



RETROFITTING DE UMA MÁQUINA INSUFLADORA UTILIZADA NA INDÚSTRIA CHAPELEIRA NO PROCESSO DE LIMPEZA DO PELO

GONÇALO MOREIRA BESSA

outubro de 2023

RETROFITTING DE UMA MÁQUINA INSUFLADORA UTILIZADA NA INDÚSTRIA CHAPELEIRA NO PROCESSO DE LIMPEZA DO PELO

Gonçalo Moreira Bessa, 1170372

Mestrado em Engenharia Mecânica- Construções Mecânicas

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

Orientador: Professor João Francisco Silva

Coorientador: Eng. Vítor Pinto

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Professor Doutor João Francisco Silva, pela contínua disponibilidade demonstrada, e pelas diversas opiniões e críticas feitas ao trabalho realizado, sempre com vista na sua melhoria contínua e na apresentação do melhor resultado possível.

Em segundo lugar, gostaria de agradecer à empresa da qual sou trabalhador, e, conseqüentemente, aos funcionários da mesma, por toda a ajuda, e sempre procurarem a troca de conhecimento com vista num crescimento mútuo.

À minha família, e aos meus pais em particular, deixo um enorme obrigado por sempre me apoiarem ao longo de todo o meu percurso académico, ainda mais neste momento decisivo, e por sempre me terem proporcionado o melhor ensino possível e todas as experiências inerentes.

Por último, mas não menos importante, uma forte palavra de agradecimento a todos os meus amigos que em todos os momentos me compreenderam e apoiaram.

A todas as partes envolvidas nesta etapa, o meu muito obrigado!

página propositadamente em branco

RESUMO

A evolução ao longo do tempo da tecnologia implementada nos equipamentos colocados nos mercados a nível global é constante. Não obstante, uma evolução em termos tecnológicos não é garantia de uma melhoria do processo.

A pertinência do conceito de retrofitting, e deste trabalho, é conjugar de forma harmoniosa os dois fatores mencionados anteriormente: a tecnologia e o processo.

Através da conjugação ideal destes dois fatores, é possível de ser atualizado o equipamento, com a manutenção do processo original, e que apresenta excelência nos resultados. A reforma tecnológica do equipamento permite implementar soluções construtivas mais atuais e eficientes, melhorando substancialmente a segurança do equipamento.

Os objetivos principais passaram por:

- Encontrar soluções atuais para os materiais a utilizar, que resistam melhor aos testes do tempo
- Implementar sistemas motrizes mais atualizados, que permitem um melhor controlo e segurança
- Realizar uma análise de riscos ao equipamento e implementar soluções que permitam a proteção de zonas perigosas, que incluem, por exemplo, engrenagens em movimento, e sensores que limitem o acesso a zonas perigosas da máquina, para o cumprimento das regras impostas pela Diretiva Máquinas, com a finalidade de obter a “Marcação CE” da máquina.

PALAVRAS-CHAVE

Marcação «CE»; Retrofitting; Diretiva “Máquinas”; Requisitos essenciais de saúde e segurança; Nova abordagem.

página propositadamente em branco

ABSTRACT

The evolution of technology implemented in industrial equipment, during time, has been constant and enormous. Despite this fact, this technological development is not, in any way, a synonym of improvement in process.

The value of the retrofit concept, and, consequently, the work that has been done, is to achieve a harmonious combination of the two before mentioned factors: process improvement and technology.

Only through the ideal combination of these is possible to achieve, despite the fact that the process might be dated, a machine capable of excellency in the results demonstrated. The technological remodeling of the equipment allows the usage of newer constructive solutions, up to date, and with improved efficiency, thus, substantially improving the overall equipment safety.

The main objectives were:

- To find updates solutions to the materials used, that better resist to the test of time;
- To implement newer driving systems, allowing better control and safety;
- To conduct a risk analysis to the equipment, and implement solutions, protecting dangerous areas of the machine.

KEYWORDS

«CE» marking; Retrofitting; “Machine” Directive; Essential health and safety requirements; New approach.

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Contextualização	13
1.2. Objetivos	14
1.3. Metodologia	14
1.4. Estrutura.....	15
1.5. Empresa de Acolhimento	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. O Chapéu	17
2.1.1. Máquina Insufladora de Pelo	17
2.1.2. História do Chapéu.....	19
2.1.3. Indústria	20
2.2. Diretiva Máquinas e Marcação CE.....	21
2.2.1. Enquadramento histórico	21
2.2.2. Diretivas Nova Abordagem	22
2.2.3. Regulamento (UE) 2023/1230	22
2.2.4. Marcação CE.....	24
2.2.5. Relatório de conformidade	27
2.3. Órgãos de Máquinas.....	28
2.3.1. Engrenagens.....	28
2.3.2. Chavetas.....	42
2.3.3. Correias	45
3. MÉTODOS E APLICAÇÃO	49
3.1. Descrição da Máquina	49
3.2. Retrofitting	55
3.2.1. Janelas de proteção	56
3.2.2. Introdução de conjunto roda coroa e sem-fim	57
3.2.3. Introdução de motor com transmissão por correias	62
3.2.4. Marcação CE.....	63
3.2.5. Processo técnico	64
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
4.1. Apresentação de resultados.....	65
4.1.1. Sistemas motrizes da máquina	65
4.1.2. Soluções de proteção e segurança.....	66
4.1.3. Avaliação de conformidade	68

4.2. Discussão de resultados	69
5. CONCLUSÃO	71
5.1. Conclusões finais	71
5.2. Limitações e trabalhos futuros.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
APÊNDICE A- Desenho de conjunto do Frame Principal da máquina	75
APÊNDICE B- Desenho de conjunto da estrutura de suporte aos veios e rolos da máquina.....	77
APÊNDICE C- Desenho de conjunto dos reguladores de altura dos raspadores.....	79
APÊNDICE D- Desenho de conjunto das Tampas inferiores da máquina.....	81
APÊNDICE E- Relatório Análise de Conformidade.....	83
APÊNDICE f- Chapa de características da Máquina.....	93
ANEXO A- Esquema Elétrico	97
ANEXO B- Manual de Instruções da Componente Elétrica	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Máquina sujeita a retrofitting.....	13
Figura 2- Empresa onde foi realizada a presente Dissertação.....	16
Figura 3- Equipamento em estudo no seu estado original.....	17
Figura 4- Veios interiores da máquina.....	18
Figura 5- Elementos de transmissão presentes no equipamento original.....	18
Figura 6- Barrete Frígio da Revolução Francesa [7].....	19
Figura 7- Evolução da união europeia como mercado único e das legislações para o comércio de máquinas [15].....	21
Figura 8- Simbologia da “Marcação CE”.....	25
Figura 9- Metodologia para obtenção da marcação CE.....	25
Figura 10- Metodologia a seguir na aplicação da Diretiva Máquinas.....	26
Figura 11- Engrenagens de eixos paralelos e dentado reto.....	29
Figura 12- Engrenagens de eixos paralelos e dentado helicoidal.....	29
Figura 13- Paralelismo entre duas engrenagens cónicas, uma de dentado reto, e outra de dentado helicoidal.....	29
Figura 14- Engrenagem cruzada helicoidal, em oposição a um engrenamento parafuso sem-fim e roda dentada.....	30
Figura 15- Designação de engrenagens de eixos paralelos e dentado reto.....	31
Figura 16- Roda dentada de dentado helicoidal.....	33
Figura 17- Conjunto roda dentada- sem-fim.....	33
Figura 18- Fator de forma, Y_F	39
Figura 19- Representação gráfica das propriedades geométricas de polias.....	46
Figura 20- Equilíbrio de forças na polia de diâmetro d (menor).....	47
Figura 21- Equilíbrio de forças na polia de diâmetro D (maior).....	47
Figura 22- Rodas dentadas modeladas.....	49
Figura 23- Modelação da estrutura base do equipamento.....	50
Figura 24- Vista inferior da estrutura base da máquina em conjunto com veios e suportes.....	50
Figura 25- Vista em perspetiva isométrica da máquina.....	51
Figura 26-Modelação completa da máquina.....	51
Figura 27- Identificação dos rolos da máquina.....	52
Figura 28- Figuras descritivas das câmaras e divisões que constituem a máquina.....	53
<i>Figura 29- Estrutura de afinação.....</i>	<i>53</i>
Figura 30- Matéria prima resultante do processo de suflagem.....	54
Figura 31- Componentes e materiais.....	55
Figura 32- Janelas em Policarbonato.....	56
Figura 33- Engrenagem roda coroa e sem-fim.....	57
Figura 34- Fator de velocidade K_{VL2} [28].....	60
Figura 35- Chavetas do acoplamento roda coroa e sem-fim.....	61
Figura 36- Sensores magnéticos aplicados em elementos de proteção móveis.....	63
Figura 37- Atualização de sistema motriz para conjunto correia polia.....	65
Figura 38- Comparação entre diferentes soluções para transmissão de movimento.....	66
Figura 39- Elementos para o garantir de segurança no 1º caso.....	66

Figura 40- Elementos para o garantir de segurança no 2º caso.	67
Figura 41- Elementos para o garantir de segurança no 3º caso.	67
Figura 42- Elementos para o garantir da segurança no 4º caso.	68

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Anexos do Regulamento.	23
Tabela 2- Propriedades de engrenagens de eixos paralelos e dentado reto.....	32
Tabela 3- Propriedades de conjunto roda dentada helicoidal e sem-fim, com eixos concorrentes.	34
Tabela 4- Fator distribuição de carga, Y_{ϵ}	40
Tabela 5- Fator de vida, K_L	40
Tabela 6- Fator de carga dinâmica, K_v	41
Tabela 7- Fator de sobrecarga, K_O	41
Tabela 8- Dimensões normalizadas (ISO/R 773) para chavetas paralelas e os seus devidos escatéis [26].....	42
Tabela 9- Geometrias e secções transversais de diferentes tipos de polias.....	45
Tabela 10- Especificações técnicas de motor.....	58
Tabela 11- Fator de efeito dinâmico (K_M) [28].	59

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
DM	Diretiva Máquinas
DSR	Design Science Research
RESS	Requisitos essenciais de saúde e segurança

Lista de Símbolos

m	Módulo	mm
m_n	Módulo normal	mm
T	Temperatura	°C
Z	Número de dentes	
α	Ângulo de pressão	Graus
β	Ângulo de hélice	Graus
a	Distância entre eixos	mm
d	Diâmetro primitivo	mm
d_b	Diâmetro base	mm
d_a	Diâmetro addendum	mm
d_f	Diâmetro dedendum	mm
h_a	Addendum	mm
h_f	Dedendum	mm
p	Passo	mm
R	Concavidade periférica	
F	Força	Newton
F_t	Força tangencial	Newton
F_r	Força radial	Newton
F_x	Força axial	Newton
P	Potência	Wats
w	Velocidade angular	Radianos/segundo
μ	Coeficiente de atrito	
σ	Tensão	Pascal
n	Rotações	rpm
K_{VL2}	Fator de velocidade	
K_A	Fator de precisão de montagem	
K_M	Fator de efeito dinâmico	
Y_f	Fator de forma	

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feita uma exposição do trabalho a ser realizado, exposição esta que compreende o contexto do trabalho e a sua pertinência e objetivos, uma análise da metodologia científica adotada, uma descrição da estrutura da dissertação, e por fim uma apresentação da empresa de acolhimento.

1.1. Contextualização



Figura 1- Máquina sujeita a retrofitting.

A Suflosa, máquina sobre a qual incide a presente Dissertação, foi concebida para responder às necessidades muito próprias da indústria do pelo. A sua função é ventilar o pelo previamente tratado, e fazer com que este passe de um estado compactado, a um estado de maior separação, adquirindo a estrutura mais volume.

A outrora enorme indústria chapeleira portuguesa, atualmente reduz-se a um reduzido número de empresas que absorvem grande parte do nicho de mercado que ainda procura o chapéu como acessório. Assim sendo, o seu foco é sempre primeiramente a qualidade. Para assegurar esta mesma qualidade, e em processos com maior especificidade como o da separação e descompactação do pelo, também conhecido como suflagem, são utilizadas ainda as primeiras máquinas que fizeram a transição do fabrico manual para o fabrico mecanizado. Algumas das empresas da indústria continuam a ter preferência nestas máquinas apesar de possuírem equipamentos mais modernos para o mesmo efeito, e daí surge a pertinência deste trabalho.

A necessidade de utilização destas máquinas traz diversos desafios, sendo os principais os sistemas motrizes implementados à data da sua conceção, bem como os materiais e processos de fabrico escolhidos. Para além disso, são máquinas que surgem num período em que não existiam diretivas para a salvaguarda da segurança dos operadores da mesma.

1.2. Objetivos

É objetivo do presente trabalho efetuar um completo retrofitting da máquina em estudo responsável pelo processo de suflagem. Para isso são delineados os seguintes objetivos:

- Encontrar soluções atuais para os materiais a utilizar, que resistam melhor aos testes do tempo;
- Implementar sistemas motrizes mais atualizados, que permitem um melhor controlo e segurança;
- Realizar uma análise de riscos ao equipamento e implementar soluções que permitam a proteção de zonas com elementos em movimento, como por exemplo engrenagens, e sensores que limitem o acesso a zonas perigosas da máquina, para o cumprimento das regras impostas pela Diretiva Máquinas, com a finalidade de obter a Marcação CE da máquina

1.3. Metodologia

Os métodos de pesquisa consistem num conjunto de regras e procedimentos para a construção de conhecimento científico. Na presente dissertação é adotada a metodologia Design Science Research, amplamente aplicada em áreas como Engenharia e Gestão[1], [2].

Nesta metodologia, o foco incide sobre a criação de artefactos, artefactos estes que podem tomar a forma de qualquer tipo de intervenção projetada para abordar um problema específico. O objetivo é desenvolver conhecimento que depois possa ser incorporado por outros indivíduos na procura de soluções para os seus desafios. Pode ser seguido, para tal, um processo iterativo, que compreende as seguintes fases:

- Identificação do problema;
- Definição dos objetivos de Design;
- Desenvolvimento do artefacto;
- Avaliação;
- Melhoria;
- Comunicação e Difusão [3].

Em paralelo ao desenvolvimento de artefactos, é também de extrema importância a sua avaliação. Para tal, são tidos em conta dois momentos para a mesma:

- Uma avaliação prévia (ex ante), com vista a avaliar o impacto de futuras situações e compreender se algo deve ser adquirido e adotado ou não;
- Uma avaliação posterior (ex post), que avalia o impacto e valor dos sistemas implementados [4], [5].

Esta abordagem tem como objetivo sintetizar os procedimentos e pontos a serem observados na realização da pesquisa.

1.4. Estrutura

Procurou-se na presente dissertação seguir uma linha de trabalhos bem delineada. Para tal, num primeiro capítulo introdutório, foi feita a contextualização do trabalho, com a exposição ao leitor dos objetivos do mesmo e do ambiente em que foi realizado.

Posteriormente, num segundo capítulo, foi apresentada a pesquisa científica que serve por base ao trabalho realizado, com foco nos pontos da segurança de máquinas e dimensionamento dos elementos constituintes.

Num terceiro capítulo, foi feita uma exposição do trabalho realizado, seguida de uma apresentação e discussão dos resultados práticos num quarto capítulo.

No último e quinto capítulo, foi feita uma conclusão da dissertação, tendo em consideração o seu impacto, e melhorias e formas de ser melhorado o trabalho realizado no futuro.

1.5. Empresa de Acolhimento

A presente Dissertação foi desenvolvido na empresa JALM- Manutenção Industrial Lda., com a sua localização na cidade de São João da Madeira, na rua Bartolomeu Dias. A orientação no seio da empresa foi feita pelo Engenheiro Victor Pinto, diretor do departamento. A empresa opera na área da Metal-Mecânica, contando com uma área de serralharia para fabrico de estruturas, em paralelo com uma área de maquinação, que inclui máquinas como fresas e tornos, quer convencionais, quer CNC.

Da simbiose entre Engenharia, maquinação de precisão, e capacidade de construção de estruturas, nasceu o potencial para poder realizar o projeto e fabrico de máquinas, ou retrofitting de outras já existentes.

Este trabalho surge no seguimento dos trabalhos efetuados pela empresa no campo previamente referido de retrofitting de equipamentos.



Figura 2- Empresa onde foi realizada a presente Dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo é feito um enquadramento da indústria na qual se insere a máquina em estudo, bem como da matéria em prima processada na mesma. Para além disso, foram abordados dois temas essenciais ao trabalho: Diretiva Máquinas e Órgãos de máquinas.

2.1. O Chapéu

Neste capítulo são abordados dois temas relativos ao chapéu. O primeiro subcapítulo trata a história do mesmo. O segundo, por sua vez, aborda a indústria e os processos envolvidos na produção do chapéu.

2.1.1. Máquina Insufladora de Pelo

A máquina em estudo, denominada de “Suflosa”, é parte integrante no tratamento de pelo, matéria-prima que é posteriormente utilizada na produção de chapéus.

Este equipamento, no seu estado original, possui um conjunto de elementos de transmissão todos conectados a um veio e elemento principal, por onde era introduzido o movimento, sendo para isso utilizado o motor a vapor.

O elemento assinalado na Figura 3, como mencionado previamente, é responsável pela introdução de movimento, fazendo a sua transmissão a todas as engrenagens, engrenagens estas que fazem movimentar os veios presentes na máquina, ilustrados na Figura 4.



Figura 3- Equipamento em estudo no seu estado original.

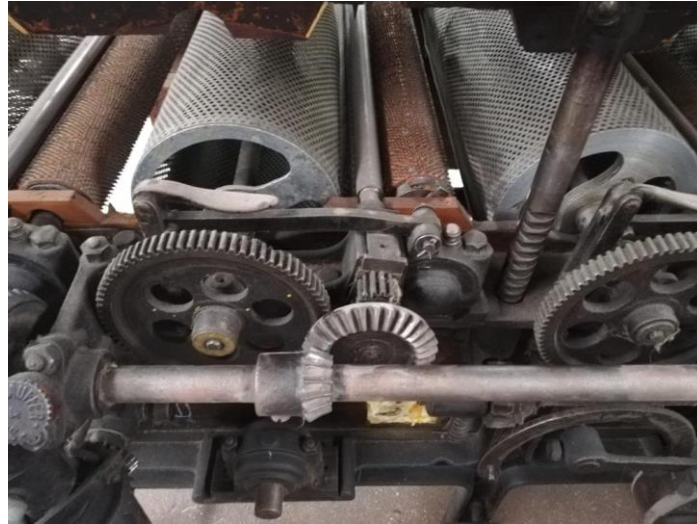


Figura 4- Veios interiores da máquina.

Para além disso este veio introduz também movimento aos restantes elementos presentes no lado oposto da máquina, como é visível na Figura 5.

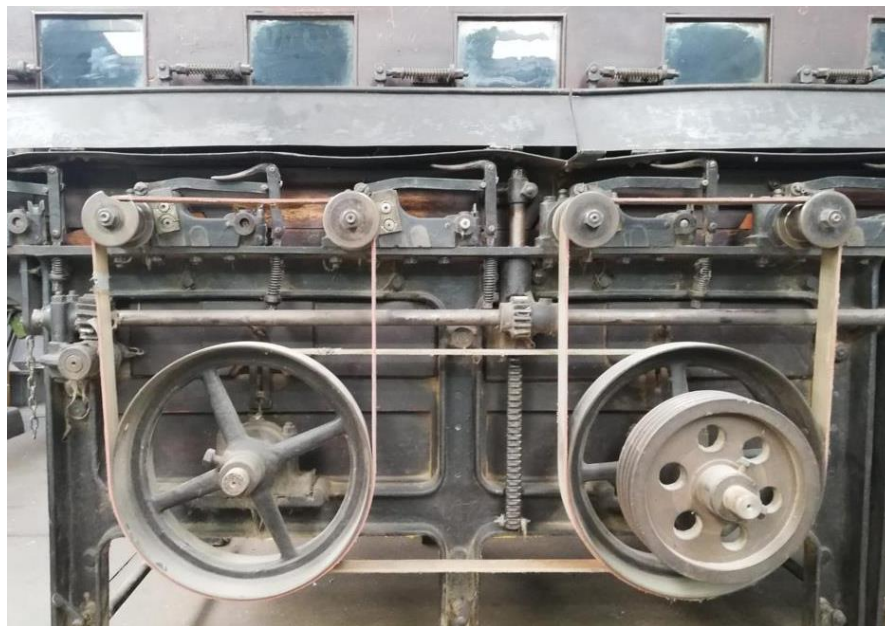


Figura 5- Elementos de transmissão presentes no equipamento original.

O equipamento funciona como um enorme casulo de madeira, material utilizado para esta estrutura, de forma que o pelo não se acumule na mesma devido à existência de eletricidade estática.

Esta máquina tem como principal objetivo a seleção e separação do pelo menos nobre, denominado também de “canhão”, do pelo mais fino. Para tal, o pelo é introduzido na entrada da máquina, onde depois passa pelas suas diversas câmaras, sempre sujeito a ventilação. Esta projeção mantém o pelo mais fino e menos denso em constante projeção, ao contrário do que se passa com o “canhão”, que, sendo mais denso, fica depositado no solo no interior da máquina, que é regularmente limpo.

2.1.2. História do Chapéu

O chapéu, desde a sua criação, foi utilizado com dois principais objetivos em vista. Primeiramente, proteger a cabeça contra as intempéries e, para além disso, definir e representar a classe social do seu utilizador.

É na cabeça que se encontra o órgão mais nobre, sendo essencial, obviamente, protegê-lo contra variações elevadas de temperatura e outras condições meteorológicas. No que ao seu papel como insígnia hierárquica, e emblema de classe, religião, política e profissão, são apresentados alguns exemplos específicos:

- **Insígnia hierárquica**- De modo a serem mais facilmente identificados os chefes das tribos primitivas, estas cedo se aperceberam de que um adorno na cabeça teria o efeito desejado.
- **Símbolo religioso**- Algumas doutrinas impõe a utilização de coberturas de cabeça, tais como o barrete eclesiástico, o turbante e o véu dos árabes.
- **Significado político**- Em determinadas épocas, o uso de certos chapéus assumia um importante significado político, como por exemplo o barrete frígio da Revolução Francesa.
- **Significado de profissão e de estado**- Certas profissões como bombeiro, enfermeiro, ou um cozinheiro facilmente são identificadas através do respetivo toucado, capacete, ou boné utilizados [6], [7].



Figura 6- Barrete Frígio da Revolução Francesa [7].

A primeira cobertura de cabeça a surgir, há de ter sido, sem dúvida, o chamado gorro de pêlo natural, feito com a pele de animais. Já o primeiro chapéu propriamente dito, crê-se ser oriundo da moda helénica, e denominava-se galéus, que mais tarde viria a ser adotado nos tempos áureos da antiga Roma.

Desde o início da história do chapéu que foram aplicados todos os mais diversos materiais, desde palha, tecido e peles, até metal, vidro e marfim. No entanto, o feltro, fabricado a partir de fibras de lã e do pelo de certos animais, de entre toda esta panóplia de materiais, foi o que mais se destacou [7].

Isto acontece, não pelas propriedades individuais das fibras previamente mencionadas, mas pelas propriedades da amálgama resultante da humidade e pressão aplicadas, tornando este material mais resistente, macio e leve do que todos os outros tecidos existentes. Estas propriedades advêm

do facto do pelo e lã se conjugarem e alojarem numa muito densa camada, com toda uma universalidade de direções [8].

A matéria-prima feltro, não é fiado, nem tecido, nem cosido, nem fabricado como qualquer outra peça de confeção. O feltro nasce integral, de uma só peça e, no caso do chapéu, em forma de cone. Isto acontece porque as fibras de lã e de pelo são dotadas de imas como que escamas ou aspas microscópicas que se compactam, se solidarizam, e se conseguem imbuir num todo homogéneo e resistente. Para obter esta matéria-prima, são maioritariamente utilizados na sua confeção os pelos de castor, coelho, lebre e lã de ovelha [6].

O hábito não faz o monge, mas o chapéu faz certamente o homem. Não há símbolo mais inconfundível que este. O chapéu define e identifica melhor do que qualquer outra peça de vestuário, e através deste é possível calcular épocas, identificar profissões, definir mentalidades, e dividir pessoas em classes. Em suma, catalogá-las no longo ficheiro da história.

2.1.3. Indústria

O processo de produção do chapéu compreende diversas etapas e máquinas envolvidas, cada uma delas com extrema especificidade.

Neste longo processo até à obtenção do produto final, identificam-se as seguintes etapas:

- Processo de estiragem- dado muitas peles se encontrarem enrugadas ou engelhadas, torna-se necessário num primeiro momento retirar este defeito. Para tal, as peles são inseridas num tambor giratório juntamente com uma solução à base de água. Depois de terminado este processo, são colocadas em cones móveis onde são esticadas e abertas;
- Processo de desengorduração- De forma a não ser manchado o pelo na aplicação de certos químicos, tem de ser retirada toda a gordura, que se pode tornar prejudicial à boa qualidade do pelo;
- Processo de secagem- depois de verificado o correto estado das peles no que à gordura diz respeito, estas têm de passar por um processo de secagem, normalmente efetuado em estufas;
- Processo de escanhoagem- Depois de seco o pelo, este segue para máquinas de corte, onde são limpas as impurezas e é retirado o pelo menos nobre denominado de “canhão”. Depois disso, passa o pelo por outras máquinas onde se corta o pelo por completo;
- Processo de suflagem- Este último pelo cortado, mais nobre, é depois submetido ao processo de suflagem. Neste processo, o pelo é soprado violentamente. Assim, consegue-se uma separação do pelo mais leve e fino, que consegue sair da máquina por permanecer no ar, do pelo mais pesado que fica depositado no fundo [6], [9].

2.2. Diretiva Máquinas e Marcação CE

A Diretiva Máquinas é uma regulamentação da União Europeia que estabelece requisitos de segurança para máquinas e equipamento, facilitando a sua comercialização, e que harmoniza, portanto, aspetos dos vários estados-Membros. O propósito da sua aplicação é garantir a segurança dos utilizadores das máquinas e equipamentos, e prevenir ao máximo os acidentes que podem advir da sua utilização [10].

2.2.1. Enquadramento histórico

A Comunidade Económica Europeia (CEE) institui-se em 1957, aquando da assinatura do Tratado de Roma. Esta comunidade começou inicialmente por compreender seis países (Alemanha, Bélgica, Itália, Países Baixos, França e Luxemburgo), e visava a livre circulação de pessoas, bens, serviços e capitais [11].

Este evento marcou o princípio do desenvolvimento do mercado único e da União Europeia como hoje a conhecemos. Esta unificação do mercado a nível europeu teve substancial impacto no crescimento económico, dada a maior facilidade na livre circulação de pessoas dentro do espaço europeu, com a redução de burocracias inerentes a este processo, e também dado o desenvolvimento e uniformização das legislações responsáveis por assegurar a qualidade dos produtos transacionados, e a sua sustentabilidade [12].

Deste segundo ponto, ou seja, da necessidade de reunir em um só documento as legislações e normas de segurança e saúde nacionais dos diferentes Estados-Membros respeitantes a todo o tipo de produtos, e de suprimir as dificuldades sentidas em transações comerciais, é estabelecida pelo Conselho das Comunidades Europeias, a 23 de março de 1983, a Diretiva 83/189/EEC. O valor desta Diretiva foi reconhecido pelo Conselho Europeu, a julho de 1984, citando-se que “a normalização constitui uma contribuição importante para a livre circulação dos produtos industriais e, também, para a criação de um ambiente técnico comum a todas as empresas o que contribui para a competitividade industrial tanto no mercado comunitário como nos mercados externos, nomeadamente nas novas tecnologias” [13], [14].

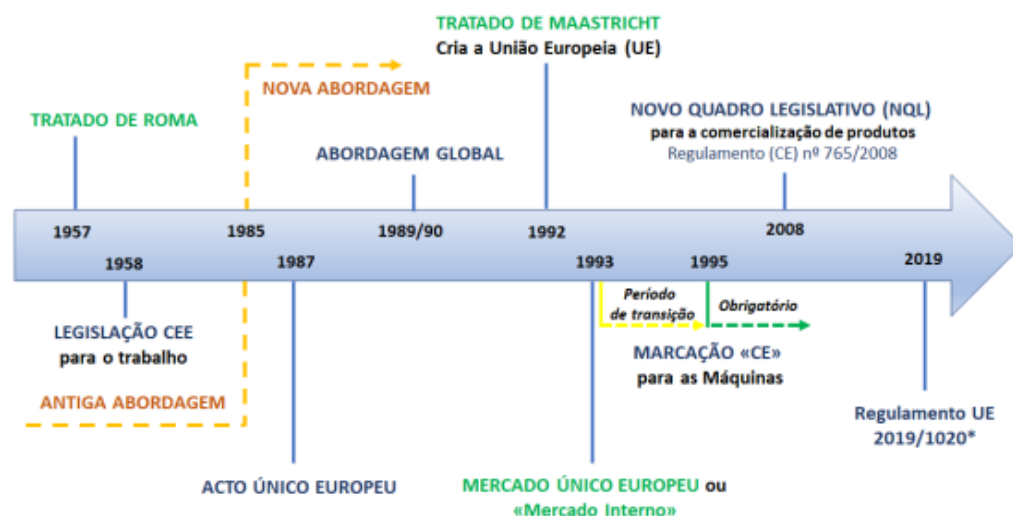


Figura 7- Evolução da união europeia como mercado único e das legislações para o comércio de máquinas [15].

2.2.2. Diretivas Nova Abordagem

Centrada num novo sistema de normalização europeu com a implementação de legislação focada na criação de um mercado único com a contribuição de diferentes organizações europeias de normalização, remetendo só, a título meramente transitório, para normas nacionais, esta encontra-se geralmente associada às diretivas estabelecidas pela Resolução “Nova Abordagem”, que se estabelece a 7 de maio de 1985 [16].

Esta Nova Abordagem pretende a definição e harmonização técnica dos Requisitos Essenciais de Saúde e Segurança (RESS), e a proteção do interesse público, isto é, assegurar a proteção do meio ambiente, e da saúde e segurança, bem como do bem-estar, de pessoas e animais [14], [15]. Para além disso traz uma abordagem mais flexível no que à avaliação de conformidade diz respeito.

Os Estados-Membros são, assim, obrigados a tomar medidas que assegurem que os produtos só serão disponibilizados no mercado se não for posta em questão a segurança, saúde, e, ultimamente, o interesse público, em risco. Os mesmos deverão estar sempre contemplados por uma Diretiva e ser utilizados para os fins propostos.

Nas Diretivas “Nova abordagem”, os requisitos mínimos de segurança são especificados no Anexo III, onde são também definidos conceitos como perigo, zona de perigo, ou dispositivo de proteção [17], [18]. Existem, como complemento, RESS complementares para determinadas categorias de máquinas e de produtos conexos, como por exemplo, para máquinas e produtos destinados à indústria alimentar [13].

Esta abordagem dita também que os produtos apenas poderão ser colocados no mercado e entrar em serviço depois de ser feita uma análise de conformidade e de ser colocada a Marcação CE, garantia e sinónimo de segurança e qualidade dos produtos vendidos na União Europeia.

2.2.3. Regulamento (UE) 2023/1230

O Regulamento (UE) 2023/1230, de 14 de junho de 2023[13], que, após o período de transição, vem revogar a Diretiva 2006/42/CE.

Este regulamento surge da necessidade de colmatar algumas lacunas resultantes do passar dos anos e evolução das tecnologias, presentes na diretiva (DM) previamente mencionada. Segundo o Artigo 1º das Disposições Gerais, são, portanto, estabelecidos neste documento, os RESS para o fabrico de máquinas, produtos conexos, e quase máquinas. Para além disso, procura estabelecer regras quanto à livre circulação de produtos abrangidos por este regulamento.

A Tabela 1 faz referência aos diferentes anexos pertencentes ao Regulamento, e à sua pertinência.

Tabela 1- Anexos do Regulamento.

Anexo	Epígrafes
I	Categorias de máquinas ou produtos conexos aos quais se aplica um dos procedimentos referidos no artigo 25.º, N.ºs 2 e 3
II	Lista indicativa de componentes de segurança
III	Requisitos de saúde e segurança relativos à conceção de máquinas ou produtos anexos
IV	Documentação técnica relativa a máquinas
V	Declaração UE de conformidade e incorporação
VI	Controlo interno da produção
VII	Exame UE de tipo
VIII	Conformidade com o tipo baseada no controlo interno da produção
IX	Conformidade baseada na garantia de qualidade total
X	Conformidade baseada na verificação por unidade
XI	Instruções de montagem das quase-máquinas

2.2.4. Marcação CE

A marcação CE consiste na aplicação de, como o próprio nome indica, uma marcação, que demonstra a conformidade com os RESS que se interpretam aplicáveis ao equipamento.

Segundo o Regulamento 2023/1230, publicado pelo Jornal da União Europeia a 23 de junho de 2023, citam-se as seguintes regras para aposição da marcação CE:

- “A marcação CE deve ser aposta de modo visível, legível e indelével na máquina ou produto. Caso tal não seja possível, devido à natureza da máquina ou produto, a marcação CE é aposta na embalagem e nos documentos que acompanham a máquina”;
- “A marcação CE é aposta antes de a máquina ou produto conexo ser colocado no mercado ou em entrada em serviço” [13], [17].

Existem também, para determinadas categorias de máquinas e de produtos conexos, RESS complementares, como são exemplo máquinas destinadas à indústria alimentar, e também máquinas destinadas ao trabalho da madeira.

De forma a ser aposta a “Marcação CE” numa máquina, é necessária a realização de um processo técnico. Na Figura 8 encontra-se ilustrada a simbologia representativa da “Marcação CE”.

Segundo a parte “A” do Anexo IV do Regulamento (EU) 2023/1230, este processo técnico deverá, pelo menos, conter, e passa-se a citar:

- Uma descrição completa da máquina ou do produto conexo e da utilização a que destina;
- A documentação relativa à avaliação dos riscos, que deverá demonstrar o procedimento realizado, e incluir:
 - Uma lista dos requisitos essenciais de saúde e segurança aplicáveis à máquina ou ao produto conexo;
 - A descrição das medidas de proteção implementadas para cumprir todos os requisitos essenciais de saúde e de segurança aplicáveis e, se for caso disso, uma indicação dos riscos residuais associados à máquina ou ao produto conexo;
- Desenhos e esquemas de conceção e de fabrico da máquina ou do produto conexo e dos seus componentes, subconjuntos e circuitos;
- As descrições e explicações necessárias para a compreensão dos desenhos e esquemas referidos na alínea c) e do funcionamento da máquina ou do produto conexo;
- Caso as normas harmonizadas ou as especificações comuns não tenham sido aplicadas ou tenham sido aplicadas apenas parcialmente, as descrições das outras especificações técnicas que foram aplicadas a fim de cumprir todos os requisitos essenciais de saúde e segurança aplicáveis;
- Os relatórios e/ou os resultados dos cálculos de conceção, dos ensaios, das inspeções e dos exames efetuados, a fim de verificar a conformidade da máquina ou do produto conexo com os requisitos essenciais de saúde e segurança aplicáveis;
- Uma descrição dos meios utilizados pelo fabricante durante o fabrico da máquina ou do produto conexo para assegurar a sua conformidade com as especificações de conceção;

- Uma cópia das instruções de utilização e das informações enunciadas na secção 1.7.4 do anexo III;
- Cópias das declarações EU de conformidade de máquinas ou produtos conexos, bem como de qualquer produto abrangido por outra legislação de harmonização da União incorporado na máquina ou no produto conexo [13], [17], [18];



Figura 8- Simbologia da “Marcação CE”.

Para a aplicação da Diretiva Máquinas, é comum seguir-se a estrutura da Figura 9 onde, depois de identificada a máquina, se enquadra a mesma numa norma harmonizada específica ou se é determinada a conformidade por meio dos RESS. Para uma análise dos limites e dos elementos de risco da máquina em causa, que poderão eventualmente afetar o operador, são analisadas e implementadas soluções para a redução desses mesmos riscos [19]. Esta aplicação de novas soluções pode seguir o processo iterativo descrito na Figura 10.

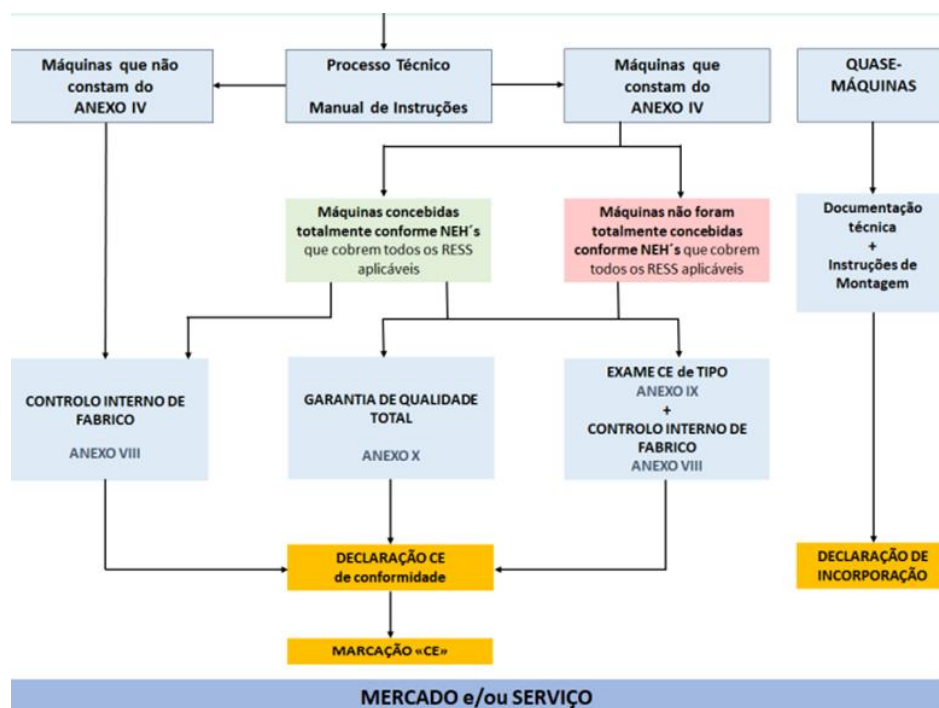


Figura 9- Metodologia para obtenção da marcação CE.

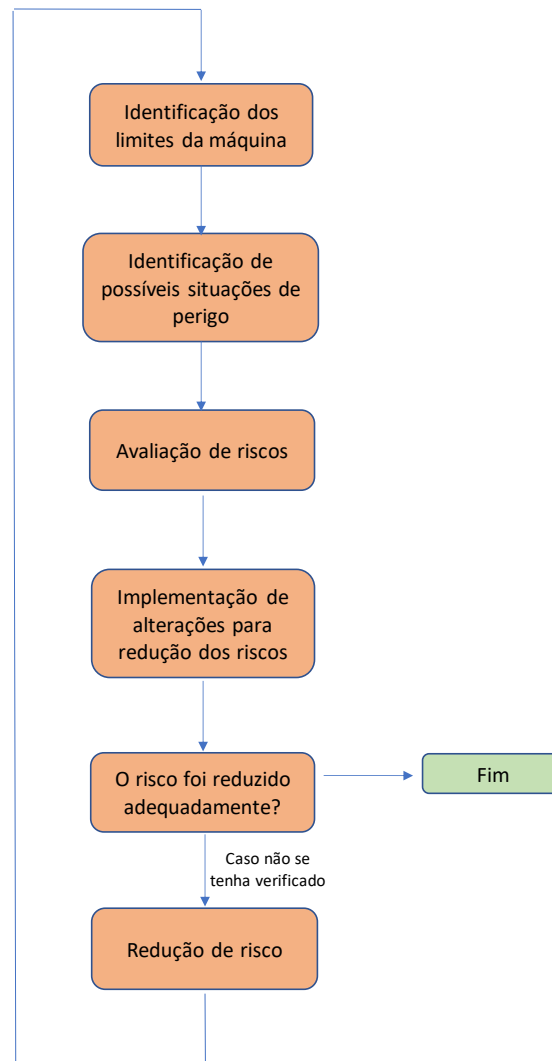


Figura 10- Metodologia a seguir na aplicação da Diretiva Máquinas

2.2.5. Relatório de conformidade

Fica a cargo de cada fabricante o cumprir e garantir de todos os requisitos essenciais de saúde e segurança. Esta garantia é dada através de um processo técnico, redigido pelo fabricante ou pelo seu mandatário, numa ou mais línguas comunitárias oficiais [20].

Este processo deve fornecer informações sucintas relativamente ao fabrico, concessão e correta utilização da máquina. Para tal, e segundo o Guia de aplicação da DM emitido pela comissão europeia, este deverá ser constituído:

- Por uma descrição geral da máquina;
- Por ambos os desenhos de conjunto da máquina e os desenhos dos circuitos de comando, acompanhados pelas descrições e explicações necessárias à compreensão do correto funcionamento da máquina;
- pelos desenhos de pormenor, acompanhados, quando necessário, por cálculos efetuados que atestem a conformidade da máquina com os requisitos essenciais de saúde e segurança (RESS);
- pela documentação relativa à avaliação dos riscos, que deverá demonstrar o procedimento seguido e incluir:
 - i) uma listagem dos RESS aplicáveis à máquina.
 - ii) uma descrição das soluções implementadas para proteção e eliminação de perigos que possam advir da utilização da máquina.
- pelas normas e outras especificações técnicas que tenham sido utilizadas, acompanhadas da enumeração dos requisitos essenciais de saúde e de segurança abrangidos por essas normas;
- por qualquer relatório técnico que forneça os resultados dos ensaios efetuados pelo fabricante ou por um organismo escolhido pelo fabricante ou pelo seu mandatário;
- por um exemplar do manual de instruções da máquina;
- se for caso disso, pelas declarações de incorporação das quase máquinas incorporadas e pelas instruções de montagem pertinentes das mesmas;
- se for caso disso, por exemplares da declaração CE de conformidade da máquina ou de outros produtos incorporados na máquina;
- um exemplar da declaração CE de conformidade;

2.3. Órgãos de Máquinas

Neste capítulo são abordados diferentes tipos de órgãos constituintes de máquinas, e a metodologia para verificação de esforços e posicionamento, quando importante, como é o caso das rodas dentadas.

2.3.1. Engrenagens

As engrenagens são rodas dentadas usadas na transmissão de movimento e energia de um veio em rotação para outro. Estes elementos são os mais utilizados em aplicações que vão desde instrumentos delicados a máquinas sujeitas a enormes tensões [21].

As primeiras engrenagens eram fabricadas em madeira, com dentes semelhantes a cavilhas cilíndricas. Ao longo do tempo, e com a revolução industrial como grande impulsionador, deu-se um enorme desenvolvimento deste elemento mecânico [22].

Comparado com outros mecanismos de transmissão, como por exemplo correias e correntes, as engrenagens apresentam:

- Melhor eficiência e fiabilidade, aliadas a um longo tempo de serviço;
- Relação de transmissão constante;
- Grande diversidade de relações de transmissão e velocidades.

Para ser possível tirar partido das capacidades mencionadas anteriormente, é necessário o correto dimensionamento das engrenagens, de forma a evitar ruídos, vibrações e desgastes localizados [23].

Quanto à sua classificação, estas podem distinguir-se em:

- Engrenagens de eixos paralelos-
- Engrenagens de eixos concorrentes;
- Engrenagens de eixos não complanares.

É ainda possível fazer uma classificação quanto à geometria dos dentes, com rodas:

- De dentado reto;
- De dentado helicoidal.

1- Engrenagens de eixos paralelos

As engrenagens de eixos paralelos são as de uso mais comum e com maior disponibilidade no mercado. São caracterizadas por terem os dentes alinhados com o eixo central da roda dentada, no caso das de dentado reto, como ilustrado na Figura 11. A Figura 12 apresenta, em oposição, engrenagens também de eixos paralelos, mas com dentado helicoidal [24].



Figura 11- Engrenagens de eixos paralelos e dentado reto



Figura 12- Engrenagens de eixos paralelos e dentado helicoidal

2- Engrenagens de eixos concorrentes

Quanto há a necessidade de transmitir movimento entre dois eixos concorrentes, é necessária a utilização de rodas dentadas cónicas.

Apesar de terem uma maior utilização para a transmissão entre veios com um desfasamento angular de 90°, são possíveis de aplicar em diversas outras posições [21], [25].



Figura 13- Paralelismo entre duas engrenagens cónicas, uma de dentado reto, e outra de dentado helicoidal.

3-Engrenagens de eixos não complanares

Neste tipo de engrenagens estão incluídas:

- Engrenagens cruzadas helicoidais- Composta por duas rodas dentadas helicoidais com ângulo de hélice opostos, cujos eixos podem formar um qualquer ângulo. Dado o contacto entre os dentes ser pontual, existe uma elevada limitação no que à capacidade de carga diz respeito;
- Engrenagens parafuso sem-fim e roda dentada helicoidal- o engrenamento dá-se por meio de um parafuso sem-fim. Apresenta uma grande relação de transmissão, e, em contrapartida, apresenta um baixo rendimento devido às grandes forças de atrito geradas, o que implica uma boa seleção de materiais [21], [22].

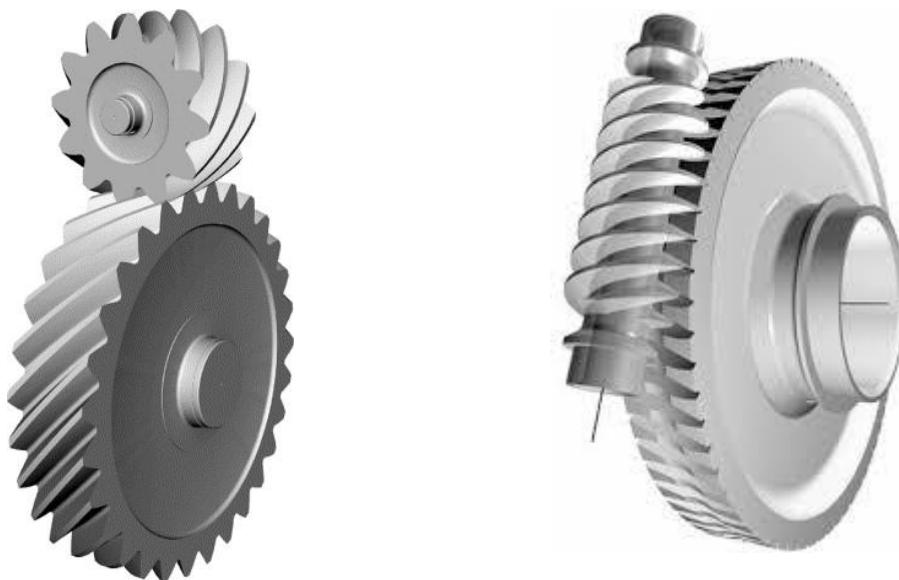


Figura 14- Engrenagem cruzada helicoidal, em oposição a um engrenamento parafuso sem-fim e roda dentada.

Cálculo de posicionamento e esforços

De forma a ser garantido o correto posicionamento e engrenamento de engrenagens, sejam elas de que tipologia forem, é necessária, primeiramente, a definição de algumas propriedades.

Engrenagens de dentado reto:

De forma a ser garantido o correto posicionamento deste tipo de engrenagens, é necessário definirem-se as designações presentes na Tabela 2. A Figura 15 ajuda-nos a compreender do que se trata cada uma destas propriedades.

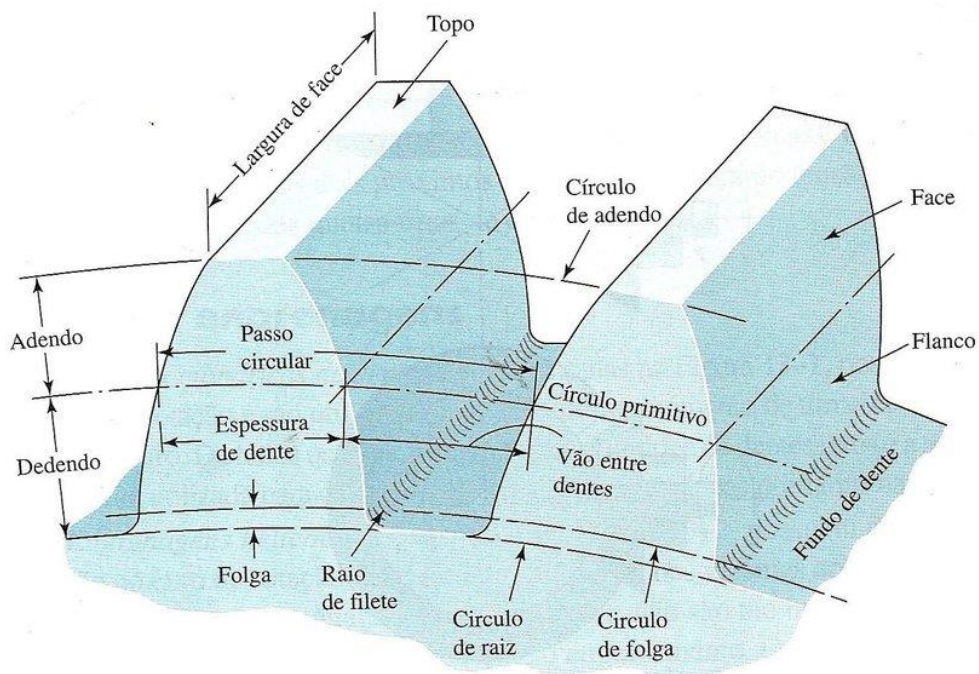


Figura 15- Designação de engrenagens de eixos paralelos e dentado reto.

Tabela 2- Propriedades de engrenagens de eixos paralelos e dentado reto.

Designação	Símbolo	Fórmula
Módulo	m	$\frac{d}{Z}$
Ângulo de pressão	α	
Número de dentes	Z_1, Z_2	
Distância entre eixos	a	$\frac{(Z_1 + Z_2) \cdot m}{2}$
Diâmetro Primitivo	d	Z.m
Diâmetro de Base	d_b	$d \cdot \cos(\alpha)$
Addendum	h_a	1,00.m
Dedendum	h_f	1,25.m
Diâmetro Addendum ou Diâmetro Exterior	d_a	$d + 2,0.m$
Diâmetro Dedendum ou Diâmetro da Raiz	d_f	$d - 2,5.m$

Para determinação do módulo e diâmetro primitivo de uma roda dentada já existente, pode-se utilizar o sistema de equações (1), que relaciona duas propriedades passíveis de medição, o número de dentes (Z) e o diâmetro de addendum (d_a), com as previamente referidas.

$$\begin{cases} d_a = d + 2 \times m \\ m = \frac{d}{Z} \end{cases} \quad (1)$$

Engrenagens de eixos concorrentes- conjunto roda coroa e parafuso sem-fim:

No cálculo das propriedades para rodas dentadas helicoidais é importante ter em consideração a introdução de uma norma variável, o ângulo da hélice (β), como ilustrado na Figura 16. Esta variável condiciona todas as outras, e gera dois passos, módulos, e ângulos de pressão, normais e tangentes.

No caso em particular, em que os eixos são concorrentes, e se trata de um conjunto roda dentada-sem-fim, surge também uma concavidade periférica (R) de modo a possibilitar o engrenamento do conjunto Figura 17 [22], [24].

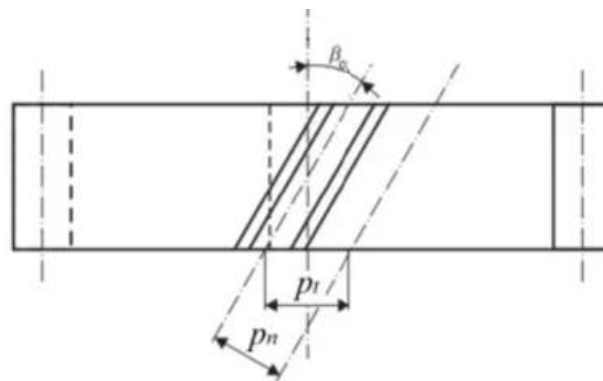


Figura 16- Roda dentada de dentado helicoidal.

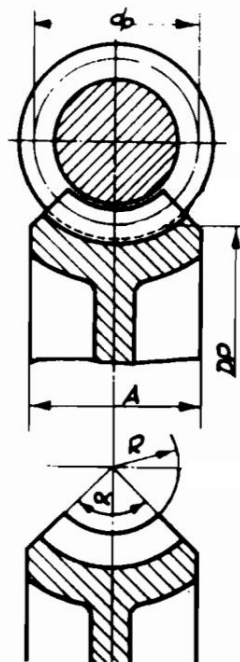


Figura 17- Conjunto roda dentada- sem-fim.

Tabela 3- Propriedades de conjunto roda dentada helicoidal e sem-fim, com eixos concorrentes.

Designação	Símbolo	Fórmula
Módulo normal	m_n	$\frac{p_n}{\pi}$
Passo circular normal	p_n	$p_t \cdot \cos \beta$
Passo circular tangencial	p_t	
Ângulo de pressão normal	α_n	
Ângulo de pressão aparente	α_t	$\tan^{-1} \left(\frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} \right)$
Ângulo de hélice	β	
Número de dentes	Z_1, Z_2	
Distância entre eixos	a	$\left(\frac{Z_1 + Z_2}{2 \cdot \cos \beta} \right) \cdot m_n$
Diâmetro primitivo	d	$\frac{Z \cdot m_n}{\cos \beta}$
Diâmetro de Base	d_b	$d \cdot \cos(\alpha_t)$
Addendum	h_a	$1,00 \cdot m_n$
Dedendum	h_f	$1,25 \cdot m_n$
Diâmetro Addendum ou Diâmetro Exterior	d_a	$d + 2,0 \cdot h_a$
Diâmetro Dedendum ou Diâmetro da Raiz	d_f	$d_a - 2,0 \cdot h_f$
Concavidade periférica	R	$0,5 \times d_p - M$

Cálculo esforços- engrenagens roda coroa e sem-fim:

Para o cálculo dos esforços descritos de seguida, envolvidos no dimensionamento de um conjunto de engrenagens roda de coroa e sem-fim, é necessário ter-se em conta algumas propriedades, como o coeficiente de atrito (μ), entre a roda coroa (Z_2) e o parafuso sem-fim (Z_1).

$$M_{t2} = \frac{P}{w_2} \quad (2)$$

$$F_{x1} = F_{t2} = \frac{F_{t2}}{R_2} = \frac{2 \cdot M_{t2}}{m \cdot Z_2} \quad (3)$$

$$F_{r1} = F_{r2} = \frac{F_{t2} \cdot \text{sen}(\alpha)}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma - \mu \cdot \sin \gamma} \quad (4)$$

$$F_{t1} = F_{x2} = \frac{F_{t2} \cdot (\cos \alpha \cdot \sin \gamma + \mu \cdot \cos \gamma)}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma - \mu \cdot \sin \gamma} \quad (5)$$

Com:

- F_{t1} - Força tangencial no sem-fim;
- F_{r1} - Força radial no sem-fim;
- F_{x1} - Força axial no sem-fim;
- F_{t2} - Força tangencial na roda;
- F_{r2} - Força radial na roda;
- F_{x2} - Força axial na roda;
- P- Potência transmitida pela engrenagem;
- M_{t2} - Momento torsor a transmitir pela roda;
- W_2 - Velocidade angular da roda;
- R_2 - Raio primitivo da roda;
- m- módulo da engrenagem;
- Z_2 - número de dentes da roda;
- α - ângulo de pressão;

- μ - coeficiente de atrito;

No que ao rendimento (η) da engrenagem diz respeito, este é estabelecido como a relação entre a potência da roda (P_2) e a do sem-fim (P_1). No caso de o movimento ser imposto pelo sem-fim, este rendimento pode ser calculado da seguinte forma:

$$\eta = \frac{\cos \alpha - \mu \cdot \tan \gamma}{\cos \alpha + \frac{\mu}{\tan \gamma}} \quad (6)$$

A verificação ou dimensionamento do dente da roda à rotura por fadiga em flexão do dente pode ser estabelecida pela determinação do módulo mínimo (m), de acordo com a equação que se segue:

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,2412 \cdot 10^4 \cdot P \cdot K_M}{\sigma_{b2lim} \cdot Z_2 \cdot n_2 \cdot K_{VL2} \cdot K_A}} \quad (7)$$

Com:

- m - Módulo real da engrenagem;
- P - Potência transmitida pela engrenagem;
- K_M - Fator de efeito dinâmico;
- σ_{b2lim} - Tensão limite de fadiga à flexão (108 ciclos);
- n_2 - rotação da roda;
- Z_2 - Número de dentes da roda coroa;
- K_{VL2} - Fator de velocidade;
- K_A - Fator de precisão de montagem.

Uma parte essencial para a aplicação da relação estabelecida na equação (7) é a determinação dos fatores.

Cálculo de esforços- engrenagens de dentado reto:

Tão importante como a determinação do correto posicionamento e engrenamento entre duas rodas dentadas, são os esforços gerados aquando da transmissão de movimento entre dois veios por meio desta solução construtiva.

Nestes elementos, surgem esforços no contacto entre os dentes, em simultâneo com os esforços dos veios sobre as rodas; Forças (F) e momentos torsores (T).

As forças geradas dependem diretamente da potência transmitida no veio, como, por exemplo, por um motor, e dividem-se na direção tangencial, útil à transmissão de binário, e radial, sem efeito útil.

Admitindo que a roda dentada está em equilíbrio, é possível relacionar a força tangencial (F_t) com o binário (T), bem como com a potência (P), recorrendo às equações (8) e (9).

$$F_t = \frac{2}{d} \times T \quad (8)$$

$$F_t = \frac{2}{d} \times \frac{P}{n} \quad (9)$$

Com:

d- Diâmetro primitivo;

n- Rotações (rad/s)

$$F_r = F_t \times \tan (\alpha) \quad (10)$$

Resistência à flexão:

Para se verificar a resistência à flexão dos dentes de uma roda dentada, é necessário ser garantido o critério de resistência da equação (11), isto é, deve-se garantir que a força tangencial instalada (F_t) é inferior à força tangencial limite ($F_{t\ lim}$).

$$F_t \leq F_{t\ lim} \quad (11)$$

A força tangencial limite pode ser calculada através da equação (12), e tem em conta diversos fatores, relacionados com a geometria do dente, material, e segurança, cujo cálculo necessita de ser efetuado.

$$F_{t\ lim} \leq \sigma_{F\ lim} \cdot \frac{m_n \cdot b}{Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta} \left(\frac{K_L}{K_V \cdot K_O} \right) \frac{1}{S_F} \text{ (kgf)}$$

Com:

- Y_F - Fator de forma;
 - Y_ε - Fator de distribuição;
 - Y_β - Fator do ângulo de hélice;
 - K_L - Fator de vida;
 - K_V - Fator de carga dinâmica;
 - K_O - Fator de sobrecarga;
 - S_F - Fator de segurança.
- (12)

O fator de forma, Y_F , pode ser determinado graficamente através da Figura 18, partindo da relação presente na equação (13). Para rodas com dentado reto, pode ser considerado o número de dentes equivalente (Z_v), igual ao número de dentes virtual (Z).

$$Z_v \leq \frac{Z}{\cos^3 \beta} \quad (13)$$

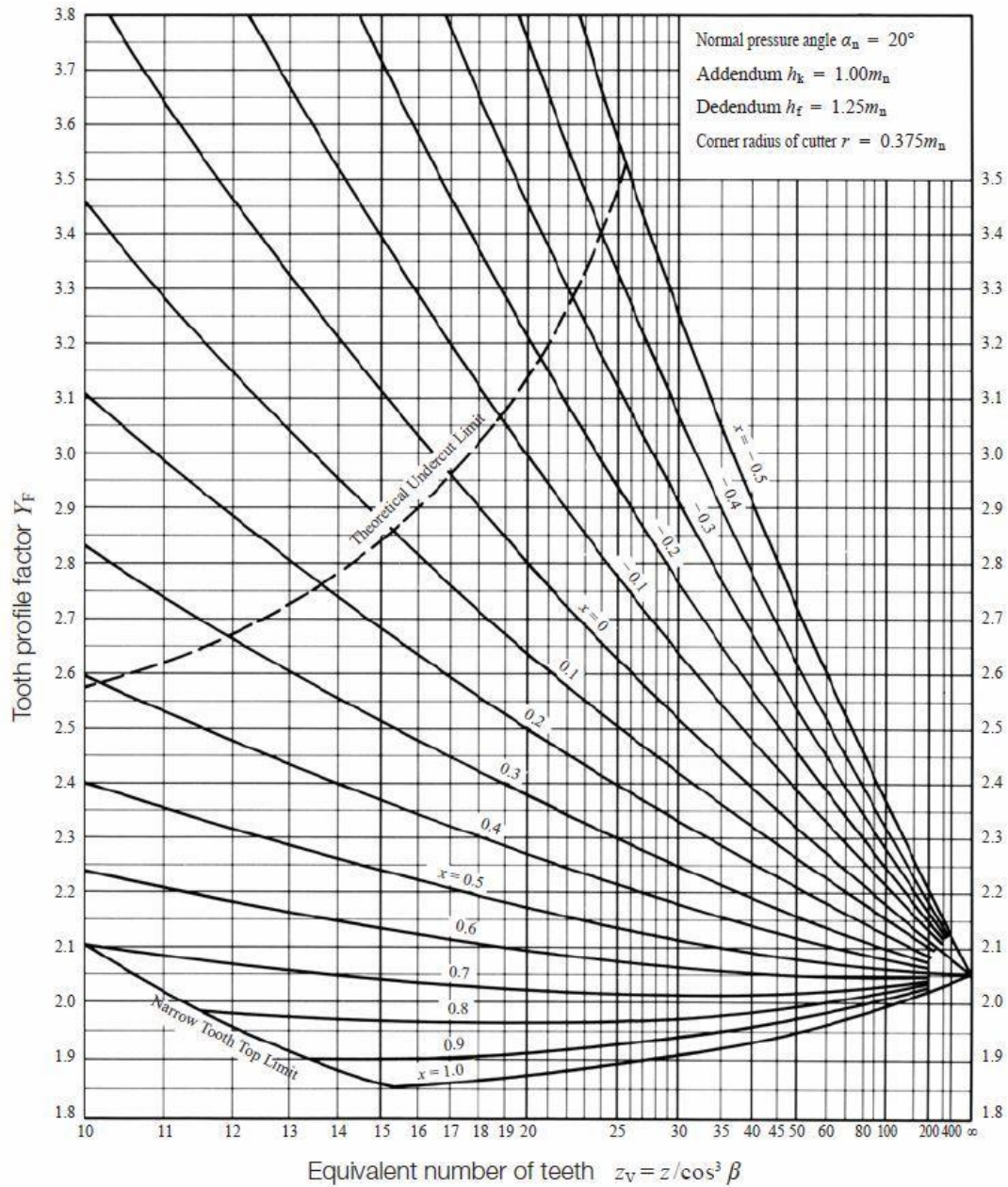


Figura 18- Fator de forma, Y_F .

O fator de distribuição de carga, Y_ε , é dado pelo inverso da razão de condução radial ε_α , segundo a equação

$$Y_\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon_\alpha} \quad (14)$$

Tabela 4- Fator distribuição de carga, Y_{ϵ} .

$(\alpha_0 = 20^\circ)$

No. of teeth	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	
17	1.514																				
20	1.535	1.557																			
25	1.563	1.584	1.612																		
30	1.584	1.605	1.633	1.654																	
35	1.603	1.622	1.649	1.670	1.687																
40	1.614	1.635	1.663	1.684	1.700	1.714															
45	1.625	1.646	1.674	1.695	1.711	1.725	1.736														
50	1.634	1.656	1.683	1.704	1.721	1.734	1.745	1.755													
55	1.642	1.664	1.691	1.712	1.729	1.742	1.753	1.763	1.771												
60	1.649	1.671	1.698	1.719	1.736	1.749	1.760	1.770	1.778	1.785											
65	1.655	1.677	1.704	1.725	1.742	1.755	1.766	1.776	1.784	1.791	1.797										
70	1.661	1.682	1.710	1.731	1.747	1.761	1.772	1.781	1.789	1.796	1.802	1.808									
75	1.666	1.687	1.714	1.735	1.752	1.765	1.777	1.786	1.794	1.801	1.807	1.812	1.817								
80	1.670	1.691	1.719	1.740	1.756	1.770	1.781	1.790	1.798	1.805	1.811	1.817	1.821	1.826							
85	1.674	1.695	1.723	1.743	1.760	1.773	1.785	1.794	1.802	1.809	1.815	1.821	1.825	1.830	1.833						
90	1.677	1.699	1.726	1.747	1.764	1.777	1.788	1.798	1.806	1.813	1.819	1.824	1.829	1.833	1.837	1.840					
95	1.681	1.702	1.729	1.750	1.767	1.780	1.791	1.801	1.809	1.816	1.822	1.827	1.832	1.836	1.840	1.844	1.847				
100	1.683	1.705	1.732	1.753	1.770	1.783	1.794	1.804	1.812	1.819	1.825	1.830	1.835	1.839	1.843	1.846	1.850	1.853			
110	1.688	1.710	1.737	1.758	1.775	1.788	1.799	1.809	1.817	1.824	1.830	1.835	1.840	1.844	1.848	1.852	1.855	1.858	1.863		
120	1.693	1.714	1.742	1.762	1.779	1.792	1.804	1.813	1.821	1.828	1.834	1.840	1.844	1.849	1.852	1.856	1.859	1.862	1.867	1.871	
RACK	1.748	1.769	1.797	1.817	1.834	1.847	1.859	1.868	1.876	1.883	1.889	1.894	1.899	1.903	1.907	1.911	1.914	1.917	1.922	1.926	

$$\epsilon_{\alpha} = \frac{\sqrt{r_{k1}^2 - r_{g1}^2} + \sqrt{r_{k2}^2 - r_{g2}^2} - a \sin \alpha_b}{\pi m \cos \alpha_0}$$

O fator do ângulo da hélice, Y_{β} , obtém-se através das duas equações (15) e (16), para dois intervalos de ângulos de hélice diferentes.

$$\text{Se } 0 \leq \beta \leq 30^\circ, \quad Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta}{120} \quad (15)$$

$$\text{Se } \beta > 30^\circ, \quad Y_{\beta} = 0,75 \quad (16)$$

O fator de vida, K_L , tem em conta o número de ciclos que, no caso das rodas dentadas, se traduz no número de engrenamentos efetuados. Para além disso, tem também em conta a dureza do dente. Para rodas dentadas em ferro fundido, aplica-se a coluna com o intervalo de dureza entre HB 120 e 220. Já para as rodas dentadas endurecidas por indução, tem-se em consideração uma dureza superior a HB220.

Tabela 5- Fator de vida, K_L .

No. of cyclic repetitions	Hardness ⁽¹⁾ H _B 120 ~ 220	Hardness ⁽²⁾ H _B 221 or over	Gears w. carburizing/nitriding
10000 or fewer	1.4	1.5	1.5
Approx. 100000	1.2	1.4	1.5
Approx. 10 ⁶	1.1	1.1	1.1
10 ⁷ or greater	1.0	1.0	1.0

NOTES

(1) Cast steel gears apply to this column.

(2) For induction hardened gears, use the core hardness.

Fator de carga dinâmica, ou K_v , tem em conta fatores como a qualidade da roda dentada, e a velocidade linear, ao nível do círculo primitivo.

Tabela 6- Fator de carga dinâmica, K_v .

Precision grade of gears from JIS B 1702		Tangential speed at working pitch circle (m/s)						
		1 or under	Over 1 to 3 incl.	Over 3 to 5 incl.	Over 5 to 8 incl.	Over 8 to 12 incl.	Over 12 to 18 incl.	Over 18 to 25 incl.
Unmodified	Modified							
	1	—	—	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3
1	2	—	1.0	1.05	1.1	1.2	1.3	1.5
2	3	1.0	1.1	1.15	1.2	1.3	1.5	
3	4	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5		
4	—	1.0	1.3	1.4	1.5			
5	—	1.1	1.4	1.5				
6	—	1.2	1.5					

É necessário compreender o fator de sobrecarga, K_o , fator este dependente da força tangencial atuante e a força tangencial nominal, neste caso, o quociente do primeiro pelo último.

Tabela 7- Fator de sobrecarga, K_o .

Impact from Prime Mover	Impact from Load Side of Machine		
	Uniform Load	Medium Impact Load	Heavy Impact Load
Uniform Load (Motor, Turbine, Hydraulic Motor)	1.0	1.25	1.75
Light Impact Load (Multicylinder Engine)	1.25	1.5	2.0
Medium Impact Load (Single Cylinder Engine)	1.5	1.75	2.25

Por último define-se o fator de segurança, S_f , cujo valor mínimo normalmente utilizado é de 1,2.

2.3.2. Chavetas

As chavetas desempenham um papel importantíssimo na transmissão de movimento de rotação, garantindo o movimento solidário entre os diversos componentes ligados. São usualmente implementadas nas ligações de rodas dentadas e polias, e o veio onde são montadas, e previnem, portanto, o movimento relativo dos mesmos [23].

O correto dimensionamento destas chavetas é de extrema relevância para a manutenção da integridade da máquina.

Para realizar esta tarefa é assim necessário fazer a distinção quanto ao seu tipo, e os fatores a ter em consideração para efetuar um dimensionamento eficaz.

No que à tipologia diz respeito, as chavetas podem distinguir-se entre:

- Chavetas paralelas- São assim chamadas pelo simples facto de que as faces superior e inferior são paralelas, assim como as duas faces laterais entre si. Subdividem-se ainda em três tipos, como descrito na figura x. As chavetas do tipo A possuem os as duas extremidades arredondadas, ao contrário das chavetas do tipo B, cujas extremidades são retas. As chavetas paralelas do tipo C apresentam uma extremidade reta e outra arredondada, e são geralmente utilizadas na extremidade de veios [23], [26];
- Chavetas de disco- Apresentam uma geometria semicircular, sendo que a parte circular fica alojada no furo do cubo. A principal vantagem é a facilidade de corte do alojamento da chaveta, em paralelo com o reduzido custo de fabrico da própria chaveta, que pode ser obtida a partir de varão redondo [21];
- Chavetas inclinadas- Este tipo de chavetas, quando firmemente posicionadas, impede movimento de rotação e translação, permitindo, em simultâneo, um ajustamento nesta mesma direção [23], [26].

A norma ISO/R 773 faz a relação entre os diâmetros nominais dos veios em estudo, e as dimensões normalizadas para as chavetas paralelas e seus escatéis, tanto do veio como do cubo. Esta informação pode servir de ponto de partida para a escolha de uma solução, e para uma primeira iteração e verificação analítica. As Tabela x apresenta as dimensões normalizadas segundo a norma acima referida.

Tabela 8- Dimensões normalizadas (ISO/R 773) para chavetas paralelas e os seus devidos escatéis [26].

DIÂMETRO DO VEIO	CHAVETAS				comprimento		PARAFUSO CHc ou C	ESCATÉIS			Chanfro e arredondado			
	comente	h	h ₁	h ₂	L _{min}	L _{max}		do veio	do cubo	T _{fino}	r _{min}	r _{max}	r _{min}	
> 6 ... 8	2 h9	2 h9	-	-	6	20	-	1,2 0/-0,1	-	1 +0,1/0	-	0,16	0,25	0,08
8 ... 10	3 h9	3 h9	-	-	6	36	-	1,8 0/-0,1	-	1,4 +0,1/0	-	0,16	0,25	0,08
10 ... 12	4 h9	4 h9	-	-	8	45	-	2,5 0/-0,1	-	1,8 +0,1/0	-	0,16	0,25	0,08
12 ... 17	5 h9	5 h9	5 h9	3 h9	10	56	-	3 0/-0,1	1,88	2,3 +0,1/0	1,4	0,25	0,4	0,16
17 ... 22	6 h9	6 h9	6 h9	4 h9	14	70	M2,5x6	3,5 0/-0,2	2,5	2,8 +0,1/0	1,8	0,25	0,4	0,16
22 ... 30	8 h9	7 h11	8 h9	5 h9	18	90	M3x8	4 0/-0,2	3	3,3 +0,2/0	2,3	0,25	0,4	0,16
30 ... 38	10 h9	8 h11	10 h9	6 h9	22	110	M4x10	5 0/-0,2	3,5	3,3 +0,2/0	2,8	0,4	0,6	0,25
38 ... 44	12 h9	8 h11	12 h9	6 h9	28	140	M5x10	5 0/-0,2	3,5	3,3 +0,2/0	2,8	0,4	0,6	0,25
44 ... 50	14 h9	9 h11	14 h9	6 h9	36	160	M6x10	5,5 0/-0,2	3,5	3,8 +0,2/0	2,8	0,4	0,6	0,25
50 ... 58	16 h9	10 h11	16 h9	7 h11	45	180	M6x10	6 0/-0,2	4	4,3 +0,2/0	3,3	0,6	0,8	0,4
58 ... 65	18 h9	11 h11	18 h9	7 h11	50	200	M8x10	7 0/-0,2	5	4,4 +0,2/0	3,3	0,6	0,8	0,4
65 ... 75	20 h9	12 h11	20 h9	8 h11	56	220	M8x10	7,5 0/-0,2	5,5	4,9 +0,2/0	3,3	0,6	0,8	0,4
...

As avarias possíveis de se darem numa chaveta são por corte, ou por pressão superficial ou esmagamento. Dado que as roturas por corte são as mais comuns, apenas foi feita a verificação analítica para este caso [22].

Verificação ao Corte:

Nesta verificação é estudado o esforço transversal na chaveta, que advém do momento torsor instalado.

Partindo da Força total aplicada à chaveta (F), e da Área submetida ao corte (A_s), é determinada a tensão de corte média (τ_{med}).

$$F = \frac{T}{\frac{D}{2}} \quad (17)$$

com:

T- Momento torsor instalado

D- Diâmetro do veio

$$A_s = W \cdot L \quad (18)$$

com:

W- Largura da chaveta

L- Comprimento da chaveta

$$\tau_{med} = \frac{F}{A_s} = \frac{2 \cdot T}{D \cdot W \cdot L} \quad (19)$$

Este valor determinado para a tensão média instalada é depois comparado com a tensão de corte máxima admissível (τ_{adm}), resultando num comprimento mínimo da chaveta (L_s).

$$\tau_{adm} = \frac{0,5 \cdot \sigma_{ced}}{c_s} \quad (20)$$

com:

σ_{ced} - tensão de cedência do material

c.s- coeficiente de segurança

$$\frac{2 \cdot T}{D \cdot W \cdot L} = \frac{0,5 \cdot \sigma_{ced}}{c_s} \quad (21)$$

Daqui sai que:

$$L_s = \frac{4 \cdot T \cdot c_s}{\sigma_{ced} \cdot D \cdot W} \quad (22)$$

No que à verificação ao esmagamento diz respeito, existe uma mudança na área da secção sujeita a este tipo de tensões, em relação às tensões de corte, passando esta a ser dada por:

$$A_b = \frac{H \cdot L}{2} \quad (23)$$

com:

H- Altura da chaveta

L- Comprimento da chaveta

É também introduzido um fator K, de tensão triaxial, cujos valores podem variar de $1,0 \leq K \leq 1,5$.

Assim, o comprimento mínimo da chaveta, será dada pela relação seguinte relação:

$$L_s = \frac{4 \cdot T \cdot c_s}{K \cdot \sigma_{ced} \cdot D \cdot H} \quad (24)$$



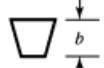
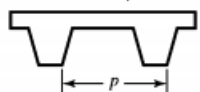
2.3.3. Correias

As transmissões de potência entre dois eixos com posicionamentos distantes impossibilitam a implementação de rodas dentadas.

Para satisfazer este requisito, surgem as correias. Esta solução simples e versátil, recorre ao atrito para possibilitar a transmissão de energia, e implementa um sistema de polias para garantir as relações de transmissão. As correias são depois sujeitas a tensão para garantir o correto funcionamento e o não deslizamento entre a sua superfície e a superfície da polia anexa. Os materiais geralmente utilizados no seu fabrico são a borracha ou poliuretano [21], [23].

Existem diversos tipos de correias, desde planas a trapezoidais. A ilustra as diferentes geometrias e secções transversais.

Tabela 9- Geometrias e secções transversais de diferentes tipos de polias.

Tipo de correia	Figura	Junta	Intervalo de tamanho	Distância entre centros
Plana		Sim	$t = 0,75 \text{ mm a } 5 \text{ mm}$	Sem limite superior
Redonda		Sim	$d = 10 \text{ mm a } 20 \text{ mm}$	Sem limite superior
V		Nenhuma	$b = 8 \text{ mm a } 9 \text{ mm}$	Limitada
Sincronizadora		Nenhuma	$p = 2 \text{ mm}$	Limitada

Como referido anteriormente, uma eficaz seleção de uma polia para uma dada aplicação tem impacto nas vibrações, e desgaste ao longo do tempo. É, portanto, de extrema relevância o seu correto dimensionamento.

No que à verificação da geometria diz respeito, são verificados três parâmetros:

- Ângulo de contacto, θ_d , na polia menor (polia de diâmetro d);
- Ângulo de contacto, θ_D , na polia maior (polia de diâmetro D);
- Comprimento da correia (L).

As equações seguintes permitem-nos chegar aos valores pretendidos. A Figura 19 ilustra as propriedades geométricas [22], [27].

$$\theta_d = \pi - 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{D-d}{2 \times C} \right) \quad (25)$$

$$\theta_D = \pi + 2 \times \sin^{-1} \left(\frac{D-d}{2 \times C} \right) \quad (26)$$

$$L = \sqrt{4C^2 - (D-d)^2} + \frac{1}{2} (D \times \theta_D + d \times \theta_d) \quad (27)$$

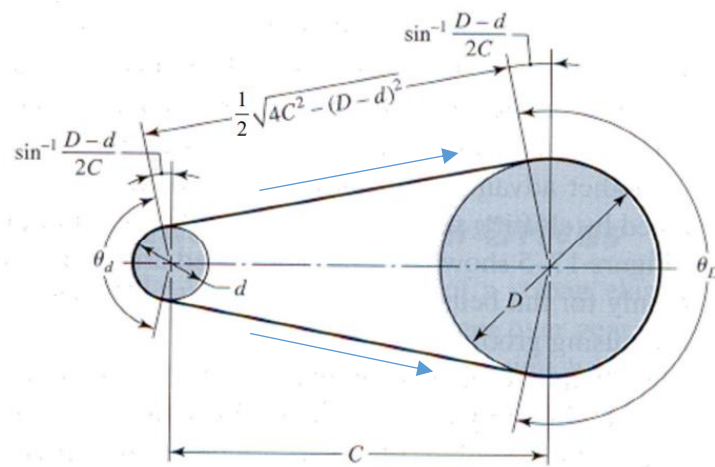


Figura 19- Representação gráfica das propriedades geométricas de polias.

Para além da verificação geométrica, é necessária a verificação dos esforços envolvidos, de forma a serem garantidas as condições de não escorregamento.

Para as correias trapezoidais, a condição de não escorregamento imposta é dada por:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{(\mu \times \theta_d)} \quad (28)$$

e

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{(\mu \times \theta_D)} \quad (29)$$

Os esforços podem ser obtidos através do cálculo do equilíbrio das forças nos dois eixos do plano, e dos momentos, conforme as equações

$$\sum F_x = 0 = -R_x + (F_1 - F_2) \times \cos(\alpha) \quad (30)$$

$$\sum M_A = 0 = -M_d + (F_1 - F_2) \times \frac{d}{2} \quad (31)$$

$$\sum F_y = 0 = -R_y + (F_1 - F_2) \times \sin(\alpha) \quad (32)$$

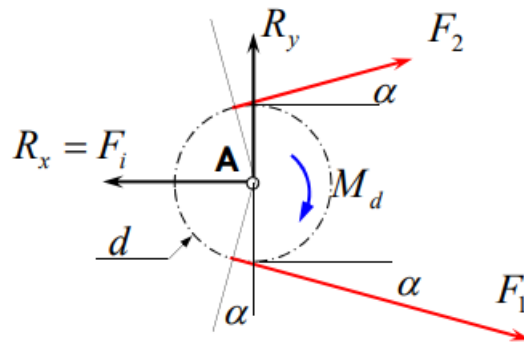


Figura 20- Equilíbrio de forças na polia de diâmetro d (menor).

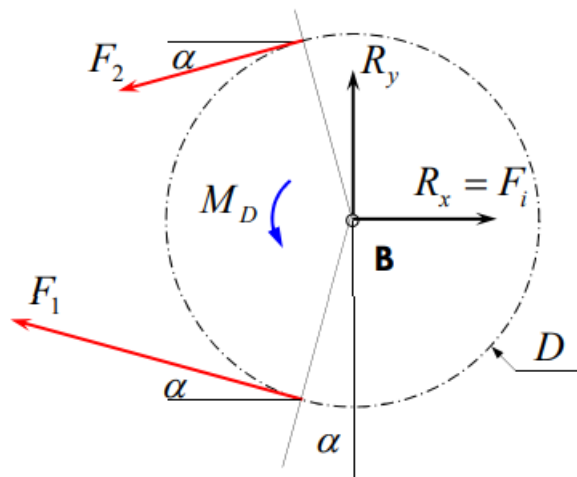


Figura 21- Equilíbrio de forças na polia de diâmetro D (maior).

página propositadamente em branco

3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

O problema que a empresa propôs ser solucionado, e que serviu de base a esta dissertação, foi fazer-se um trabalho de recuperação e melhoria de uma máquina e, tratando-se esta de uma máquina antiga, fazer-se em paralelo um trabalho de verificação e análise de riscos de forma a ser possível a Marcação CE.

Este retrofitting seguiu as seguintes etapas:

1. Desmontagem da máquina;
2. Separação dos componentes necessários dos obsoletos;
3. Limpeza e tratamento superficial dos componentes reutilizados;
4. Execução e fabrico de componentes danificados bem como de componentes novos;
5. Montagem da máquina com a aplicação de novas soluções construtivas;

3.1. Descrição da Máquina

Modelação

Em paralelo com as atividades gerais descritas no início do capítulo, foi feito um trabalho constante de modelação de todos os elementos, trabalho esse de enorme valor para a empresa visto que, na eventualidade de ser necessária a construção de uma máquina de raiz sem a possibilidade e existência de uma máquina dadora, este trabalho assim o torna possível. Para tal, foi utilizado o software SolidWorks.

Num momento inicial, começaram por ser modeladas todas as rodas dentadas provenientes da máquina original, em conformidade com os cálculos efetuados conforme as metodologias descritas no subcapítulo 2.3.1, para assim ser obtido o correto posicionamento das mesmas, tendo sido feito o cálculo de todos os módulos, diâmetros primitivos, número de dentes e por fim distâncias entre eixos. São ilustrados na Figura 22 os resultados desta tarefa.

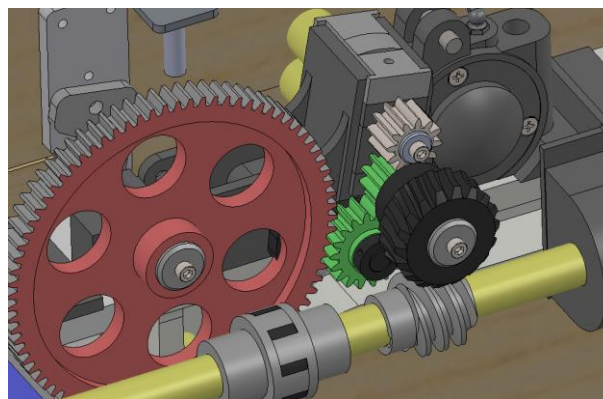


Figura 22- Rodas dentadas modeladas.

Posteriormente foi modelado o corpo da máquina, como mostra a Figura 23. É esta a estrutura que serve de base ao equipamento e onde são acoplados todos os restantes elementos.

Assim feito, foram introduzidos todos os elementos responsáveis por assegurar o posicionamento de veios, e depois introduzidos os mesmos, em conjunto com rolamentos e retentores, e as rodas dentadas e chavetas para a transmissão de movimento. As Figura 24 e Figura 25 apresentam o resultado após estes elementos combinados. O Apêndice A trata o desenho de conjunto da estrutura base abaixo referida.

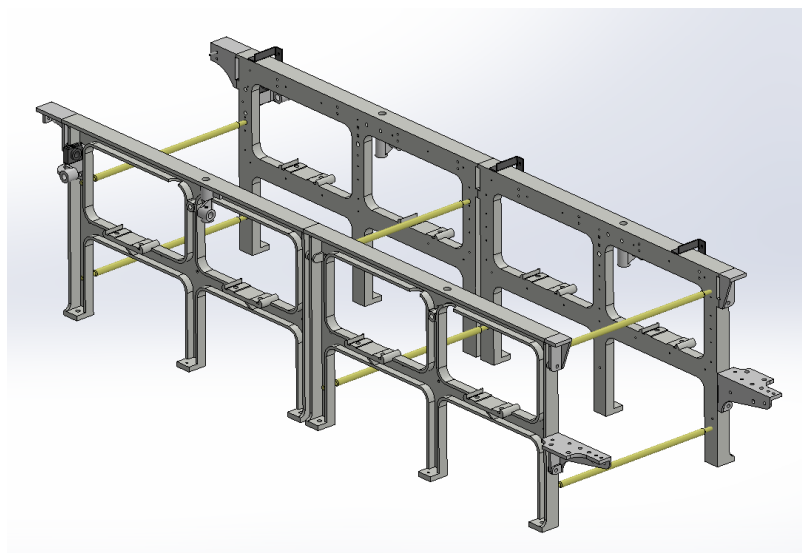


Figura 23- Modelação da estrutura base do equipamento

No Apêndice B, por outro lado, é possível identificar-se o subconjunto ao qual se denominou “Elementos de suporte de veios e rolos”. Esta estrutura é repetida nove vezes ao longo da máquina, e contém nela desde as peças, que, tal como a estrutura base, foram fabricadas em ferro fundido, até rolamentos e retentores responsável pela vedação de impurezas. Este subconjunto inclui também o sistema de engrenagens responsável pela transmissão de movimento entre os quatro elementos em rotação nele presentes. No ato da modelação, foram tiradas as medidas reais do posicionamento destes elementos, e foi confirmado o mesmo através do procedimento teórico tratado no 2.3.1.



Figura 24- Vista inferior da estrutura base da máquina em conjunto com veios e suportes.

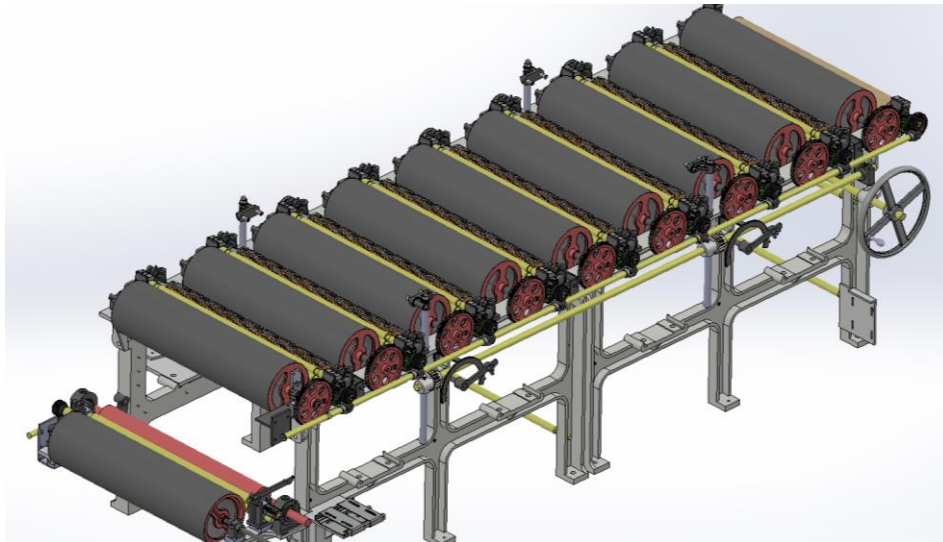


Figura 25- Vista em perspectiva isométrica da máquina.

As madeiras que enclausuram o pelo foram os elementos a serem modelados de seguida, com todos os elementos que em si ficam incorporados, incluindo as peças de suporte aos raspadores, os seus elementos de amortecimento, e as proteções das janelas em Policarbonato.

O Apêndice C inclui o desenho de conjunto da estrutura em madeira.

Com a estrutura da máquina já completa, foram projetadas, em conjunto com os membros da área de serralharia da empresa, as blindagens para proteção dos operadores do equipamento. O resultado encontra-se ilustrado na figura abaixo.

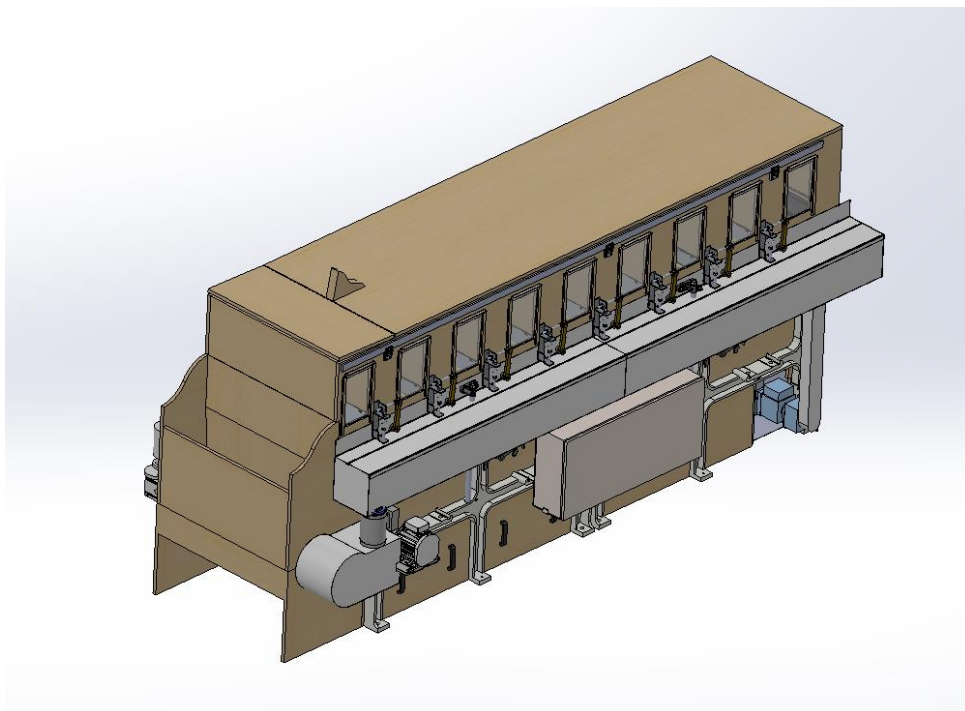


Figura 26-Modelação completa da máquina

Todos os elementos modelados foram organizados em diferentes pastas, para ser feita uma melhor organização, como é possível verificar na figura abaixo, onde são selecionados todos os elementos normalizados e já existentes no mercado, peças de fabricante, isto é, como retentores, rolamentos, motores, etc.

Funcionamento

No que ao funcionamento do equipamento diz respeito, este equipamento é interveniente num dos diversos processos de transformação do pelo de vários animais até este ficar pronto a ser utilizado no fabrico de chapéus. Esta máquina em concreto, como já anteriormente referido, é responsável por fazer a limpeza do pelo através do processo de suflagem, palavra proveniente do verbo suflar, sinónimo de soprar.

Neste equipamento existem várias câmaras, contando cada uma delas com um rolo revestido por uma manta com espigões (elemento 2 da Figura 27), um rolo perfurado, cuja posição está assinalada com o número 3, e dois veios tangentes (elemento 1 da Figura 27). O pelo entra na câmara número 1, é insuflado e ventilado pelo rolo/veio perfurado, passa depois pelos dois veios tangentes que compactam o pelo numa espécie de manta e fazem a passagem para a câmara seguinte. Esta manta, em contacto com o rolo de espetos presente no início da câmara consecutiva que se encontra constantemente a uma velocidade de rotação de aproximadamente 3000 RPM, é penteado e suflado novamente. Este processo dá-se vezes consecutivas nas 8 câmaras que constituem a máquina.

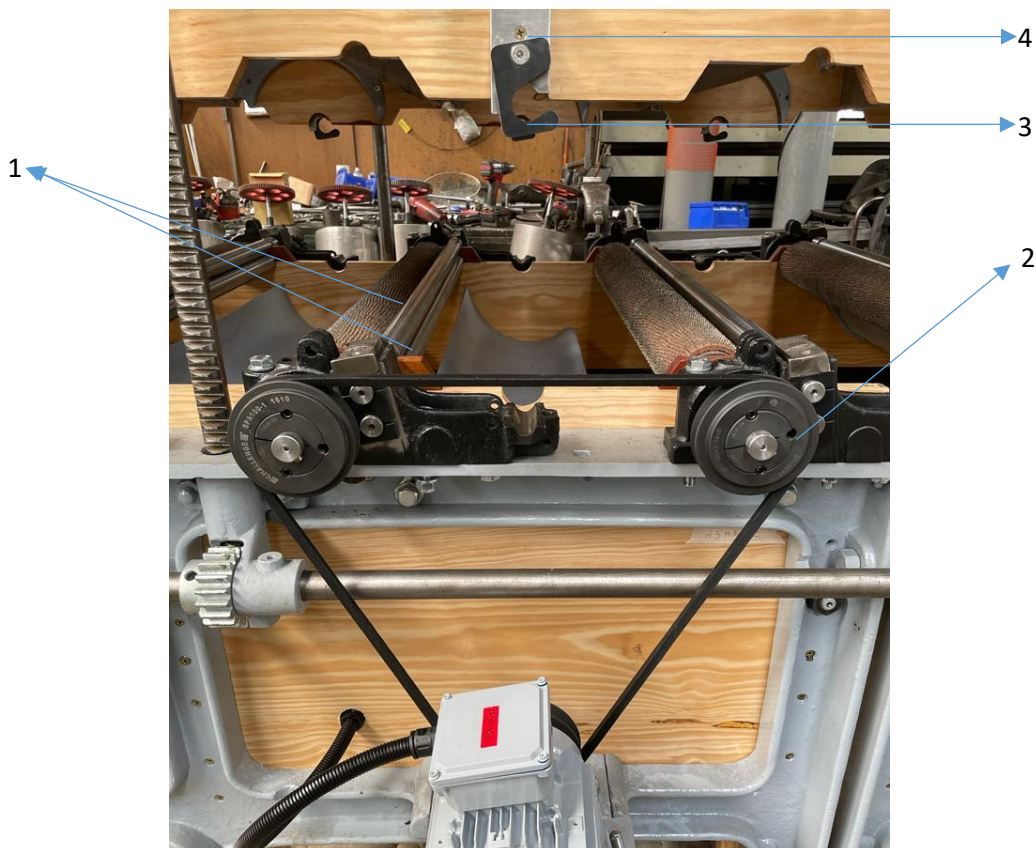


Figura 27- Identificação dos rolos da máquina

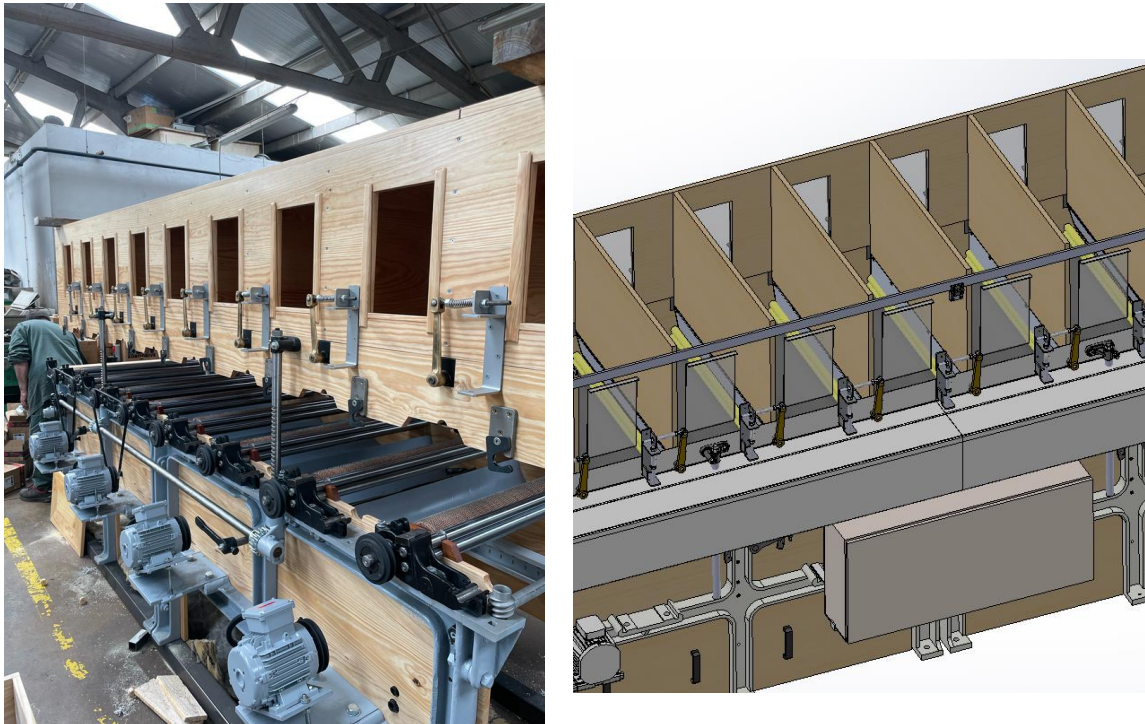


Figura 28- Figuras descritivas das câmaras e divisões que constituem a máquina

De forma a ser regulado o fluxo de ar e pelo, estão inseridos na parte inferior de cada um dos rolos perfurados componentes passíveis de afinação, assinalados com o número 4 na Figura 27.

Esta afinação é dada pela estrutura da Figura 29.



Figura 29- Estrutura de afinação.

O pelo sai no final da linha já limpo, com o “caspão”, nome dado ao pelo menos nobre e não interessante para o processo de feltragem, separado do pelo fino. O resultado é possível de visualizar na Figura 30. A introdução da matéria-prima na máquina pode ser efetuada mais que uma vez, de forma a ser garantida a sua qualidade.



Figura 30- Matéria prima resultante do processo de suflagem.

3.2. Retrofitting

Retrofitting é, na sua verdadeira essência, uma atualização, modernização, renovação. O trazer algo de novo a construções mais antigas.

O revitalizar de equipamentos é algo de enorme valor pois permite perpetuar a utilização de equipamentos, que, de outra forma, e apesar de muitas vezes manterem a competência nas funções a cumprir, se tornariam obsoletos.

Este processo é algo que parte do avanço tecnológico na indústria, procurando-se, portanto, a modernização da máquina, e o aumento da produtividade, segurança, e qualidade do produto final.

Assim sendo, neste capítulo foi detalhada toda a parte do retrofitting propriamente dito. Foram delineados os elementos originais da máquina a manter e requalificar, bem como os novos elementos a serem introduzidos, quer para substituição de peças danificadas, quer para atualização da máquina e melhoria da sua segurança.

Elementos Requalificados

Grande parte das peças constituintes da máquina em estudo foram possíveis de reutilizar, dado o seu bom estado de conservação.

Dependendo do material, foram aplicados diferentes tipos de tratamentos superficiais.

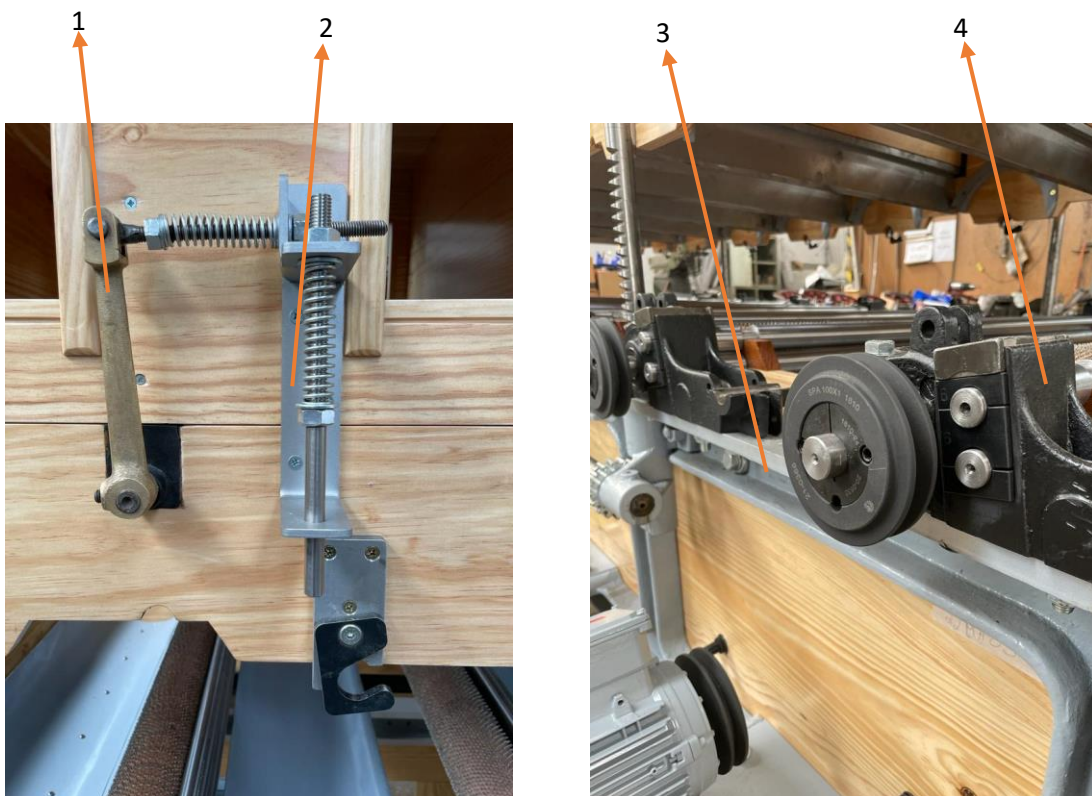


Figura 31- Componentes e materiais.

As peças em materiais como, por exemplo, o bronze, apenas necessitaram de ser polidas. As peças em aço, foram sujeitas a processos de tratamento superficial, como limpeza por jato de areia, com posterior lacagem ou zincagem. Os componentes em Aço Inox foram introduzidos sem qualquer tratamento superficial.

A Figura 31 permite-nos identificar os materiais previamente referidos e que utilização prática tiveram. A estrutura base da máquina, identificado pelo número 3, e o suporte para os veios, assinalado com o número 4, foram, por exemplo, lacados.

No que às atualizações diz respeito, foi uma vertente onde a máquina sem dúvida sofreu grande desenvolvimento, isto porque foi necessário substituir-se alguns materiais implementados, atualizarem-se soluções construtivas, e garantir-se a segurança dos operadores. Três aspetos que se transcreveram em enormes mudanças. Apesar de terem sido inseridos diversos motores, estes foram selecionados pelo cliente, pelo que as verificações analíticas efetuadas partiram das características destes motores.

3.2.1. Janelas de proteção

Implementação de janelas em policarbonato, substituindo as originais de vidro. O Policarbonato é um material resistente ao impacto e ao choque, sendo remota a possibilidade de corte e lesão do operador, ao contrário do que acontece com o vidro;



Figura 32- Janelas em Policarbonato.

3.2.2. Introdução de conjunto roda coroa e sem-fim

Esta alteração envolveu a aplicação de um conjunto roda dentada e sem fim, ambos solidários com o veio em que foram inseridas, sendo esta garantida por meio de chavetas. Foi assim possível, com um único veio e motor, fazer a transmissão de movimento, substituindo todo o conjunto de polias e correias originais. O veio foi fixo com recurso a chumaceiras, e foi aplicado também um cardim efetuar a ligação do motor ao mesmo. Tanto o sem fim como a roda de dentado helicoidal já haviam sido utilizados pelo cliente numa outra máquina, pelo que foram feitas as verificações analíticas de cálculo seguindo a metodologia detalhada no capítulo 2.3.

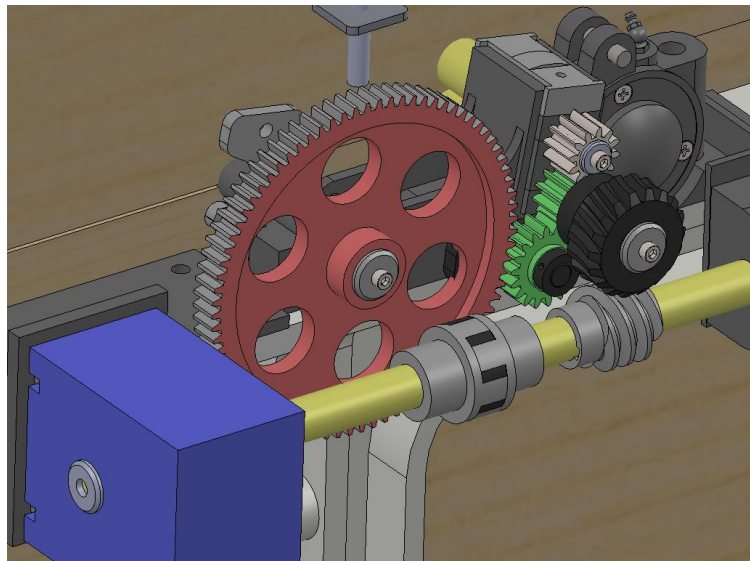


Figura 33- Engrenagem roda coroa e sem-fim.

Sem-fim:

$$\text{Número de entradas } (i) = 2$$

$$\text{Diâmetro externo sem - fim } (D_{esf}) = 48,4 \text{ mm}$$

$$\text{Passo sem - fim } (p_{sf}) = 22 \text{ mm}$$

$$\text{Módulo } (m_{sf}) = \frac{p}{\pi} = \frac{22}{\pi} = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Módulo nominal } (m_n) = m \cdot \cos \gamma = 7 \cdot \cos(16,13^\circ) = 6,72$$

$$\text{Ângulo de pressão nominal } (\alpha) = 20^\circ$$

$$\text{Diâmetro primitivo } (D_{sf}) = \frac{m_n \cdot i}{\sin \gamma} = 6,5 \cdot m_n = 43,68 \text{ mm}$$

$$\text{Comprimento } (L_{sf}) < 2 \cdot (1 + Z_c^{0,5}) \cdot m = 2 \cdot (1 + 18^{0,5}) \cdot 7 = 73,4 \text{ mm}$$

$$\text{Comprimento mínimo } (L_{sf(\text{min})}) > 10 \cdot m = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Comprimento real} = 40 \text{ mm}$$

Roda coroa:

$$\text{Passo } (p_{sf}) = 11\text{mm}$$

$$\text{Módulo } (m_c) = \frac{11}{\pi} = 3,5 \text{ mm}$$

$$Z_c = 18$$

$$\text{Diâmetro primitivo } (D_c) = m \cdot Z_c = 3,5 \cdot 18 = 63 \text{ mm}$$

$$\text{Largura útil } (L_c) = 2 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{D_{sf} + 1}{m}} = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Distância entre centros } (e) = \frac{D_c + D_{sf}}{2}$$

Verificação dos esforços nas engrenagens

Depois de retirados os parâmetros e imposições geométricas para o conjunto roda coroa e sem-fim, avançou-se para o seu dimensionamento. Para tal, foram tidas em consideração as seguintes propriedades relativas ao conjunto motor e caixa redutora, responsáveis por introduzir o movimento no sem-fim:

Tabela 10- Especificações técnicas de motor.

Motor	Elven 6T1 80 A4
Potência (P)	550 W
Rotações por minuto	1420 RPM

Dada a necessidade em reduzirem-se as rotações do motor, foi introduzida uma caixa redutora com redução de 1/50, tendo-se obtido as seguintes rotações, em radianos por segundo, para o sem-fim:

$$w_1 = \frac{\frac{1420}{50} \times 2\pi}{60} = 148,7 \text{ rad/s}$$

Pela seguinte relação, e considerando-se r_1 e r_2 o raio primitivo do sem-fim e da roda coroa respetivamente, concluiu-se que:

$$w_1 \cdot r_1 = w_2 \cdot r_2$$

Logo,

$$w_2 = \frac{w_1 \cdot r_1}{r_2} = \frac{148,7 \cdot \frac{43,68}{2}}{\frac{63}{2}} = 2,06 \text{ rad/s}$$

Com a velocidade angular w_2 foi possível efetuar o cálculo dos momentos torsores e, consequentemente, das forças envolvidas.

$$M_{t2} = \frac{P}{w_2} = \frac{550}{2,06} = 267 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$F_{x1} = F_{t2} = \frac{F_{t2}}{R_2} = \frac{2 \cdot M_{t2}}{m \cdot Z_2} = 8,48 \text{ N}$$

Considerando-se o valor do coeficiente de atrito para elementos sem lubrificação de 0,1, obteve-se:

$$F_{r1} = F_{r2} = \frac{F_{t2} \cdot \text{sen}(\alpha)}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma - \mu \cdot \sin \gamma} = 3,31 \text{ N}$$

A verificação à rotura por fadiga em flexão do dente da roda pode ser dada pela equação:

$$m = \sqrt[3]{\frac{0,2412 \cdot 10^4 \cdot P \cdot K_M}{\sigma_{b2lim} \cdot Z_2 \cdot n_2 \cdot K_{VL2} \cdot K_A}}$$

O fator de efeito dinâmico (K_M), e considerando-se tanto a máquina motriz como a máquina acionada de nível Leve, tomou o valor de 1,75.

Tabela 11- Fator de efeito dinâmico (K_M) [28].

		Máquina Acionada			
		U - Uniforme	L - Leve	M - Médio	H - Forte
Máquina motriz	U - Uniforme	1	1,25	1,5	1,75
	L - Leve	1,10	1,35	1,6	1,85
	M - médio	1,25	1,5	1,75	2,00
	H - Forte	1,50	1,75	2,00	2,25

No que ao fator de velocidade (K_{VL2}) diz respeito, segundo a Figura 34, para rotações por minuto de aproximadamente 20 RPM, e o valor intermédio de horas igual a 10 000, assumiu-se o valor $K_{VL2}=0,63$.

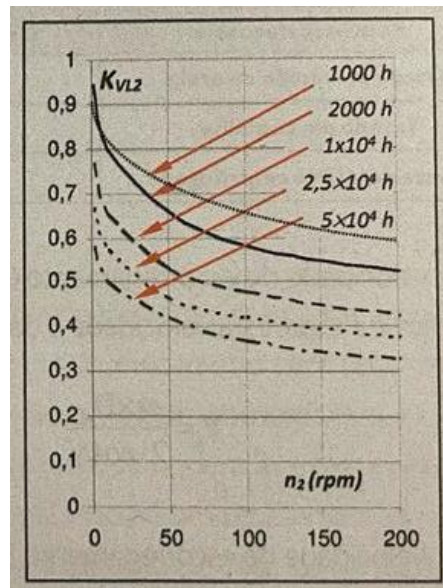


Figura 34- Fator de velocidade K_{vL2} [28].

Em relação ao fator precisão de montagem (K_A), e como o valor do comprimento do sem-fim cumpriu a condição $10 \cdot m < L_{sf} < 18 \cdot m$, este tomou o valor $K_A=1$.

Por último, considerando-se o valor para a tensão limite de fadiga à flexão para a Poliamida presente na dissertação inserida na bibliografia [29], material do qual é feita a roda coroa, foi admitido um valor para o mesmo de $\sigma_{b2lim} = 70,79 \text{ MPa}$

Procedendo-se ao cálculo do módulo real da engrenagem:

$$m \geq 5,93$$

Logo, encontra-se bem dimensionado, pois o módulo mínimo é inferior ao módulo real.

Verificação da chaveta

Depois de ser dimensionada a engrenagem, foi feita a verificação dos elementos que fazem a ligação de cada uma delas ao respectivo veio, e impedem, assim, o movimento relativo. Para tal, foram utilizadas chavetas.

No veio 1, de diâmetro $D=25 \text{ mm}$, onde foi inserido o sem-fim, selecionou-se uma chaveta paralela tipo A, ISO/R 773 8 x 7 x 32.

Relativamente ao veio 2, de diâmetro $D= 15 \text{ mm}$, escolheu-se uma chaveta paralela tipo A, ISSO/R 773 6 x 6 x 40.

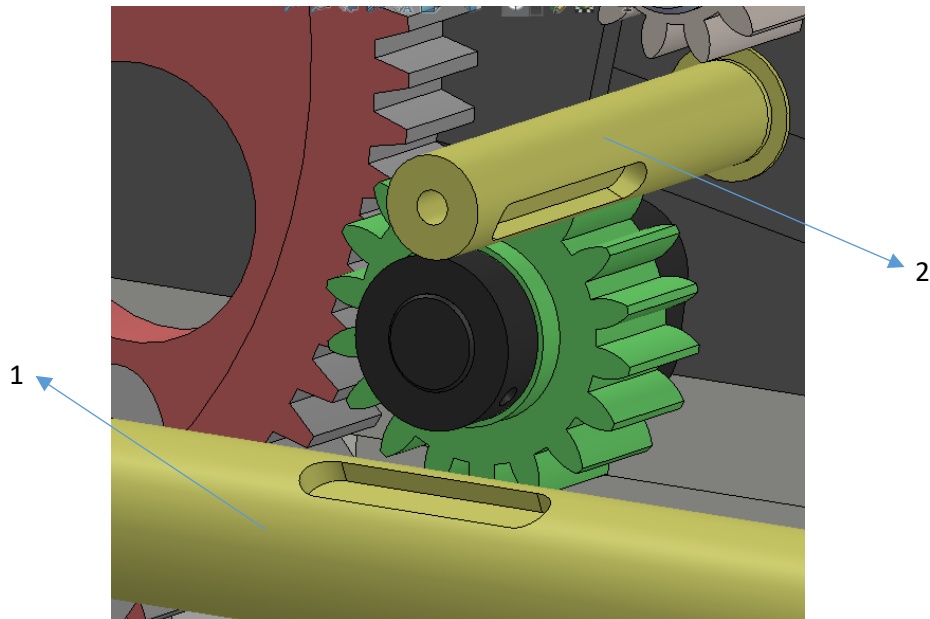


Figura 35- Chavetas do acoplamento roda coroa e sem-fim.

Procedeu-se, posteriormente, à verificação ao corte e esmagamento de cada uma das chavetas. Para tal, foi seguida a metodologia analítica previamente descrita no Capítulo 2.3.2.

Assim sendo, para um momento torsor na engrenagem de $M_T = 267 \text{ N} \cdot \text{m}$, uma tensão de cedência $\sigma_{ced} = 500 \text{ MPa}$ (Aço C 45), e um coeficiente de segurança $c.s = 1,5$, foi obtido um comprimento mínimo para a chaveta de:

$$L_s = \frac{4 \cdot M_T \cdot c.s}{\sigma_{ced} \cdot D \cdot W} = 16,02 \text{ mm}$$

Na análise ao esmagamento, também ela descrita no capítulo 2.3.2, foi imposto:

$$L_b = \frac{4 \cdot M_T \cdot c.s}{K \cdot \sigma_{ced} \cdot D \cdot H}$$

Assumindo o fator de tensão triaxial (K) para a situação mais crítica, ou seja, $K = 1$, obteve-se:

$$L_b = 18,31 \text{ mm}$$

Logo, a chaveta cumpre com os requisitos necessários à transmissão segura de movimento.

Fazendo-se a mesma análise para o veio 2 da Figura 35, sujeito ao mesmo momento torsor, tensão de cedência, e coeficiente de segurança, resultou:

$$L_s = 35,60$$

Como a secção transversal da chaveta é quadrada, $L_s = L_b = 35,60$ mm. Visto que o comprimento escolhido foi de $L = 40$ mm, demonstrou-se estarem cumpridos os requisitos de dimensionamento ao corte e ao esmagamento.

3.2.3. Introdução de motor com transmissão por correias

No lado oposto da máquina à situação previamente referida, foram instalados quatro motores, sendo a transmissão efetuada por meio de um conjunto polia/correia. Foi também introduzida uma base rotativa, de forma a permitir o ajustamento da posição do motor, e, conseqüentemente, da tensão na correia. Neste acoplamento foram verificadas as chavetas, de forma a garantir a segurança, visto os seus elementos estarem submetidos a velocidades de rotação elevadas.

O motor responsável pela introdução de movimento no conjunto (Elven 6T2 80B2), selecionado pelo cliente, possuiu uma potência $P = 1,1$ KW, com velocidade de rotação de 2860 rpm.

Assim sendo, o momento torsor aplicado na polia foi de:

$$w_p = \frac{2860 \times 2\pi}{60} = 299,50 \text{ rad/s}$$

$$M_t = \frac{P}{w_p} = \frac{1100}{299,50} = 3,67 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Procedeu-se, posteriormente, ao cálculo dos comprimentos mínimos da chaveta (chaveta paralela A, ISSO/R 773 6 x 6 x 16-St) em situações quer de corte, quer de esmagamento, com os valores para a tensão de cedência, coeficiente de segurança, e fator de tensão triaxial semelhantes aos utilizados no capítulo x tendo-se obtido os seguintes valores.

$$L_s = L_b = 7,58 \text{ mm}$$

Visto que o comprimento real da chaveta implementada foi de 16 mm, verifica-se a condição imposta.

3.2.4. Marcação CE

Em paralelo com a requalificação física da máquina, foi necessário fazer-se a certificação da mesma e garantir o cumprir de todas as normas a que este equipamento está sujeito a partir do momento em que é comercializado dentro do Espaço Económico Europeu (ECC).

Neste capítulo são descritas todas as proteções implementadas, quer a nível de barreiras físicas quer a nível de sensores, bem como as normas aplicáveis.

Para além disso, é abordada a realização do processo técnico a ser entregue em conjunto com a máquina, de forma que este possa ser colocada em funcionamento.

Barreiras físicas e sensores aplicados

No decorrer natural do processo de recuperação da máquina, foram introduzidos protetores e outros dispositivos de proteção para garantir a inacessibilidade a elementos em movimento, e possíveis lesões.

Para tal, e, cumprindo com os RESS presentes no Regulamento aplicável, e seguindo o guia para aplicação do mesmo, foram introduzidos os elementos apresentados de seguida.

Os protetores físicos foram concebidos de forma a serem robustos, e a sua remoção apenas ser possível com recurso a ferramentas especiais

Por outro lado, na aplicação de protetores móveis, foram introduzidos sensores magnéticos, de forma que, no caso de estarem na posição aberta, a máquina não iniciar a marcha. Este método de proteção foi utilizado nas tampas inferiores da máquina, que necessitam de ser removidas periodicamente para limpeza.

Para além disso, num outro protetor móvel que protege do contacto com elementos em rotação, em conjunto com o mesmo sistema mencionado anteriormente, foi colocado um “trancador” de forma a não haver a possibilidade de, apesar da paragem da máquina na abertura, devido à inércia dos veios, o operador ter contacto com os mesmos ainda em movimento.



Figura 36- Sensores magnéticos aplicados em elementos de proteção móveis.

3.2.5. Processo técnico

O processo técnico foi uma das tarefas mais laboriosas desta dissertação, pelo grau de exigência e minúcia necessárias e inerentes ao processo de avaliação da conformidade da máquina com os RESS. Neste processo foi necessário incluir-se os documentos mencionados previamente no capítulo x pertencente à revisão bibliográfica.

Começou-se, portanto, em conjunto com o cliente, mais conhecedor do processo da máquina, por fazer uma breve descrição da mesma. Posteriormente, e tirando proveito de todo o trabalho de modelação realizado, fizeram-se os desenhos de conjunto, com a indicação de todos os elementos.

Depois disso, e já com a máquina em vias de ficar concluída, realizou-se uma análise de riscos, onde foram enumerados todos os RESS referentes à norma aplicada, e verificado o seu cumprimento. No mesmo documento, Apêndice E, foram também colocadas as alterações efetuadas de forma a atestar o cumprimento de todos os requisitos.

Posteriormente, e novamente num trabalho conjunto com a empresa responsável pela instalação dos sistemas elétricos, foi elaborado o manual de instruções presente no Anexo B, redigido na língua portuguesa, onde foi descrito sucintamente o funcionamento tanto da parte mecânica como da parte elétrica e dos dispositivos de comando.

Outro dos elementos contemplado neste processo técnico foram desenhos de conjunto de conceção da máquina, presentes como Apêndices, e, para além disso, dos seus sistemas elétricos, que se encontram descritos no Anexo A.

Por último, foi desenhada uma chapa de características, para aposição da “Marcação CE”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo foram abordados os resultados das tarefas desenvolvidas, e posteriormente foi feita uma comparação entre o estado inicial e o estado final da máquina.

4.1. Apresentação de resultados

Tendo o trabalho realizado incidido sobre o retrofitting de uma máquina, com elementos em rotação e sistemas de transmissão de movimento, os resultados esperados tiveram necessariamente que ver com a atualização da forma a ser introduzido movimento na máquina, soluções para proteger os utilizadores de elementos em movimento e outros possíveis perigos, e a elaboração de um relatório de conformidade que garantisse o cumprir dos requisitos essenciais de saúde e segurança impostos pela diretiva implementada.

4.1.1. Sistemas motrizes da máquina

No que ao sistema motriz da máquina diz respeito, as atualizações efetuadas passaram por colocar motores em conjunto com sistemas polia e correia, ou engrenagens. Na Figura 37 pode-se ver a diferença entre a solução original e a alteração efetuada, em que, num momento inicial é utilizado um sistema de transmissão datado, que ainda utilizava o vapor como fonte de energia. Para solucionar este desafio, foram colocados motores para cada par de veios.

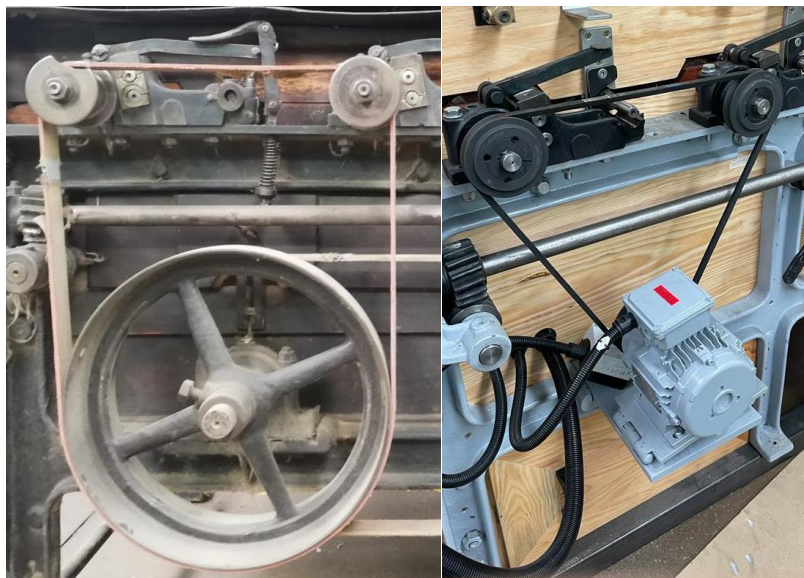


Figura 37- Atualização de sistema motriz para conjunto correia polia.

Num outro caso, foi substituído o conjunto de engrenagens cónicas de dentado reto por um conjunto roda coroa e sem-fim, com a roda coroa a ser fabricada em Poliamida, de forma a funcionar também como fusível mecânico. Mais uma vez, o sistema passou a ser acionado por um motor elétrico, motor esse também selecionado pelo cliente, e cujos resultados das verificações analíticas mostraram estar em conformidade.

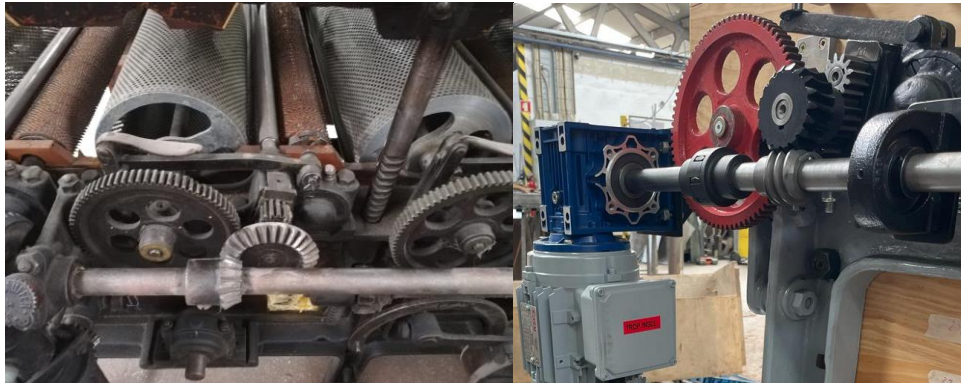


Figura 38- Comparação entre diferentes soluções para transmissão de movimento.

4.1.2. Soluções de proteção e segurança

Relativamente às soluções para proteção e garantia de segurança dos utilizadores, foram introduzidas proteções fixas quando possível, e, no caso de implementação de proteções móveis, estas foram sempre acompanhadas por sistemas elétricos como acoplamentos magnéticos, ou mesmo fechos elétricos, de forma a ser bloqueado o acesso no decorrer do funcionamento da máquina, ou ser feita a paragem da mesma se o sistema for acionado.

As figuras abaixo são exemplificativas de diversas situações de perigo e das soluções implementadas. No primeiro caso, foram inseridas proteções fixas, pelo que não foram introduzidos elementos de segurança. No entanto, foram introduzidos, como medida adicional, sinais de perigo.

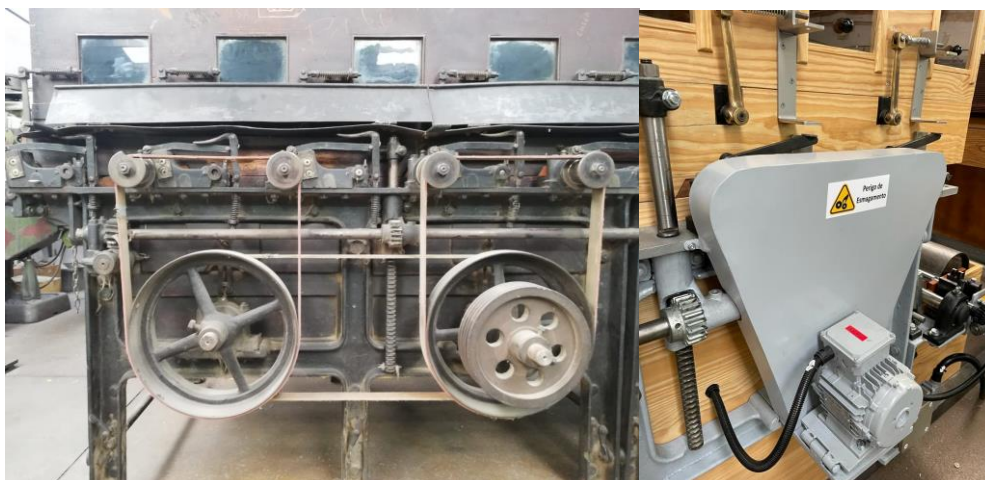


Figura 39- Elementos para o garantir de segurança no 1º caso.

Segundo Caso:

No segundo caso apresentado na Figura 40, referente às portas em madeira, dado estes elementos serem móveis, e ser imperativo que assim seja, para se poder proceder à limpeza interior do equipamento, assegurou-se a segurança do operador através da aplicação de sensores magnéticos, com o propósito de dar sinal de paragem à máquina, ficando assim garantida a segurança.



Figura 40- Elementos para o garantir de segurança no 2º caso.

Terceiro Caso:

Neste caso em particular, e visto que era um desejo do cliente ter janelas com a possibilidade de remoção, assim foi feito. Mais uma vez, foi garantida a sua segurança, nesta situação, através da colocação de uma barra em alumínio, colocada no topo da máquina, em conjunto com sensor magnético.



Figura 41- Elementos para o garantir de segurança no 3º caso.

Quarto Caso:

O quarto e último caso, foi um dos casos mais evidentes de avanço a nível de segurança. Passou-se de ter uma máquina completamente exposta a elementos mecânicos, a ter uma completa blindagem aos mesmos. Uma vez mais, e como a parte superior desde proteção era móvel, esta foi acompanhada de sensores magnéticos com o objetivo de induzir paragem em caso de quebra do circuito.

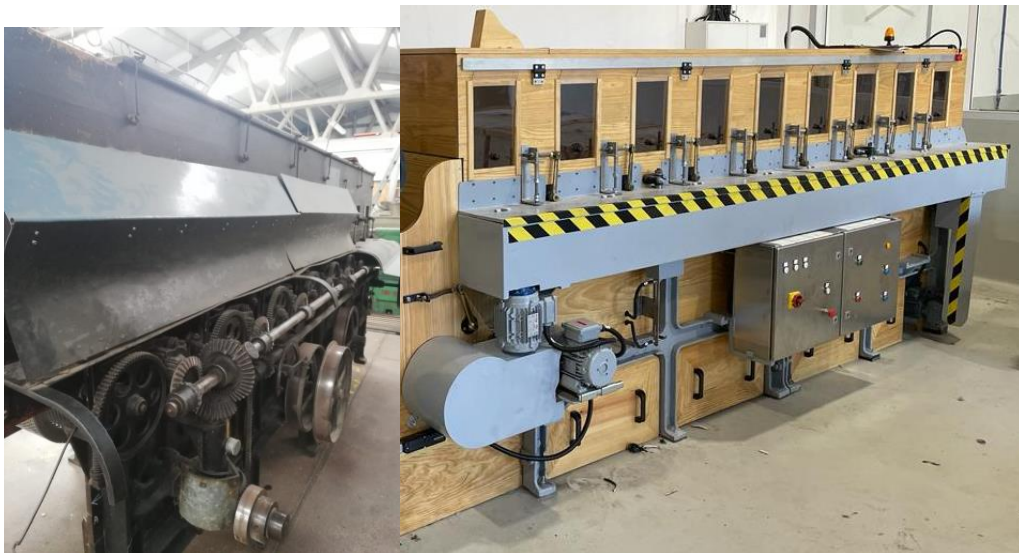


Figura 42- Elementos para o garantir da segurança no 4º caso.

4.1.3. Avaliação de conformidade

No decorrer do trabalho realizado no capítulo prévio, foram feitas análises da segurança do equipamento, de forma a verificar o cumprimento dos requisitos essenciais de saúde e segurança. Esta avaliação foi depois inserida no processo técnico, que compila toda a documentação necessária para aposição da “Marcação CE”. Em apêndice podem-se encontrar os resultados para as tarefas a realizar de forma a esse processo técnico ficar completo.

4.2. Discussão de resultados

Os resultados obtidos vêm comprovar o trabalho realizado. No que à parte dos sistemas motrizes diz respeito, obteve-se uma máquina mais eficiente e atualizada, pronta a fazer face às solicitações impostas.

Na parte das proteções a elementos móveis e outras possíveis situações de perigo, provou ter sido feito um trabalho de melhoria significativa da segurança do equipamento, fazendo uso de sistemas elétricos atualizados para complementar as barreiras físicas.

Duas vertentes em que os resultados ficaram não de encontro ao esperado foram a introdução de novas soluções em termos de materiais utilizados, e a finalização do processo técnico para aposição da “Marcação CE”.

No primeiro caso, o cliente não demonstrou interesse de, na presente máquina, explorar e estudar a utilização de materiais compósitos, como as fibras de vidro combinadas com resina epóxi, em detrimento da madeira.

No segundo caso, a finalização do processo não foi possível devido à não concretização do manual de instruções. Apesar de ter sido feita, em conjunto com a empresa responsável pela parte elétrica, um manual correspondente a essa mesma parte e às suas funcionalidades, o manual de instruções global da máquina carecia de ajuda por parte do cliente para a escrita sucinta e correta, que foi algo que não se proporcionou devido à falta de disponibilidade.

página propositadamente em branco

5. CONCLUSÃO

Este último capítulo da dissertação faz uma reflexão final sobre o trabalho realizado, os contributos dados à empresa, e os objetivos possíveis de alcançar. Em simultâneo, e porque existem sempre aspetos a serem melhorados, são abordadas algumas tarefas futuras a realizar.

5.1. Conclusões finais

Depois de desenvolvida esta dissertação, foi possível compreender que a indústria chapeleira é muito dependente do retrofitting, talvez devido à sua especificidade e à qualidade que impõem, mas principalmente por terem a garantia de que os métodos antigos apresentavam resultados.

Este retrofitting traz enormes mais valias para a sustentabilidade industrial, dado que permite a reutilização de muitos materiais.

Em termos comerciais, é algo que demonstrou trazer enorme valor a empresas de Manutenção Industrial, como é o caso da empresa onde foi realizada esta dissertação.

Partindo da legislação vigente na união europeia para a segurança de máquinas, Diretiva Máquinas, e dos requisitos essenciais de saúde e segurança (RESS) aplicáveis, a presente dissertação procurou a análise sucinta do equipamento em questão, para a proteção de todos os seus utilizadores. Este trabalho provou ser de enorme responsabilidade, e foi com enorme satisfação e dedicação que se procurou realizá-lo.

Foi com enorme satisfação que se chegou a um resultado que o cliente considerou de qualidade, significando isto que foram introduzidos elementos de segurança fiáveis e respeitando as diretivas para proteções móveis e fixas. Significa também que os elementos motrizes inseridos e todas as alterações efetuadas tiveram um impacto positivo no desempenho do equipamento.

5.2. Limitações e trabalhos futuros

Apesar do vasto trabalho realizado, com a constante tentativa de um melhor desempenho, surgem sempre aspetos a serem melhorados.

Ao efetuar o retrofitting da máquina Suflosa surgiram diversas limitações.

Começando pela estrutura em madeira, esta criou enormes dificuldades na montagem da máquina, devido à instabilidade dimensional, o que causou enormes atrasos no fabrico da máquina. Uma solução proposta foi a substituição deste material por um material compósito, como por exemplo uma estrutura em fibra de vidro e resina epóxi, que não sofre deformações devido à variabilidade da humidade no ambiente, que sempre será uma das principais contrapartidas da madeira. Para além disso, verificou-se que não se gera energia estática com a utilização deste material, característica esta que é a mais importante para o processo.

Outra das limitações sentidas foi ao nível da fluidez do processo de fabrico. Dado que foi a primeira vez a efetuar-se um serviço de retrofitting desta natureza, as soluções construtivas implementadas, como proteções móveis e fixas, introdução de novos elementos de transmissão foram sendo projetadas ao longo do decorrer do processo de fabrico. Isto levou a muitos atrasos e tempos de espera por material e encomendas. Daí surge um dos principais objetivos futuros, que passa por

elaborar um documento que possa ser utilizada em projetos futuros semelhantes, que contemple as tarefas a serem realizadas, o material normalizado necessário, como rolamentos e retentores, as peças a serem encomendadas a empresas externas, e as peças de fabrico interno.

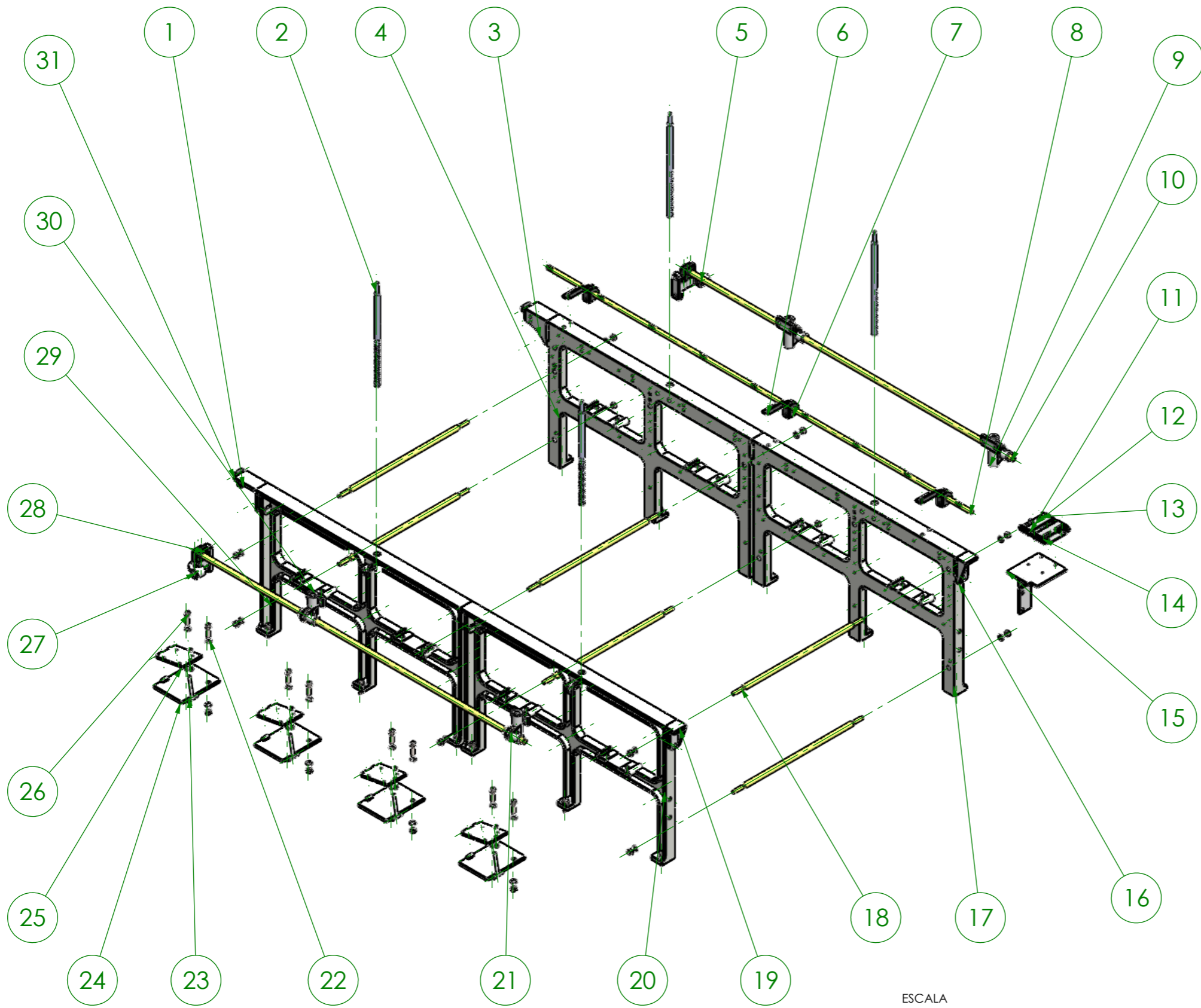
Um outro trabalho futuro, de forma a concluir-se a “Marcação CE” do equipamento, será concluir-se o processo técnico, com a realização do manual de instruções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Hevner, S. Chatterjee, A. Hevner, and S. Chatterjee, "Design science research in information systems," *Design research in information systems: theory and practice*, pp. 9–22, 2010.
- [2] A. R. Hevner, "A three cycle view of design science research," *Scandinavian journal of information systems*, vol. 19, no. 2, p. 4, 2007.
- [3] T. Bucher and R. Winter, "Dissemination and importance of the "method" artifact in the context of design research for information systems," 2008.
- [4] C. J. Stefanou, "A framework for the ex-ante evaluation of ERP software," *European Journal of Information Systems*, vol. 10, no. 4, pp. 204–215, 2001.
- [5] J. Pries-Heje, R. Baskerville, and J. R. Venable, "Strategies for design science research evaluation," 2008.
- [6] António Lima and Jorge Ribeiro, *Indústria de Chapalaria em São João da Madeira*. 1987.
- [7] Ricardo Stockler, *O chapéu na História*. 1993.
- [8] A. Ferreira dos Santos, "A indústria de Chapalaria em Portugal," 1948.
- [9] F. Gouveia and S. Lira, "A conceptual approach for non-material heritage: the case of the Hat Industry," *Antropológicas*, no. 7, pp. 263–279, 2003.
- [10] D. Bentley, "CE marking-what does it really mean?," *J Tissue Viability*, vol. 9, no. 1, pp. 11–15, 1999.
- [11] "Comissão, Europeia, 'O Mercado único: o melhor trunfo da Europa num mundo em mudança'. Comunicado de imprensa, 2018".
- [12] S. Wall, "CE marking of construction products—evolution of the european approach to harmonisation of construction products in the light of environmental sustainability aspects," *Sustainability*, vol. 13, no. 11, p. 6396, 2021.
- [13] Jornal Oficial da União Europeia, "Regulamento 2023/1230 Do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de junho de 2023," p. 102, Jun. 2023.
- [14] Ray Tricker, *CE Conformity Marking: and New Approach Directives*. 2000.
- [15] Francisco Miguel Alves Gomes Dos Santos Silva, "Aplicação da Diretiva Máquinas em Equipamentos de Elevação Home Lifts," Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2020.
- [16] "Resolução do Conselho de 7 de Maio de 1985," May 1985.
- [17] D. Lohbeck and R. Schonfeld, "A review of CE Marking.," *Design News*, vol. 51, no. 18, p. 212, 1996.
- [18] M. Playle, "CE marking—the essential requirements," in *Advances in Systems Safety: Proceedings of the Nineteenth Safety-Critical Systems Symposium, Southampton, UK, 8-10th February 2011*, Springer, 2010, pp. 251–271.
- [19] M. Egido Echeverria, "Analytical guide of the changes suggested by Directive 2006/42/EC on the safety of machines," 2013.
- [20] Maciel David Soares Cardoso, "Implementação da Marcação CE para estruturas metálicas: Estudo de caso na serralharia da Carpincasais," 2015.
- [21] J. E. Shigley, L. D. Mitchell, and H. Saunders, "Mechanical engineering design," 1985.
- [22] Armando Vilaça Campos, "Órgãos de Máquinas." pp. 1–253, 2020.
- [23] W. Jiang, *Analysis and design of machine elements*. Wiley Online Library, 2019.
- [24] A. L. Casillas, "Máquinas: cálculos de taller," 1997.
- [25] E. Oberg *et al.*, *Machinery's Handbook*, vol. 6. Industrial Press New York, 1914.
- [26] S. Morais, "Desenho técnico básico 3," *Porto Editora*, vol. 194, 2006.
- [27] S. R. Schmid, B. J. Hamrock, and B. O. Jacobson, *Fundamentals of machine elements*. CRC Press, 2013.
- [28] C. M. Branco, *Projecto de órgãos de máquinas*. 2005.

- [29] L. H. C. Damacena, "Propriedades mecânicas e térmicas de compósitos de poliamida 6 contendo fibra curta de carbono recobertas com óxido de grafeno," 2021.

APÊNDICE A- DESENHO DE CONJUNTO DO FRAME PRINCIPAL DA MÁQUINA

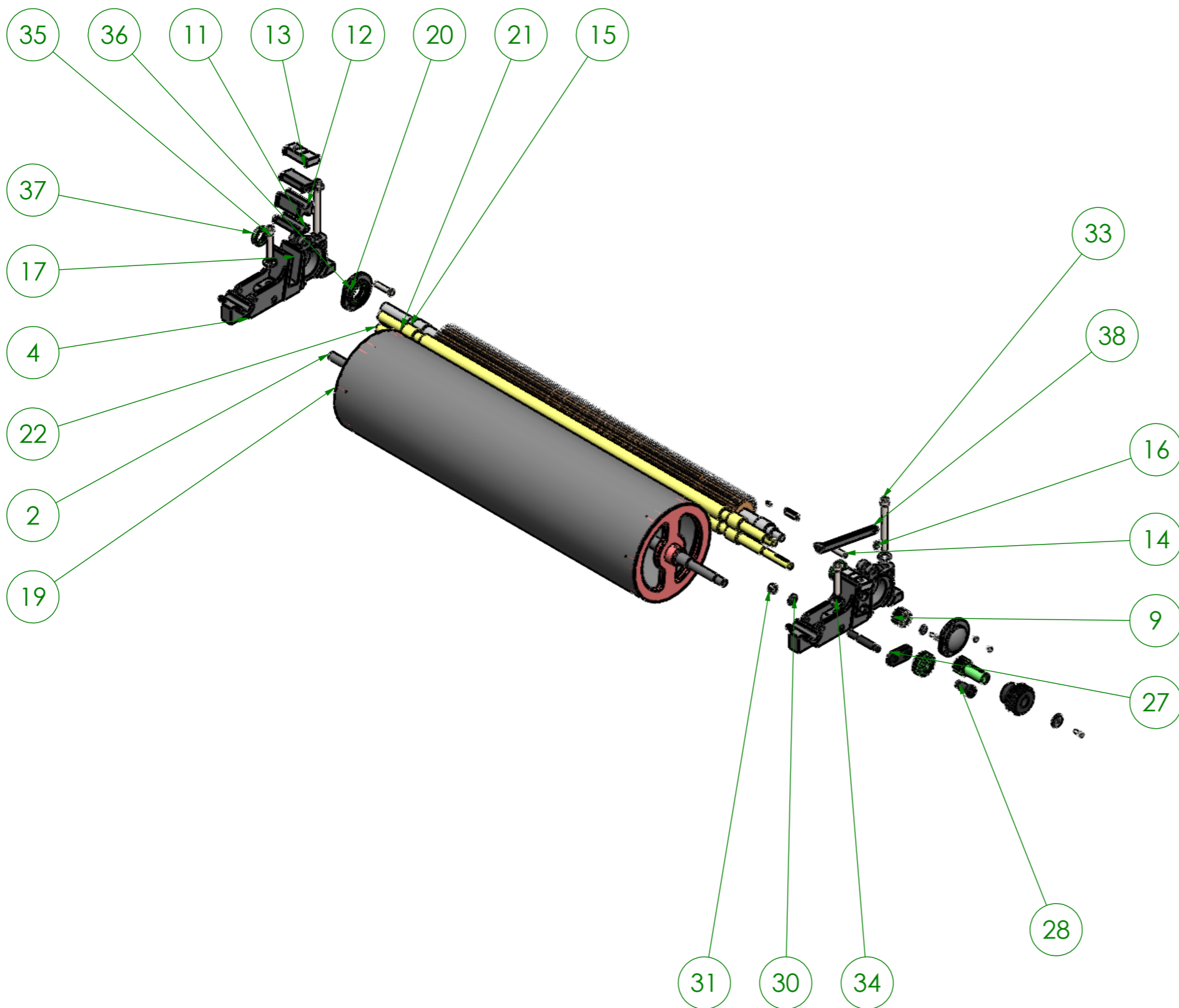


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	22D16126_P01.04		1
2	22D16126_P01.11		4
3	22D16126_P01.04		1
4	22D16126_P01.01		1
5	22D16126_P01.05		1
6	22D16126_P03.16		3
7	FAG uc205, v1129-03		3
8	22D16126_P01.53		1
9	22D16126_P01.09		2
10	22D16126_P01.10		2
11	22D16126_P01.74		1
12	22D16126_P01.76		1
13	22D16126_P01.73		1
14	22D16126_P01.74		1
15	22D16126_P01.75		1
16	22D16126_P01.66		1
17	22D16126_P01.01		1
18	22D16126_P01.12		6
19	22D16126_P01.66		1
20	22D16126_P01.01		1
21	22D16126_P01.08	nº dentes= 18; m= 4; da=80	4
22	Washer ISO 7089 - 20		40
23	22D16126_P01.35		4
24	22D16126_P01.33		4
25	22D16126_P01.34		4
26	ISO 4762 M20 x 65 - 65N		20
27	22D16126_P01.05		1
28	22D16126_P01.06		2
29	22D16126_P01.01		1
30	22D16126_P01.09		2
31	22D16126_P01.31		2
32	ISO - 4032 - M20 - W - N		20
33	ISO - 4032 - M12 - W - N		8

ESCALA
1:25

Pessoa responsável Gonçalo Bessa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Publicado			
Proprietário legal <i>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto</i>		Título Desenho Frame principal	Número 22D16126_A01			
		Revisão A	Data de edição 06/10/2020	Língua PT	Folha 1/1	

APÊNDICE B- DESENHO DE CONJUNTO DA ESTRUTURA DE SUPORTE AOS VEIOS E ROLOS DA MÁQUINA

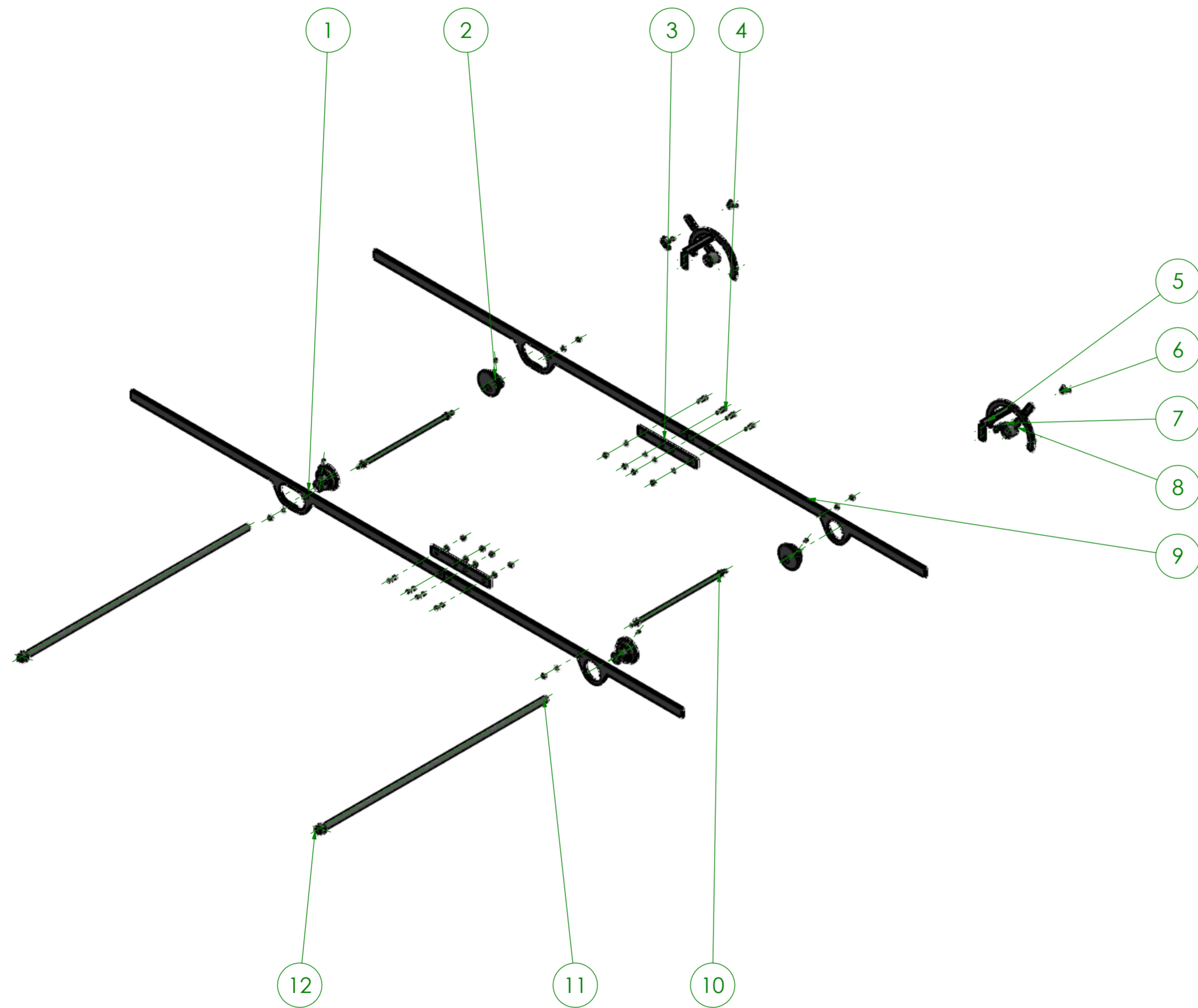


ESCALA
1:10

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	22D16126_P02.08	n dentes=80; da=205mm; m=2.5	1
2	22D16126_P02.14		1
3	22D16126_P02.15		2
4	22D16126_P02.16		2
5	22D16126_P02.09		1
6	22D16126_P02.10		1
7	22D16126_P02.32		1
8	22D16126_P02.04	nº dentes=12; m=2.5; da=35 mm	1
9	22D16126_P02.24		1
10	22D16126_P02.33		1
11	22D16126_P02.06		4
12	22D16126_P02.07		2
13	22D16126_P02.05		2
14	22D16126_P02.34	Extrator Ø10 de Cabeça Cilindrica	2
15	22D16126_P02.18	Rolo espetos superior	1
16	Mazalica M8 ugao 45		2
17	22D16126_P02.19		2
18	22D16126_P02.22		1
19	22D16126_P02.23		1
20	22D16126_P02.31		1
21	22D16126_P02.01	veio com roda dentada Z= 12, m=2.5, da=35, d=30	1
22	22D16126_P02.02		1
23	Key ISO 2491 5x3-14-A		1
24	22D16126_P01.79		1
25	Key ISO 2491 6x4-40-A		1
26	ISO 4762 M6 x 16 - 16N		2
27	22D16126_P02.12		1
28	22D16126_P02.11		1
29	22D16126_P02.13		1
30	Washer ISO 7089 - 12		1
31	ISO - 4032 - M12 - W - N		1
32	ISO 2010 - M6 x 8 - 8N		6
33	ISO 4762 M12 x 120 - 36N		2
34	Washer ISO 7089 - 14		4
35	ISO 4762 M12 x 65 - 36N		2
36	SKF_34X44X8 HMS5 RG		2
37	SKF_24X42X8 HMS5 RG		1
38	22D16126_P01.89		1

Pessoa responsável Gonçalo Bessa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Publicado
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Subconjunto suportes veios	Número 22D16126_A02
Revisão A	Data de edição 06/10/2020	Língua PT	Folha 1/1

APÊNDICE C- DESENHO DE CONJUNTO DOS REGULADORES DE ALTURA DOS RASPADORES

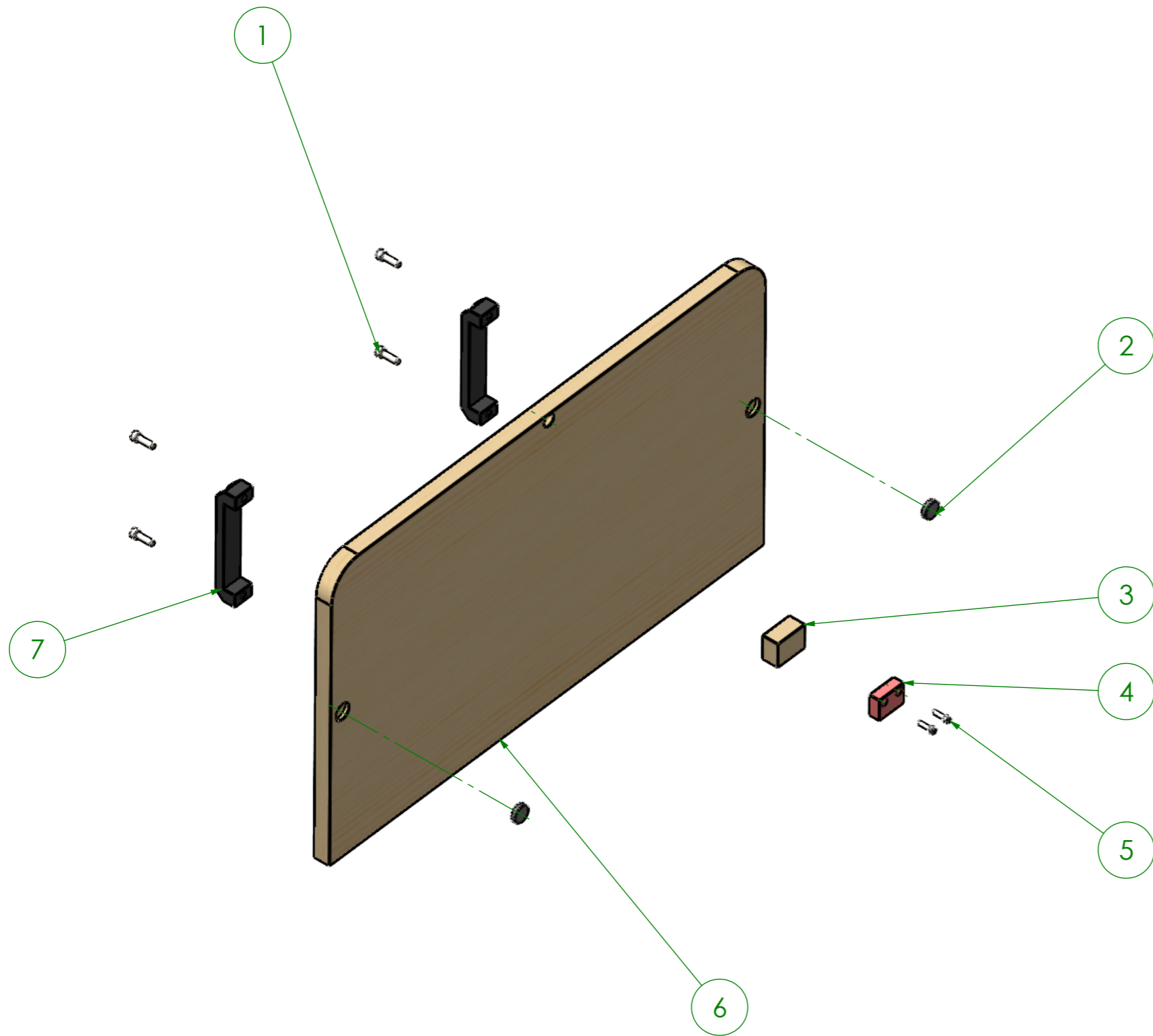


ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	22D16126_P01.20		2
2	22D16126_P01.19		4
3	22D16126_P01.30		2
4	ISO 4762 M10 x 30 - 30N		8
5	22D16126_P01.27		2
6	22D16126_P01.29		2
7	22D16126_P01.28		2
8	22D16126_P01.26		2
9	22D16126_P01.24		2
10	22D16126_P01.25		2
11	22D16126_P01.17	Veio regulador dos raspadores	2
12	22D16126_P01.18		2
13	Washer ISO 7089 - 10		12
14	ISO - 4032 - M10 - W - N		12
15	ISO 4027 - M10 x 16-N		7

ESCALA
1:15

Pessoa responsável Gonçalo Bessa		Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt		Tipo de documento Desenho de conjunto		Estado do documento Publicado	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto				Título Subconjunto de afinação da altura dos raspadores		Número 22D16126_A03	
Revisão	Data de edição	Língua PT	Folha 1/1				

APÊNDICE D- DESENHO DE CONJUNTO DAS TAMPAS INFERIORES DA MÁQUINA



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	ISO 4762 M6 x 20 - 20N		4
2	22D16126_P03.37	Íman portas de madeira	2
3	22D16126_P03.36		1
4	22D16126_P04.04		1
5	ISO 4762 M4 x 16 - 16N		2
6	22D16126_P03.34		1
7	22D16126_P01.80		2

ESCALA
1:5

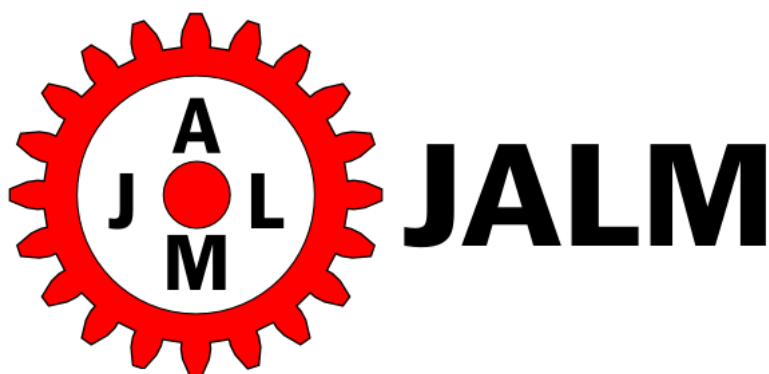
Pessoa responsável Gonçalo Bessa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Publicado			
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Subconjunto porta		Número 22D16126_A04		
		Revisão A	Data de edição 06/10/2020	Lingua PT	Folha 1/1	

APÊNDICE E- RELATÓRIO ANÁLISE DE CONFORMIDADE

Relatório

Verificação das condições de Segurança de Equipamento de Trabalho

Diretiva 2006/42/CE de 17 de maio de 2006



Equipamentos e Manutenção Industrial

Fepsa- Feltros Portugueses S.A.

Processo

Relatório Nº

Avaliação de segurança- Diretiva 2006/42/CE de 17 de maio de 2006
1- Identificação do cliente

Designação:

Morada:

Telefone:

Fax:

Representante da empresa:

2- Identificação do Equipamento:

Equipamento:

Fabricante:

Modelo

Ano de Fabrico

N.º Interno

N.º

série:

3- Requisitos mínimos de Segurança Dos Equipamentos De Trabalho

	C	NC	NA	Observações
Requisitos Gerais				
Materiais e produtos			X	
Iluminação	X			
Ergonomia	X			
Dispositivos de comando	X			
Arranque do equipamento	X			
Paragem do equipamento	X			
Riscos de Perda de estabilidade	X			
Riscos de rutura em serviço	X			
Riscos de quedas e projecções	X			
Emanações de gases, vapores ou líquidos ou emissão de poeiras			X	
Riscos de contacto Mecânico	X			
Temperatura			X	
Dispositivos de Alerta	X			
Manutenção do equipamento	X			
Risco elétricos				
Riscos de incêndio				
Riscos de explosão			X	
Fontes de energia				
Sinalização de segurança	X			
Manual de instruções em português		X		
Requisitos complementares dos equipamentos móveis				
Equipamentos que transportam trabalhadores e riscos de capotamento			X	
Transmissão de energia			X	
Riscos de Capotamento de empilhadores			X	
Equipamentos móveis automotores			X	
Requisitos complementares dos equipamentos de elevação de cargas				
Instalação			X	
Sinalização e marcação			X	
Equipamento de elevação ou de transporte de trabalhadores			X	
Verificações e Ensaios	X			



Equipamentos e Manutenção Industrial

4- Conclusões

Com base na informação e nas constatações efetuadas à data da verificação, o equipamento ----- com a totalidade dos requisitos mínimos de segurança estabelecidos pelo D.L 42/2006

	Técnico	Responsável Técnico
Data de Verificação:		
Data do relatório:		
	(Nome)	(Nome)

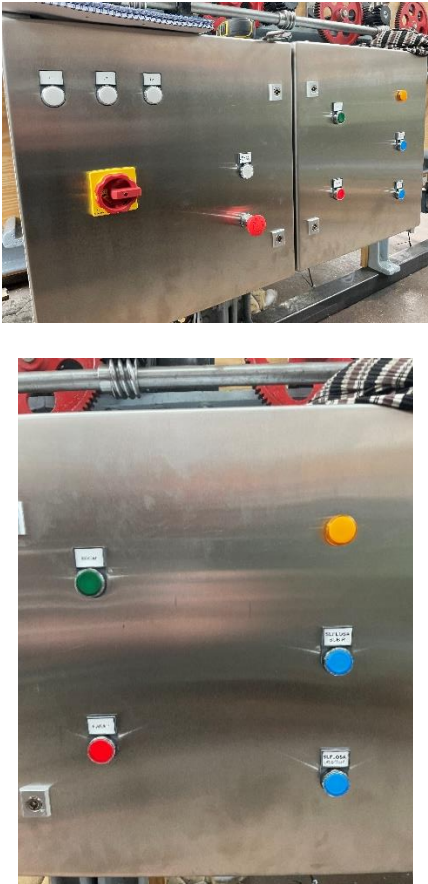

Legenda: C- Conforme NC- Não Conforme NA- Não aplicável

	Situação Perigosa	Recomendação	Grav.	Prob.	NR
1	<p>Acesso não condicionado a correias e órgãos de transmissão de movimento. Verificado ao longo de diversos pontos da máquina:</p> 	<p>Colocar protetores de modo a impedir o acesso a estes órgãos de transmissão de movimento. A sua fixação deve estar feita de forma a permitir a sua remoção apenas por meio de ferramentas especiais. No caso de serem implementados protetores móveis, estes deverão estar sempre acompanhados de dispositivos de encravamento, garantindo assim que em caso de abertura, é dada ordem de paragem ao equipamento.</p>	Sério	Provável	NR

Soluções apresentadas:



1

<p>2</p>	<p>Inexistência de dispositivos de comando.</p> <p>Soluções apresentadas:</p> 	<p>Colocar dispositivos de comando, devendo estes ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> -claramente visíveis e identificáveis, mediante pictogramas se necessário -Dispostos de modo a permitirem manobras seguras, sem hesitações nem perdas de tempo nem equívocos. -Concebidos e protegidos de modo a que o efeito desejado, caso implique perigo, só possa ser obtido mediante uma ação deliberada. -Fabricados de forma a resistirem aos esforços previsíveis. 			
<p>3</p>	<p>Inexistência de dispositivos de paragem de emergência que permitam a paragem de funções perigosas da máquina o mais rapidamente possível.</p> <p>Soluções apresentadas:</p> 	<p>A máquina deverá estar equipada com um ou mais dispositivos de paragem de emergência, que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deverão estar claramente identificados e visíveis; - Deverão ser rapidamente acessíveis. - Deverá parar o processo perigoso o mais rapidamente possível, sem criar riscos adicionais; - Deverá estar sempre disponível e operacional, independentemente do modo de funcionamento. 			



Equipamentos e Manutenção Industrial

APÊNDICE F- CHAPA DE CARACTERÍSTICAS DA MÁQUINA



**JALM- Equipamentos e
Manutenção Industrial Lda.**
Rua Bartolomeu Dias, 155 Z.I. do Orreiro Aveiro
3709-057 São João da Madeira - Portugal



MÁQUINA SUFLOSA

MODELO:		Nº DE SÉRIE	MS-2023-16126
ANO DE FABRICO:	2023	POTÊNCIA (kW)	13,76 kW

ANEXO A- ESQUEMA ELÉTRICO

Tabela de conteúdos

Coluna X: uma página gerada automaticamente foi alterada manualmente

Agicore

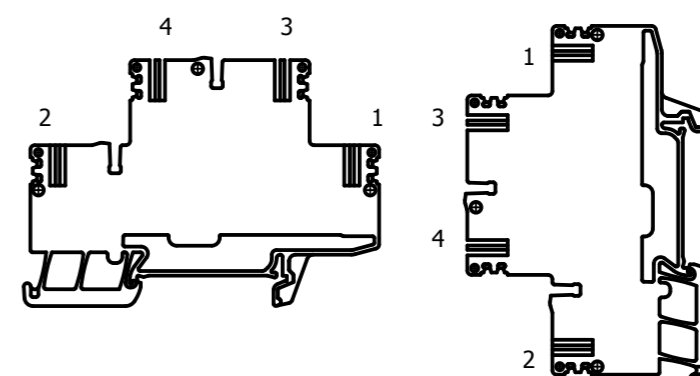
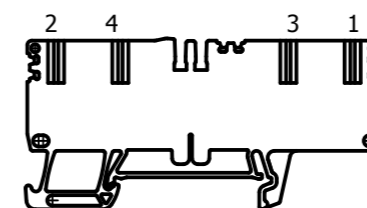
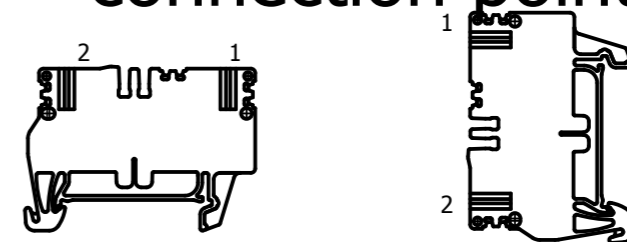
Página	Descrição da página	Campo suplementar da página	Data	Editor	X
/1	Frontispício		08-02-2023	Administrator	
/2	Tabela de conteúdos		12-04-2023	RH Rui Homem	
/2.1	Tabela de conteúdos		12-04-2023	RH Rui Homem	
/3	Notas técnicas		14-12-2022	Administrator	
/5	Alimentação		30-03-2023	RH Rui Homem	
/10	Relé Segurança		12-04-2023	RH Rui Homem	
/11	Circuito Segurança		06-04-2023	RH Rui Homem	
/12	Circuito Segurança Portas Inferiores		12-04-2023	RH Rui Homem	
/13	Circuito Segurança Portas Inferiores + Régua Cima +Entrada Móvel		12-04-2023	RH Rui Homem	
/14	Circuito Segurança Entrada Móvel		04-04-2023	RH Rui Homem	
/15	Circuito Segurança Emergências		29-03-2023	RH Rui Homem	
/20	Fonte alimentação		31-03-2023	RH Rui Homem	
/21	Alimentação motor Tapete Alimentador		12-04-2023	RH Rui Homem	
/22	Alimentação motores Escovas + Alimentador		12-04-2023	RH Rui Homem	
/23	Alimentação motores cedeiro		12-04-2023	RH Rui Homem	
/24	Alimentação motores cedeiro + Veios + Subir/Descer		12-04-2023	RH Rui Homem	
/25	Alimentação motores Subir/Descer		04-04-2023	RH Rui Homem	
/41	PLC - Configuração modulo entradas saidas		30-03-2023	RH Rui Homem	
/60	Entradas digitais passivas - E/S 1 - 1/2		30-03-2023	RH Rui Homem	
/61	Entradas digitais passivas - E/S 1 - 2/2		03-04-2023	RH Rui Homem	
/62	Entradas digitais passivas - E/S 2 - 1/2		03-04-2023	RH Rui Homem	
/63	Entradas digitais passivas - E/S 2 - 2/2		03-04-2023	RH Rui Homem	
/64	Caixas Comando + Ligações Entrada		12-04-2023	RH Rui Homem	
/65	Sensores		03-04-2023	RH Rui Homem	
/80	Saidas digitais passivas - E/S 1 - 1/1		04-04-2023	RH Rui Homem	
/81	Saidas digitais passivas - E/S 2 - 1/1		30-03-2023	RH Rui Homem	
/82	Saidas digitais passivas - E/S 5 - 1/2		12-04-2023	RH Rui Homem	
/200	Implementação platina eléctrica		06-04-2023	RH Rui Homem	
/201	Implementação armário eléctrico		06-04-2023	RH Rui Homem	
/202	Implementação Caixa		12-04-2023	RH Rui Homem	
/205	Diagrama de bornes armário ST1/ST2		12-04-2023	RH Rui Homem	
/206	Diagrama de bornes armário ST1/ST2		12-04-2023	RH Rui Homem	
/207	Diagrama de bornes armário ST1/ST2		12-04-2023	RH Rui Homem	

1				Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=		
				Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento	Tabela de conteúdos					
				Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal						
Alteração	Data	Nome	Orig								Total Folhas	4

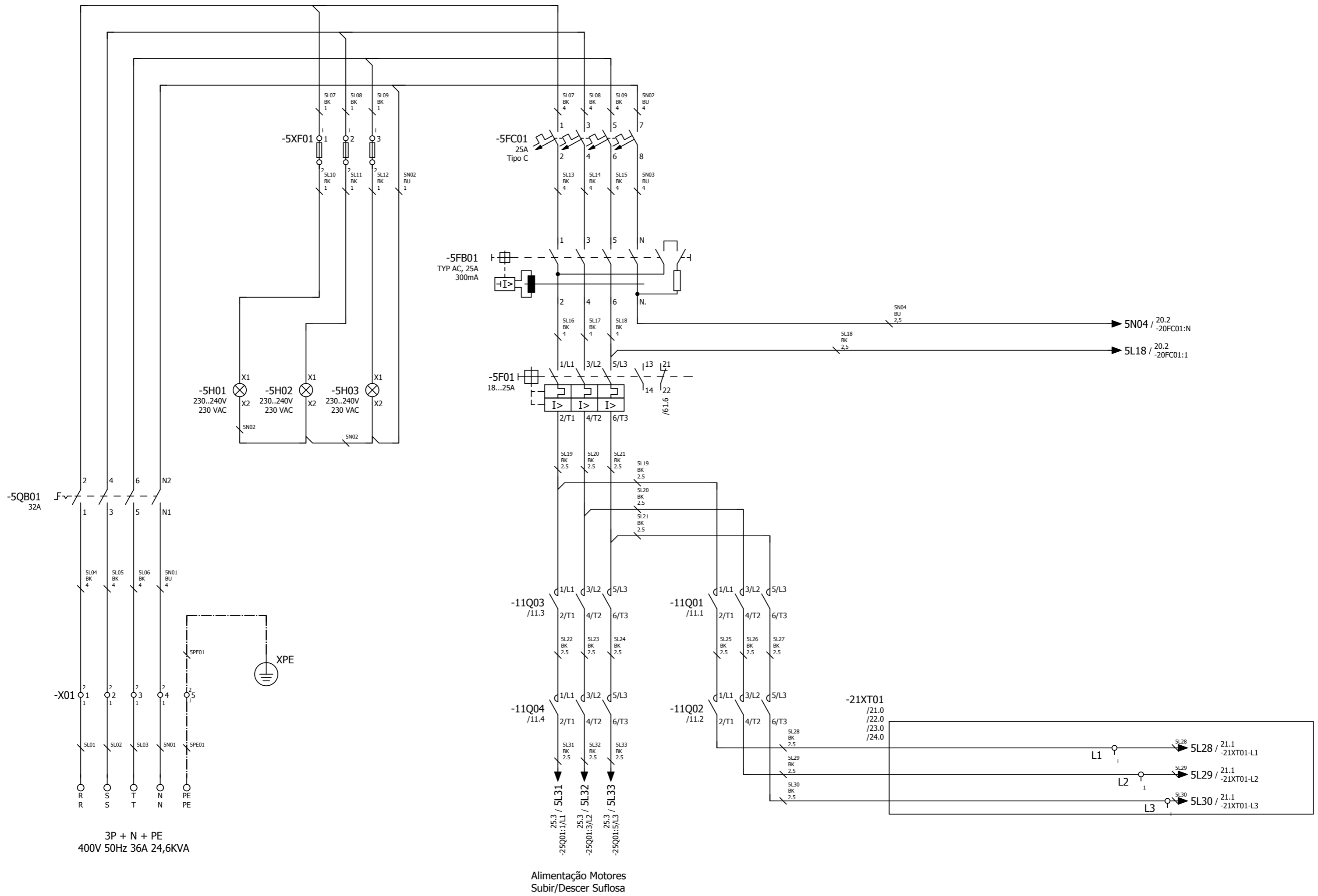
Cores para cablagem armário eléctrico Wire colors

AC 230/400 Circuitos não seccionados Fase e Neutro – Laranja
 AC 230/400 Fase – Preto
 AC 230/400 Neutro - Azul
 Terra - Verde/Amarelo
 24VDC - Azul
 0VDC - Azul

Arquitectura de numeração de bornes Terminal connection points

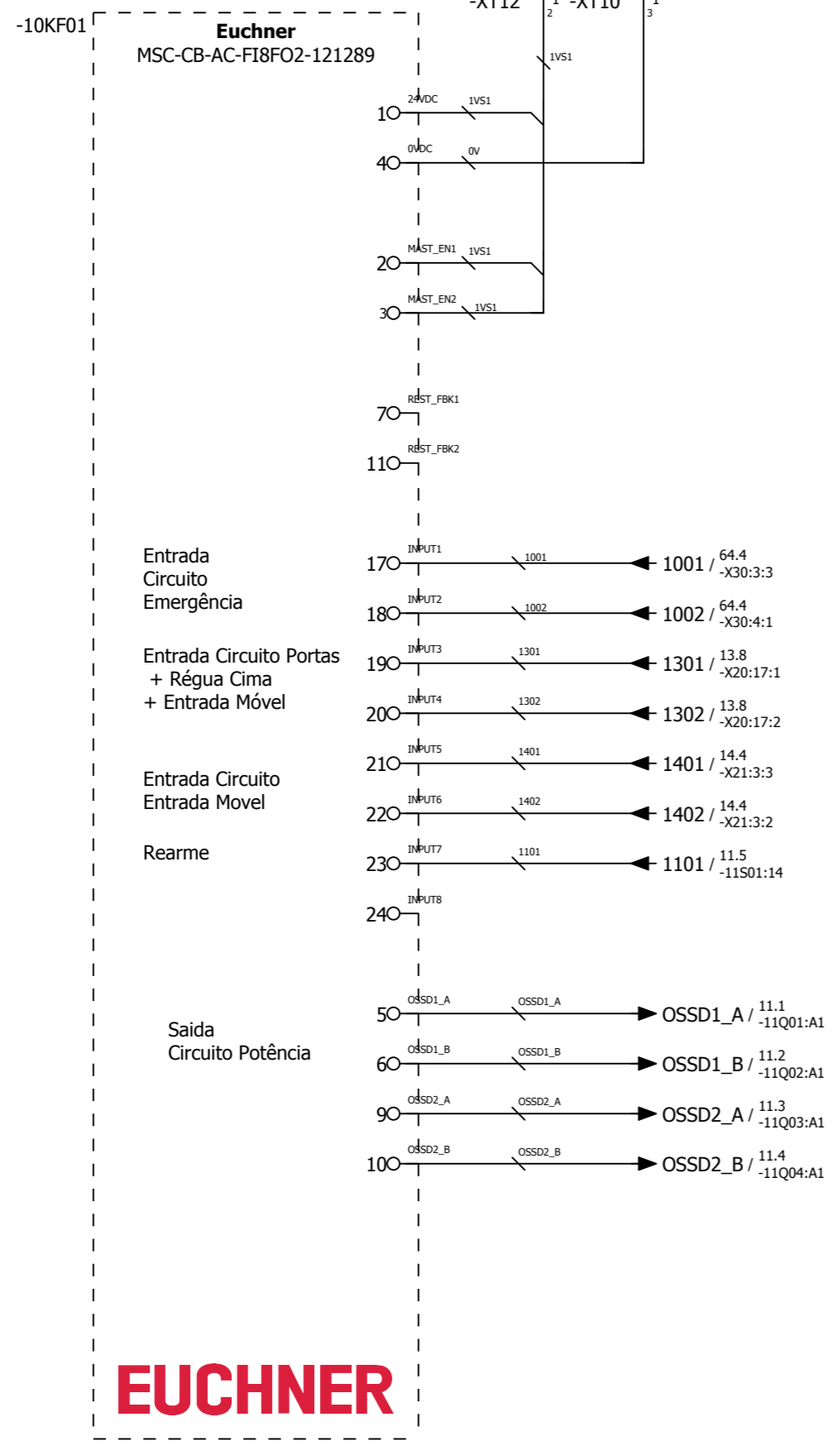
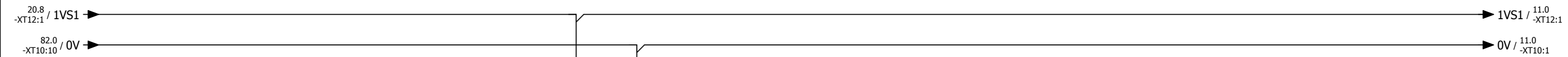


			Data	14-12-2022	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	Administrator	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento	Notas técnicas Technical notes			+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha 3
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas 4

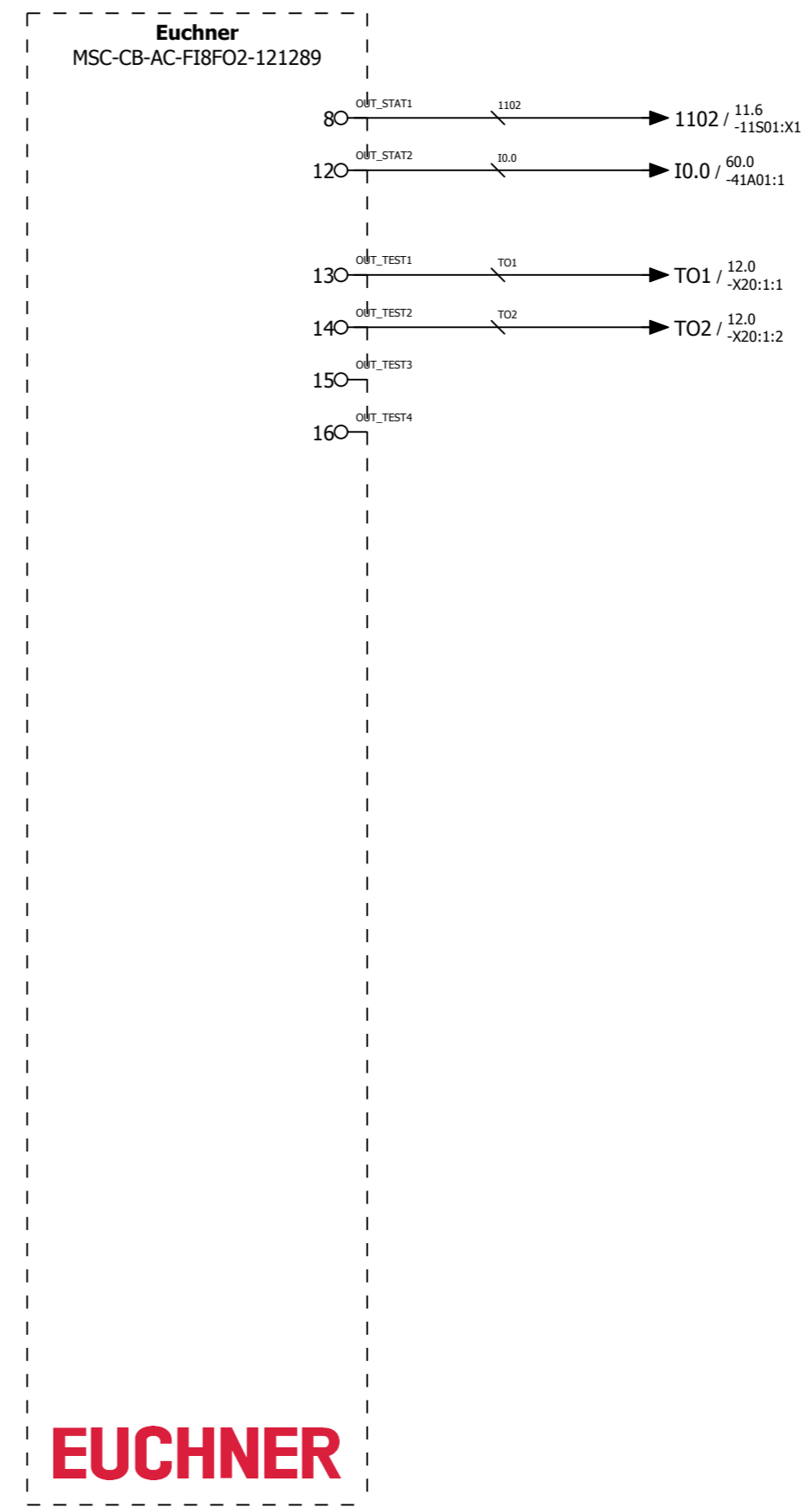


Alimentação Motores Subir/Descer Suflosa

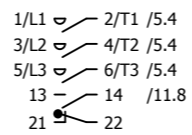
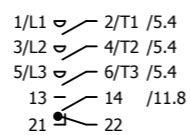
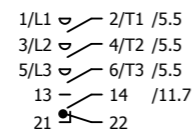
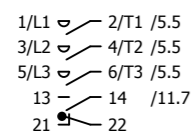
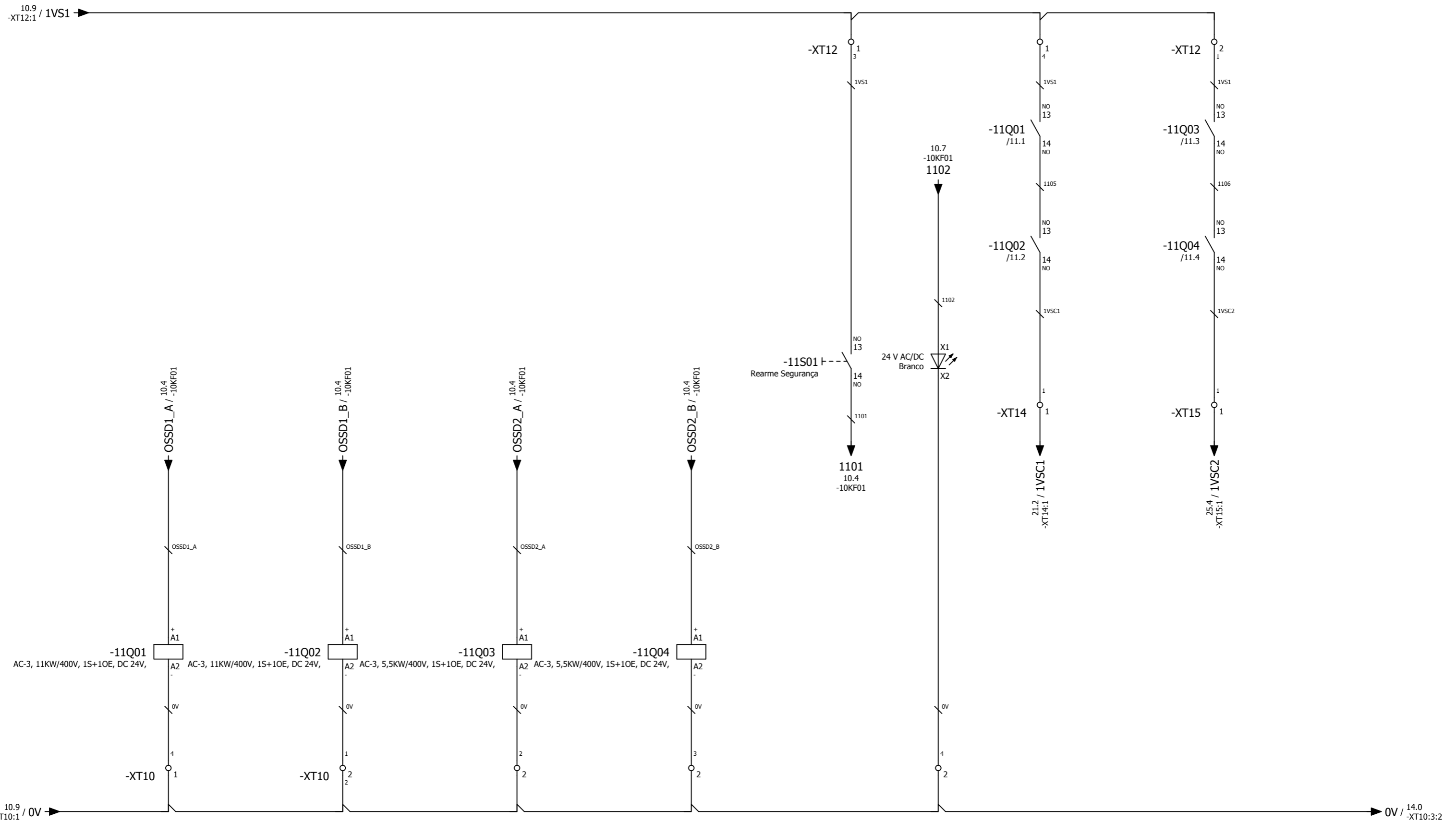
			Data	30-03-2023	Agicore Engenharia Lda		P2080-Suflosa		Suflosa		P2080.3 - Suflosa		=	
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento								+	
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal								Folha	5
Alteração	Data	Nome	Orig						Alimentação				Total Folhas	



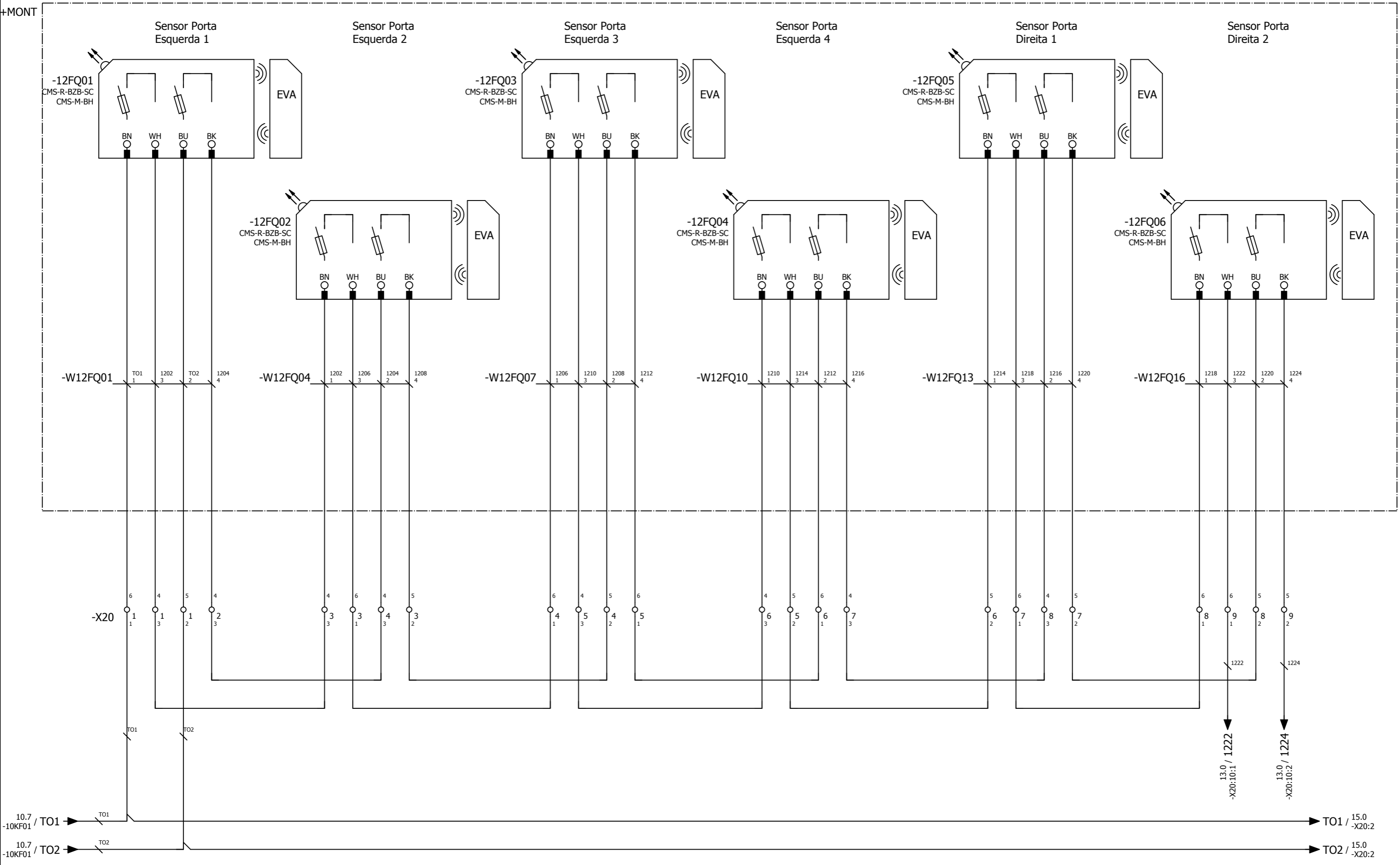
EUCHNER



EUCHNER

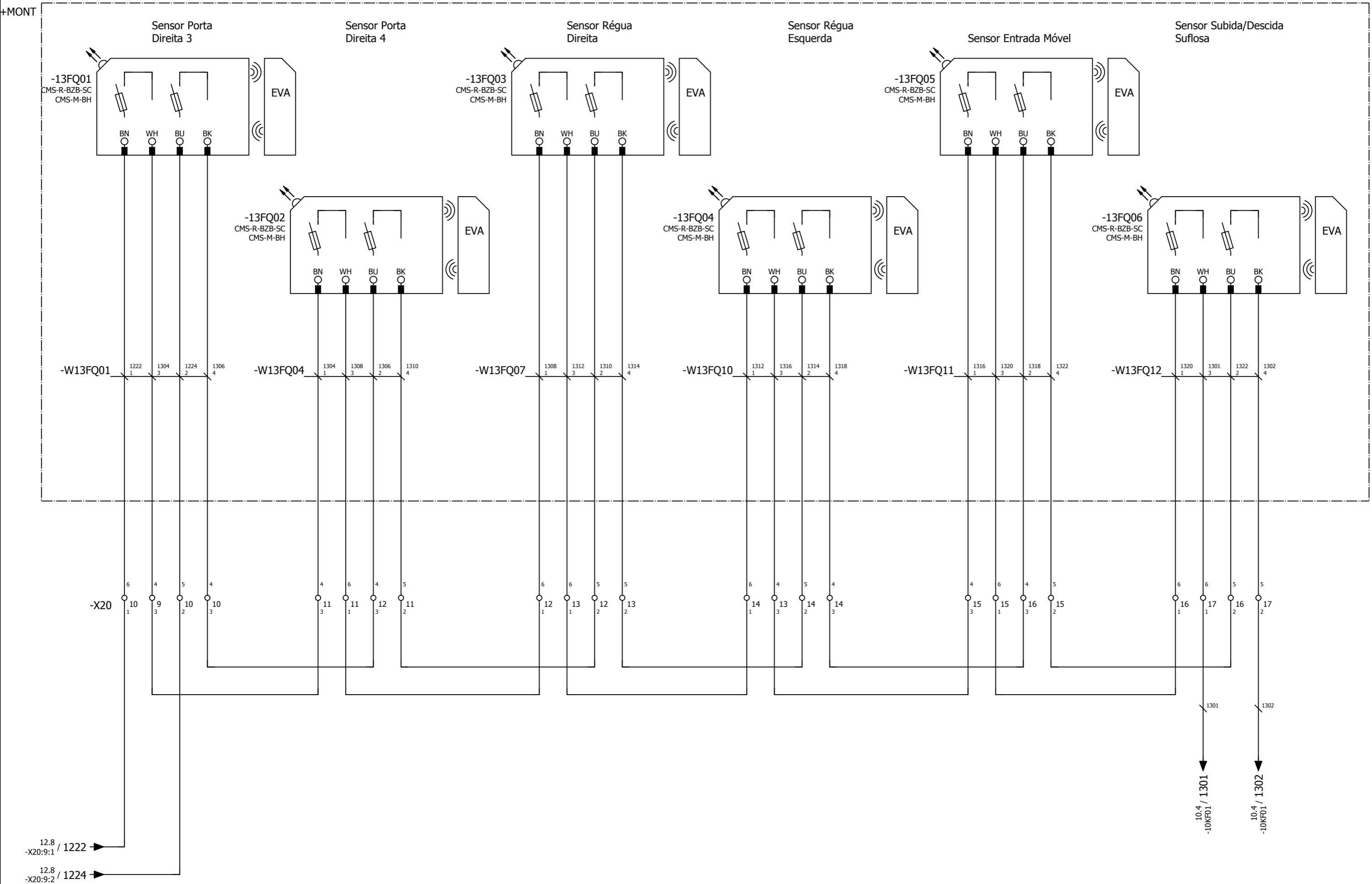


				10					12		
			Data	06-04-2023	Agicore Engenharia Lda			P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento			Circuito Segurança			
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal						
Alteração	Data	Nome	Orig							Folha	11
										Total Folhas	4



			Data	24-05-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						12
									Total Folhas

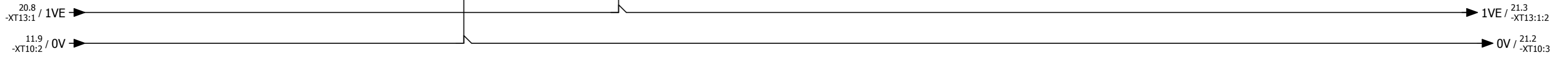
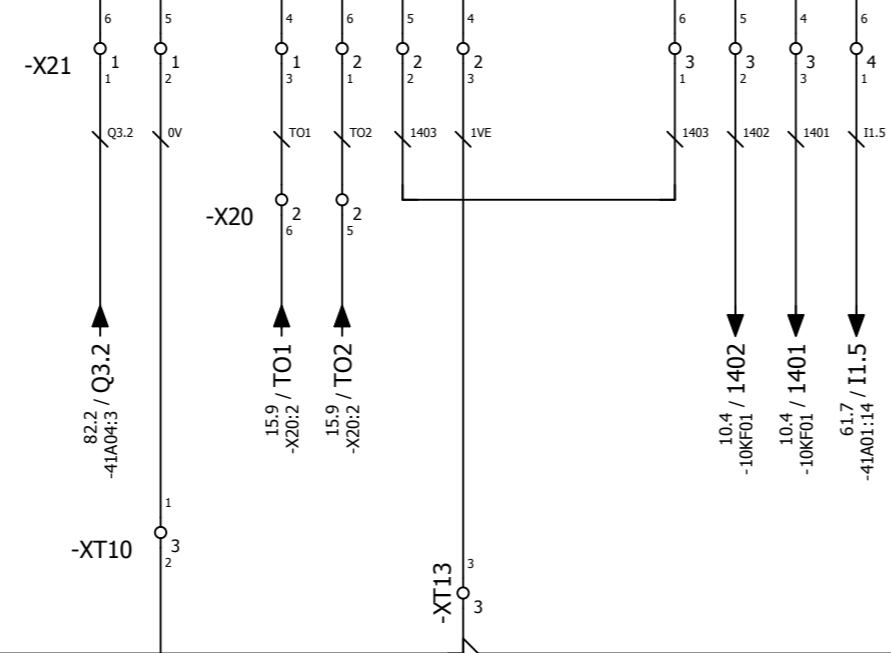
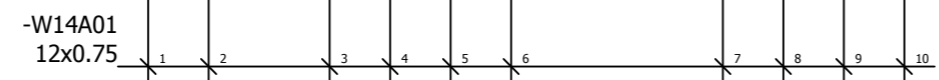
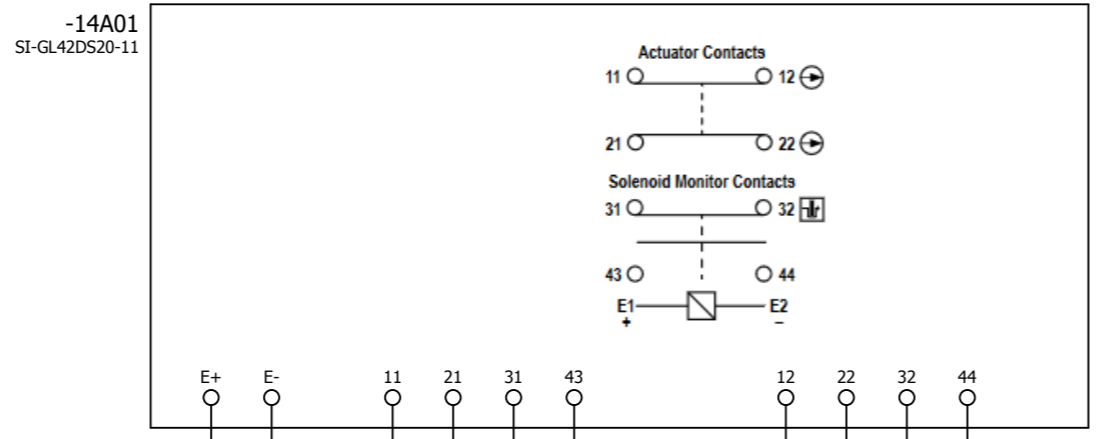
Circuito Segurança
Portas Inferiores



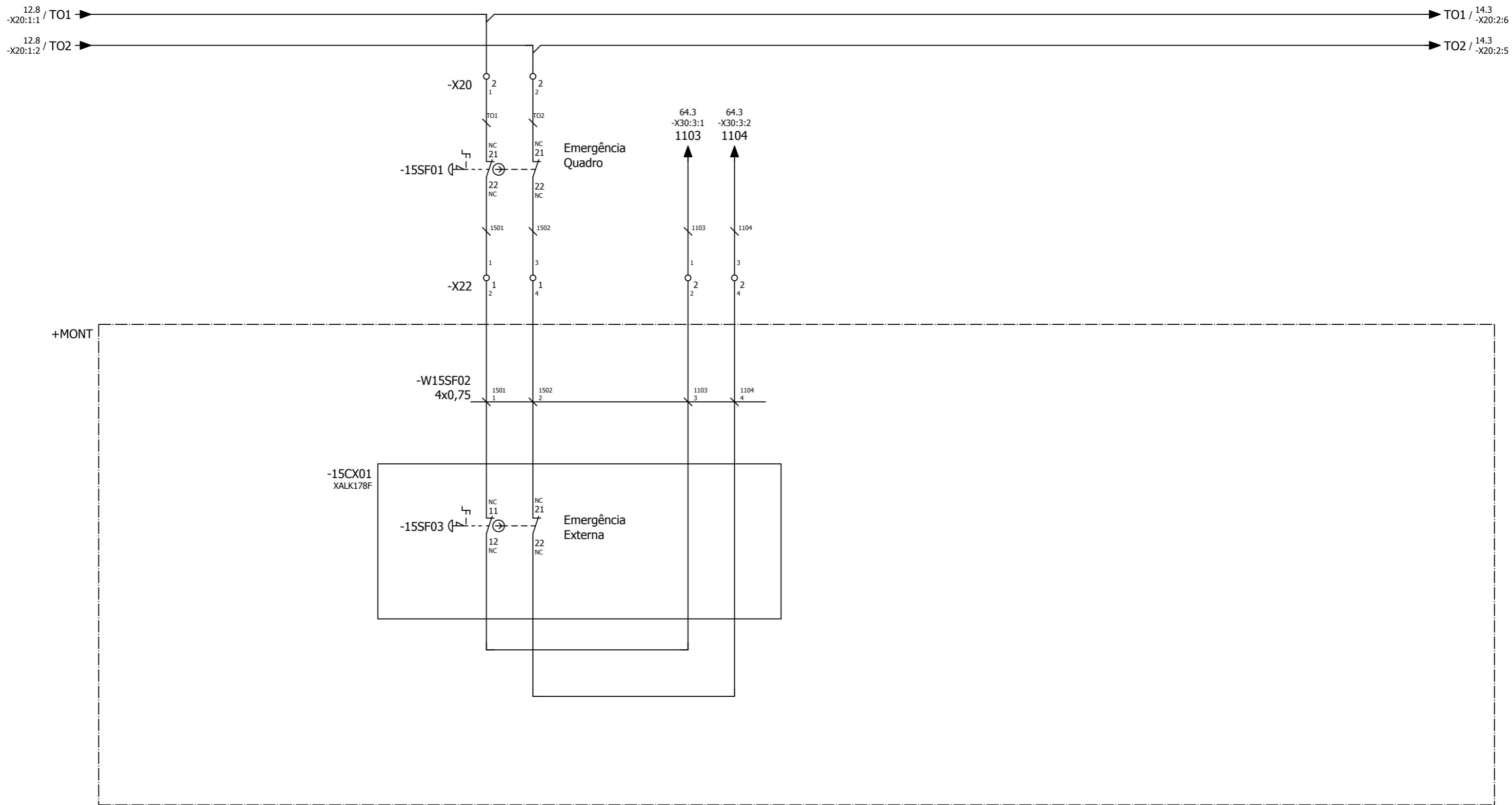
			Data	24-05-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem					+
			Verif						Folha
Alteração	Data	Nome	Orig			Circuito Segurança Portas Inferiores + Régua Cima +Entrada Móvel			Total Folhas

+MONT

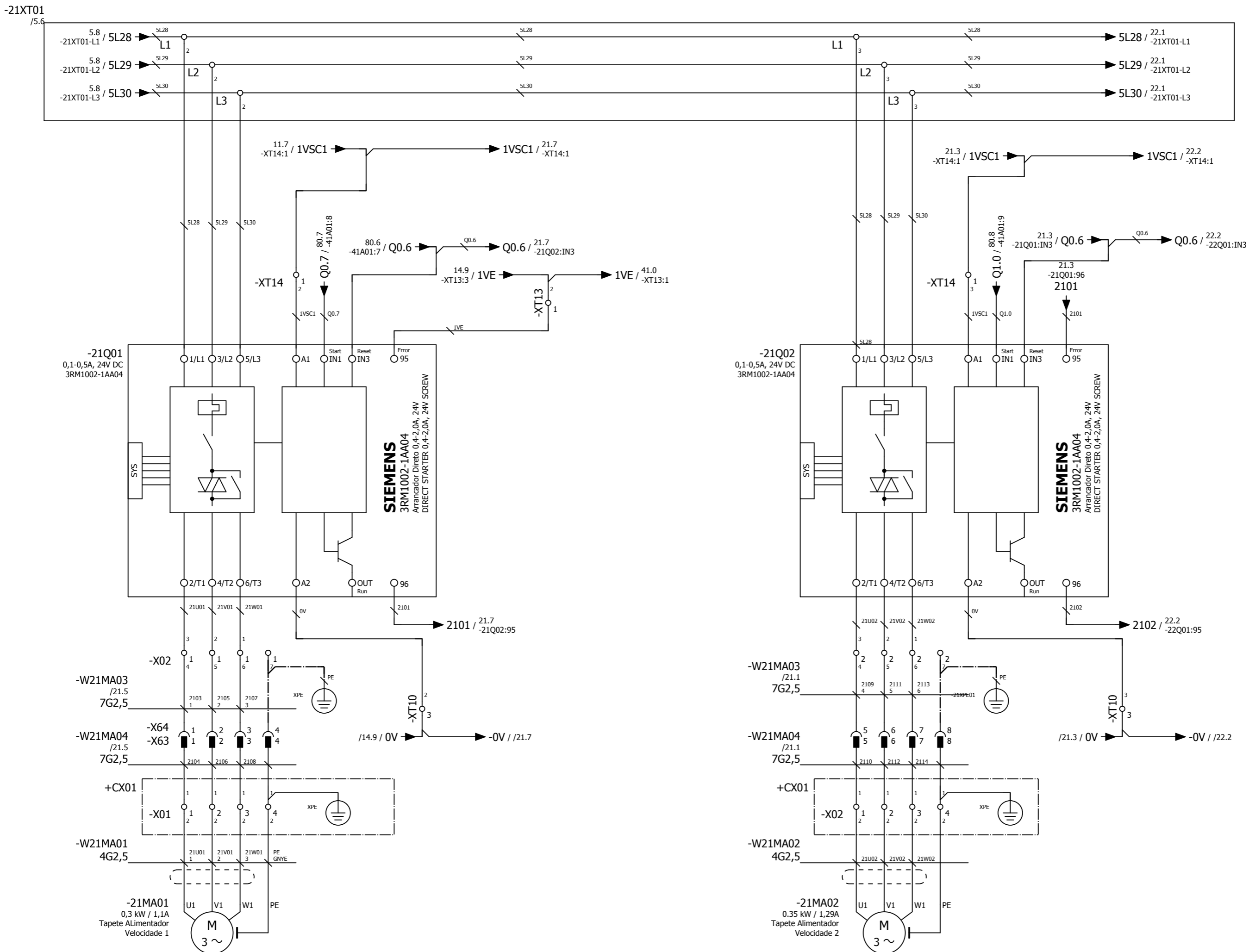
Atuador Entrada Móvel



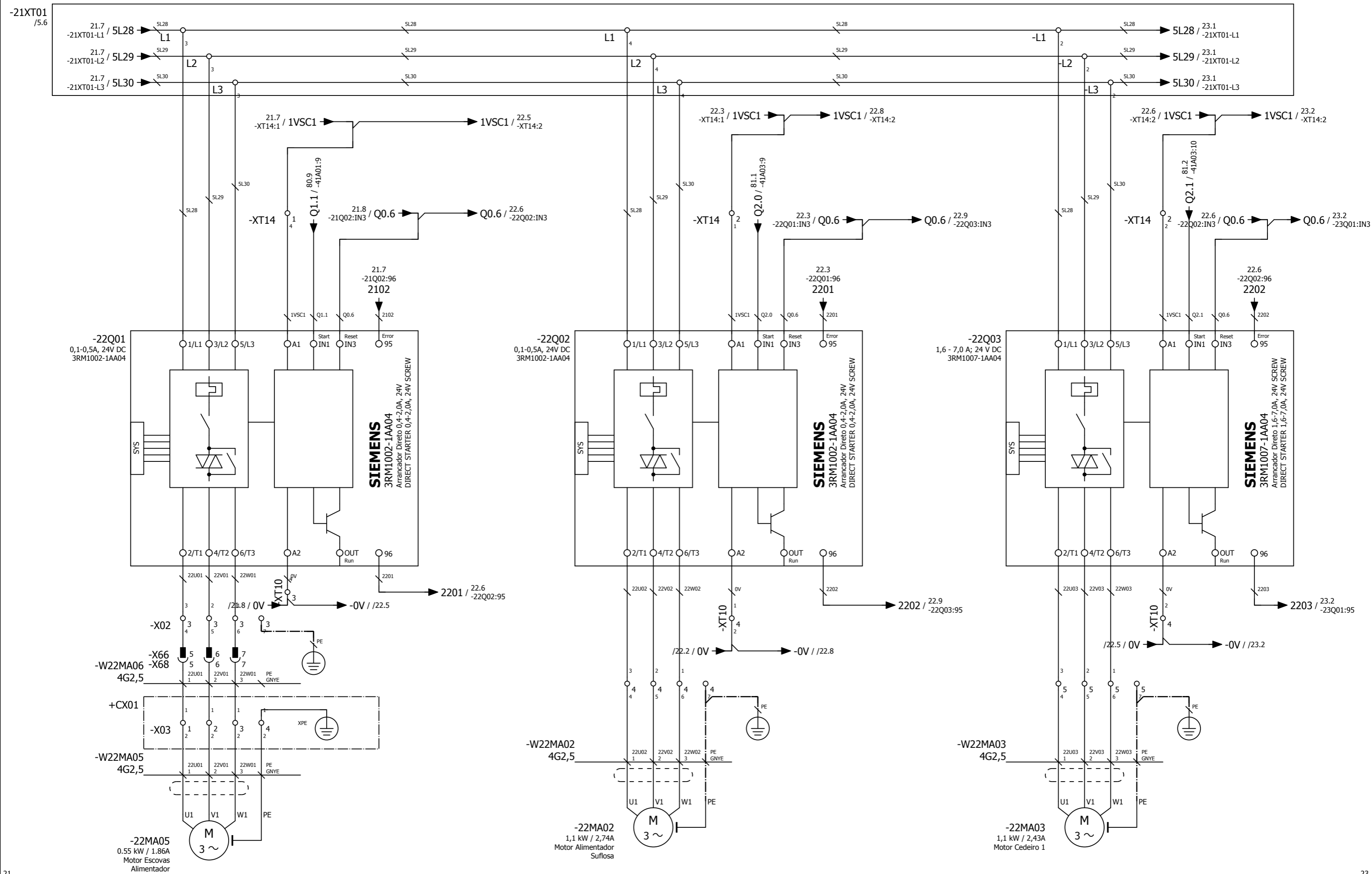
			Data	04-04-2023	Agicore Engenharia Lda		P2080-Suflosa		Suflosa		P2080.3 - Suflosa		=	
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento								+	
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal								Folha	14
Alteração	Data	Nome	Orig										Total Folhas	4



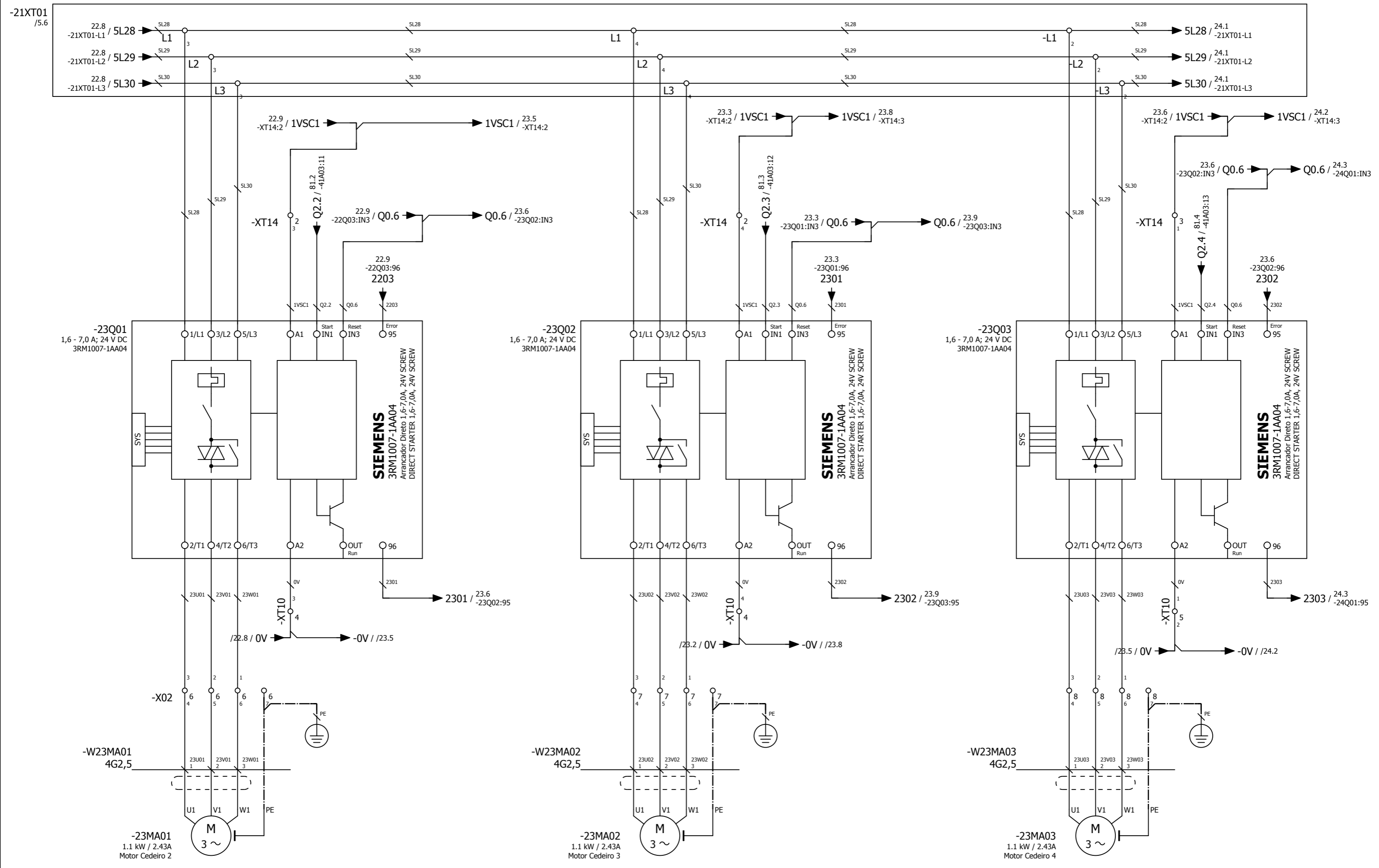
			Data	29-03-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal	Circuito Segurança Emergências			Folha 15
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas 4



				20					22	
				Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda		P2080-Suflosa		
				Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento		Suflosa		
				Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal		P2080.3 - Suflosa		
				Orig				=		
Alteração	Data	Nome	Orig	Alimentação motor Tapete Alimentador					+	
									Total Folhas	

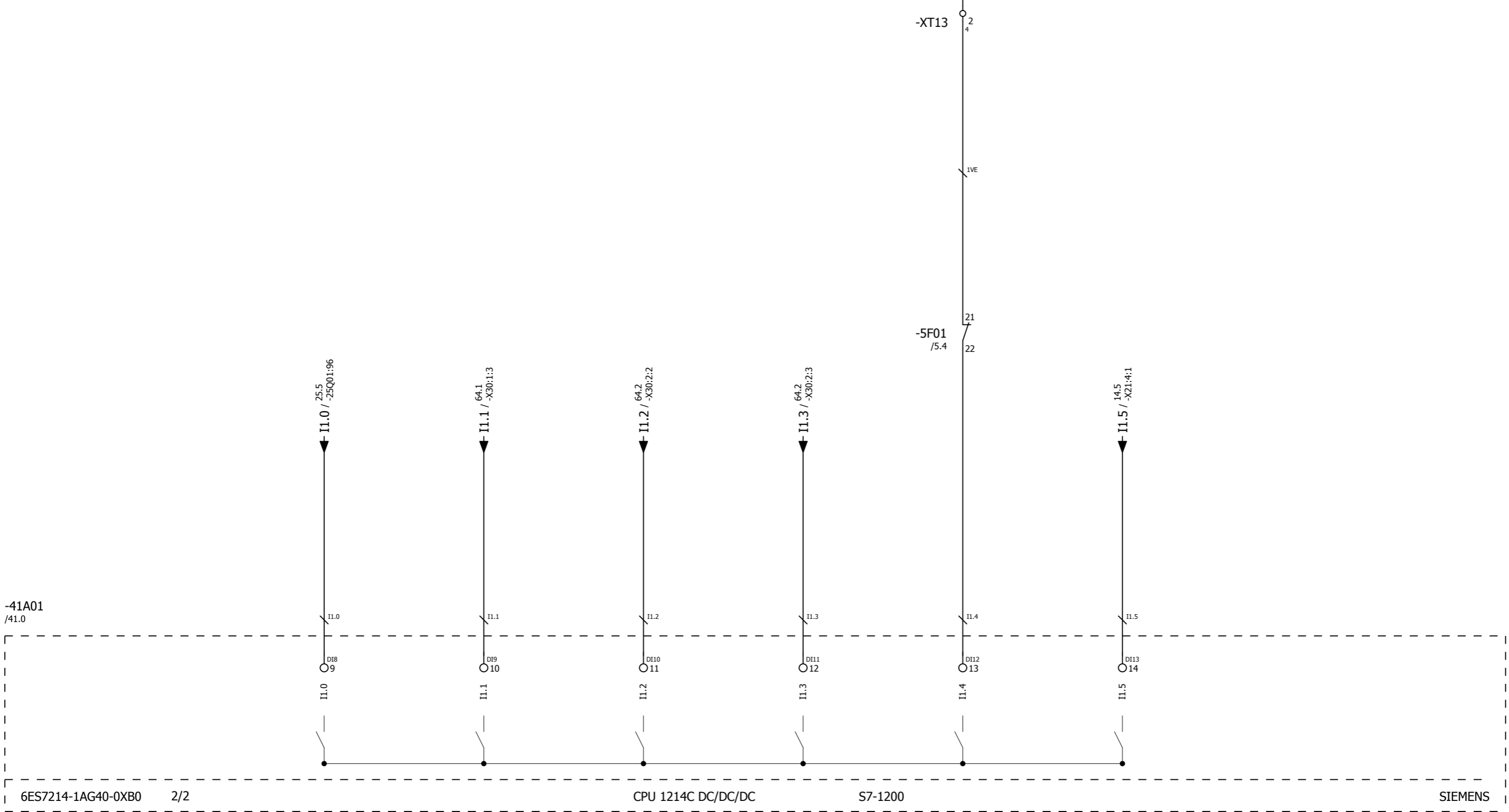


		Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
		Editor.	RH Rui Homem					+
		Verif						Folha 22
Alteração	Data	Nome	Orig		Alimentação motores Escovas + Alimentador		Total Folhas	



			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem					+
			Verif						Folha
Alteração	Data	Nome	Orig			Alimentação motores cedeiro			Total Folhas

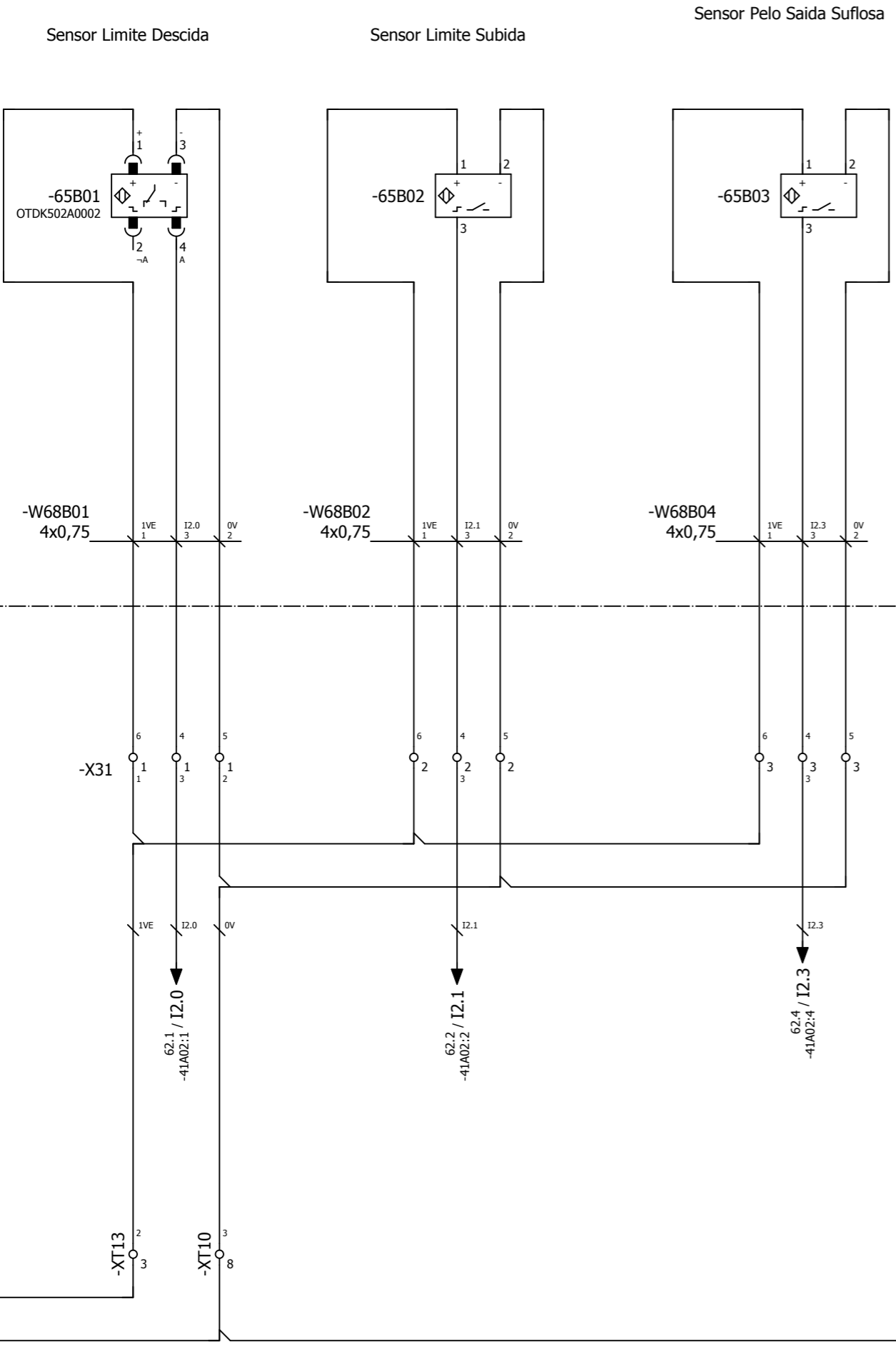
60.8 -XT13:2 / -1VE → -1VE / 62.0 -XT13:3



6ES7214-1AG40-0XB0 2/2 CPU 1214C DC/DC/DC S7-1200 SIEMENS

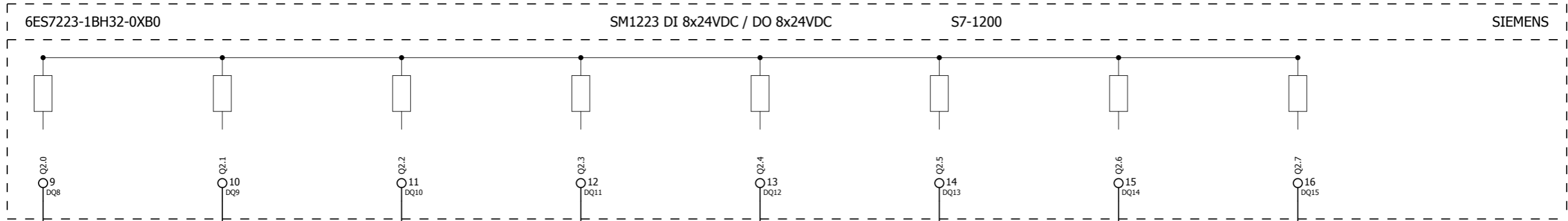
Alarme Arrancadores
 Botão Pedido Desbloqueio Parte Móvel
 Seletor Velocidade 1 Motor Tapete
 Seletor Velocidade 2 Motor Tapete
 Feedback Disjuntor Alimentação Motores
 Feedback Trinco Parte Móvel

+MONT



			Data	03-04-2023	Agicore Engenharia Lda		P2080-Suflosa		Suflosa		P2080.3 - Suflosa		=	
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento								+	
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal								Folha	65
Alteração	Data	Nome	Orig										Total Folhas	4

-41A03



Start Motor Alimentador Sufflosa

Start Motor Cedeiro 1

Start Motor Cedeiro 2

Start Motor Cedeiro 3

Start Motor Cedeiro 4

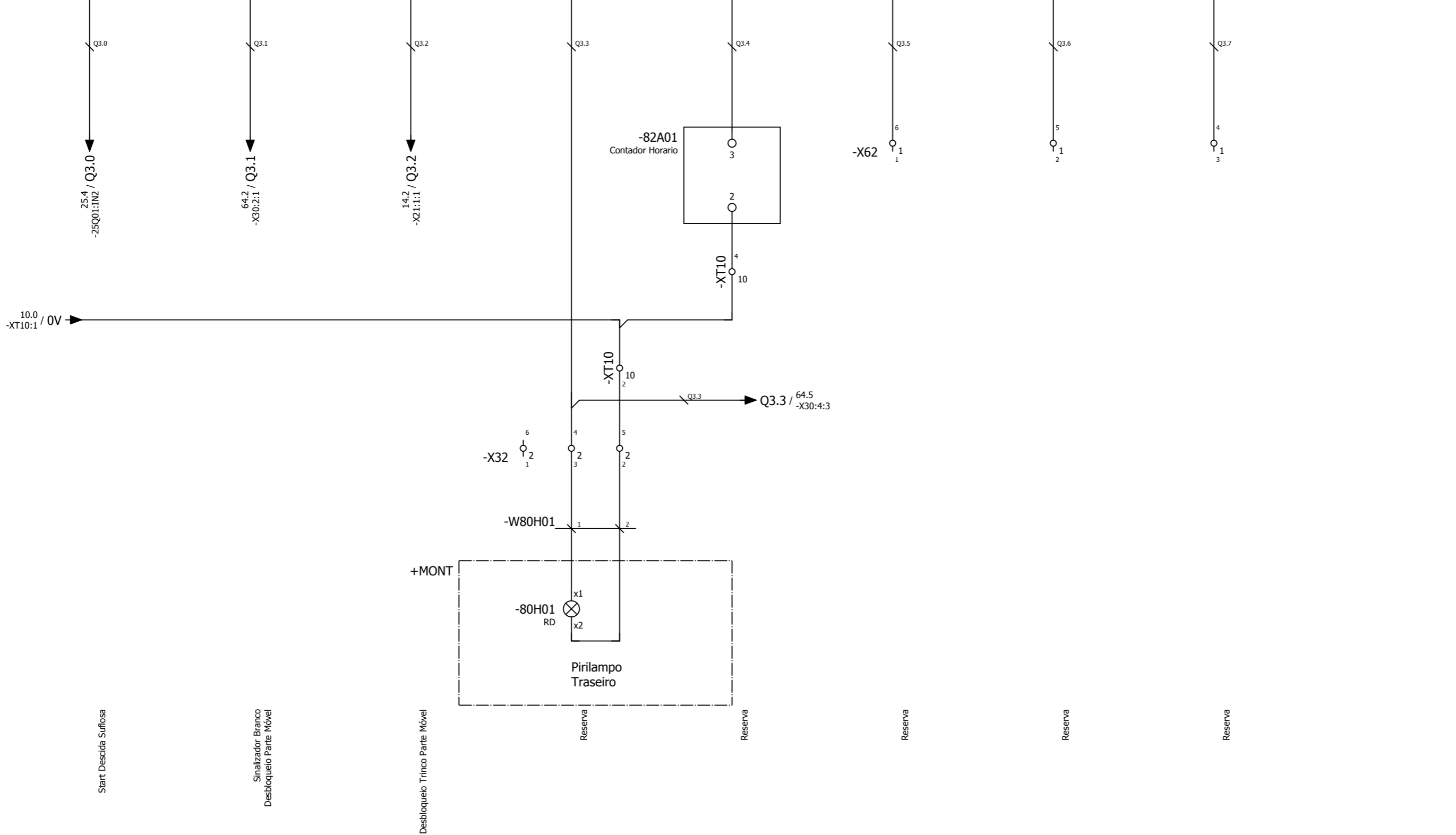
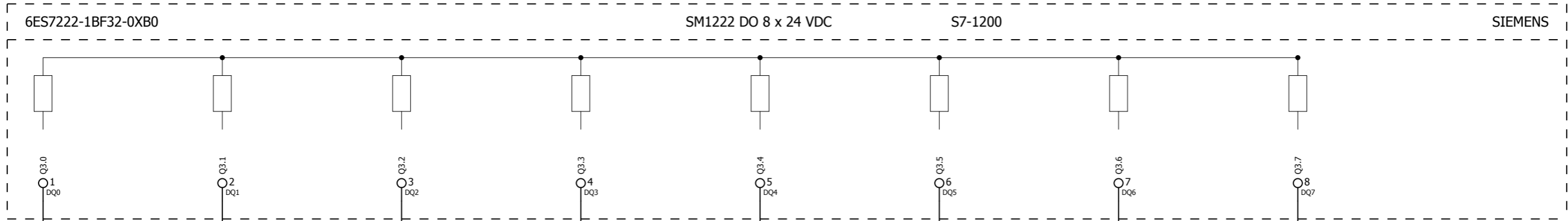
Start Motor Cedeiro 5

Start Motor Veios

Start Subida Sufflosa

			Data	30-03-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Sufflosa	Sufflosa	P2080.3 - Sufflosa	=	
			Editor.	RH Rui Homem					+	
			Verif						Folha	81
Alteração	Data	Nome	Orig			Saidas digitais passivas - E/S 2 - 1/1			Total Folhas	4

-41A04



Start Descida Sufflosa

Sinalizador Branco Desbloqueio Parte Móvel

Desbloqueio Trinco Parte Móvel

Reserva

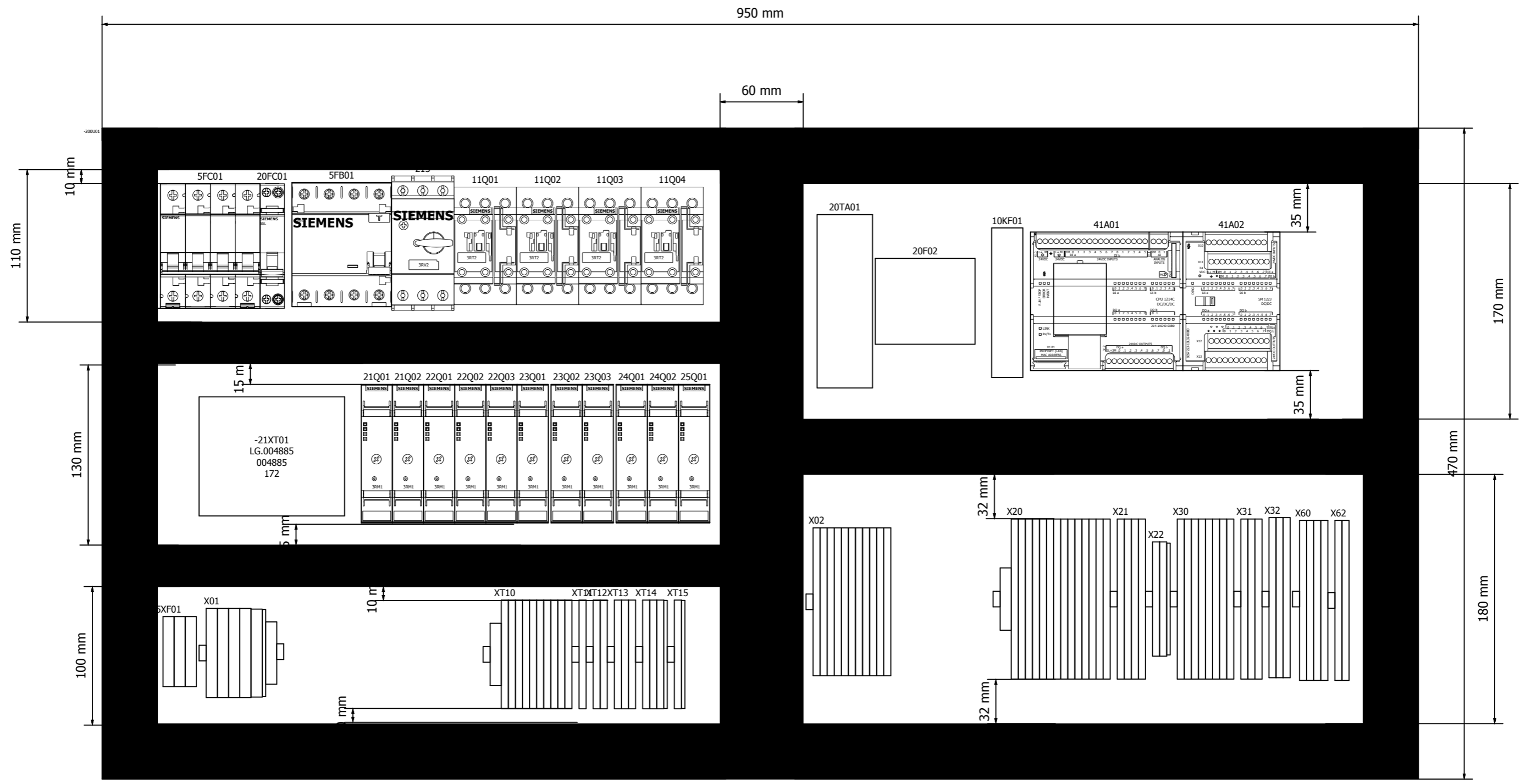
Reserva

Reserva

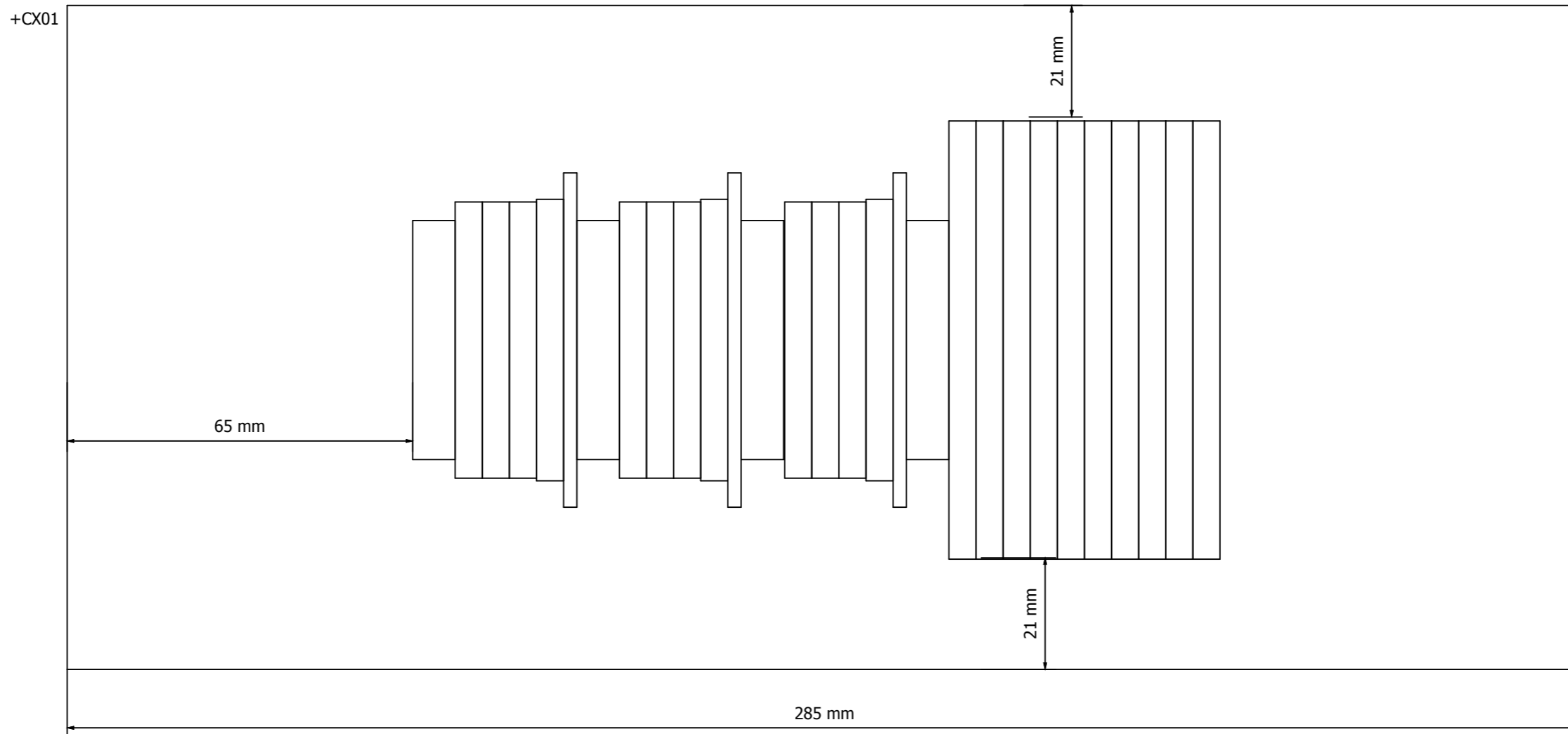
Reserva

Reserva

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem					+
			Verif						Folha 82
Alteração	Data	Nome	Orig			Saidas digitais passivas - E/S 5 - 1/2			Total Folhas 4

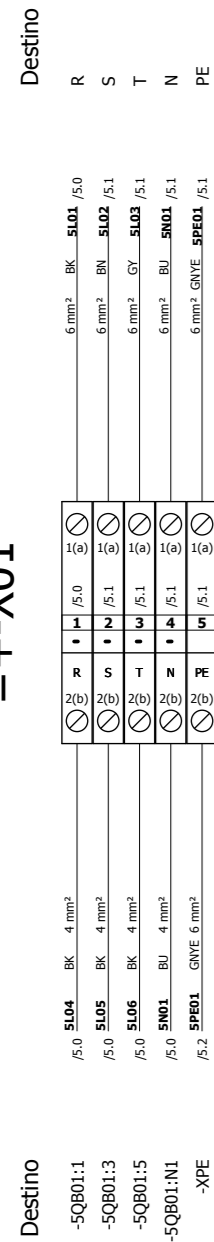


			Data	06-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha 200
Alteração	Data	Nome	Orig			Implementação platina eléctrica			Total Folhas 4

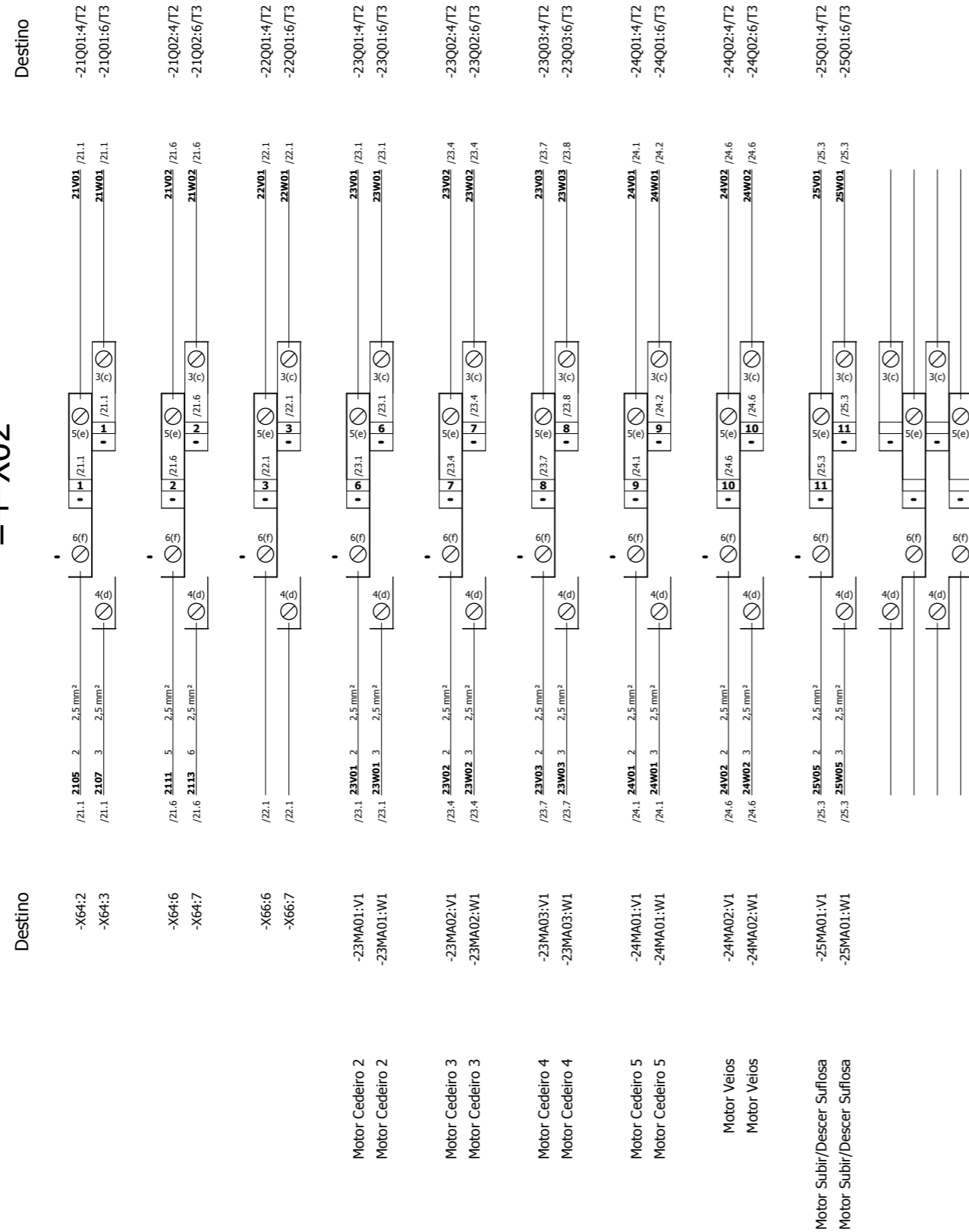


			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal	Implementação Caixa			Folha 202
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas 45

=+-X01

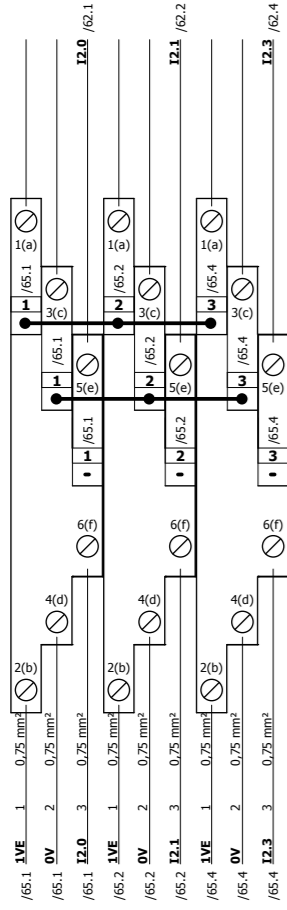


=+-X02



			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem					+
Alteração	Data	Nome	Verif	Orig			Diagrama de bornes armário ST1/ST2		
									Folha 205
									Total Folhas

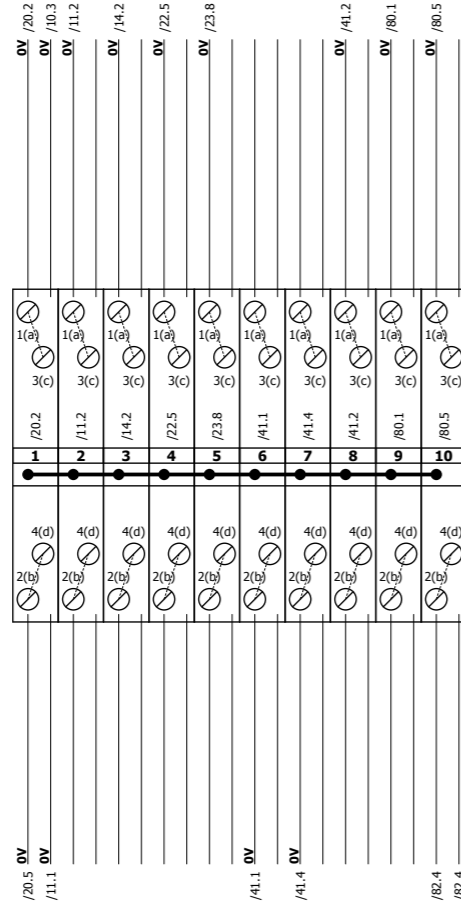
=+-X31



Destino
 +MONT-65B01:1
 +MONT-65B01:3
 +MONT-65B01:4
 +MONT-65B02:1
 +MONT-65B02:2
 +MONT-65B02:3
 +MONT-65B03:1
 +MONT-65B03:2
 +MONT-65B03:3

OTDK502A0002
 OTDK502A0002
 OTDK502A0002

=+-XT10

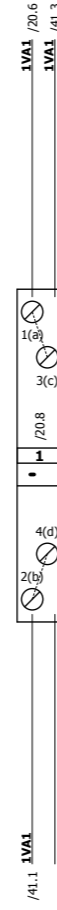


Destino
 -20FA01:-
 -10KF01
 -11Q02:A2
 -X21:1:2
 -22Q02:A2
 -23Q03:A2

-41A01:-X10:2
 -41A02:-X10:5

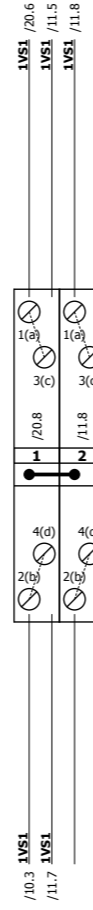
-X32:2:5
 -82A01:2

=+-XT11



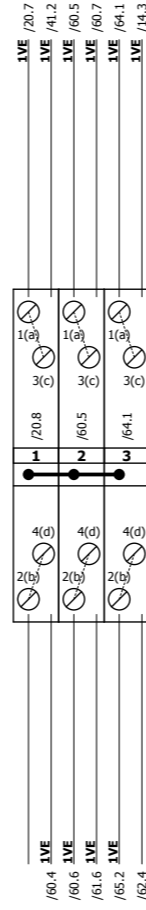
Destino
 -20F02:1
 -41A02:-X10:4

=+-XT12



Destino
 -10KF01
 -11Q01:13

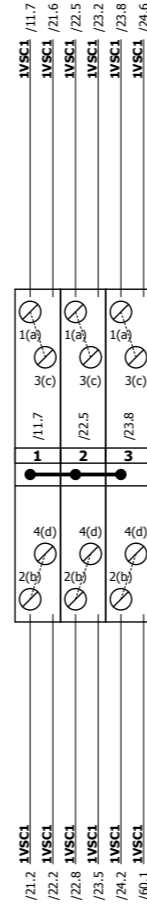
=+-XT13



Destino
 -60SF01:13
 -60SF03:13
 -5F01:21
 -X31:2
 -X32:1:1

Iniciar
 Subir Suflosa

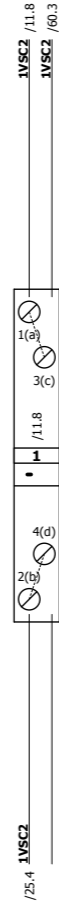
=+-XT14



Destino
 -21Q01:A1
 -22Q01:A1
 -22Q03:A1
 -23Q02:A1
 -24Q01:A1
 -41A01:2

Feedback Contactores

=+-XT15



Destino
 -25Q01:A1

Alteração	Data	Nome	Orig

Data	12-04-2023
Editor	RH Rui Homem
Verif	
Orig	

Agicore Engenharia Lda
PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento
3830-352 Ílhavo, Portugal

P2080-Suflosa	Suflosa
---------------	---------

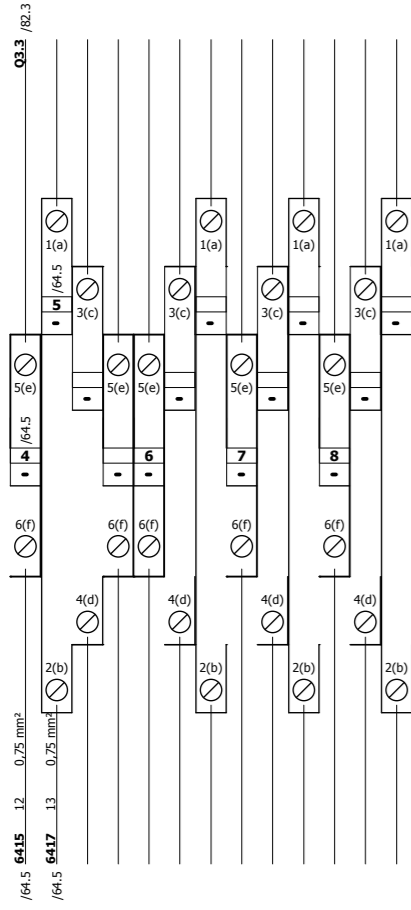
Diagrama de bornes armário ST1/ST2	
------------------------------------	--

P2080.3 - Suflosa	=
	+

Folha	207
Total Folhas	408

= +-X30

Destino
-X32;2;4



Destino
-X68;4
-X68;8

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=	
			Editor.	RH Rui Homem					+	
			Verif						Folha	208
Alteração	Data	Nome	Orig			Diagrama de bornes armário ST1/ST2			Total Folhas	48

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
	/200.5	1	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
41A01	/41.0	1	CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI	Siemens AG	6ES7214-1AG40-0XB0
41A02	/41.3	1	Modulo expansão S7 1200 SM 1223, 16 DI / 16 DO, 16 DI DC 24 V, 16 DO, TRANSISTOR 0,5A DIGITAL I/O SM 1223, 16DI/16DO	Siemens AG	6ES7223-1BL32-0XB0
5F01	/5.4	1	CIRCUIT-BREAKER SCREW CONNECTION 25A	Siemens AG	3RV2021-4DA10
5F01	/5.4	1	BLOQ. C. AUX. TRANSVERSAL, 1NA+1NC, BORNES PARAFUSO, TRANSVERSE AUX. SWITCH, 1NO+1NC, SCREW CONNECTION,	Siemens AG	3RV29011E
20F02	/20.4	1	SITOP PSE200U SITOP PSE200U	Siemens AG	6EP19612BA31
5FB01	/5.4	1	Diferencial 3P+N 25A 300 mA RCCB TYPE AC 25/4 300MA 4MW	Siemens AG	5SV4642-0
5FC01	/5.4	1	SENTRON Miniature circuit breaker	Siemens AG	5SY6425-7
5FC01	/200.1	1	SENTRON Miniature circuit breaker SENTRON Miniature circuit breaker	Siemens AG	5SY6632-7
20FC01	/20.2	1	CIRCUIT BREAKER 6KA 1+N/1MW C6 CIRCUIT BREAKER 4.5KA 1+N/1MW C25	Siemens AG	5SL6006-7
5H01	/5.2	1	Luz piloto branca completa Ø22 lente simples com LED integral 230...240V White complete pilot light Ø22 plain lens with integral LED 230...240V	Schneider Electric	XB4BVM1
5H02	/5.2	1	Luz piloto branca completa Ø22 lente simples com LED integral 230...240V White complete pilot light Ø22 plain lens with integral LED 230...240V	Schneider Electric	XB4BVM1
5H03	/5.2	1	Luz piloto branca completa Ø22 lente simples com LED integral 230...240V White complete pilot light Ø22 plain lens with integral LED 230...240V	Schneider Electric	XB4BVM1
80H04	/80.1	1	Sinalizador Vermelha Completo 24VDC	Schneider Electric	XB4BVB4
10KF01	/10.1	1	Relé Segurança Programável Small safety control system base unit	Euchner	121289
80P01	/80.0	1	Continuous or intermittent buzzer 24V AC/DC	Schneider Electric	XB5KSB
11Q01	/11.1	1	CONTACTOR,AC3:11KW 1NA+1NC DC24V CONTACTOR,AC3:11KW 1NO+1NC DC24V	Siemens AG	3RT2026-1BB40
11Q02	/11.2	1	CONTACTOR,AC3:11KW 1NA+1NC DC24V CONTACTOR,AC3:11KW 1NO+1NC DC24V	Siemens AG	3RT2026-1BB40

			Data	04-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento	Lista de peças			+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
11Q03	/11.3	1	CONTACTOR,AC3:5,5KW 1NO+1NC DC24V	Siemens AG	3RT2024-1BB40
11Q04	/11.4	1	CONTACTOR,AC3:5,5KW 1NO+1NC DC24V	Siemens AG	3RT2024-1BB40
21Q01	/21.1	1	Arrancador Direto 0,4-2,0A, 24V DIRECT STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1002-1AA04
21Q02	/21.5	1	Arrancador Direto 0,4-2,0A, 24V DIRECT STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1002-1AA04
22Q01	/22.0	1	Arrancador Direto 0,4-2,0A, 24V DIRECT STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1002-1AA04
22Q02	/22.4	1	Arrancador Direto 0,4-2,0A, 24V DIRECT STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1002-1AA04
22Q03	/22.7	1	Arrancador Direto 1,6-7,0A, 24V SCREW DIRECT STARTER 1,6-7,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1007-1AA04
23Q01	/23.0	1	Arrancador Direto 1,6-7,0A, 24V SCREW DIRECT STARTER 1,6-7,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1007-1AA04
23Q02	/23.4	1	Arrancador Direto 1,6-7,0A, 24V SCREW DIRECT STARTER 1,6-7,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1007-1AA04
23Q03	/23.7	1	Arrancador Direto 1,6-7,0A, 24V SCREW DIRECT STARTER 1,6-7,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1007-1AA04
24Q01	/24.1	1	Arrancador Direto 1,6-7,0A, 24V SCREW DIRECT STARTER 1,6-7,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1007-1AA04
24Q02	/24.5	1	Arrancador Direto 0,4-2,0A, 24V DIRECT STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1002-1AA04
25Q01	/25.3	1	REVERSING STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG	3RM1202-1AA04
5QB01	/5.0	1	Seccionador geral 3P+N 32A espelho vermelho/amarelo EM. STOP SWITCH 32A/690V 400V/9.5KW	Siemens AG	3LD2203-1TL53
11S01	/11.5	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Branco white flush illuminated pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW313
11S01	/11.5	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp terminals	Schneider Electric	ZBVB1
11S01	/11.5	1	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric	ZBZ33
11S01	/11.5	1	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric	ZBE101

			Data	06-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha 221
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
11S01	/11.5	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
15SF01	/15.3	1	Vermelho Ø40 Paragem de emergência, desligado Ø22 Bloqueio de libertação 2NC Red Ø40 Emergency stop, switching off Ø22 latching turn release 2NC	Schneider Electric	XB4BS8444
60SF01	/60.4	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Verde green flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW333
60SF01	/60.4	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric	ZBVB1
60SF01	/60.4	1	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric	ZBZ33
60SF01	/60.4	1	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric	ZBE101
60SF01	/60.4	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
60SF02	/60.5	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Vermelho red flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW343
60SF02	/60.5	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric	ZBVB1
60SF02	/60.5	1	single contact block with body/fixing collar 1NC screw clamp termil	Schneider Electric	ZB4BZ102
60SF02	/60.5	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
60SF03	/60.6	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Azul blue flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW363
60SF03	/60.6	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric	ZBVB1
60SF03	/60.6	1	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric	ZBZ33
60SF03	/60.6	1	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric	ZBE101
60SF03	/60.6	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
60SF04	/60.7	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Azul blue flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW363
60SF04	/60.7	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric	ZBVB1

			Data	06-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha 222
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
60SF04	/60.7	1	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric	ZBZ33
60SF04	/60.7	1	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric	ZBE101
60SF04	/60.7	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
20TA01	/20.1	1	Fonte de alimentação slim 120W 24VDC Power supply 120W 24VDC	Mean Well	NDR-120-24
W22MA06	/22.4;/22.7	2	Motor-connection terminal	Weidmuller	2434340000
X01	/200.1	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X01	/5.0;/5.1	3	Borne terminais de mola 6 mm ² beije PDU 6/10 Feed-through terminal block PDU 6/10	Weidmuller	1896140000
X01	/5.1	1	Borne azul terminais de mola 6mm PDU 6/10 BL Feed-through terminal block PDU 6/10 BL	Weidmuller	1896270000
X01	/5.1	1	Borne de terra terminais de mola 6 mm PPE 6/10 PE terminal PPE 6/10	Weidmuller	1896180000
X01	/5.1	1	Placa terminadora borne 6mm PAP PDU6/10 End plate (terminal) PAP PDU6/10	Weidmuller	1896330000
X01	/5.1	2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X02	/200.2	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X02		11	Motor-connection terminal	Weidmuller	2434340000
X20	/200.6	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X20	/200.6	3	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X20		17	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000
X21	/200.7	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X21	/14.2.../14.5	4	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	Lista de peças			+
			Verif						Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
X22	/200.7	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X22		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X22	/15.3;/15.4	2	Borne 2 andares terminais de mola 2,5 mm² 32A beije PDK 2.5/4 Double-tier terminal PDK 2.5/4	Weidmuller	1918770000
X22	/15.4	1	Placa terminadora para borne 2 andares PAP PDK 2.5/4 End plate PAP PDK 2.5/4	Weidmuller	1919720000
X30	/200.7	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X30		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X30	/64.1.../64.5;/200.7	8	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000
X31	/200.7	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X31		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X31	/65.1;/65.2;/65.4	3	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000
X32	/200.7	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X32		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X32	/62.4;/82.3;/200.7	3	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000
X60	/200.8	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X60	/62.6;/63.1;/63.4;/63.7	4	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000
X62	/200.8	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
X62	/82.5;/200.8	2	Feed-through terminal block	Weidmuller	2428510000
5XF01	/5.2	3	Fuse terminal block	Weidmuller	1886580000

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	Lista de peças			+
			Verif						Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
XT10	/200.3	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
XT10	/200.3	3	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
XT10		12	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller	1896130000
XT11	/200.3	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
XT11		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
XT11	/20.8	1	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller	1896130000
XT12	/200.4	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
XT12		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
XT12	/11.8;/20.8	2	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller	1896130000
XT13	/200.4	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
XT13		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
XT13	/20.8;/60.5;/64.1	3	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller	1896130000
XT14	/200.4	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
XT14		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
XT14	/11.7;/22.5;/23.8	3	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller	1896130000
XT14	/23.8	1	Placa terminadora para borne 2,5 - 4 pontos PAP 2.5/4/4AN End plate PAP 2.5/4/4AN	Weidmuller	1896320000
XT15	/200.4	2	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller	1805480000
XT15		2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha 225
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
XT15	/11.8	1	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller	1896130000
XT15	/11.8	1	Placa terminadora para borne 2,5 - 4 pontos PAP 2.5/4/4AN End plate PAP 2.5/4/4AN	Weidmuller	1896320000
21XT01	/5.6	1	Barramento de distribuição 40A 4P, 13 ligações por polo Monobloc modular distribution block 4P 40A, 13 connections per bar		004885
62A01	/62.4	1	ENCLOSURE PLASTIC, 1 COMMAND POINT	Siemens AG	3SU1801-0AA00-0AB1
62A01-62SF01	/62.5	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Azul blue flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW363
62A01-62SF01	/62.5	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric	ZBVB1
62A01-62SF01	/62.5	1	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric	ZBZ33
62A01-62SF01	/62.5	1	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric	ZBE101
62A01-62SF01	/62.5	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
64A01	/64.0	1	ENCLOSURE PLASTIC, 3 COMMAND POINTS	Siemens AG	3SU1803-0AA00-0AB1
64A01-64SF01	/64.1	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Branco white flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric	ZB4BW313
64A01-64SF01	/64.1	1	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric	ZBVB1
64A01-64SF01	/64.1	1	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric	ZBZ33
64A01-64SF01	/64.1	1	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric	ZBE101
64A01-64SF01	/64.1	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
64A01-64SF02	/64.2	1	Interruptor selector preto Ø22 Posição de 2 posições em posição 2NO 600V Black selector switch Ø22 2-position stay put 2NO 600V	Schneider Electric	XB4BD33
64A01-64SF02	/64.2	1	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric	ZB4BZ009
64A01-64SF03	/64.4	1	Vermelho Ø40 Paragem de emergência, desligado Ø22 Bloqueio de libertação 2NC Red Ø40 Emergency stop, switching off Ø22 latching turn release 2NC	Schneider Electric	XB4BS8444

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento				+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						226
									Total Folhas

Lista de peças

Agicore_Sem_Localização

DT	Colocação	Quantidade	Designação	Fabricante	Número de peça
65B01	/65.1	1	Reflex Sensor		OTDK502A0002
15CX01	/15.2	1	Estação amarela - 1 botão de cabeça de cogumelo vermelho Ø40 volta para liberar 2NC Yellow station - 1 red mushroom head pushbutton Ø40 turn to release 2NC	Schneider Electric	XALK178F
64CX01	/64.5	1	Estação amarela - 1 botão de cabeça de cogumelo vermelho Ø40 volta para liberar 2NC Yellow station - 1 red mushroom head pushbutton Ø40 turn to release 2NC	Schneider Electric	XALK178F
	/202.1	1	Placa de montagem Mounting plate	Rittal	1561700
	/202.1	1	Caixas de bornes KL Terminal boxes KL	Rittal	1522010
X01	/21.1	3	Bloco de passagem 2 pontos PDU 2.5/4 Feed-through terminal block	Weidmuller	1896110000
X01	/21.2	1	Borne de terra 2 pontos PPE 2.5/4 PE terminal	Weidmuller	1896170000
X01	/21.2	1	Placa terminadora borne 6mm PAP PDU6/10 End plate (terminal) PAP PDU6/10	Weidmuller	1896330000
X01	/21.2	2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X02	/21.6	3	Bloco de passagem 2 pontos PDU 2.5/4 Feed-through terminal block	Weidmuller	1896110000
X02	/21.6	1	Borne de terra 2 pontos PPE 2.5/4 PE terminal	Weidmuller	1896170000
X02	/21.6	1	Placa terminadora borne 6mm PAP PDU6/10 End plate (terminal) PAP PDU6/10	Weidmuller	1896330000
X02	/21.6	2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X03	/22.1	3	Bloco de passagem 2 pontos PDU 2.5/4 Feed-through terminal block	Weidmuller	1896110000
X03	/22.1	1	Borne de terra 2 pontos PPE 2.5/4 PE terminal	Weidmuller	1896170000
X03	/22.1	1	Placa terminadora borne 6mm PAP PDU6/10 End plate (terminal) PAP PDU6/10	Weidmuller	1896330000
X03	/22.1	2	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller	1061200000
X04	/64.1.../64.5	10	Borne 2 andares terminais de mola 2,5 mm² 32A beije PDK 2.5/4 Double-tier terminal PDK 2.5/4	Weidmuller	1918770000

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	Lista de peças			+
			Verif						Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista dos totais das peças

Agicore_ReferenciasAlternativas

Número de pedido	Quantidade	Designação	Fabricante
1805480000 WEI.1805480000	33	Suporte etiqueta para régua de bornes Marker holder (terminal)	Weidmuller
6ES7214-1AG40-0XB0 SIE.6ES7214-1AG40-0XB0	1	CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI	Siemens AG
6ES7223-1BL32-0XB0 SIE.6ES7223-1BL32-0XB0	1	Modulo expansão S7 1200 SM 1223, 16 DI / 16 DO, 16 DI DC 24 V, 16 DO, TRANSISTOR 0,5A DIGITAL I/O SM 1223, 16DI/16DO	Siemens AG
3RV2021-4DA10 SIE.3RV2021-4DA10	1	CIRCUIT-BREAKER SCREW CONNECTION 25A	Siemens AG
3RV29011E SIE.3RV2901-1E	1	BLOQ. C. AUX. TRANSVERSAL, 1NA+1NC, BORNES PARAFUSO, TRANSVERSE AUX. SWITCH, 1NO+1NC, SCREW CONNECTION,	Siemens AG
6EP19612BA31 SIE.6EP1961-2BA31	1	SITOP PSE200U SITOP PSE200U	Siemens AG
5SV4642-0 SIE.5SV4642-0	1	Diferencial 3P+N 25A 300 mA RCCB TYPE AC 25/4 300MA 4MW	Siemens AG
5SY6425-7 SIE.5SY6425-7	1	SENTRON Miniature circuit breaker	Siemens AG
5SY6632-7 SIE.5SY6632-7	1	SENTRON Miniature circuit breaker SENTRON Miniature circuit breaker	Siemens AG
5SL6006-7 SIE.5SL6006-7	1	CIRCUIT BREAKER 6KA 1+N/1MW C6 CIRCUIT BREAKER 4.5KA 1+N/1MW C25	Siemens AG
XB4BVM1 SE.XB4BVM1	3	Luz piloto branca completa Ø22 lente simples com LED integral 230...240V White complete pilot light Ø22 plain lens with integral LED 230...240V	Schneider Electric
XB4BVB4 XB4BVB4	1	Sinalizador Vermelha Completo 24VDC	Schneider Electric
121289 EUC.121289	1	Relé Segurança Programável Small safety control system base unit	Euchner
XB5KSB SE.XB5KSB	1	Continuous or intermittent buzzer 24V AC/DC	Schneider Electric
3RT2026-1BB40 SIE.3RT2026-1BB40	2	CONTACTOR,AC3:11KW 1NA+1NC DC24V CONTACTOR,AC3:11KW 1NO+1NC DC24V	Siemens AG
3RT2024-1BB40 SIE.3RT2024-1BB40	2	CONTACTOR,AC3:5,5KW 1NO+1NC DC24V	Siemens AG
3RM1002-1AA04 SIE.3RM1002-1AA04	5	Arrancador Direto 0,4-2,0A, 24V DIRECT STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG
3RM1007-1AA04 SIE.3RM1007-1AA04	5	Arrancador Direto 1,6-7,0A, 24V SCREW DIRECT STARTER 1,6-7,0A, 24V SCREW	Siemens AG

			Data	06-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento	Lista totais de peças			+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista dos totais das peças

Agicore_ReferenciasAlternativas

Número de pedido	Quantidade	Designação	Fabricante
3RM1202-1AA04 SIE.3RM1202-1AA04	1	REVERSING STARTER 0,4-2,0A, 24V SCREW	Siemens AG
3LD2203-1TL53 SIE.3LD2203-1TL53	1	Seccionador geral 3P+N 32A espelho vermelho/amarelo EM. STOP SWITCH 32A/690V 400V/9.5KW	Siemens AG
ZB4BW313 SE.ZB4BW313	2	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Branco white flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric
ZBVB1 SE.ZBVB1	7	Modulo LED 24VDC - Branco white light block for head Ø22 integral LED 24V screw clamp termils	Schneider Electric
ZBZ33 SE.ZBZ33	6	Porta etiqueta para botão 18 x 27 mm Legend holder 30 x 50 mm with legend 18 x 27 mm unmarked	Schneider Electric
ZBE101 SE.ZBE101	6	Contacto 1NA Harmony XB5 1NO contact	Schneider Electric
ZB4BZ009 SE.ZB4BZ009	8	Base de montagem botão Ø 22 mm metal fixing collar pillar for electrical block	Schneider Electric
XB4BS8444 SE.XB4BS8444	2	Vermelho Ø40 Paragem de emergência, desligado Ø22 Bloqueio de libertação 2NC Red Ø40 Emergency stop, switching off Ø22 latching turn release 2NC	Schneider Electric
ZB4BW333 SE.ZB4BW333	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Verde green flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric
ZB4BW343 SE.ZB4BW343	1	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Vermelho red flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric
ZB4BZ102 SE.ZB4BZ102	1	single contact block with body/fixing collar 1NC screw clamp termil	Schneider Electric
ZB4BW363 SE.ZB4BW363	3	Cabeça para botão de pressão luminoso Ø 22 - Azul blue flush illumited pushbutton head Ø22 spring return for integral LED	Schneider Electric
NDR-120-24 MW.NDR-120-24	1	Fonte de alimentação slim 120W 24VDC Power supply 120W 24VDC	Mean Well
2434340000 WEI.2434340000	13	Motor-connection terminal	Weidmuller
1896140000 WEI.1896140000	3	Borne terminais de mola 6 mm² beije PDU 6/10 Feed-through terminal block PDU 6/10	Weidmuller
1896270000 WEI.1896270000	1	Borne azul terminais de mola 6mm PDU 6/10 BL Feed-through terminal block PDU 6/10 BL	Weidmuller
1896180000 WEI.1896180000	1	Borne de terra terminais de mola 6 mm PPE 6/10 PE terminal PPE 6/10	Weidmuller
1896330000 WEI.1896330000	4	Placa terminadora borne 6mm PAP PDU6/10 End plate (terminal) PAP PDU6/10	Weidmuller

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento 3830-352 Ílhavo, Portugal	Lista totais de peças			+
			Verif						Folha
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas

Lista dos totais das peças

Agicore_ReferenciasAlternativas

Número de pedido	Quantidade	Designação	Fabricante
1061200000 WEI.1061200000	32	Bloqueador bornes com parafuso WEW 35/2 End bracket WEW 35/2	Weidmuller
2428510000 WEI.2428510000	41	Feed-through terminal block	Weidmuller
1918770000 WEI.1918770000	12	Borne 2 andares terminais de mola 2,5 mm² 32A beije PDK 2.5/4 Double-tier terminal PDK 2.5/4	Weidmuller
1919720000 WEI.1919720000	1	Placa terminadora para borne 2 andares PAP PDK 2.5/4 End plate PAP PDK 2.5/4	Weidmuller
1886580000 WEI.1886580000	3	Fuse terminal block	Weidmuller
1896130000 WEI.1896130000	22	Bloco de passagem 4 pontos shuntados PDU 2.5/4/4AN Feed-through terminal block	Weidmuller
1896320000 WEI.1896320000	2	Placa terminadora para borne 2,5 - 4 pontos PAP 2.5/4/4AN End plate PAP 2.5/4/4AN	Weidmuller
004885 LG.004885	1	Barramento de distribuição 40A 4P, 13 ligações por polo Monobloc modular distribution block 4P 40A, 13 connections per bar	
3SU1801-0AA00-0AB1 SIE.3SU1801-0AA00-0AB1	1	ENCLOSURE PLASTIC, 1 COMMAND POINT	Siemens AG
3SU1803-0AA00-0AB1 SIE.3SU1803-0AA00-0AB1	1	ENCLOSURE PLASTIC, 3 COMMAND POINTS	Siemens AG
XB4BD33 SE.XB4BD33	1	Interruptor selector preto Ø22 Posição de 2 posições em posição 2NO 600V Black selector switch Ø22 2-position stay put 2NO 600V	Schneider Electric
OTDK502A0002 WGL.OTDK502A0002	1	Reflex Sensor	
XALK178F SE.XALK178F	2	Estação amarela - 1 botão de cabeça de cogumelo vermelho Ø40 volta para liberar 2NC Yellow station - 1 red mushroom head pushbutton Ø40 turn to release 2NC	Schneider Electric
1561700 RIT.1561700	1	Placa de montagem Mounting plate	Rittal
1522010 RIT.1522010	1	Caixas de bornes KL Terminal boxes KL	Rittal
1896110000 WEI.1896110000	9	Bloco de passagem 2 pontos PDU 2.5/4 Feed-through terminal block	Weidmuller
1896170000 WEI.1896170000	3	Borne de terra 2 pontos PPE 2.5/4 PE terminal	Weidmuller

251

			Data	12-04-2023	Agicore Engenharia Lda	P2080-Suflosa	Suflosa	P2080.3 - Suflosa	=
			Editor.	RH Rui Homem	PCI, Edifício TICE, piso 1, Via do Conhecimento	Lista totais de peças			+
			Verif		3830-352 Ílhavo, Portugal				Folha 252
Alteração	Data	Nome	Orig						Total Folhas 4

ANEXO B- MANUAL DE INSTRUÇÕES DA COMPONENTE ELÉTRICA

Manual de operação

Equipamento

2080,3 – Projecto Elétrico e Automação de máquina Suflosa

Agicore – Agosto de 2023
Revisão 1



Tabela de conteúdos

1 Descrição geral do equipamento -----	4
1.1 Características técnicas -----	5
1.2 Elementos de segurança -----	5
2 Elementos de comando e sinalização -----	6
2.1 Quadro elétrico -----	6
2.1.1 Seccionador geral -----	6
2.1.2 Sinalizadores de presença de fase “sob tensão” -----	7
2.1.3 Painel de comando -----	8
2.1.4 Sinalizador intermitente -----	13
2.1.5 Caixa com botão “Reset Contador” -----	13
2.1.6 Caixa de comando no alimentador -----	14



Índice de figuras

Imagem 1: Perspetiva da máquina suflosa.....	4
Imagem 2: Quadro eléctrico.....	6
Imagem 3: À esquerda, seccionador geral em posição "0 OFF" e à direita, seccionador geral em posição "I ON"	6
Imagem 4: Sinalizadores "sob tensão".....	7
Imagem 5: Painel de comando.....	8
Imagem 6: Botão iniciar.....	9
Imagem 7: Botão Pausa.....	9
Imagem 8: Sinalizador de avarias.....	10
Imagem 9: Botão rearme segurança.....	11
Imagem 10: Botão de subida da suflosa.....	11
Imagem 11: Botão de descida da suflosa.....	12
Imagem 12: Contador de horas de trabalho.....	12
Imagem 13: Sinalizador intermitente.....	13
Imagem 14: Caixa com botão "Reset Contador"	13
Imagem 15: Caixa de comando alimentador.....	14



1 Descrição geral do equipamento

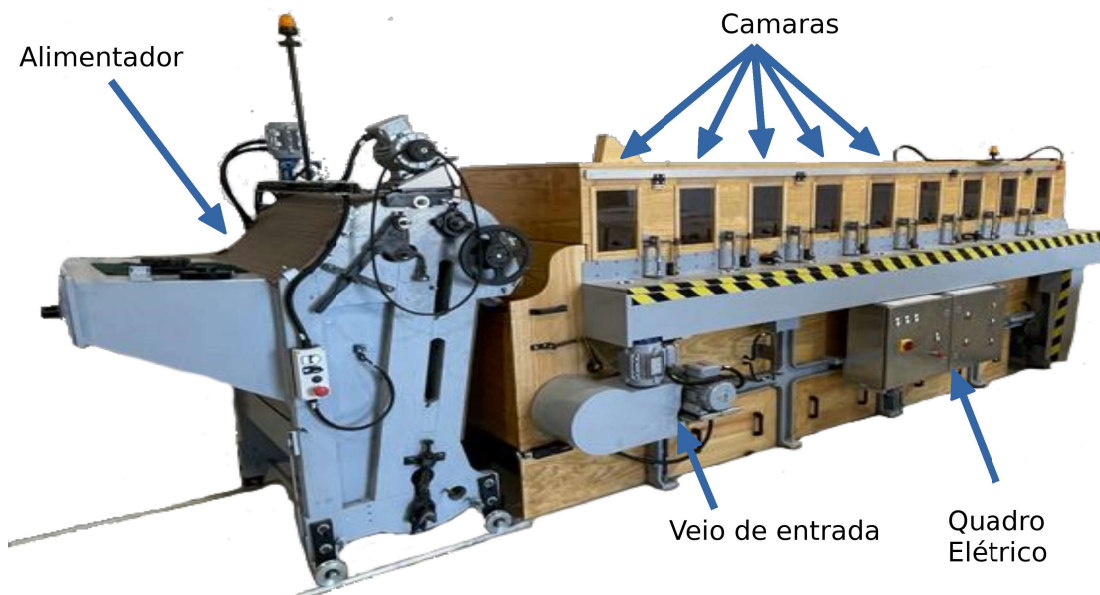


Imagem 1: Perspetiva da máquina suflosa

A máquina em questão, denominada de Suflosa, serve o propósito de suflar e soprar o pelo, fazendo a separação dos diferentes tipos, obtendo-se, no final, a matéria prima mais nobre, utilizada na produção de chapéus.

Esta máquina conta com uma armação em ferro fundido, responsável por dar corpo à máquina e suportar todas as estruturas anexas, que depois é revestida interiormente por madeira. A madeira é utilizada para criar uma câmara isolada do exterior onde o pelo irá ser então suflado. O interior da máquina encontra-se dividida em 9 menores câmaras. Cada câmara contém:

- Um rolo de madeira revestido de espetos, responsável por suflar e pentear o pelo, situado no alimentador;
- Um rolo de maiores dimensões em chapa perfurada onde o pelo depois de suflado se agrega;
- Dois veios tangentes localizados próximo do rolo perfurado, cuja função é retirar o pelo do anterior, e fazê-lo passar para a câmara seguinte, onde o primeiro rolo revestido a espetos irá pentear o pelo novamente e suflar o mesmo.

São utilizados diversos motores, com polias, para a introdução de movimento na máquina.

A máquina possui janelas para cada uma das câmaras, e, na parte inferior da mesma, encontram-se posicionadas portas, que, sendo removidas, permitem a limpeza do interior da mesma, e remoção do pelo menos nobre que não serve o propósito.

Anexo à máquina, existe um alimentador, onde é colocado o pelo a ser submetido ao processo.



1.1 Características técnicas

Alimentação elétrica 400V 3P+N+PE – 13,76 KVA 19,86A

1.2 Elementos de segurança

Os elementos de segurança são geridos por um controlador de segurança programável.

São constituídos por:

1. Um circuito de paragem de emergência composto por:
 - Botão no quadro elétrico;
 - Duas caixas com botão no alimentador, uma de cada lado;
 - Uma caixa com botão no fim da máquina.

A paragem de emergência efetua o corte do comando e da alimentação elétrica dos atuadores. O rearme do circuito de segurança faz-se utilizando o botão de “Rearme de segurança”.

2. Dois circuitos compostos por dois conjuntos de portas de acrílico que dão acesso ao interior da máquina, um de cada lado da máquina:

Os conjuntos de portas são vigiados por interruptores magnéticos de segurança.

A abertura de um conjunto efetua o corte do comando e da alimentação elétrica dos atuadores. O rearme do circuito de portas faz-se utilizando o botão de “Rearme de segurança”.

O equipamento só deve ser operado com todas as janelas fechadas. As janelas só devem ser abertas para manutenção do equipamento.

3. Um circuito de portas e campânula para acesso de manutenção e limpeza, num total de nove:
 - Oito portas de acesso para limpeza ao interior da máquina (quatro de cada lado da máquina);
 - Uma campânula, na lateral da máquina, que dá acesso às engrenagens dos motores.

Todas as portas e campânulas são vigiadas por interruptores magnéticos de segurança. A abertura de uma porta ou campânula efetua o corte do comando e da alimentação elétrica dos atuadores. O rearme do circuito de portas e campânulas faz-se utilizando o botão de “Rearme de segurança”.

O equipamento só deve ser operado com todas as portas e campânulas fechadas. Estas só devem ser abertas para manutenção do equipamento.

4. Um circuito de monitorização de abertura de porta com um trinco desbloqueável, situado entre o alimentador e a máquina.

Para se separar o alimentador da máquina, tem de se pressionar o botão de pedido de acesso que se encontra no alimentador. O rearme do circuito de fins de curso faz-se utilizando o botão de “Rearme de segurança”.

Atenção: Todas as operações de manutenção e reparação deverão ser efetuadas apenas por pessoal técnico devidamente formado e habilitado. Com a alimentação elétrica desligada, seccionador geral desligado (em posição “O OFF” e os sinalizadores de tensão apagados).



2 Elementos de comando e sinalização

2.1 Quadro eléctrico



Imagem 2: Quadro eléctrico

A abertura do quadro eléctrico e a manipulação dos elementos no seu interior está reservada em exclusivo ao pessoal técnico de manutenção eléctrica devidamente formado e habilitado.

2.1.1 Seccionador geral



Imagem 3: À esquerda, seccionador geral em posição "0 OFF" e à direita, seccionador geral em posição "I ON"

Na frente do armário, na porta esquerda, eléctrico encontra-se um seccionador geral para controlo da alimentação eléctrica a todo o equipamento.

- Girar para a posição “I ON” para alimentar eletricamente o equipamento. Os três sinalizadores de presença de fase acima do seccionador geral deverão ficar acesos.
- Girar para a posição “0 OFF” para cortar a alimentação elétrica. Os três sinalizadores de presença de fase acima do seccionador geral deverão ficar apagados.

2.1.2 Sinalizadores de presença de fase “sob tensão”

A suflosa possui alimentação elétrica trifásica (3P+N+PE). Na frente do armário elétrico, na porta esquerda, existem três sinalizadores brancos, um por fase, indicadores de presença de tensão de cada uma das fases de alimentação. Se estiverem ligados, significa que existe tensão na fase correspondente. O funcionamento destes sinalizadores não invalida a confirmação de ausência de alimentação elétrica, por meio de um aparelho de medição próprio para o efeito, antes de qualquer alteração no interior do quadro elétrico.



Imagem 4: Sinalizadores "sob tensão"



2.1.3 Painel de comando

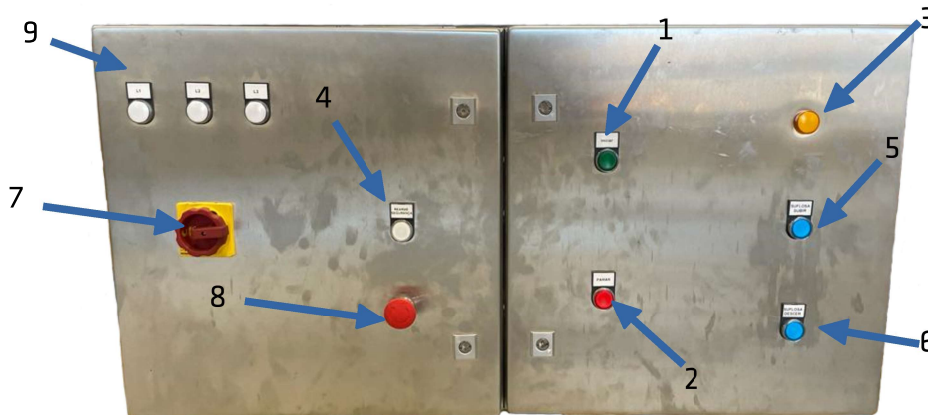


Imagem 5: Painel de comando

Na porta do quadro eléctrico existe um painel do comando, como ilustra a imagem acima, composto por:

- 1) Botão de início de ciclo com sinalizador.
- 2) Botão de fim de ciclo.
- 3) Sinalizador de avaria.
- 4) Botão de rearme de segurança com sinalizador.
- 5) Botão de subida da suflosa com sinalizador.
- 6) Botão de descida da suflosa com sinalizador.
- 7) Seccionador geral.
- 8) Botão de emergência.
- 9) Sinalizador de presença de fase.

2.1.3.1 Botão de início de ciclo



Imagem 6: Botão iniciar

Deve pressionar este botão para colocar a máquina em modo automático.

Se o sinalizador estiver apagado, significa ausência de condições para por a máquina em funcionamento automático.

Se o sinalizador estiver intermitente, significa que a máquina tem as condições necessárias para iniciar o funcionamento automático.

Se o sinalizador estiver aceso, significa que a máquina está em funcionamento automático.

2.1.3.2 Botão de stop



Imagem 7: Botão Pausa

Sempre que o botão é pressionado, a máquina para e sai do modo automático. Para eliminar alarmes presentes na máquina, deve pressionar o botão de stop durante um segundo.



2.1.3.3 Sinalizador de avaria



Imagem 8: Sinalizador de avarias

- Sinalizador apagado – Ausência de condições de alarme.
- Sinalizador aceso – Existe um alarme ativo.

Os alarmes existentes e as suas causas e resoluções podem ser consultados na seguinte tabela:

Alarme	Causa	Resolução
Fusível eletrónico em alarme.	Um dos canais do fusível eletrónico disparou.	Carregar no botão “Reset Avarias”. Se o problema persistir, verificar o que está a causa o incidente.
Alarme nos arrancadores.	Um ou vários arrancadores estão em erro.	Esperar cerca de três minutos e depois carregar no botão de reset do arrancador em erro. Se continuar a acontecer, aumentar ligeiramente a corrente do arrancador.
Alarme no disjuntor motor.	O disjuntor motor disparou.	Rearmar disjuntor. Se continuar a acontecer, aumentar ligeiramente a corrente do disjuntor. Verificar motor.

2.1.3.4 Botão Rearme Segurança



Imagem 9: Botão rearme segurança

- Sinalizador apagado – A máquina encontra-se com um ou mais circuitos de segurança desativos. Necessário verificar os diversos circuitos de segurança e depois pressionar o botão de rearme de segurança para repor a segurança.
- Sinalizador aceso permanente – a máquina está com os circuitos de segurança ativos e pronta a trabalhar.

2.1.3.5 Botão de subida da suflosa com sinalizador



Imagem 10: Botão de subida da suflosa

Deve-se pressionar neste botão para subir a suflosa.

- Sinalizador apagado – O motor de subida da suflosa está parado.
- Sinalizador intermitente – Significa que a suflosa está no limite superior e não pode subir mais.
- Sinalizador permanente – O motor de subida da suflosa está em funcionamento.



2.1.3.6 Botão de descida da suflosa com sinalizador



Imagem 11: Botão de descida da suflosa

Deve-se pressionar neste botão para descer a suflosa.

- Sinalizador apagado – O motor de descida da suflosa está parado.
- Sinalizador intermitente – Significa que a suflosa está no limite inferior e não pode descer mais.
- Sinalizador permanente – O motor de descida da suflosa está em funcionamento.

2.1.3.7 Contador de horas de trabalho



Imagem 12: Contador de horas de trabalho

Este contador vai mostrar a quantidade total de horas de trabalho em automático que a máquina tem.

2.1.4 Sinalizador intermitente



Imagem 13: Sinalizador intermitente

O equipamento encontra-se equipado por dois sinalizadores intermitentes, um no alimentador e outro na retaguarda da suflosa. Quando acesos intermitentemente podem significar duas situações:

- O alimentador está vazio.
- A saída está cheia.

2.1.5 Caixa com botão “Reset Contador”



Imagem 14: Caixa com botão “Reset Contador”

Este botão serve para a máquina sair do estado de “Saída cheia”. Quando a suflosa estiver com o sinalizador intermitente ligado, basta limpar a saída e pressionar o botão “Reset Contador” para a máquina voltar a funcionar novamente. Quando a saída estiver cheia, a suflosa vai parar os motores, para que não saia mais nada na saída.



2.1.6 Caixa de comando no alimentador



Imagem 15: Caixa de comando alimentador

Esta caixa está situada na lateral direita do alimentador e tem os seguintes botões:

- Botão de pedido de abertura.
- Seletor de velocidades.
- Botoneira de emergência.

2.1.6.1 Botão de pedido de abertura com sinalizador

Este botão serve para pedir para abrir o trinco, de modo a que se consiga separar o alimentador da restante máquina.

- Sinalizador apagado - O trinco está aberto. O alimentador está separado do resto da máquina.
- Sinalizador intermitente - Significa que existem condições para a abertura do trinco.
- Sinalizador permanente - O trinco está fechado. Para pedir para abrir pressionar o botão.

2.1.6.2 Seletor de velocidade

Este seletor faz alternar a velocidade do motor do tapete do alimentador. Na posição "0" o tapete anda mais lento, e na posição "1" o tapete anda mais rápido.