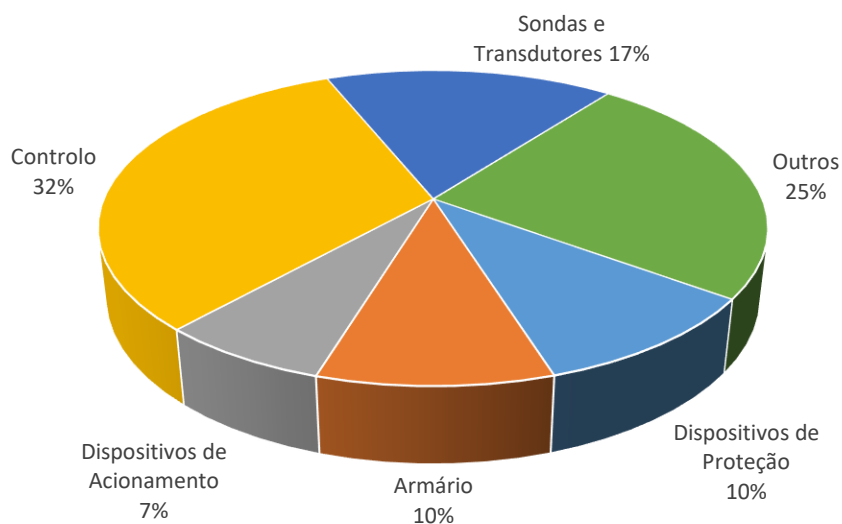


Figura 64 Distribuição de Custos dos Equipamentos do Quadro Elétrico

Dada a instalação dos variadores de frequência no interior do quadro elétrico, como se pode comprovar na Figura 37, as dimensões do mesmo obrigatoriamente aumentaram originando a que este excedesse a altura da central (Figura 15) originando a um aumento de custo na aquisição do armário.

O quadro elétrico elaborado apresenta um custo total em equipamentos de 9956,07€ sendo que neste valor não estão incluídos os três variadores de frequência usados nem a mão de obra necessária para a montagem do mesmo.

6.2. PROJETO ELÉTRICO OTIMIZADO

Com a necessidade de criar um produto competitivo, de mais fácil manuseamento surgiu a possibilidade de otimizar o projeto elétrico. Esta otimização tem como objetivo principal a redução de custos em equipamentos, tempo de montagem e acima de tudo padronizar o projeto elétrico sempre com vista a possíveis alterações sem alterar a estrutura principal.

Recorrendo ao *software* EPLAN Electric P8 versão 2.9, redesenhou-se o projeto elétrico com o objetivo de o simplificar, tornar a leitura mais simples e acima de tudo que concebesse um produto final mais competitivo.

A estrutura principal do projeto foi alterada obtendo um resultado apresentado na Figura 65. Foi desenvolvido de acordo com a metodologia usada na empresa mantendo inicialmente a alimentação principal do quadro seguido da tomada, ventilação e iluminação do mesmo e ainda a alimentação dos LED's presentes na porta.

De seguida, foi dada atenção aos componentes principais da central de refrigeração. Iniciando pelo grupo de compressão de positivos, passando ao compressor paralelo e por último o grupo de compressão de negativos. De notar a sequenciação realizada quanto ao número de páginas por exemplo, para o primeiro grupo de compressão foi atribuída a numeração a partir da primeira dezena, para o paralelo a segunda e por

último o grupo de negativos, a terceira. A importância desta atribuição está na etiquetagem de todas as linhas e equipamentos presentes no quadro elétrico por forma a facilitar, através da numeração, a identificação dos equipamentos elétricos e a que componentes correspondem.

Após a inserção de todos os compressores optou-se pelo controlador deixando para o fim todos os restantes parâmetros que podemos consultar na Figura 65.



Figura 65 Estrutura Projeto Elétrico Otimizado

Esta reestruturação do projeto elétrico levou a que fosse otimizado em alguns aspetos. Dado o grande peso do controlo e os seus acessórios (sondas e transdutores), optou-se pela remoção do controlo de *backup*. Esta remoção tem como consequência um risco associado a perda de frio nas instalações, no entanto, como foi referido na secção 5.1, o mesmo está preparado para o funcionamento no caso de falha de leitura de algum sensor ou transdutor.

Esta remoção levou a que fosse desenvolvido um projeto elétrico, para uma configuração idêntica à apresentada, para cada controlador dos que até agora foram apresentados, *Carel, Danfoss e Dixell*.

Inicialmente desenvolveu-se um projeto elétrico para o controlador da *Danfoss, AK-PC 782A*. O facto de não existir um controlador de *backup* levou a uma redução do número de relés usados no projeto assim como a redução do número de contactos auxiliares necessários em cada relé. Do mesmo modo, realizou-se a remoção de todos os relés temporizadores uma vez que esta função esta presente no controlador como se pode verificar na Figura 66 e Figura 67.

O atraso à entrada de um alarme por falta de nível, por exemplo, passa apenas a ser feita pelo controlador principal mantendo o relé de interface protegendo o controlador contra possíveis picos de corrente enviados por este sensor.

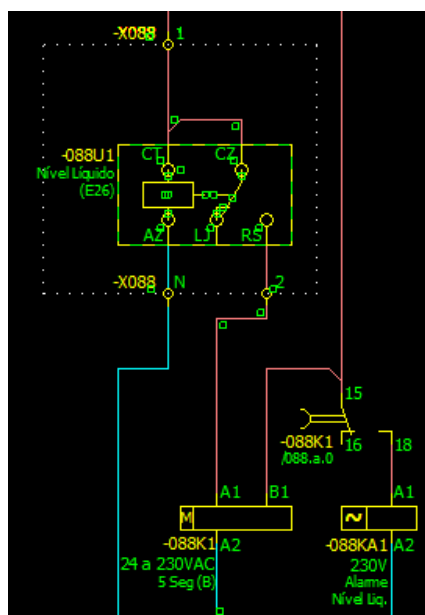


Figura 66 Esquema Nível de Líquido Original

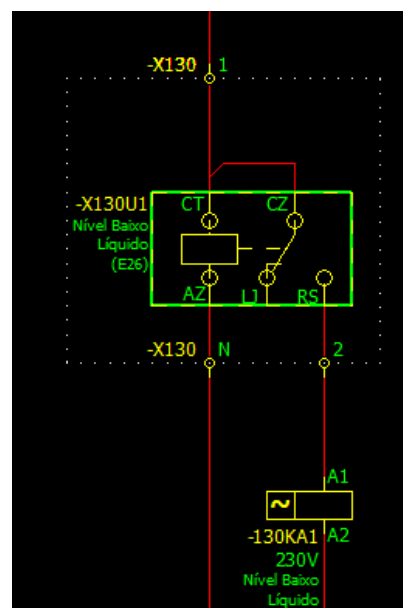


Figura 67 Esquema Nível de Líquido Otimizado

A remoção e alteração dos relés existentes permitiu uma poupança de 36% face ao custo de todos estes dispositivos no projeto original.

Outra redução notória no projeto elétrico está na remoção dos dispositivos de proteção diferencial. Estes, de acordo com a norma IEC 61008-1, não existe a obrigatoriedade de

instalação dos mesmos em equipamentos cuja interação é feita por pessoas qualificadas. Juntamente com o objetivo de redução de tamanho do quadro elétrico, optou-se pela remoção dos mesmos. Apenas se mantiveram estes equipamentos na tomada e ventilação presente uma vez que são os equipamentos que interagem de uma forma mais direta com o homem. Mesmo assim, esta demonstrou ser uma redução significativa permitindo reduzir em 438,36€ apenas neste equipamento.

Mantendo a lógica de redução no grupo de dispositivos de proteção foi dada uma particular atenção aos disjuntores motores que estavam a proteger os variadores de frequência. Estes equipamentos (*Danfoss FC 103*) possuem, internamente, a proteção térmica do motor sendo necessário realizar apenas a proteção magnética ou contra curto circuitos. Por isso, substituíram-se estes equipamentos por disjuntores curva D (Figura 68) para a mesma gama de funcionamento, por forma a suportar os picos de corrente iniciais provocado por estes equipamentos.

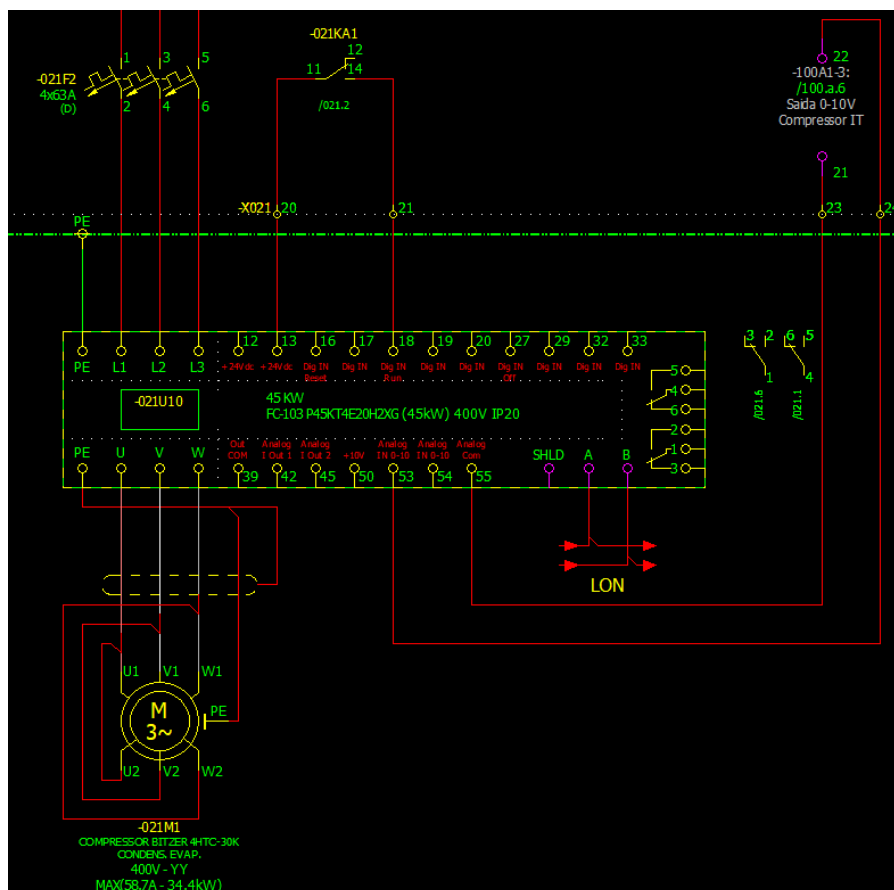


Figura 68 Esquema Elétrico Compressor Paralelo

Por último, a restante alteração a fazer é no *layout* apresentado. Este foi reduzido com o objetivo de criar uma apresentação do quadro elétrico simples e de fácil interação. A diminuição do número de LED's apresentados a utilização de alguns com a função de botão integrado assim como a remoção de blocos de díodos existentes com o objetivo de realizar um teste às lâmpadas permitiu uma redução de 60,9% face ao projeto inicial no que toca a estes componentes.

Juntamente com a remoção dos variadores de frequência do interior do armário, foi possível reduzir de duas faces existentes no quadro elétrico para uma, sendo ainda possível alterar a dimensão do mesmo integrando-o com a central de refrigeração. Apresentado na Figura 69 e Figura 70 está uma proposta de *layout* para um armário de 1600X1200mm garantindo assim o enquadramento dos dois equipamentos.

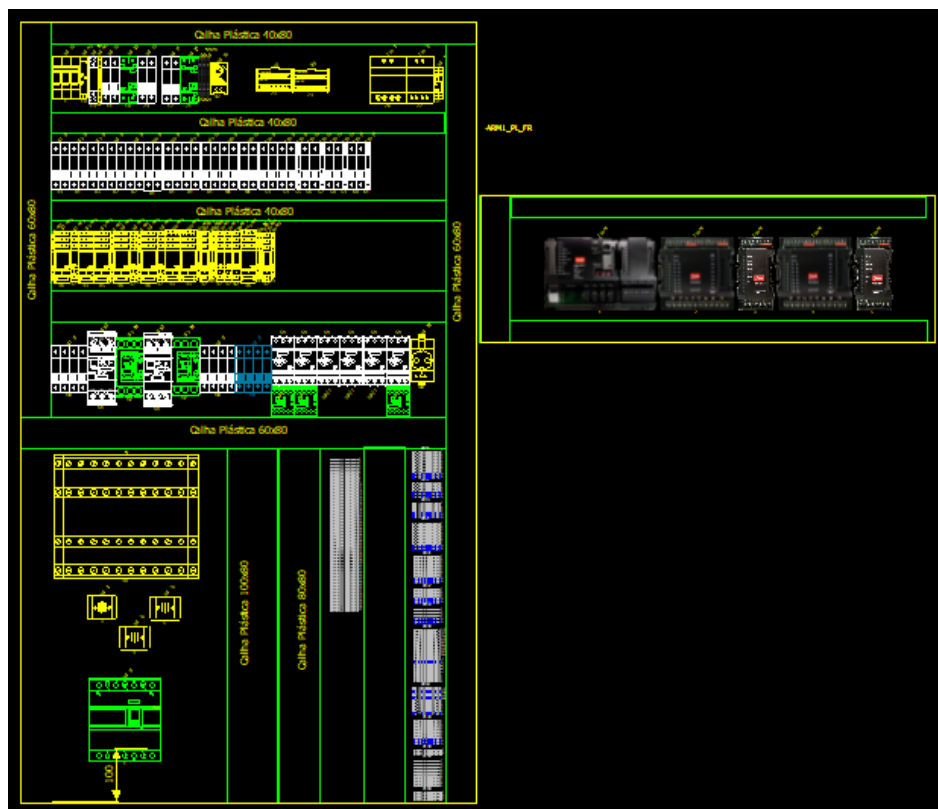


Figura 69 *Layout* Interior Quadro Elétrico

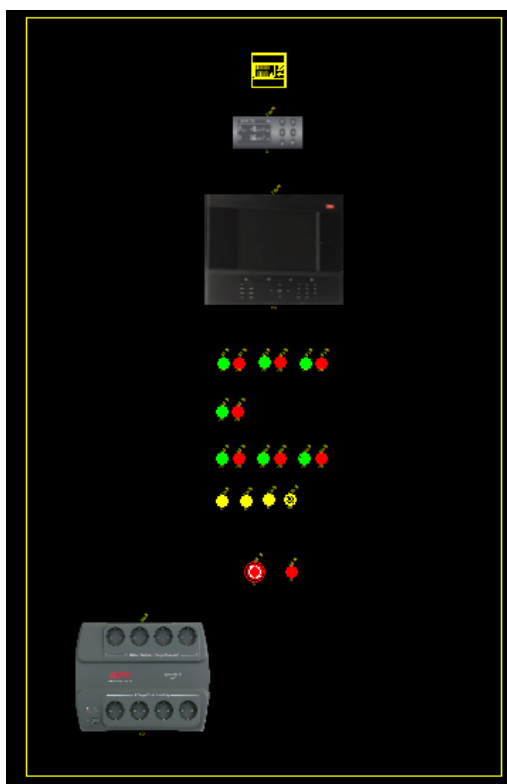


Figura 70 Layout Exterior Quadro Elétrico

Todas as alterações efetuadas ao projeto elétrico referidas permitiram realizar poupanças que, dependendo do controlo, estão na ordem dos 30 a 50%. A Figura 71 apresenta o custo relativo à implementação de cada um dos projetos elétricos desenvolvidos. Mais uma vez, e com o objetivo de obter um meio de comparação viável, os projetos foram desenvolvidos para uma central de refrigeração para a mesma potência da implementada.

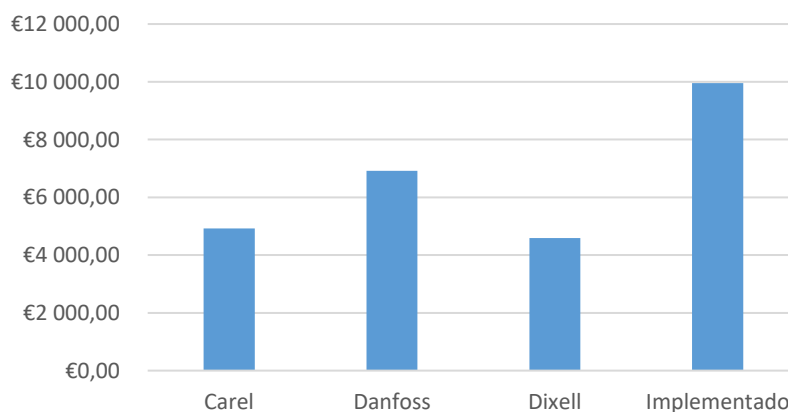


Figura 71 Comparação de Custos entre Quadros Elétricos

De notar que a diferença existente no custo total dos três modelos apresentados é atribuída ao preço do controlador e seus acessórios, no entanto, obteve-se uma redução no custo de 30% quando comparado com o quadro elétrico com controlo *Danfoss* e uma redução de 53% quando comparado com o controlo *Dixell*.

Comparando o quadro projetado que apresenta um maior custo (*Danfoss*) ao quadro elétrico implementado e analisado no início deste capítulo, é possível verificar o peso existente do controlador apesar de existir uma redução associada a este campo pela remoção do controlador de *backup*. É possível verificar, através da análise da Figura 72 que existiu uma maior atribuição de funcionalidades ao controlo uma vez que este e os respetivos acessórios representam mais de metade do custo total deste quadro elétrico.

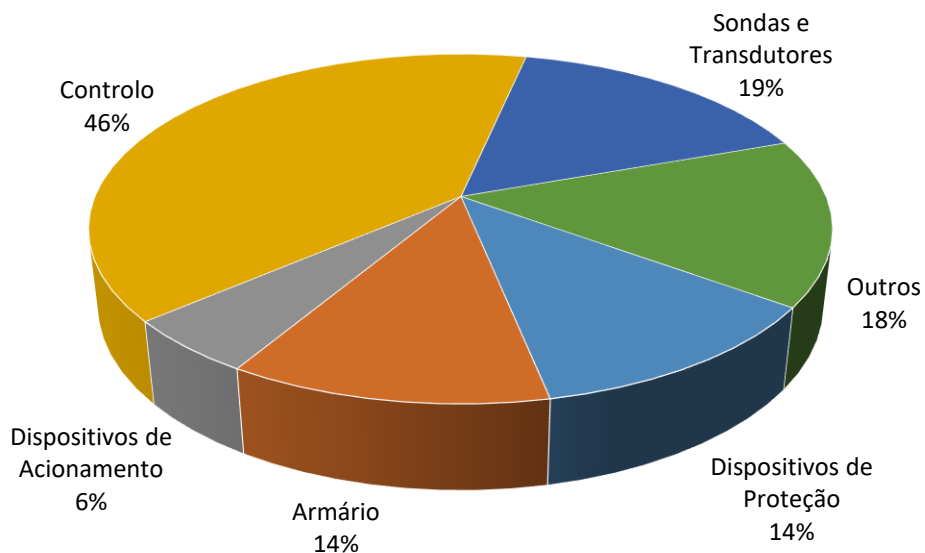


Figura 72 Distribuição de Custos do Quadro Elétrico Otimizado *Danfoss*

Esta página foi propositadamente deixada em branco

7. CONCLUSÕES

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação foram atingidos alguns objetivos, que permitiram a aquisição de novos conhecimentos dentro da área dos sistemas de frio e qual importância que este apresenta no nosso quotidiano.

Numa fase inicial, o desenvolvimento da aplicação para o teste de pressões permitiu que não fosse necessária a aquisição de novos equipamentos de leitura e armazenamento de dados. A aplicação, juntamente com o equipamento já existente na RACE cumpriram as necessidades de visualização das pressões, na forma gráfica, em tempo real e ainda o armazenamento dos mesmos.

De seguida, para o dimensionamento dos equipamentos para o quadro elétrico foi necessário um estudo acerca do funcionamento da central de refrigeração. Isto permitiu que fossem escolhidos todos os equipamentos de proteção e acionamento dos equipamentos de acordo com os equipamentos pretendidos. Do mesmo modo selecionaram-se dois controladores para este equipamento. Danfoss e Dixell foram os

fabricantes selecionados apresentando produtos orientados à refrigeração, no entanto, bastante diferentes.

A otimização do projeto elétrico surgiu com o estudo aprofundado dos controladores. Este estudo permitiu que fosse otimizado o projeto elétrico sendo que este baseou-se mais nas funcionalidades do controlador e não a nível elétrico. Foi também dada atenção ao custo total do quadro elétrico sendo apresentadas três soluções com diferentes custos finais sendo assim possível criar um produto competitivo no mercado.

O desenvolvimento desta dissertação em âmbito empresarial permitiu a aquisição de conhecimentos que não foram explorados em ambiente acadêmico na área da refrigeração e, mais precisamente, no controlo destes sistemas. Com isto, é possível indicar algumas propostas de melhoria ao sistema implementado. Uma vez instalado este equipamento, é possível a aquisição de dados e realizar uma análise ao funcionamento da central de refrigeração e, como tal, a realização de uma análise comparativa entre controladores a nível de eficiência energética. A diferença existente no algoritmo de controlo presente em cada controlador tem influência no modo de funcionamento deste equipamento e como tal, é notória a diferença a nível energético.

Referências

- [1] A. Rey, “Uma breve história da refrigeração no mundo;,” [Online]. Available: <https://refrimaq.org/historia-da-refrigeracao/>. [Acedido em Maio 2020].
- [2] M. Santos, “Identificação de sistemas de refrigeração: Uma primeira abordagem,” Florianópolis, 2007.
- [3] “Museum of Applied Arts & Sciences - GE ‘Monitor Top’ refrigerator,” 1927-1936. [Online]. Available: <https://collection.maas.museum/object/210813>. [Acedido em Maio 2020].
- [4] J. Branco, “Análise do potencial e melhoria de eficiência energética utilizando válvulas de expansão eletrónica de variação contínua de capacidade,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2016.
- [5] W. F. Stoecker, Industrial Refrigeration Handbook, McGraw-Hill Education, 1998.
- [6] M. Dias, V. Nogueiro e A. Magalhães, “Manual do Curso Técnico de Refrigeração II”.
- [7] INOVENERGY, “Eficiência energética no setor agro-industrial — Fluídos Frigoríficos,” 2014.
- [8] Danfoss, “Danfoss Engineering Tomorrow - Learnig,” [Online]. Available: <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/learning/>. [Acedido em Maio 2020].

- [9] Emerson, "Commercial CO2 Refrigeration Systems," [Online]. Available: <https://climate.emerson.com/documents/commercial-co%E2%82%82-refrigeration-systems-en-ca-3592874.pdf>. [Acedido em Junho 2020].
- [10] B. Caldeira, "Controlo avançado em instalações de frio industrial," Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2018.
- [11] Emerson, "Climate Technologies - Copeland Compressor," [Online]. Available: <https://climate.emerson.com/en-us/shop/1/copeland-sku-ase35c4e-iaa-201>. [Acedido em Maio 2020].
- [12] Bitzer, " Reciprocating Compressors - Semi-Hermetic - Ecoline," [Online]. Available: <https://www.bitzer.de/ca/en/reciprocating-compressors/>. [Acedido em Maio 2020].
- [13] M. J. Pirani, "ENG176 Refrigeração e Ar Condicionado, Parte 1," Universidade Federal da Bahia .
- [14] "Portal da Refrigeração - Tipos de Condensadores," [Online]. Available: https://www.refrigeracao.net/Topicos/condensador_1.htm. [Acedido em Maio 2020].
- [15] Centauro, "Condensadores Centauro - Instruções de Operação," [Online]. Available: <https://www.centauro.pt/index.php/pt/documentacao/manuais-de-instrucoes/60-condensadores-centauro>. [Acedido em Maio 2020].
- [16] Gewabin, "Jiangsu Gewabin Heat Technology Co.,Ltd," [Online]. Available: <http://gwbhr.gdlekang.com/sell/index.php?itemid=37778>. [Acedido em Junho 2020].

- [17] Danfoss, “Danfoss T2/TE2 Thermostatic Expansion Valves,” [Online]. Available: <https://www.danfoss.com/en/products/valves/dcs/thermostatic-expansion-valves/t2-te2/#tab-software>.
- [18] Carel, “Carel E2V Electronic Expansion Valves,” [Online]. Available: https://www.carel.com/electronic-expansion-valve/-/journal_content/56_INSTANCE_i4q5KIMLInKK/10191/92333. [Acedido em Junho 2020].
- [19] R. J. Dossat, Principles of Refrigeration, University of Houston, 1961.
- [20] P. Contact, “Phoenix Contact - Disjuntores Termomagnéticos de Proteção de Equipamentos,” [Online]. Available: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/pt?1dmy&urile=wcm:path:/pt/pt/web/main/products/technology_pages/subcategory_pages/Circuit_Breaker/86f66c83-9314-443b-8cb4-e7ea80c2c07e/86f66c83-9314-443b-8cb4-e7ea80c2c07e. [Acedido em Junho 2020].
- [21] Siemens, “Siemens - Industrial Controls - SIRIUS,” [Online]. Available: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-controls/sirius.html>. [Acedido em Junho 2020].
- [22] Carel, “Retail - Compressor Racks - pR300T,” [Online]. Available: https://www.carel.com/compressor-racks/-/journal_content/56_INSTANCE_i4q5KIMLInKK/10191/27501.
- [23] SmartPower, “SmartPower - Motores de Comutação Elétronica,” [Online]. Available: <https://smartpower.com.pt/MotorEcm.php>. [Acedido em Junho 2020].
- [24] F. Barrias, T. Nogueira e J. Pinto, “Neutro à Terra,” *Tecnologias de Produção de Frio: Estudo e Análise de Medidas de Eficiência Energética.*, p. 17.

- [25] Danfoss, “Capacity Controller for transcritical CO2 Booster Control AKPC-782A,” [Online]. Available: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC245386497366/DOC245386497366.pdf>. [Acedido em Julho 2020].
- [26] Emerson, “Oil Management System Series OM3,OM4 and OM5 - TraxOil,” [Online]. Available: <https://climate.emerson.com/documents/om3-om4-om5-oil-management-system-technical-bulletin-8-pages-en-gb-3842796.pdf>. [Acedido em Junho 2020].

Anexo A. Resultados Teste Pressões

No	TP1	TP2	TP3	TP4	TIME	DATE
1	132,87	66,87	57,59	34,18	11:01:38	18-06-2020
2	132,87	66,87	57,59	34,19	11:01:43	18-06-2020
3	132,87	66,87	57,59	34,19	11:01:48	18-06-2020
4	132,88	66,88	57,59	34,19	11:01:53	18-06-2020
5	132,87	66,87	57,59	34,2	11:01:58	18-06-2020
6	132,87	66,89	57,59	34,2	11:02:03	18-06-2020
7	132,87	66,87	57,59	34,18	11:02:08	18-06-2020
8	132,88	66,87	57,59	34,18	11:02:13	18-06-2020
9	132,88	66,88	57,59	34,18	11:02:18	18-06-2020
10	132,88	66,87	57,59	34,19	11:02:23	18-06-2020
11	132,87	66,89	57,6	34,19	11:02:28	18-06-2020
12	132,88	66,88	57,59	34,2	11:02:33	18-06-2020
13	132,88	66,87	57,59	34,2	11:02:38	18-06-2020
14	132,87	66,89	57,6	34,2	11:02:43	18-06-2020
15	132,88	66,9	57,59	34,2	11:02:48	18-06-2020
16	132,89	66,9	57,59	34,18	11:02:53	18-06-2020
17	132,87	66,87	57,6	34,19	11:02:58	18-06-2020
18	132,88	66,87	57,59	34,19	11:03:03	18-06-2020
19	132,88	66,87	57,59	34,18	11:03:08	18-06-2020
20	132,87	66,87	57,59	34,18	11:03:13	18-06-2020
21	132,88	66,89	57,59	34,19	11:03:18	18-06-2020
22	132,88	66,88	57,59	34,19	11:03:23	18-06-2020
23	132,87	66,87	57,59	34,18	11:03:28	18-06-2020
24	132,88	66,89	57,59	34,18	11:03:33	18-06-2020
25	132,87	66,9	57,59	34,18	11:03:38	18-06-2020
26	132,88	66,9	57,6	34,2	11:03:43	18-06-2020
27	132,88	66,87	57,59	34,2	11:03:48	18-06-2020
28	132,87	66,87	57,59	34,2	11:03:53	18-06-2020
29	132,88	66,87	57,59	34,19	11:03:58	18-06-2020
30	132,88	66,87	57,59	34,19	11:04:03	18-06-2020
31	132,87	66,87	57,59	34,18	11:04:08	18-06-2020
32	132,88	66,89	57,59	34,18	11:04:13	18-06-2020
33	132,89	66,88	57,59	34,18	11:04:18	18-06-2020
34	132,87	66,87	57,6	34,19	11:04:23	18-06-2020
35	132,87	66,89	57,6	34,19	11:04:28	18-06-2020
36	132,87	66,9	57,59	34,18	11:04:33	18-06-2020
37	132,87	66,87	57,59	34,18	11:04:38	18-06-2020
38	132,87	66,9	57,59	34,18	11:04:43	18-06-2020
39	132,88	66,87	57,6	34,18	11:04:48	18-06-2020
40	132,88	66,87	57,59	34,18	11:04:53	18-06-2020
41	132,87	66,87	57,59	34,18	11:04:58	18-06-2020
42	132,88	66,87	57,59	34,19	11:05:03	18-06-2020
43	132,89	66,87	57,59	34,19	11:05:08	18-06-2020
44	132,87	66,87	57,59	34,2	11:05:13	18-06-2020
45	132,87	66,89	57,59	34,2	11:05:18	18-06-2020
46	132,88	66,9	57,59	34,2	11:05:23	18-06-2020
47	132,88	66,9	57,59	34,19	11:05:28	18-06-2020
48	132,87	66,87	57,59	34,2	11:05:33	18-06-2020
49	132,88	66,87	57,59	34,18	11:05:38	18-06-2020

50	132,89	66,87	57,59	34,19	11:05:43	18-06-2020
51	132,87	66,87	57,6	34,19	11:05:48	18-06-2020
52	132,87	66,87	57,59	34,18	11:05:53	18-06-2020
53	132,87	66,9	57,59	34,18	11:05:58	18-06-2020
54	132,87	66,87	57,59	34,18	11:06:03	18-06-2020
55	132,88	66,9	57,6	34,18	11:06:08	18-06-2020
56	132,87	66,87	57,61	57,6	11:06:13	18-06-2020
57	132,88	66,88	57,6	34,18	11:06:18	18-06-2020
58	132,88	66,87	57,59	34,19	11:06:23	18-06-2020
59	132,87	66,89	57,59	34,19	11:06:28	18-06-2020
60	132,87	66,9	57,6	34,18	11:06:33	18-06-2020
61	132,87	66,9	57,59	34,18	11:06:38	18-06-2020
62	132,87	66,87	57,59	34,18	11:06:43	18-06-2020
63	132,88	66,87	57,59	34,18	11:06:48	18-06-2020
64	132,88	66,87	57,6	34,18	11:06:53	18-06-2020
65	132,87	66,87	57,61	34,2	11:06:58	18-06-2020
66	132,88	66,89	57,6	34,2	11:07:03	18-06-2020
67	132,89	66,88	57,59	34,2	11:07:08	18-06-2020
68	132,87	66,87	57,59	34,2	11:07:13	18-06-2020
69	132,87	66,89	57,59	34,2	11:07:18	18-06-2020
70	132,87	66,9	57,59	34,2	11:07:23	18-06-2020
71	132,87	66,9	57,59	34,2	11:07:28	18-06-2020
72	132,87	66,87	57,59	34,2	11:07:33	18-06-2020
73	132,87	66,88	57,59	34,2	11:07:38	18-06-2020
74	132,87	66,87	57,6	34,19	11:07:43	18-06-2020
75	132,87	66,89	57,61	34,19	11:07:48	18-06-2020
76	132,88	66,9	57,6	34,18	11:07:53	18-06-2020
77	132,88	66,9	57,59	34,18	11:07:58	18-06-2020
78	132,88	66,87	57,59	34,18	11:08:03	18-06-2020
79	132,87	66,87	57,59	34,18	11:08:08	18-06-2020
80	132,88	66,87	57,59	34,19	11:08:13	18-06-2020
81	132,88	66,87	57,59	34,19	11:08:18	18-06-2020
82	132,87	66,89	57,6	34,18	11:08:23	18-06-2020
83	132,88	66,88	57,59	34,18	11:08:28	18-06-2020
84	132,89	66,87	57,59	34,18	11:08:33	18-06-2020
85	132,87	66,87	57,59	34,18	11:08:38	18-06-2020
86	132,88	66,87	57,59	34,18	11:08:43	18-06-2020
87	132,88	66,87	57,59	34,18	11:08:48	18-06-2020
88	132,87	66,87	57,59	34,19	11:08:53	18-06-2020
89	132,88	66,89	57,59	34,19	11:08:58	18-06-2020
90	132,88	66,88	57,6	34,2	11:09:03	18-06-2020
91	132,87	66,87	57,6	34,2	11:09:08	18-06-2020
92	132,88	66,89	57,59	34,2	11:09:13	18-06-2020
93	132,87	66,9	57,59	34,2	11:09:18	18-06-2020
94	132,88	66,9	57,59	34,18	11:09:23	18-06-2020
95	132,88	66,89	57,6	34,2	11:09:28	18-06-2020
96	132,87	66,87	57,59	34,18	11:09:33	18-06-2020
97	132,88	66,87	57,59	34,2	11:09:38	18-06-2020
98	132,88	66,88	57,59	34,18	11:09:43	18-06-2020
99	132,87	66,87	57,59	34,18	11:09:48	18-06-2020

100	132,88	66,89	57,59	34,19	11:09:53	18-06-2020
101	132,89	66,88	57,59	34,19	11:09:58	18-06-2020
102	132,87	66,87	57,59	34,18	11:10:08	18-06-2020
103	132,87	66,89	57,59	34,18	11:10:13	18-06-2020
104	132,87	66,9	57,59	34,18	11:10:18	18-06-2020
105	132,87	66,9	57,59	34,19	11:10:23	18-06-2020
106	132,87	66,87	57,59	34,19	11:10:28	18-06-2020
107	132,88	66,87	57,6	34,18	11:10:33	18-06-2020
108	132,87	66,87	57,59	34,19	11:10:38	18-06-2020
109	132,87	66,87	57,59	34,19	11:10:43	18-06-2020
110	132,87	66,89	57,59	34,18	11:10:48	18-06-2020
111	132,87	66,87	57,6	34,18	11:10:53	18-06-2020
112	132,87	66,87	57,61	34,18	11:10:58	18-06-2020
113	132,87	66,88	57,6	34,18	11:11:03	18-06-2020
114	132,87	66,87	57,59	34,18	11:11:08	18-06-2020
115	132,88	66,89	57,59	34,19	11:11:13	18-06-2020
116	132,87	66,88	57,6	34,19	11:11:18	18-06-2020
117	132,87	66,87	57,59	34,18	11:11:23	18-06-2020
118	132,87	66,89	57,59	34,18	11:11:28	18-06-2020
119	132,87	66,9	57,59	34,18	11:11:33	18-06-2020
120	132,87	66,9	57,6	34,18	11:11:38	18-06-2020

Esta página foi propositadamente deixada em branco

Anexo B. Documentação Equipamentos

Dados Compressores 1,2 e 3 Negativos:

Dados Técnicos	
2KSL-1K	
dados técnico	
Deslocamento LP/HP (1450 RPM)	2,71 m ³ /h
Deslocamento LP/HP (1750 RPM)	3,27 m ³ /h
No. de cilindros x diâmetro x curso	2 x 30 mm x 22 mm
Peso	47 kg
Pressão máxima (LP/H)	30 / 53 bar
Conexão da linha de sucção	16 mm - 5/8"
Conexão da linha de descarga	12 mm - 1/2"
Tipo de óleo R744 (CO2)	BSE60K (Standard) BSE85K, BSG68K (Option)
dados motor	
Motor versão	1
Voltagem do motor (outras sob consulta)	380-420V Y-3-50Hz
Máxima corrente de trabalho	3.5 A
Corrente de partida (rotor bloqueado)	22.5 A
Máx. Potência absorvida excedida	1,8 kW
extensão do fornecimento	
Proteção do motor	SE-B1
Classe da proteção	IP65
Coxins	Standard
Carga de óleo	1,00 dm ³
opções disponíveis	
Resistência de aquecimento de óleo	0..60 W PTC (Option)
medição sonora	
Compressor	2KSL-1K-40S
Etapas de capacidade	100%
Capac. Frigorífica	4,34 kW
Capac. Frigorífica *	4,34 kW
Capacidade Evaporador	4,34 kW
Potência absorvida	1,17 kW
Corrente (400V)	2,89 A
Faixa de Tensão	380-420V
Capacidade do Condensador	5,51 kW
COP/EER	3,70
COP/EER*	3,70
Vazão em massa	60,3 kg/h
Temp. gás de Descarga não resfriado	63,7 °C

Dados Compressores 1 e 2 Positivos:

Dados Técnicos

4HTE-20K

dados técnico

Deslocamento LP/HP (1450 RPM)	12,0 m ³ /h
Deslocamento LP/HP (1750 RPM)	14,5 m ³ /h
No. de cilindros x diâmetro x curso	4 x 34mm x 38mm
Peso	187 kg
Pressão máxima (LP/H)	100/160 bar
Conexão da linha de sucção	28 mm - 1 1/8"
Conexão da linha de descarga	18 mm - 3/4"
Tipo de óleo R744 (CO2)	BSE85K (Standard), BSG68K (Option)

dados motor

Motor versão	1
Voltagem do motor (outras sob consulta)	380-420V PW-3-50Hz
Máxima corrente de trabalho	39.6 A
Relação de torque	50/50
Corrente de partida (rotor bloqueado)	97.0 A Y / 158.0 A YY
Máx. Potência absorvida excedida	22,7 kW

extensão do fornecimento

Proteção do motor	SE-B2
Classe da proteção	IP65
Coxins	Standard
Carga de óleo	2,60 dm ³
Resistência de aquecimento de óleo	0..140 W PTC (Standard)

opções disponíveis

Conexão da linha de sucção	Option
Válvula de descarga	Option
Monitoramento do nível de óleo	OLC-K1 (Option)

medição sonora

Compressor	4HTE-20K-40P
Etapas de capacidade	100%
Capac. Refrigerica	38,5 kW
Capacidade Evaporador	38,5 kW
Potência absorvida	11,83 kW
Corrente (400V)	21,0 A
Faixa de Tensão	380-420V
capacidade do resfriador gasoso	50,4 kW
COP/EER	3,26
Vazão em massa	759 kg/h
Temp. gás de Descarga não resfriado	85,7 °C
alta pressão opcional	75,0 bar(a)

Dados Compressor 3 Positivos:

Dados Técnicos

(4FTC-20K) ▾

Deslocamento LP/HP (1450 RPM)	17,8 m ³ /h
Deslocamento LP/HP (1750 RPM)	21,5 m ³ /h
No. de cilindros x diâmetro x curso	4 x 50mm x 26mm
Peso	165 kg
Pressão máxima (LP/H)	100/160 bar
Conexão da linha de sucção	28 mm - 1 1/8"
Conexão da linha de descarga	18 mm - 3/4"
Tipo de óleo R744 (CO ₂)	BSE85K (Standard)

dados motor

Motor versão	2
Voltagem do motor (outras sob consulta)	380-420V PW-3-50Hz
Máxima corrente de trabalho	42.0 A
Relação de torque	50/50
Corrente de partida (rotor bloqueado)	97.0 A Y / 158.0 A YY
Máx. Potência absorvida excedida	24,6 kW

extensão do fornecimento

Proteção do motor	SE-B1
Classe da proteção	IP65
Coxins	Standard
Carga de óleo	2,60 dm ³
Resistência de aquecimento de óleo	0..140 W PTC (Standard)

opções disponíveis

Conexão da linha de sucção	Option
Válvula de descarga	Option
Monitoramento do nível de óleo	OLC-K1 (Option)

medição sonora

Compressor	4FTC-20K-40P
Etapas de capacidade	100%
Capac. Frigorífica	56,4 kW
Capacidade Evaporador	56,4 kW
Potência absorvida	18,15 kW
Corrente (400V)	30,5 A
Faixa de Tensão	380-420V
capacidade do resfriador gasoso	74,6 kW
COP/EER	3,11
Vazão em massa	1111 kg/h
Temp. gás de Descarga não resfriado	87,7 °C
alta pressão opcional	75,0 bar(a)

Dados Compressor Paralelo:

Dados Técnicos

(4FTC-30K) ▾

dados técnico

Deslocamento LP/HP (1450 RPM)	17,8 m ³ /h
Deslocamento LP/HP (1750 RPM)	21,5 m ³ /h
No. de cilindros x diâmetro x curso	4 x 50mm x 26mm
Peso	191 kg
Pressão máxima (LP/H)	100/160 bar
Conexão da linha de sucção	28 mm - 1 1/8"
Conexão da linha de descarga	18 mm - 3/4"
Tipo de óleo R744 (CO2)	BSE85K (Standard), p ₀ >40bar, p _c >120bar: BSG68K (Option)

dados motor

Motor versão	1
Voltagem do motor (outras sob consulta)	380-420V PW-3-50Hz
Máxima corrente de trabalho	58.7 A
Relação de torque	50/50
Corrente de partida (rotor bloqueado)	135.0 A Y / 220.0 A YY
Máx. Potência absorvida excedida	34,4 kW

extensão do fornecimento

Proteção do motor	SE-B1
Classe da proteção	IP65
Coxins	Standard
Carga de óleo	2,80 dm ³
Resistência de aquecimento de óleo	0..140 W PTC (Standard)

opções disponíveis

Conexão da linha de sucção	Option
Válvula de descarga	Option
Monitoramento do nível de óleo	OLC-K1 (Option)

medição sonora

Nível de potência sonora (-10°C / 90bar)	84 dB(A) @ 50Hz
Nível de pressão sonora @ 1m (-10°C / 90bar)	76 dB(A) @ 50Hz

Compressor	4FTC-30K-40P
Etapas de capacidade	100%
Capac. Refrigerica	57,3 kW
Capacidade Evaporador	57,3 kW
Potência absorvida	18,05 kW
Corrente (400V)	33,0 A
Faixa de Tensão	380-420V
capacidade do resfriador gasoso	75,4 kW
COP/EER	3,18
Vazão em massa	1128 kg/h
Temp. gás de Descarga não resfriado	86,8 °C
alta pressão opcional	75,0 bar(a)

Dados Condensador:

Centauro	Estudo nº offer nº	Cliente Client	Data Date
	Modelo Model	GCT-ACJ/EA 380/347 CE	24/04/2020
FICHA DE DADOS TÉCNICOS TECHNICAL DATA SHEET			
1. DADOS DE CÁLCULO CALCULATION DATA			
1.1	Tipo Type	Gas cooler	
1.2	Capacidade Capacity	W	230000
1.3	Caudal de ar Air Volume	m ³ /h	430000
1.4	Entrada de ar Air inlet	°C	43
1.5	Temperatura entrada fluido Fluid in temperature	°C	135.9
1.6	Temperatura saída fluido Fluid out temperature	°C	45
1.7	Fluido Fluid	CO2	
2. DADOS DA BATERIA COIL DATA			
2.1	Espaçamento de alhetas Fin spacing	mm	2.1
2.2	Superfície Surface	m ²	595
2.3	Volume interno Internal volume	dm ³	64
2.4	Material dos tubos Tubes material	Cobre Copper	
2.5	Material das alhetas Fins material	Alumínio Aluminium	
2.6	Peso	kg	880
3. MOTORES FAN MOTORS			
		Valor Nominal Nominal data	Ponto de trabalho Operating point
3.1	Quantidade Quantity	3 (EC)	
3.2	Diâmetro Diameter	800	
3.3	Rotação Speed	rpm	940 710
3.4	Potência absorvida por ventilador Absorbed power per fan	W	1950 743
3.5	Corrente por ventilador Current per fan	A	3.1 1.2
3.6	Alimentação Main power supply	V/F/Hz	400/3/50
3.7	Voltagem Voltage	V	10 7.5
3.8	Ruído Noise (1)	dB(A)	51 43

Dados Bomba Central de Bombagem:

Manufacturers	Lowara
Manufacturers Warranty	2 Years
Weight	54.0 Kg
Dimensions	249 x 320 x 453 mm
Connection Type	1 1/4 Inch Flanged
Motor Size	3kW
Voltage	415V 3Ph 50Hz
RPM	2900
Max Flow	27 m3/h
Max Head	35.9 Metres
Max Pressure	16 Bar
Max Temperature	120°C

Dados Grupo de Emergência:

Gross weight	23.74 kg	EAN	5702428565882
Net weight	23 kg		
Air flow @ 50Hz [m ³ /h]	850 m ³ /h	Fan voltage @ 60Hz (max) [V] [Min]	220 V
Applications	HBP MBP	Liquid line connection (mm)	6 mm
Approval standard	CE EAC	Model Number	OP-MCGC015SCA01G
Compressor model	SC15GX	No. of phases (compressor)	1
Compressor power supply [V/Ph/Hz]	230/1/50	No. of phases (fan)	1
Condenser type	BG_4/5	Number of fans	1
Description	OP-MCGC015SCA01G	Receiver approval	UL
Electrical code	G	Refrigerant	R134a R513A R1234yf
Fan blade size [mm]	254 mm	Region	Africa Asia Europe Middle East Pacific
Fan current @ 50Hz [A]	0.39 A	Segment usage	Medium Back Pressure
Fan current @ 60Hz [A]	0.35 A	Sound power @ 50Hz [db(A)]	64 dbA
Fan power consumption @ 50Hz [W]	55 W	Suction connection size [mm]	10 mm
Fan power consumption @ 60Hz [W]	53 W	Technology	Reciprocating
Fan power output @ 50Hz [W]	16 W	Type	Optyma™
Fan power output @ 60Hz [W]	16 W	Type designation	Condensing Units
Fan power supply [V/Ph/Hz]	230/1/50	Version	A01
Fan voltage @ 50Hz (max) [V] [Max]	240 V	Voltage 50Hz [V]	220 V
Fan voltage @ 50Hz (max) [V] [Min]	220 V	Voltage 50Hz [V] [Max]	240 V
Fan voltage @ 60Hz (max) [V] [Max]	240 V		

Shipping weight:	15,10 Kg
Contents:	1,00 Pieces
Dimensions (height):	20,90 cm
customs tariff number:	84143081
Cooling capacity condition:	T0 -15 C
Manufacturer:	Danfoss Secop
Model:	SC15G
Modelname:	104L8520
Modellname 3:	SC15GX
Stroke volume (cm3):	15,28
Performance condition:	-25 / +55 °C
Power (W):	230
Cooling capacity (W):	424
Max. Starting current (A):	14,8
Engine type:	CSIR
Note:	Maximum refrigerant amount 1300 g
Oil quantity (l):	0,55
Compressor type:	Piston
Power range:	-35 C to +15 C
Alternative:	GP14TB, CAJ4452Y, GP14PB, GP14PT

Dados Sistema Adiabático:

1.4 Componentes

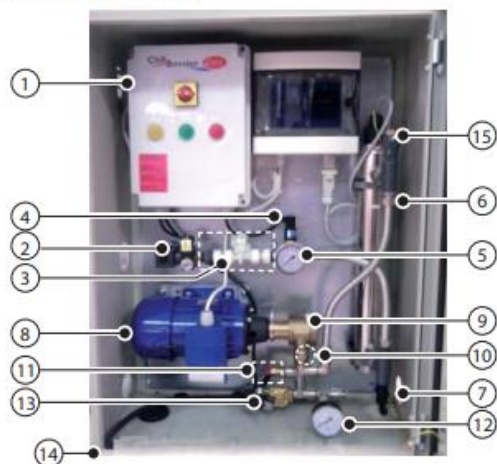


Fig. 1.a

Legenda:

1. quadro elétrico;
2. válvula solenóide NC de carga;
3. redutor de pressão;
4. pressóstato;
5. manômetro para água na entrada;
6. lâmpada UV (opcional);
7. torneira de descarga lâmpada UV;
8. motor;
9. bomba;
10. parafuso de regulação de pressão;
11. termoválvula;
12. manômetro para água na saída;
13. válvula solenóide NA água de descarga;
14. estrutura (não prevista nos modelos AC****K**)
15. válvula de drenagem.

1.5 Características elétricas

Modelos AC****D0*** (230 V 50 Hz) ⁽¹⁾

	tensão Vac	nº de fases	frequência Hz	potência kW	corrente A
AC010D0***	230	1	50	0,2	1,9
AC050D0***	230	1	50	0,4	2,3
AC100D0***	230	1	50	0,6	3,8
AC050D1***	230	1	60	0,4	2,3
AC100D1***	230	1	60	0,6	3,8
AC010D0*1*	230	1	50	0,23	2,1
AC050D0*1*	230	1	50	0,43	2,4
AC100D0*1*	230	1	50	0,6	3,9

⁽¹⁾ Produto em conformidade com EN55014, EN61000 e EN60335.

Classe de isolamento III

1.6 Abertura da embalagem



- Controle a integridade do umidificador na entrega e notifique imediatamente o transportador, por escrito, sobre qualquer dano que possa ser atribuído a um transporte incauto ou impróprio;
- transporte o umidificador até o local de instalação antes de removê-lo da embalagem, segurando o colo pela parte de baixo;
- abra a caixa de papelão, retire os separadores de material anticolisão e retire o umidificador, sempre mantendo-o na posição vertical.

1.7 Posicionamento do gabinete

O umidificador deve ser posicionado de modo que possa garantir as seguintes operações:

- abertura do painel frontal;
- acesso às partes internas para as operações de controle e manutenção;
- ligação das linhas de alimentação da água;
- ligação às linhas de distribuição da água;
- ligações elétricas de potência e controle.

Espaços aconselhados para intervenções de manutenção ordinária:

- parte frontal: 1m;
- lado direito e lado esquerdo: cerca 0,3 m.

1.8. Fixação à parede

Fixar o umidificador em uma superfície de apoio suficientemente sólida com os parafusos e o suporte previstos no fornecimento.

Certificar-se de que o espaço seja suficiente para a ligação na entrada e na saída das linhas de água.

Perfurações para a instalação na parede

Parte posterior do gabinete



Fig. 1.b

Vista lateral com suportes posteriores

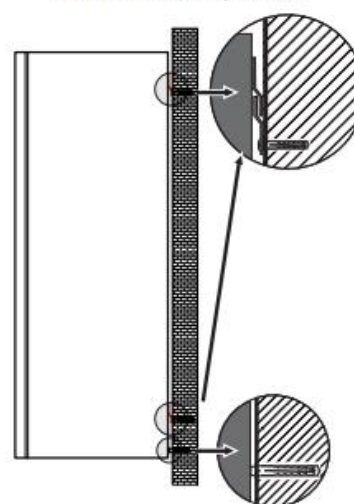


Fig. 1.c

Entradas das ligações elétricas

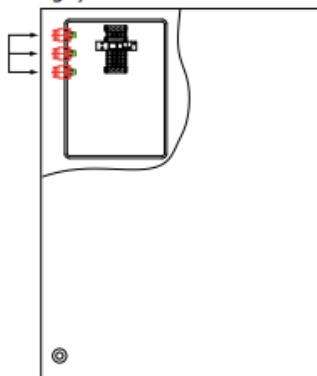


Fig. 3.a

Predisposição para a passagem dos cabos elétricos



Atenção: certificar-se de que os guias de cabos tenham sido aplicados.

3.1 Alimentação elétrica

De acordo com os modelos:

- AC****D*** tensão 230V 1~ 50Hz;
- AC****D1** tensão 230V 1~ 60Hz



Atenção: utilizar cabos de alimentação com bainhas de 2 polos + terra com seção mínima de 0,75 mm² e com diâmetro externo não inferior a 7 mm. Os cabos deve estar em conformidade com as normas locais. Predispor um interruptor de alimentação externo ao gabinete para a desconexão unipolar da rede de alimentação.

Predispor um interruptor de alimentação externo ao gabinete para a desconexão unipolar da rede de alimentação.

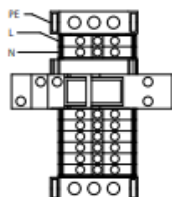


Fig. 3.b

Ligações

Gabinete AC	Cabo de alimentação
L	L/F (fase)
N	N/W (neutro)
PE	GR/PE (terra)

3.2 Comando ON/OFF (1 e 2)

Utilizar um cabo bipolar com bainha AWG20/22 e com diâmetro externo não inferior a 7 mm.

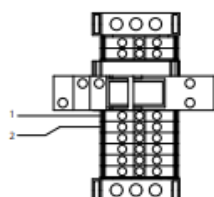


Fig. 3.c

Ligações

Gabinete AC	ON/OFF remoto
1	NC/NO
2	C

3.3 Ligações das válvulas solenoides de descarga geralmente abertas no final da linha de água (grupo de bornes 3-4-5-6-PE)

Utilizar um cabo bipolar + terra com bainha com seção mínima de 0,75 mm² e com diâmetro externo não inferior a 7 mm.

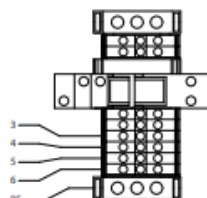


Fig. 3.d

Ligações

Gabinete AC	válvulas solenoides
3	borne 1 (válvula solenoide 1)
4	borne 2 (válvula solenoide 1)
PE	borne 4 (válvula solenoide 1)
5	borne 1 (válvula solenoide 2)
6	borne 2 (válvula solenoide 2)
PE	borne 4 (válvula solenoide 2)

3.4 Relé de estado da máquina (11-12-14)

Ativa-se quando a bomba for acionada e retorna ao estado anterior quando a bomba parar.

Utilizar um cabo bipolar com bainha AWG20/22 e com diâmetro externo não inferior a 7 mm.

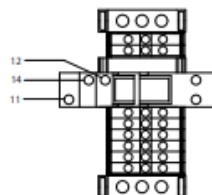
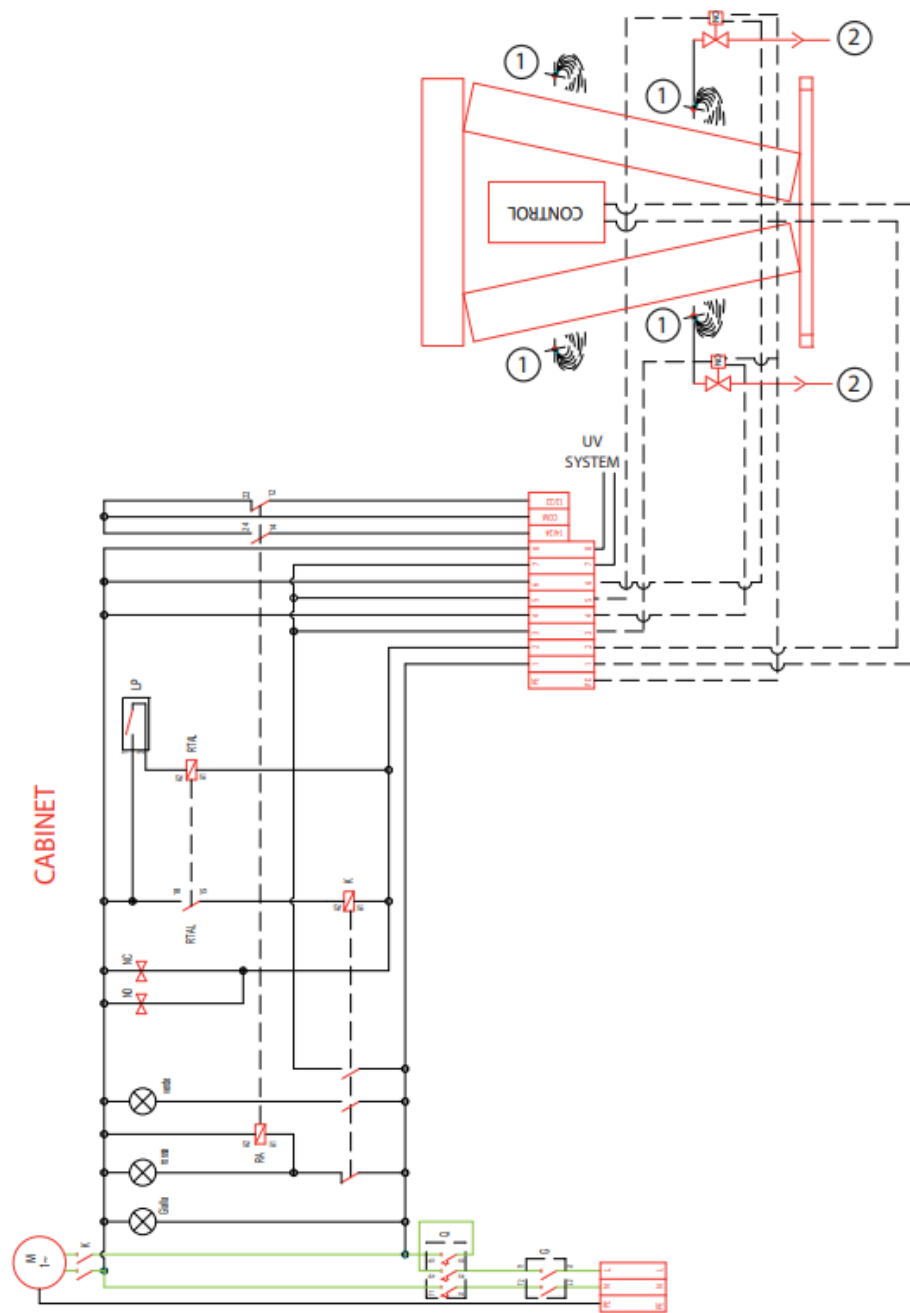


Fig. 3.e

Ligações

Gabinete AC	contato
11	comum C
12	contato NC
14	contato NO



Anexo C. Configuração *Danfoss*

Cap. ctrl. status MT

Estimated KPI's Hourly

Reference settings MT

Setpoint -8.0 °C Night offset 0.0 K

Cap. ctrl settings MT

Easy PI selection 3 Slower Neutral zone band 3.0 K

Comp. runtime MT

0 h
0 h
0 h

Compressor timers

Min OFF time	2 min.	Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.
Safety cutout delay	0 min.	Safety restart delay	2 min.	Min OFF time	2 min.
Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.	Safety cutout delay	0 min.
Safety restart delay	2 min.				

Oil Separators

Alarm deviation above 0 % Alarm delay 5 min.

Compressor 1 MT

Runtime total 0 h

Compressor 2 MT

Runtime total 0 h

Compressor 3 MT

Runtime total 0 h

Cap. ctrl. status LT

Estimated KPI's Hourly

Reference settings LT

Setpoint -28.0 °C Night offset 0.0 K

Cap. ctrl settings LT

Easy PI selection 3 Slower Neutral zone band 3.0 K

Compressor runtime LT

0 h
0 h
0 h

Compressor timers

Min OFF time	2 min.	Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.
Safety cutout delay	0 min.	Safety restart delay	2 min.	Min OFF time	2 min.
Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.	Safety cutout delay	0 min.
Safety restart delay	2 min.				

Compressor 1 LT

Runtime total 0 h

Compressor 2 LT

Runtime total 0 h

Compressor 3 LT

Runtime total 0 h

Cap. ctrl. status IT

Estimated KPI's Hourly

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 1/8

Cap. ctrl settings IT

Easy PI selection	3 Slower	Neutral zone band	3.0 K
-------------------	----------	-------------------	-------

Compressor runtime IT

0 h

Compressor timers

Min OFF time	2 min.	Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.
Safety cutout delay	0 min.	Safety restart delay	1 min.		

Compressor 1 IT

Runtime total	0 h
---------------	-----

Capacity control settings

Capacity limit at night	100.0 %	Control mode	Auto	Kp	10.0
Tn	180 s				

HP control status

Control mode	Auto	Pgc min.	50.00 bar
--------------	------	----------	-----------

Receiver control status

Control mode	Auto	Prec setpoint	37.00 bar
--------------	------	---------------	-----------

Hot tap water settings

Setpoint	55.0 °C
----------	---------

Thermostat 1 settings

Cut out temp.	11.0 °C	Cut in temp.	4.0 °C	High alarm limit	15.0 °C
High alarm delay	5 min.	Low alarm limit	3.0 °C	Low alarm delay	5 min.

Thermostat 2 settings

Cut out temp.	35.0 °C	Cut in temp.	38.0 °C	High alarm limit	45.0 °C
High alarm delay	5 min.	Low alarm limit	0.0 °C	Low alarm delay	5 min.

Thermostat 3 settings

Cut out temp.	0.0 °C	Cut in temp.	120.0 °C	High alarm limit	120.0 °C
High alarm delay	5 min.	Low alarm limit	0.0 °C	Low alarm delay	5 min.

Day/Night Schedule

Monday	00:00 - 23:59	Tuesday	00:00 - 23:59
Wednesda...	00:00 - 23:59	Thursday	00:00 - 23:59
Friday	00:00 - 23:59	Saturday	00:00 - 23:59
Sunday	00:00 - 23:59		

Log setup

Log mode	Stop	Log type	Food safety	Log interval	15 minutes
Log period	8 h				

Config: Select plant type

Application selection	Booster + HP + IT	Condenser fan control	Speed	No. of fans	1
Heat recover	Tap water	Oil receiver control	Difference pressure		

Config: Select plant type

	1xVariable + Single step		3		1xVariable + Single step
	3		1xVariable + Single step		1
External main switch	Yes	Mon. Ext. Power loss	Yes	Alarm output	No relay
I'm alive relay	No	Night select via DI	No	Comp. cap. out to AO	None
Show advanced settings	No				

Config: Select plant type, Smart settings

Easy Pgc max.	100.00 bar	Easy Prec ref.	34.00 bar	Pc max. limit	100.00 bar
Pgc max.	98.00 bar	Pgc max. limit P-band	5.00 bar	Pgc min.	50.00 bar
Min. tm	2.0 K	Dimensioning tm	2.0 K	Prec max.	50.00 bar
Prec setpoint	37.00 bar	Prec min.	35.00 bar	Prec min limit P-band	0.00 bar
Po max. reference	0.0 °C				

, 00:00, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 2/8

Config: System setup

Controller name	AK-PC 782A	Mains frequency	50	Alarm Language	Portuguese
Daylight saving	None				

Config: Suction group MT, Po reference MT

Reference mode	SP+Po opt.+Night	Setpoint	-8.0 °C	Night offset	0.0 K
Max reference	0.0 °C	Min reference	-15.0 °C		

Config: Suction group MT, Capacity control MT

	1xVariable + Single step		Speed	No. of compressors	3
Ext.Compressor stop	No	Step control mode	Best fit	Early stop in -zone	No
Pump down	Yes	Pump down limit To	-15.0 °C	VSD Min. speed	30.0 Hz
VSD Start speed	45.0 Hz	VSD Max. speed	65.0 Hz	VSD safety monitor	No
Load shed selection	None	Easy PI selection	3 Slower	Show advanced settings	No

Config: Suction group MT, Compressors MT

	12.00 m³/h		12.00 m³/h
	17.80 m³/h		

Config: Suction group MT, Capacity distribution MT

	100 %
	100 %

Config: Suction group MT, Safety MT

Emergency cap. day	50 %	Emergency cap. night	25 %	Sd max. limit	140.0 °C
Pc max. limit	100.00 bar	Pc max. alarm delay	0 min.	To min. limit	-17.5 °C
To max. alarm	5.0 °C	To max. delay	5 min.	Safety restart time	1 min.
SH min. alarm	5.0 K	SH max. alarm	30.0 K	SH alarm delay	5 min.

Config: Suction group MT, Compressor safety MT

Common safety	Yes	Oil pressure safety	No	Over current safety	No
Motor protect. safety	No	Disch. Temp. safety	No	Disch. Press. safety	No
General safety	Yes	Sd sensor pr. comp.	No		

Config: Suction group MT, Anti cycle timers MT

Min OFF time	2 min.	Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.
Safety cutout delay	0 min.	Safety restart delay	2 min.	Min OFF time	2 min.
Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.	Safety cutout delay	0 min.
Safety restart delay	2 min.				

Config: Suction group MT, Misc. parameters MT

Ctrl. of Injection ON	No	Liq. inj. suction line	AKV inject	Inject start Sd temp.	125.0 °C
SH Min suction line	20.0 K	SH Max suction line	30.0 K	AKV period time	3 s
Inject delay at start up	5 min.				

Config: Suction group LT, Po reference LT

Reference mode	SP+Po opt.+Night	Setpoint	-28.0 °C	Night offset	0.0 K
Max reference	-20.0 °C	Min reference	-30.0 °C		

Config: Suction group LT, Capacity control LT

	1xVariable + Single step		Speed	No. of compressors	3
Ext.Compressor stop	No	Step control mode	Cyclic	Early stop in -zone	No
Pump down	Yes	Pump down limit To	-35.0 °C	VSD Min. speed	30.0 Hz
VSD Start speed	45.0 Hz	VSD Max. speed	60.0 Hz	VSD safety monitor	No
Easy PI selection	3 Slower	Show advanced settings	No		

Config: Suction group LT, Compressors LT

	2.71 m³/h		2.71 m³/h
	2.71 m³/h		

Config: Suction group LT, Capacity distribution LT

	100 %
	100 %

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 3/8

Config: Suction group LT, Safety LT

Emergency cap. day	50 %	Emergency cap. night	25 %	Sd max. limit	100.0 °C
Pc max. limit	42.00 bar	Pc max. alarm delay	0 min.	To min. limit	-40.0 °C
To max. alarm	0.0 °C	To max. delay	5 min.	Safety restart time	5 min.
SH min. alarm	5.0 K	SH max. alarm	30.0 K	SH alarm delay	5 min.

Config: Suction group LT, Compressor safety LT

Common safety	No	Oil pressure safety	No	Over current safety	No
Motor protect. safety	No	Disch. Temp. safety	No	Disch. Press. safety	No
General safety	Yes	Sd sensor pr. comp.	No		

Config: Suction group LT, Anti cycle timers LT

Min OFF time	2 min.	Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.
Safety cutout delay	0 min.	Safety restart delay	2 min.	Min OFF time	2 min.
Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.	Safety cutout delay	0 min.
Safety restart delay	2 min.				

Config: Suction group LT, Misc. parameters LT

Ctrl. of Injection ON	DO + Network	Comp. start delay	60 s	Injection OFF delay	30 s
Liq. inj. suction line	No				

Config: Suction group IT, Po reference IT

Reference mode	IT Optimize	P-IT min reference	37.00 bar	P-IT max reference	44.00 bar
AC Prec. Limits	No				

Config: Suction group IT, Capacity control IT

	1xVariable + Single step		Speed	No. of compressors	1
Ext. Compressor stop	No	Step control mode	Cyclic	Early stop in -zone	No
VSD Min. speed	30.0 Hz	VSD Start speed	45.0 Hz	VSD Max. speed	65.0 Hz
VSD safety monitor	No	Easy PI selection	3 Slower	Show advanced settings	No

Config: Suction group IT, Compressors IT

17.80 m³/h

Config: Suction group IT, Capacity distribution IT

100 %

Config: Suction group IT, Safety IT

Emergency cap. day	50 %	Emergency cap. night	25 %	Sd max. limit	140.0 °C
Pc max. limit	100.00 bar	Pc max. alarm delay	0 min.	To min. limit	0.0 °C
To max. alarm	21.0 °C	To max. delay	5 min.	Safety restart time	5 min.
SH min. alarm	5.0 K	SH max. alarm	30.0 K	SH alarm delay	5 min.

Config: Suction group IT, Compressor safety IT

Oil pressure safety	No	Over current safety	No	Motor protect. safety	No
Disch. Temp. safety	No	Disch. Press. safety	No	General safety	Yes
Sd sensor pr. comp.	No				

Config: Suction group IT, Anti cycle timers IT

Min OFF time	2 min.	Min ON time	1 min.	Recycle time	10 min.
Safety cutout delay	0 min.	Safety restart delay	1 min.		

Config: Suction group IT, Misc. parameters IT

AC enable DO	No	Liq. inj. suction line	No		
--------------	----	------------------------	----	--	--

Config: Oil management, Oil receiver

Level switch	Only High	Level alarm delay	60 s	Cut out pressure	5.00 bar
Cut in pressure	2.00 bar	High alarm limit	85.00 bar	High alarm delay	5 min.
Low alarm limit	-1.00 bar	Low alarm delay	5 min.		

Config: Oil management, Oil separators

Separator	One common	Level switch	1/ Full seq.	Repeat oil return cycle	30 min.
No oil sep. alarm delay	1 week	No of periods	3	Period time	60 s
Open time nominal	1.0 s				

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 4/8

Config: Condenser fan control, Reference

Control sensor	Sgc	Reference mode	Floating	Min. tm	2.0 K
Dimensioning tm	2.0 K	Sgc max reference	42.0 °C	Show Tc	Yes

Config: Condenser fan control, Capacity control

Condenser fan control	Speed	No. of fans	1	Fan safety	Yes
Fan speed type	EC motor	EC start capacity	20.0 %	EC min.	20.0 %
EC max.	80.0 %	EC abs.max.	100.0 %	Absolute.max Sgc	32.0 °C
Fan control mode	PI-control	Kp	10.0	Tn	180 s
Capacity limit at night	100.0 %	V3gc valve	None		

Config: HP control, HP control

Vhp output type	1 Stepper	Extra capacity offset	5.00 bar	Pgc min.	50.00 bar
Pgc max.	98.00 bar	Show advanced settings	No		

Config: HP control, Ejector control

Multi ejector model	None				
---------------------	------	--	--	--	--

Config: HP control, Ejector control

Liquid ejector model	None				
----------------------	------	--	--	--	--

Config: Receiver control, Receiver control

Vrec output type	1 Stepper	Vrec min. OD	0 %	Vrec max. OD	100 %
Show Trec on overview	Yes	Prec setpoint	37.00 bar	Kp	7.0
Tn	90 s	Prec min.	35.00 bar	Prec max.	50.00 bar
Prec min limit P-band	0.00 bar	Prec max limit P-band	3.00 bar	Monitor liquid level	Low level switch
Liquid alarm delay	30 min.	Use hot gas dump	No	Show advanced settings	No
IT Comp. start	60 %	Min delta P MT	5.00 bar		

Config: Heat recovery, Tap water pump

V3tw output type	DO	Control mode	Auto	Setpoint	55.0 °C
Use ext.ref.offset	No	Thermostat band	5.0 K	Control signal	Stw8
Variable speed	No	Show advanced settings	No		

Config: Heat recovery, Heat reclaim pump

Show advanced settings	No				
------------------------	----	--	--	--	--

Config: KPI control, KPI setup

KPI calculation	Yes	Coldest cabinet MT	5.0 °C	Coldest cabinet LT	-20.0 °C
-----------------	-----	--------------------	--------	--------------------	----------

Config: Display

Display A	To-MT	Display B	To-LT	Display C	Trec
Display D	Pgc	Unit readout	°C / Bar		

Config: General purpose

	3				None
	None				6
	None				

Config: Thermostat 1

Show on overview	Yes	Thermostat name	Inj Gas Quente MT	Select sensor	SH-MT
Cut out temp.	11.0 °C	Cut in temp.	4.0 °C	High alarm limit	15.0 °C
High alarm delay	5 min.	High alarm text	Alto Sobreaquecimento ...	Low alarm limit	3.0 °C
Low alarm delay	5 min.	Low alarm text	Baixo Sobreaqueciment...		

Config: Thermostat 2

Show on overview	Yes	Thermostat name	Adiabatico	Select sensor	Sgc
Cut out temp.	35.0 °C	Cut in temp.	38.0 °C	High alarm limit	45.0 °C
High alarm delay	5 min.	High alarm text	Alta Temperatura Conde...	Low alarm limit	0.0 °C
Low alarm delay	5 min.	Low alarm text			

Config: Thermostat 3

Show on overview	Yes	Thermostat name	Temperatura de Oleo	Select sensor	Saux 1
Cut out temp.	0.0 °C	Cut in temp.	120.0 °C	High alarm limit	120.0 °C
High alarm delay	5 min.	High alarm text	Temperatura Alta de Oleo	Low alarm limit	0.0 °C

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 5/8

Low alarm delay 5 min. Low alarm text Temperatura Baixa de O...

Config: DI input 1

Show on overview	Yes	DI 1 Name	Alarme Grupo Emergenc...	DI 1 Delay	0 min.
DI 1 Alarm text	Alarme Grupo Emergenc...				

Config: DI input 2

Show on overview	Yes	DI 2 Name	Alarme Fuga de CO2	DI 2 Delay	0 min.
DI 2 Alarm text	Alarme Fuga de CO2				

Config: DI input 3

Show on overview	Yes	DI 3 Name	Disp Proteções Valvulas	DI 3 Delay	0 min.
DI 3 Alarm text	Disp Proteções Valvulas				

Config: DI input 4

Show on overview	Yes	DI 4 Name	Habilitado Grupo de Em...	DI 4 Delay	0 min.
DI 4 Alarm text	Habilitado Grupo de Em...				

Config: DI input 5

Show on overview	Yes	DI 5 Name	Backup OFF	DI 5 Delay	0 min.
DI 5 Alarm text	Backup OFF				

Config: DI input 6

Show on overview	Yes	DI 6 Name	Alarme Glicol	DI 6 Delay	5 min.
DI 6 Alarm text	Alarme Glicol				

I/O configuration, Digital outputs

Compressor 1-MT	2	-	9	ON
Compressor 2-MT	2	-	10	ON
Compressor 3-MT	2	-	11	ON
Compressor 1-LT	1	-	17	ON
Compressor 2-LT	1	-	18	ON
Compressor 3-LT	1	-	19	ON
Compressor 1-IT	2	-	12	ON
AKV suction line MT	1	-	12	
Injection ON LT	2	-	16	ON
Oil valve separator 1	1	-	13	
Fan 1	0	-	0	ON
V3tw	1	-	15	ON
Pump tw	0	-	0	ON
Inj Gas Quente MT	2	-	13	ON
Adiabático	2	-	14	ON
Temperatura de Oleo	0	-	0	ON

I/O configuration, Digital inputs

Ext. Main Switch	3	-	1	Closed
Ext. power loss	3	-	2	Closed
Common safety MT	4	-	4	Open
General safety	5	-	1	Open
General safety	5	-	2	Open
General safety	5	-	3	Open
General safety	4	-	6	Open
General safety	4	-	7	Open
General safety	4	-	8	Open
General safety	5	-	4	Open
Oil rec. high oil level	5	-	6	Open
Oil sep 1 high level	5	-	7	Open
Fan 1 safety	6	-	1	Open
Rec. low liquid level	5	-	5	Closed
Tw enable	3	-	3	Closed
Alarme Grupo Emergenc...	6	-	2	Open
Alarme Fuga de CO2	6	-	3	Open
Disp Proteções Valvulas	6	-	4	Closed
Habilitado Grupo de Em...	6	-	5	Open
Backup OFF	6	-	6	Open

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 6/8

Alarme Glicol	6	-	8	Open
---------------	---	---	---	------

I/O configuration, Analog outputs

Speed comp. MT-1	3	-	6	0 -10 V
Speed comp. LT-1	3	-	5	0 -10 V
Speed comp. IT-1	3	-	7	0 -10 V
Condenser speed	3	-	8	0 -10 V
Vhp 1	4	-	9	CCMT-16
Vrec 1	4	-	10	CCMT-24

I/O configuration, Analog inputs

Po-MT suction pres.	1	-	11	AKS2050-59
Ss-MT suction gas	1	-	4	Pt 1000
Sd-MT discharge	1	-	5	Pt 1000
Po-LT suction pres.	1	-	7	AKS2050-59
Ss-LT suction gas	1	-	2	Pt 1000
Sd-LT discharge	1	-	3	Pt 1000
Ss-IT suction gas	1	-	6	Pt 1000
Sd-IT discharge	1	-	8	Pt 1000
Pc cond. pres.	2	-	4	AKS2050-159
Sc3	1	-	1	Pt 1000
Sliquid temp.	2	-	5	Pt 1000
Oil receiver	2	-	7	AKS2050-159
Pgc	3	-	4	AKS2050-159
Prec	2	-	8	AKS2050-159
Sgc temp.	1	-	10	Pt 1000
Stw2	1	-	9	Pt 1000
Stw8	2	-	3	Pt 1000
Stw3	2	-	2	Pt 1000
Stw4	2	-	1	Pt 1000
Saux 1	2	-	6	Pt 1000

I/O status and manual, Digital outputs

Compressor 1-MT	Auto	-
Compressor 2-MT	Auto	-
Compressor 3-MT	Auto	-
Compressor 1-LT	Auto	-
Compressor 2-LT	Auto	-
Compressor 3-LT	Auto	-
Compressor 1-IT	Auto	-
AKV suction line MT	Auto	-
Injection ON LT	Auto	-
Oil valve separator 1	Auto	-
Fan 1	Auto	-
V3tw	Auto	-
Pump tw	Auto	-
Inj Gas Quente MT	Auto	-
Adiabatico	Auto	-
Temperatura de Oleo	Auto	-

I/O status and manual, Digital inputs

Ext. Main Switch	Auto	-
Ext. power loss	Auto	-
Common safety MT	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
General safety	Auto	-
Oil rec. high oil level	Auto	-
Oil sep 1 high level	Auto	-
Fan 1 safety	Auto	-
Rec. low liquid level	Auto	-

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 7/8

Tw enable	Auto	-
Alarme Grupo Emergenc...	Auto	-
Alarme Fuga de CO2	Auto	-
Disp Proteções Valvulas	Auto	-
Habilitado Grupo de Em...	Auto	-
Backup OFF	Auto	-
Alarme Glicol	Auto	-

I/O status and manual, Analog outputs

Comp. speed MT-1	Auto	-	0.0 %
Comp. speed LT-1	Auto	-	0.0 %
Comp. speed IT-1	Auto	-	0.0 %
Condenser speed	Auto	-	0.0 %
Vhp 1	Auto	-	
Vrec 1	Auto	-	

Sensor calibration

Po-MT pressure	0.00 bar
Ss-MT suction gas	0.0 K
Sd-MT discharge	0.0 K
Po-LT pressure	0.00 bar
Ss-LT suction gas	0.0 K
Sd-LT discharge	0.0 K
Ss-IT suction gas	0.0 K
Sd-IT discharge	0.0 K
Pc pressure	0.00 bar
Sc3	0.0 K
Sliquid temp.	0.0 K
Oil Recv pres.	0.00 bar
Pgc pressure	0.00 bar
Prec pressure	0.00 bar
Sgc temp.	0.0 K
Stw2 temp.	0.0 K
Stw8 temp.	0.0 K
Stw3 temp.	0.0 K
Stw4 temp.	0.0 K
Saux 1 temp.	0.0 K

Alarm priorities, Suction group

Control mode MT	Low	Low suction pressure Po...	Low	High suction pressure Po...	High
High / Low superheat Ss...	Medium	Po sensor error MT	High	Misc. sensor error MT	Medium
Common safety MT	High	Comp. 1-MT safety	Medium	Comp. 2-MT safety	Medium
Comp. 3-MT safety	Medium	Control mode LT	Low	Low suction pressure Po...	Low
High suction pressure Po...	High	High / Low superheat Ss...	Medium	Po sensor error LT	High
Misc. sensor error LT	Medium	Comp.1-LT safety	Medium	Comp.2-LT safety	Medium
Comp.3-LT safety	Medium	Control mode IT	Low	Low suction pressure Po...	Low
High suction pressure Po...	High	High / Low superheat Ss...	Medium	Po sensor error IT	High
Misc. sensor error IT	Medium	Comp.1-IT safety	Medium	Separator alarms	Medium
Oil receiver alarm	Medium	Oil Recv. High pres. alar...	Low	Oil Recv. Low pres. alarm	Low

Alarm priorities, Condenser

Control Mode	Low	High Pc/Sd temp. MT	High	High Pc/Sd temp. LT	High
High Pc/Sd temp. IT	High	Pc sensor error	High	Fan/VSD safety	Medium
HP Control / Receiver	High				

Alarm priorities, Common

Main Switch	Medium	IO manual override	High	Tw pump boiling alarm	Medium
Tw pump common alarm	Low	High temp. alarm	Low	Low temp. alarm	Low
High temp. alarm	Low	Low temp. alarm	Low	High temp. alarm	Low
Low temp. alarm	Low	Alarme Grupo Emergenc...	Low	Alarme Fuga de CO2	Low
Disp Proteções Valvulas	Low	Habilitado Grupo de Em...	Low	Backup OFF	Low
Alarme Glicol	Low				

, 00:000, AK-PC 782A	User name : us	080Z0192\Ver 2-6x
File name : PRINT	Printout date/time: 20/08/20 10:37	Page: 8/8

Anexo D. Configuração *Dixell*

FANS REGULATION	RC11	Maximum set point fans circuit	30.0	25.0	150.0	°C
FANS REGULATION	RC12	Energy saving fans circuit 1	0.0	-50.0	50.0	°C
FANS REGULATION	RC17	Split condenser enabling - Circuit	NO			
FANS REGULATION	RC18	Kind of Split condenser - Circuit	First:lock OFF			
FANS REGULATION	RC19	External temperature set point	5.0	-40.0	50.0	°C
FANS REGULATION	RC20	Split condenser dead band - Circuit	6.0	0.1	30.0	°C
COMPRESSORS REGULATION	RC25	Regulation band width for parallel	4.00	0.10	10.00	bar
FANS REGULATION	RC31	Inverter Fan circuit1 management	0 - Direct Act			
FANS REGULATION	RC32	Inverter Fan circuit2 management	0 - Direct Act			
FANS REGULATION	RC33	Fan heat reclaim value - Circuit	5.0	-50.0	50.0	°C
FANS REGULATION	RC49	Analog output setting for condenser	0 - No limitation			
FANS REGULATION	RC50	Temperature Set point (to stop fans)	33.0	0.0	50.0	°C
FANS REGULATION	RC51	Differential for adiabatic spray	2.0	0.1	25.0	°C
FANS REGULATION	RC52	Adiabatic function disabled during	no			
COMPRESSORS SAFETY	SL1	2 start compressor delay - Circuit	4	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL2	Minimum time load off - Circuit	1	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL3	2 different load start delay - Circuit	60	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL4	2 different load off delay - Circuit	30	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL5	Minimum time load on - Circuit	30	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL6	Maximum time load on (0=number)	0	0	24	hr
COMPRESSORS SAFETY	SL7	Minimum time a frequency correction	1	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL8	SL3 enabled also at first on exit	no			
COMPRESSORS SAFETY	SL9	SL4 enabled also at first off exit	no			
COMPRESSORS SAFETY	SL10	Output delay at power on	20	0	255	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL11	Booster function enabled	YES			
FANS SAFETY	SL12	2 different fan start delay	10	1	255	sec
FANS SAFETY	SL13	2 different fan off delay	20	1	255	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL14	Maximum time the booster function	300	5	999	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL15	Automatic switch off of compressor	YES			
COMPRESSORS SAFETY	SL16	2 start compressor delay - Circuit	4	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL17	Minimum time load off - Circuit	1	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL18	2 different load start delay - Circuit	60	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL19	2 different load off delay - Circuit	30	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL20	Minimum time load on - Circuit	30	1	5990	sec
COMPRESSORS SAFETY	SL21	SL18 delay enabled also for the	no			
COMPRESSORS SAFETY	SL22	SL19 delay enabled also for the	no			
COMPRESSORS SAFETY	SL23	Minimum time a frequency correction	1	0	255	min
COMPRESSORS SAFETY	SL24	Fan pre-start before first compressor	no			
ALARMS CONFIGURATION	AC1	Compressors alarms configuration	ABS			
ALARMS CONFIGURATION	AC2	Fans alarms configuration	ABS			
COMPRESSORS ALARMS	AL1	Suction Probe 1 alarm delay at	10	0	255	min
COMPRESSORS ALARMS	AL2	Suction Probe 2 alarm delay at	10	0	255	min
COMPRESSORS ALARMS	AL3	Minimum temp/press circuit 1	-30.0	-55.0	15.0	°C
COMPRESSORS ALARMS	AL4	Maximum temp/press circuit 1	15.0	-30.0	150.0	°C
COMPRESSORS ALARMS	AL5	Temp/press alarm delay circuit	15	0	255	min
COMPRESSORS ALARMS	AL6	Minimum temp/press circuit 2	-50.0	-55.0	0.0	°C
COMPRESSORS ALARMS	AL7	Maximum temp/press alarm circuit	0.0	-50.0	150.0	°C
COMPRESSORS ALARMS	AL8	Temp/press alarm delay circuit	15	0	255	min
COMPRESSORS ALARMS	AL9	Relay for temp/press compressor	ALr			
COMPRESSORS ALARMS	AL10	Running hours for compressor	25000	0	25000	hr

COMPRESSORS ALAR	AL11	Relay for maintenance alarm	nu				
COMPRESSORS ALAR	AL12	LP switch 1 activation number	3	0	15		
COMPRESSORS ALAR	AL13	LP switch 1 activation time	20	0	255	min	
COMPRESSORS ALAR	AL14	Compressors on with faulty prc	2	0	12		
COMPRESSORS ALAR	AL15	Capacity engaged with faulty p	50	0	100	%	
COMPRESSORS ALAR	AL16	LP switch 2 activation number	3	0	15		
COMPRESSORS ALAR	AL17	LP switch 2 activation time	20	0	255	min	
COMPRESSORS ALAR	AL18	Compressors on with faulty prc	1	0	12		
COMPRESSORS ALAR	AL19	Capacity engaged with faulty p	50	0	100	%	
COMPRESSORS ALAR	AL20	Electronic pressure switch 1 en	2 - SCO				
COMPRESSORS ALAR	AL21	Electronic pressure switch 1 th	-18.0	-70.0	-10.0	°C	
COMPRESSORS ALAR	AL22	Electronic pressure switch 2 en	2 - SCO				
COMPRESSORS ALAR	AL23	Electronic pressure switch 2 th	-38.0	-70.0	-30.0	°C	
FANS ALARMS	AL24	Minimum temp/press circuit 1	38.00	-1.00	110.00	bar	
FANS ALARMS	AL25	Maximum temp/press circuit 1	110.00	38.00	110.00	bar	
FANS ALARMS	AL26	Temp/press alarm delay circuit	0	0	255	min	
FANS ALARMS	AL27	Compressor off with fans circui	yES				
FANS ALARMS	AL28	Compressor off delay with fans	5	0	255	sec	
FANS ALARMS	AL29	HP switch 1 activation number	3	0	15		
FANS ALARMS	AL30	HP switch 1 activation time	3	0	255	min	
FANS ALARMS	AL31	Fans circuit 1 ON with faulty pr	6	0	12		
FANS ALARMS	AL40	Relay for fans temp/press alarm	ALr				
FANS ALARMS	AL41	High pressure (temperature) t	25.0	-40.0	150.0	°C	
FANS ALARMS	AL42	Differential for high pressure (t	2.0	0.1	30.0	°C	
FANS ALARMS	AL43	Split condenser relay status wi	ON				
COMPRESSORS ALAR	AL47	Low flash tank liquid level alarm	0	0	100	%	
COMPRESSORS ALAR	AL48	High flash tank liquid level alarm	100	0	100	%	
COMPRESSORS ALAR	AL49	Low flash tank liquid level alarm	5	0	500	10sec	
COMPRESSORS ALAR	AL50	Differential for liquid level alarm	25	0	25	%	
COMPRESSORS ALAR	AL51	LT, MT and Parallel compressor	no				
COMPRESSORS ALAR	AL52	High flash tank liquid level alarm	0	0	500	10sec	
SUCTION DYNAMIC S	DSP1	Dynamic set enabled compressors	no				
SUCTION DYNAMIC S	DSP2	Maximum set for compressors	-6.0	-10.0	0.0	°C	
SUCTION DYNAMIC S	DSP3	Dynamic set start temperature	15.0	-40.0	16.0	°C	
SUCTION DYNAMIC S	DSP4	Dynamic set stop temperature	16.0	15.0	150.0	°C	
SUCTION DYNAMIC S	DSP5	Dynamic set enabled compressors	no				
SUCTION DYNAMIC S	DSP6	Maximum set for compressors	-26.0	-30.0	-20.0	°C	
SUCTION DYNAMIC S	DSP7	Dynamic set start temperature	15.0	-40.0	16.0	°C	
SUCTION DYNAMIC S	DSP8	Dynamic set stop temperature	16.0	15.0	150.0	°C	
CONDENSING DYNAM	DSP9	Dynamic set enabled fans circui	yES				
CONDENSING DYNAM	DSP10	Minimum set fans circuit 1	10.0	5.0	25.0	°C	
CONDENSING DYNAM	DSP11	Differential dynamic set fans ci	4.0	2.0	50.0	°C	
CONDENSING DYNAM	DSP15	Differential dynamic set fans ci	2.0	-50.0	4.0	°C	
CONDENSING DYNAM	DSP16	Half Dead Band Width to join u	4.0	0.1	50.0	°C	
SUPERHEAT	ASH1	Superheat 1 pre-alarm differen	3.0	0.1	15.0	°C	
SUPERHEAT	ASH2	Superheat 1 alarm threshold	5.0	0.1	15.0	°C	
SUPERHEAT	ASH3	Delay for signalling suction sup	30	0	500	10sec	
SUPERHEAT	ASH4	Delay for signalling suction sup	30	0	255	sec	
SUPERHEAT	ASH5	Compressors off with superhea	no				
SUPERHEAT	ASH6	Regulation restart differential	6.0	0.1	15.0	°C	

SUPERHEAT	ASH7	Regulation restart delay after s	6	0	500	10sec
SUPERHEAT	ASH8	Superheat value 1 at which to	4.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH9	Differential for ASH8	2.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH10	Differential for superheat pre-a	3.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH11	Bottom limit of suction superh	5.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH12	Delay for signalling suction sup	30	0	500	10sec
SUPERHEAT	ASH13	Delay for signalling suction sup	30	0	255	sec
SUPERHEAT	ASH14	Compressors off with superheat	no			
SUPERHEAT	ASH15	Regulation restart differential a	6.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH16	Regulation restart delay after s	6	0	500	10sec
SUPERHEAT	ASH17	Superheat value 2 at which to	15.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH18	Differential for ASH17	3.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH19	Alarm relay selection for super	ALr			
SUPERHEAT	ASH20	Hot gas valve circuit 1 activate	yES			
SUPERHEAT	ASH21	Suction 1 temperature value at	-7.0	-50.0	110.0	°C
SUPERHEAT	ASH22	Differential for ASH21	2.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH23	Hot gas valve circuit 2 activate	no			
SUPERHEAT	ASH24	Suction 2 temperature value, a	-40.0	-50.0	110.0	°C
SUPERHEAT	ASH25	Differential for ASH24	3.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH26	Liquid injection valve circuit 1	yES			
SUPERHEAT	ASH27	High Superheat value of circuit	20.0	1.0	100.0	°C
SUPERHEAT	ASH28	Differential for ASH27	3.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH29	Liquid injection valve circuit 2	no			
SUPERHEAT	ASH30	High Superheat value of circuit	50.0	1.0	100.0	°C
SUPERHEAT	ASH31	Differential for ASH30	3.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH32	Liquid injection valve, circuit 1,	yES			
SUPERHEAT	ASH33	Delay after compressor start, b	2	0	15	min
SUPERHEAT	ASH34	Suction 1 temperature value at	20.0	-50.0	110.0	°C
SUPERHEAT	ASH35	Differential for ASH34	3.0	0.1	15.0	°C
SUPERHEAT	ASH36	Liquid injection valve, circuit 2,	no			
SUPERHEAT	ASH37	Suction 2 temperature value at	-10.0	-50.0	110.0	°C
SUPERHEAT	ASH38	Differential for ASH37	3.0	0.1	15.0	°C
ANALOG OUTPUT 1	AO1_1	Probe for analog output 1	Pb2			
ANALOG OUTPUT 1	AO1_2	Lower limit for analog output 1	-40.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 1	AO1_3	Upper limit for analog output 1	110.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 1	AO1_4	Minimum value for analog outp	0	0	100	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_5	Analog output 1 value after loa	60	0	100	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_6	Analog output 1 value after loa	49	0	100	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_7	Exclusion band start value 1	50	0	50	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_8	Exclusion band end value 1	50	50	99	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_9	Safety value for Analog output	51	0	100	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_10	Regulation delay after exit from	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 1	AO1_11	Analog output 1 rise time from	60	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 1	AO1_12	Analog output 1 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 1	AO1_13	Max value for analog Output 1	100	0	100	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_14	Analog output 1 decreasing tim	30	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 1	AO1_15	Analog output 1 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 1	AO1_16	Analog output 1 decreasing tim	10	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 1	AO1_17	Regulation band width 1	7.0	0.0	25.0	°C
ANALOG OUTPUT 1	AO1_18	Integral time 1	220	0	999	sec

ANALOG OUTPUT 1	AO1_19	Band offset 1	0.0	-12.0	12.0	°C
ANALOG OUTPUT 1	AO1_20	(Maximum) value of A.o.1 during	100	60	100	%
ANALOG OUTPUT 1	AO1_23	Maximum time at minimum ca	30	1	255	min
ANALOG OUTPUT 1	AO1_24	Time of inverter functioning at	2	1	255	min
ANALOG OUTPUT 1	AO1_25	Maximum time, analog output	0:00			10min
ANALOG OUTPUT 1	AO1_26	Time of analog output 1 at ma	1	1	255	min
ANALOG OUTPUT 2	AO2_1	Probe for analog output 2	Pb4			
ANALOG OUTPUT 2	AO2_2	Lower limit for analog output 2	-40.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 2	AO2_3	Upper limit for analog output 2	110.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 2	AO2_4	Minimum value for analog out	0	0	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_5	Analog output 2 value after loa	60	0	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_6	Analog output 2 value after loa	49	0	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_7	Exclusion band start value 2	50	0	50	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_8	Exclusion band end value 2	50	50	99	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_9	Safety value for Analog output	51	0	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_10	Regulation delay after exit from	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_11	Analog output 2 rise time from	60	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_12	Analog output 2 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_13	Max value for analog Output 2	100	0	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_14	Analog output 2 decreasing tim	30	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_15	Analog output 2 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_16	Analog output 2 decreasing tim	10	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_17	Regulation band width 2	7.0	0.0	25.0	°C
ANALOG OUTPUT 2	AO2_18	Integral time 2	220	0	999	sec
ANALOG OUTPUT 2	AO2_19	Band offset 2	0.0	-12.0	12.0	°C
ANALOG OUTPUT 2	AO2_20	(Maximum) value of A.o.2 during	60	60	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_21	Maximum value of A.o.2 during	100	60	100	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_22	Minimum capacity of inverter	30	0	99	%
ANALOG OUTPUT 2	AO2_23	Maximum time at minimum ca	30	1	255	min
ANALOG OUTPUT 2	AO2_24	Time of inverter functioning at	2	1	255	min
ANALOG OUTPUT 2	AO2_25	Maximum time, analog output	0:00			10min
ANALOG OUTPUT 2	AO2_26	Time of analog output 2 at ma	1	1	255	min
ANALOG OUTPUT 3	AO3_1	Probe for analog output 3	Pb9			
ANALOG OUTPUT 3	AO3_2	Lower limit for analog output 3	-40.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 3	AO3_3	Upper limit for analog output 3	110.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 3	AO3_4	Minimum value for analog out	0	0	100	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_5	Analog output 3 value after loa	60	0	100	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_6	Analog output 3 value after loa	49	0	100	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_7	Exclusion band start value 3	50	0	50	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_8	Exclusion band end value 3	50	50	99	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_9	Safety value for Analog output	80	0	100	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_10	Regulation delay after exit from	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 3	AO3_11	Analog output 3 rise time from	60	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 3	AO3_12	Analog output 3 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 3	AO3_13	Max value for analog Output 3	100	0	100	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_14	Analog output 3 decreasing tim	30	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 3	AO3_15	Analog output 3 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 3	AO3_16	Analog output 3 decreasing tim	10	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 3	AO3_17	Regulation band width 3	6.0	0.0	25.0	°C
ANALOG OUTPUT 3	AO3_18	Integral time 3	220	0	999	sec

ANALOG OUTPUT 3	AO3_19	Band offset 3	0.0	-12.0	12.0	°C
ANALOG OUTPUT 3	AO3_22	Minimum capacity of inverter	30	0	99	%
ANALOG OUTPUT 3	AO3_23	Maximum time at minimum ca	30	1	255	min
ANALOG OUTPUT 3	AO3_24	Time of inverter functioning at	2	1	255	min
ANALOG OUTPUT 3	AO3_25	Maximum time, analog output	0:00			10min
ANALOG OUTPUT 3	AO3_26	Time of analog output 3 at ma	1	1	255	min
ANALOG OUTPUT 4	AO4_1	Probe for analog output 4	Pb1			
ANALOG OUTPUT 4	AO4_2	Lower limit for analog output 4	-40.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 4	AO4_3	Upper limit for analog output 4	110.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 4	AO4_4	Minimum value for analog out	0	0	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_5	Analog output 4 value after loa	60	0	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_6	Analog output 4 value after loa	49	0	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_7	Exclusion band start value 4	50	0	50	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_8	Exclusion band end value 4	50	50	99	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_9	Safety value for Analog output	51	0	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_10	Regulation delay after exit from	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_11	Analog output 4 rise time from	60	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_12	Analog output 4 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_13	Max value for analog Output 4	100	0	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_14	Analog output 4 decreasing tim	30	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_15	Analog output 4 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_16	Analog output 4 decreasing tim	10	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_17	Regulation band width 4	7.0	0.0	25.0	°C
ANALOG OUTPUT 4	AO4_18	Integral time 4	220	0	999	sec
ANALOG OUTPUT 4	AO4_19	Band offset 4	0.0	-12.0	12.0	°C
ANALOG OUTPUT 4	AO4_20	(Maximum) value of A.o.4 duri	60	60	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_21	Maximum value of A.o.4 during	100	60	100	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_22	Minimum capacity of inverter	30	0	99	%
ANALOG OUTPUT 4	AO4_23	Maximum time at minimum ca	30	1	255	min
ANALOG OUTPUT 4	AO4_24	Time of inverter functioning at	2	1	255	min
ANALOG OUTPUT 4	AO4_25	Maximum time, analog output	0:00			10min
ANALOG OUTPUT 4	AO4_26	Time of analog output 4 at ma	1	1	255	min
ANALOG OUTPUT 5	AO5_1	Probe for analog output 5	Pb1			
ANALOG OUTPUT 5	AO5_2	Lower limit for analog output 5	-40.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 5	AO5_3	Upper limit for analog output 5	110.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 5	AO5_4	Minimum value for analog out	0	0	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_5	Analog output 5 value after loa	60	0	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_6	Analog output 5 value after loa	49	0	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_7	Exclusion band start value 5	50	0	50	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_8	Exclusion band end value 5	50	50	99	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_9	Safety value for Analog output	80	0	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_10	Regulation delay after exit from	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 5	AO5_11	Analog output 5 rise time from	60	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 5	AO5_12	Analog output 5 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 5	AO5_13	Max value for analog Output 5	100	0	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_14	Analog output 5 decreasing tim	30	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 5	AO5_15	Analog output 5 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 5	AO5_16	Analog output 5 decreasing tim	10	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 5	AO5_17	Regulation band width 5	7.0	0.0	25.0	°C
ANALOG OUTPUT 5	AO5_18	Integral time 5	220	0	999	sec

ANALOG OUTPUT 5	AO5_19	Band offset 5	0.0	-12.0	12.0	°C
ANALOG OUTPUT 5	AO5_20	(Maximum) value of A.o.5 during	60	60	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_21	Maximum value of A.o.5 during	100	60	100	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_22	Minimum capacity of inverter	30	0	99	%
ANALOG OUTPUT 5	AO5_23	Maximum time at minimum ca	30	1	255	min
ANALOG OUTPUT 5	AO5_24	Time of inverter functioning at	2	1	255	min
ANALOG OUTPUT 5	AO5_25	Maximum time, analog output	0:00			10min
ANALOG OUTPUT 5	AO5_26	Time of analog output 5 at max	1	1	255	min
ANALOG OUTPUT 6	AO6_1	Probe for analog output 6	Pb1			
ANALOG OUTPUT 6	AO6_2	Lower limit for analog output 6	-40.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 6	AO6_3	Upper limit for analog output 6	110.0	-70.0	150.0	°C
ANALOG OUTPUT 6	AO6_4	Minimum value for analog out	0	0	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_5	Analog output 6 value after loa	60	0	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_6	Analog output 6 value after loa	49	0	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_7	Exclusion band start value 6	50	0	50	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_8	Exclusion band end value 6	50	50	99	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_9	Safety value for Analog output	80	0	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_10	Regulation delay after exit from	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_11	Analog output 6 rise time from	60	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_12	Analog output 6 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_13	Max value for analog Output 6	100	0	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_14	Analog output 6 decreasing tim	30	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_15	Analog output 6 permanency b	20	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_16	Analog output 6 decreasing tim	10	0	255	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_17	Regulation band width 6	7.0	0.0	25.0	°C
ANALOG OUTPUT 6	AO6_18	Integral time 6	220	0	999	sec
ANALOG OUTPUT 6	AO6_19	Band offset 6	0.0	-12.0	12.0	°C
ANALOG OUTPUT 6	AO6_20	(Maximum) value of A.o.6 durin	60	60	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_21	Maximum value of A.o.6 during	100	60	100	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_22	Minimum capacity of inverter	30	0	99	%
ANALOG OUTPUT 6	AO6_23	Maximum time at minimum ca	30	1	255	min
ANALOG OUTPUT 6	AO6_24	Time of inverter functioning at	2	1	255	min
ANALOG OUTPUT 6	AO6_25	Maximum time, analog output	0:00			10min
ANALOG OUTPUT 6	AO6_26	Time of analog output 6 at max	1	1	255	min
Configuration Digital	DIC1	Configuration Digital Input 1	o103 - ON/O			
Configuration Digital	DIC2	Configuration Digital Input 2	c39 - Thermo			
Configuration Digital	DIC3	Configuration Digital Input 3	o151 - Phase			
Configuration Digital	DIC4	Configuration Digital Input 4	o97 - Heat re			
Configuration Digital	DIC5	Configuration Digital Input 5	0 - Not used			
Configuration Digital	DIC6	Configuration Digital Input 6	0 - Not used			
Configuration Digital	DIC7	Configuration Digital Input 7	0 - Not used			
Configuration Digital	DIC8	Configuration Digital Input 8	o99 - High pr			
Configuration Digital	DIC9	Configuration Digital Input 9	c183 - Paralle			
Configuration Digital	DIC10	Configuration Digital Input 10	c120 - Thermo			
Configuration Digital	DIC11	Configuration Digital Input 11	c42 - Thermo			
Configuration Digital	DIC12	Configuration Digital Input 12	c117 - Thermo			
Configuration Digital	DIC13	Configuration Digital Input 13	c3 - Thermal			
Configuration Digital	DIC14	Configuration Digital Input 14	c6 - Thermal			
Configuration Digital	DIC15	Configuration Digital Input 15	o184 - Paralle			
Configuration Digital	DIC16	Configuration Digital Input 16	c109 - Low fl			

Configuration Digital	DIC17	Configuration Digital Input 17	c186 - Low o
Configuration Digital	DIC18	Configuration Digital Input 18	c161 - Low o
Configuration Digital	DIC19	Configuration Digital Input 19	c162 - High d
Configuration Digital	DIC20	Configuration Digital Input 20	c73 - Fan saf
Configuration Digital	DIC24	Configuration Digital Input 24	o152 - Gene
Configuration Digital	DIC25	Configuration Digital Input 25	o153 - Gene
Configuration Digital	DIC26	Configuration Digital Input 26	0 - Not used
Configuration Digital	DIC27	Configuration Digital Input 27	0 - Not used
Configuration Digital	DIC28	Configuration Digital Input 28	0 - Not used
Configuration Digital	DIC29	Configuration Digital Input 29	o154 - Gene
Configuration Digital	DIC30	Configuration Digital Input 30	0 - Not used
Configuration Digital	DIC31	Configuration Digital Input 31	0 - Not used
Configuration Digital	DIC32	Configuration Digital Input 32	0 - Not used
Configuration Digital	DIC33	Configuration Digital Input 33	0 - Not used
Configuration Digital	DIC34	Configuration Digital Input 34	0 - Not used
Configuration Digital	DIC35	Configuration Digital Input 35	0 - Not used
Configuration Digital	DIC36	Configuration Digital Input 36	0 - Not used
Configuration Digital	DIC37	Configuration Digital Input 37	0 - Not used
Configuration Digital	DIC38	Configuration Digital Input 38	0 - Not used
Configuration Digital	DIC39	Configuration Digital Input 39	0 - Not used
Configuration Digital	DIC40	Configuration Digital Input 40	0 - Not used
Configuration Digital	DIC41	Configuration Digital Input 41	0 - Not used
Configuration Digital	DIC42	Configuration Digital Input 42	0 - Not used
Configuration Digital	DIC43	Configuration Digital Input 43	0 - Not used
Configuration Digital	DOC1	Configuration Digital Output 1	c125 - Heat r
Configuration Digital	DOC2	Configuration Digital Output 2	c150 - Adiab
Configuration Digital	DOC3	Configuration Digital Output 3	c3 - Inverter
Configuration Digital	DOC4	Configuration Digital Output 4	c31 - Compre
Configuration Digital	DOC5	Configuration Digital Output 5	c35 - Compre
Configuration Digital	DOC6	Configuration Digital Output 6	c1 - Inverter
Configuration Digital	DOC7	Configuration Digital Output 7	c7 - Compres
Configuration Digital	DOC8	Configuration Digital Output 8	c11 - Compre
Configuration Digital	DOC9	Configuration Digital Output 9	c127 - Paralle
Configuration Digital	DOC10	Configuration Digital Output 10	c105 - Hot ga
Configuration Digital	DOC11	Configuration Digital Output 11	c146 - Oil inj
Configuration Digital	DOC12	Configuration Digital Output 12	c117 - Hot G
Configuration Digital	DOC13	Configuration Digital Output 13	0 - Not used
Configuration Digital	DOC14	Configuration Digital Output 14	c103 - Invert
Configuration Digital	DOC15	Configuration Digital Output 15	c123 - Liquid
Configuration Digital	DOC22	Configuration Digital Output 22	0 - Not used
Configuration Digital	DOC23	Configuration Digital Output 23	0 - Not used
Configuration Digital	DOC24	Configuration Digital Output 24	0 - Not used
Configuration Digital	DOC25	Configuration Digital Output 25	0 - Not used
Configuration Digital	DOC26	Configuration Digital Output 26	0 - Not used
Configuration Digital	DOC27	Configuration Digital Output 27	0 - Not used
Configuration Digital	DOC28	Configuration Digital Output 28	0 - Not used
Configuration Digital	DOC29	Configuration Digital Output 29	0 - Not used
Configuration Digital	DOC30	Configuration Digital Output 30	0 - Not used
Configuration Digital	DOC31	Configuration Digital Output 31	0 - Not used
Configuration Digital	DOC32	Configuration Digital Output 32	0 - Not used

Configuration Digital	DOC33	Configuration Digital Output 33	0 - Not used			
Configuration Digital	DOC34	Configuration Digital Output 34	0 - Not used			
Configuration Digital	DOC35	Configuration Digital Output 35	0 - Not used			
Configuration Digital	DOC36	Configuration Digital Output 36	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC1	Configuration Analog Output 1	4 - 0-10V out			
Configuration Analog	AOC2	Configuration Analog Output 2	2 - 0-10V out			
Configuration Analog	AOC3	Configuration Analog Output 3	13 - 0-10V In			
Configuration Analog	AOC4	Configuration Analog Output 4	8 - 0-10V out			
Configuration Analog	AOC5	Configuration Analog Output 5	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC6	Configuration Analog Output 6	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC7	Configuration Analog Output 7	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC8	Configuration Analog Output 8	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC9	Configuration Analog Output 9	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC10	Configuration Analog Output 10	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC11	Configuration Analog Output 11	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC12	Configuration Analog Output 12	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC13	Configuration Analog Output 13	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC14	Configuration Analog Output 14	0 - Not used			
Configuration Analog	AOC15	Configuration Analog Output 15	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC1	Configuration Analog Input 1	13 - NTC Tem			
Configuration Analog	AIC2	Configuration Analog Input 2	18 - NTC AU			
Configuration Analog	AIC3	Configuration Analog Input 3	157 - NTC Di			
Configuration Analog	AIC4	Configuration Analog Input 4	17 - NTC AU			
Configuration Analog	AIC5	Configuration Analog Input 5	158 - PTC Dis			
Configuration Analog	AIC6	Configuration Analog Input 6	175 - NTC Su			
Configuration Analog	AIC7	Configuration Analog Input 7	38 - 4-20mA			
Configuration Analog	AIC8	Configuration Analog Input 8	178 - PTC Dis			
Configuration Analog	AIC9	Configuration Analog Input 9	166 - NTC CC			
Configuration Analog	AIC10	Configuration Analog Input 10	37 - 4-20mA			
Configuration Analog	AIC18	Configuration Analog Input 18	154 - NTC Ga			
Configuration Analog	AIC19	Configuration Analog Input 19	162 - NTC H-			
Configuration Analog	AIC20	Configuration Analog Input 20	160 - NTC H-			
Configuration Analog	AIC21	Configuration Analog Input 21	164 - NTC H-			
Configuration Analog	AIC22	Configuration Analog Input 22	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC23	Configuration Analog Input 23	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC24	Configuration Analog Input 24	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC25	Configuration Analog Input 25	199 - 4-20mA			
Configuration Analog	AIC26	Configuration Analog Input 26	152 - 4-20mA			
Configuration Analog	AIC27	Configuration Analog Input 27	169 - 4-20mA			
Configuration Analog	AIC28	Configuration Analog Input 28	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC29	Configuration Analog Input 29	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC30	Configuration Analog Input 30	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC31	Configuration Analog Input 31	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC32	Configuration Analog Input 32	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC33	Configuration Analog Input 33	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC34	Configuration Analog Input 34	0 - Not used			
Configuration Analog	AIC35	Configuration Analog Input 35	0 - Not used			
CRANK CASE HEATER	HTR1	High temperature setpoint - Up	15.0	-18.0	38.0	°C
CRANK CASE HEATER	HTR2	Low temperature setpoint - Lo	10.0	-18.0	38.0	°C
CRANK CASE HEATER	HTR3	Suction temperature limit circ	-3.0	-45.0	10.0	°C

CRANK CASE HEATER	HTR4	Suction temperature limit circuit	-10.0	-45.0	10.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC1	Circuit 1, Liquid injection valve	YES			
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC2	Circuit 1, discharge temperature	100.0	0.0	150.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC3	Circuit 1, Differential for DSC2	5.0	0.1	15.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC4	Circuit 1, High discharge temperature	130.0	0.0	150.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC5	Circuit 1, High discharge temperature	5	0	60	min
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC6	Circuit 1, Delay before stopping	15	0	255	min
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC7	Circuit 1, Interval between 2 cycles	180	0	255	sec
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC8	Circuit 2, Liquid injection valve	no			
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC9	Circuit 2, discharge temperature	100.0	0.0	150.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC10	Circuit 2, Differential for DSC9	5.0	0.1	15.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC11	Circuit 2, High discharge temperature	130.0	0.0	150.0	°C
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC12	Circuit 2, High discharge temperature	5	0	60	min
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC13	Circuit 2, Delay before stopping	15	0	255	min
DISCHARGE TEMPERATURE	DSC14	Circuit 2, Interval between 2 cycles	180	0	255	sec
GAS COOLER	GC1	Setpoint for Subcritical and Transcritical	27.0	-3.0	42.0	°C
GAS COOLER	GC2	Hysteresis for Subcritical and Transcritical	2.0	0.0	20.0	°C
GAS COOLER	GC3	HPV minimum pressure setpoint	73.00	0.00	200.00	bar
GAS COOLER	GC4	Transcritical proportional band	12.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC5	Transcritical band offset	0.00	-10.00	50.00	bar
GAS COOLER	GC6	Integral sampling time	120	0	1000	sec
GAS COOLER	GC7	Derivative	1	0	1000	sec
GAS COOLER	GC11	Maximum HPV% open	100	10	100	%
GAS COOLER	GC12	Minimum HPV% open	10	0	100	%
GAS COOLER	GC13	Maximal allowable pressure setpoint	95.00	0.00	200.00	bar
GAS COOLER	GC14	HP safety set point	105.00	0.00	200.00	bar
GAS COOLER	GC15	HP safety delay before standard	30	0	255	sec
GAS COOLER	GC18	Open HPV% in Subcritical	-1	-1	100	%
GAS COOLER	GC19	Pressure value near HP cut out	105.00	0.00	150.00	bar
GAS COOLER	GC20	Receiver pressure setpoint	35.00	0.00	90.00	bar
GAS COOLER	GC21	BGV proportional band	8.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC22	BGV band offset	0.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC23	BGV integral sampling time	120	0	1000	sec
GAS COOLER	GC24	BGV derivative sampling time	0	0	1000	sec
GAS COOLER	GC25	BGV derivative time	0	0	1000	sec
GAS COOLER	GC26	Maximum BGV valve % open	100	0	100	%
GAS COOLER	GC27	Minimum BGV valve % open	0	0	100	%
GAS COOLER	GC28	High pressure setpoint	52.00	48.00	150.00	bar
GAS COOLER	GC29	High pressure setpoint Pre-Alarm	48.00	0.00	52.00	bar
GAS COOLER	GC30	High pressure hysteresis	5.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC31	Low pressure setpoint	30.00	0.00	48.00	bar
GAS COOLER	GC32	Low pressure hysteresis	3.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC33	Rate at which the HPV will close	10	0	600	sec
GAS COOLER	GC34	HPV% open during Subcritical	40	0	100	%
GAS COOLER	GC35	HPV% open during Transcritical	40	0	100	%
GAS COOLER	GC36	HPV% open during low pressure	100	0	100	%
GAS COOLER	GC37	BPV% open during high pressure	20	0	100	%
GAS COOLER	GC38	Valves types for valve1 and 2 of XEV20	Bipolar normal			
GAS COOLER	GC39	Max steps for valve 1 of XEV20	80	0	800	10steps
GAS COOLER	GC40	Min steps for valve 1 of XEV20	0	0	500	step

GAS COOLER	GC41	Extra steps for valve1 close of	80	0	500	step
GAS COOLER	GC42	Step rate for valve 1 of XEV20	200	10	600	step/sec
GAS COOLER	GC43	Peak current for valve 1 of XEV	30	0	100	10mA
GAS COOLER	GC44	Hold current for valve 1 of XEV	0	0	100	10mA
GAS COOLER	GC45	Max steps for valve 2 of XEV20	140	0	800	10steps
GAS COOLER	GC46	Min steps for valve 2 of XEV20	0	0	500	step
GAS COOLER	GC47	Extra steps for valve2 close of	80	0	500	step
GAS COOLER	GC48	Step rate for valve 2 of XEV20	200	10	600	step/sec
GAS COOLER	GC49	Peak current for valve 2 of XEV	30	0	100	10mA
GAS COOLER	GC50	Hold current for valve 2 of XEV	0	0	100	10mA
GAS COOLER	GC51	Valve 1 of XEV20D_1	HPV			
GAS COOLER	GC52	Valve 2 of XEV20D_1	BGV			
GAS COOLER	GC53	Hour when the HPV calibration	0			hour
GAS COOLER	GC54	HPV Interval days when calibra	0			day
GAS COOLER	GC55	Hour when the BGV calibration	0			hour
GAS COOLER	GC56	BGV Interval days when calibra	0			day
GAS COOLER	GC57	HPV Calibration T Frame	12			hour
GAS COOLER	GC58	HPV Calibration Min Valve%	25	0	100	%
GAS COOLER	GC60	BGV Calibration T Frame	12			hour
GAS COOLER	GC61	BGV Calibration Min Valve%	25	0	100	%
GAS COOLER	GC63	OverrideCMD:if 1, override mo	no			
GAS COOLER	GC64	Override time:1~30 minutes, w	2	1	30	min
GAS COOLER	GC80	HPV minimum pressure set poi	50.00	0.00	75.00	bar
GAS COOLER	GC81	HPV proportional band in subc	8.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC82	HPV band offset in subcritical	0.00	0.00	500.00	bar
GAS COOLER	GC83	HPV integral sampling time in s	120	0	1000	sec
GAS COOLER	GC84	HPV derivative time in subcriti	0	0	1000	sec
GAS COOLER	GC85	HPV MAX variation percentage	2	0	100	%
GAS COOLER	GC86	BGV MAX variation percentage	2	0	100	%
GAS COOLER	GC87	HPV delta temperature for sub	3.0	0.0	12.0	°C
GAS COOLER	GC92	Sensibility value for HP valve li	Function disa			
GAS COOLER	GC93	Value for Soft limitation	50	0	100	%
GAS COOLER	GC94	Value for Medium limitation	30	0	100	%
GAS COOLER	GC95	Value for Hard limitation	10	0	100	%
GAS COOLER	GC96	Duration of fan optimization in	90	0	255	sec
GAS COOLER	GC97	Fan speed optimization	30	0	100	%
GAS COOLER	GC103	Duty Cycle for Valve1 of XEV20	100	10	100	%
GAS COOLER	GC104	Duty Cycle for Valve2 of XEV20	100	10	100	%
GAS COOLER	GC107	Enable HPV or VEJ pre-set at fir	no			
GAS COOLER	GC108	HPV or VEJ opening before first	10	10	100	%
GAS COOLER	GC109	Time HPV or VEJ remains at GC	1	1	60	sec
GAS COOLER	GC110	Delay for compressor activatio	1	1	60	sec
GAS COOLER	GC111	Dynamic flash tank set point	no			
PARALLEL COMPRESS	PC1	BGV Valve percentage to activa	40	0	99	%
PARALLEL COMPRESS	PC2	Time with BGV valve ≥ PC1 bef	120	0	999	sec
PARALLEL COMPRESS	PC3	Pressure setpoint for BGV whe	40.00	37.00	500.00	bar
PARALLEL COMPRESS	PC4	Minimum time between 2 foll	1	0	1000	min
PARALLEL COMPRESS	PC5	Minimum time between the sv	2	0	1000	min
PARALLEL COMPRESS	PC6	Time delay between the insert	10	1	5990	sec
PARALLEL COMPRESS	PC7	Time delay between switching	5	1	5990	sec

PARALLEL COMPRES	PC8	Minimum time parallel compr	60	1	5990	sec
PARALLEL COMPRES	PC9	Regulation band of the parallel	3.00	0.10	10.00	bar
PARALLEL COMPRES	PC10	Band offset of the parallel com	0.00	-12.00	12.00	bar
PARALLEL COMPRES	PC11	Disable Parallel compression w	no			
DE-SUPERHEATERS	DSH1	Minimum set point for the de-s	20.0	-40.0	110.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH2	Differential for the de-superhe	2.0	0.0	12.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH3	Regulation band for the de-sup	5.0	0.1	30.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH4	Regulation activation for the de	On			
DE-SUPERHEATERS	DSH5	Minimum value for the analog	0	0	100	%
DE-SUPERHEATERS	DSH6	Maximum value for the analog	100	0	100	%
DE-SUPERHEATERS	DSH7	Minimum set point for the de-s	20.0	-40.0	110.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH8	Differential for the de-superhe	2.0	0.0	12.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH9	Regulation band for the de-sup	5.0	0.1	30.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH10	Regulation activation for the de	On			
DE-SUPERHEATERS	DSH11	Minimum value for the analog	0	0	100	%
DE-SUPERHEATERS	DSH12	Maximum value for the analog	100	0	100	%
DE-SUPERHEATERS	DSH13	Minimum set point for the de-s	20.0	-40.0	110.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH14	Differential for the de-superhe	2.0	0.0	12.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH15	Regulation band for the de-sup	5.0	0.1	30.0	°C
DE-SUPERHEATERS	DSH16	Regulation activation for the de	On			
DE-SUPERHEATERS	DSH17	Minimum value for the analog	0	0	100	%
DE-SUPERHEATERS	DSH18	Maximum value for the analog	100	0	100	%
OIL MANAGEMENT	OIL1	Oil management type	4 - Oil manag			
OIL MANAGEMENT	OIL2	ON time Oil injection valve circ	60	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL3	OFF time Oil injection valve circ	1000	0	1500	sec
OIL MANAGEMENT	OIL4	ON time Oil injection valve circ	30	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL5	OFF time Oil injection valve circ	1000	0	1500	sec
OIL MANAGEMENT	OIL6	ON time Oil injection valve circ	60	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL7	OFF time Oil injection valve circ	120	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL8	ON time Oil injection valve circ	30	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL9	OFF time Oil injection valve circ	60	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL10	Activation delay of Oil injectior	30	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL11	Activation delay of Oil injectior	30	0	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL12	Alarm delay for low level oil in	60	-1	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL13	Alarm delay for low level oil in	60	-1	255	sec
OIL MANAGEMENT	OIL14	Action before low oil level alar	0 - only warn			
OIL MANAGEMENT	OIL15	Action before low oil level alar	0 - only warn			
OIL MANAGEMENT	OIL16	Action during low oil level alar	0 - warning p			
OIL MANAGEMENT	OIL17	Action during low oil level alar	0 - warning p			
OIL MANAGEMENT	OIL18	Pressure differential for oil ma	5.00	0.00	50.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL19	Differential for OIL18	2.00	0.10	10.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL20	Reference probe for differentia	1 - FTP			
OIL MANAGEMENT	OIL21	Oil differential pressure overrid	no			
OIL MANAGEMENT	OIL22	Flash tank pressure threshold f	0.00	0.00	100.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL23	Differential for OIL22	2.00	0.10	10.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL24	Number of retry for High level	3	0	50	
OIL MANAGEMENT	OIL25	Reservoir pressure threshold fo	55.00	52.00	100.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL26	Differential of reservoir pressu	2.00	0.10	10.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL27	Reservoir pressure threshold to	52.00	0.10	55.00	bar
OIL MANAGEMENT	OIL28	Differential of reservoir pressu	2.00	0.10	10.00	bar