

Diagnóstico de Falhas em Célula de Soldadura V-Cell Standard – Estágio na Faurecia

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em Automação e
Comunicações em Sistemas de Energia

Autor

Guillaume Gabriel Moreira Costa

Orientador

Frederico Miguel Santos

Professor do Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Mauro Melo

Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda

Coimbra, dezembro 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), professor Doutor Frederico Miguel Santos, pelo seu incansável apoio, conhecimento científico, dicas, disponibilidade e motivação que me transmitiu ao longo da realização deste estágio.

À Faurecia Emissions Control Technologies (FECT) Bragança, na pessoa do meu supervisor Eng.º Mauro Melo, pela oportunidade concedida assim como partilha de conhecimentos, apoio nos momentos mais difíceis, e pela disponibilidade demonstrada, sempre que precisei. A toda a equipa da Unidade Autónoma de Produção 4 (UAP4) na pessoa do seu *manager* Armando Franco, colaboradores e supervisores, em especial a Ana Rosa por me ter apresentado à Faurecia. A toda a equipa de manutenção que me ajudou a implementar e realizar o meu projeto de estágio, permitindo que os acompanhasse e prestando preciosos esclarecimentos muito para além do necessário, fica por tudo isso o merecido obrigado a: Alexandre Alves, Davide Alves, Flávio Morais, Hugo Ribeiro, Ivo Ribeiro, Marco Pereira, Patrick Paiva, Paulo Teixeira e Rui Coelho. Resta-me ainda agradecer à equipa dos Recursos Humanos na pessoa da Carla Salgado que tornaram possível o meu estágio na Faurecia.

Ao Gil Angélico e à Catarina Broco.

Aos meus amigos pelo apoio e palavras reconfortantes nos momentos mais difíceis, não só ao longo deste estágio, mas também do meu percurso académico.

Por fim, um especial obrigado aos meus pais, ao meu irmão e à Estefânia pelo carinho, incentivo e alento que sempre me dispensaram.

A todas estas pessoas, o meu sincero obrigado.

Guillaume Gabriel Moreira Costa

RESUMO

Em máquinas industriais que trabalham de forma autónoma, tempos de paragem devidos a avarias ou defeito associado à produção, significam perda de dinheiro, atraso na produção e consequente atraso no envio do produto aos clientes finais.

Para minimizar os tempos de paragem, este estágio curricular teve como objetivo a otimização de alarmes, eventos e diagnóstico visual de erros numa linha de produção de sistemas de escapes. Levando assim à redução dos tempos de paragens, que, por conseguinte, leva a um aumento de produção e redução de custos.

Para atingir essas metas foram analisados, alterados e criados códigos e rotinas nos autómatos e interfaces homem máquina da linha. Até à data do estágio existiam erros e paragens inconclusivas ou sem causas aparentes. Como consequência, não se sabe onde atuar para resolver essas avarias, o que leva a paragens por tempos demasiadamente excessivos. Assim, passou-se a identificar a causa associada ao defeito. Desta forma, a máquina deixou de parar por um defeito genérico, mas sim por um defeito conhecido.

Adicionalmente foram também desenvolvidos alguns trabalhos e tarefas inseridos na manutenção preventiva e melhoria contínua, ao nível da manutenção.

O estágio curricular teve lugar na FAURECIA Sistemas de Escape Portugal, Lda, Bragança, empresa que se dedica à produção e desenvolvimento de partes e sistemas completos de escapes.

Este estágio possibilitou a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante a Licenciatura e Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, para além do conhecimento da realidade em meio industrial, trabalho em equipa e o enriquecimento pessoal.

Palavras-chave: máquinas industriais; avarias; produção; estágio; Faurecia; otimização; escapes; autómatos; HMI; defeitos; melhoria continua; manutenção; engenharia eletrotécnica;

ABSTRACT

In industrial machines that works autonomously, the stop times due to damages or defects associated with the production, not only means money loss, but also consequential failure to product shipment to the final customers.

To reduce the downtime operation, this internship has had as its goal the optimization of alarms, events and the visual diagnosis of errors in a production line of exhaust pipes systems for cars. This lead to a reduction of stop times which consequently lead to an increase of production and cost reduction.

To achieve these goals there were analyzed, changed and created codes and routines in automatons and human machine interfaces (HMI). Until the beginning of this project, there were errors and stop times, with inconclusive causes. As consequence, the maintenance team did not know where to act and would take excessive stop times. Therefore, the objective was to associate a specific cause to each defect. This way, the machine alarms that were previously caused by a general defect, were substituted by start to have a known cause.

Additionally, were also developed some extra jobs and tasks in preventive maintenance and continuous improvement in terms of maintenance.

This internship took place in FAURECIA - Exhaust Systems, Lda, a company specialized in development and production of exhaust systems to automotive vehicles.

With this internship were implemented in practices the knowledges acquired during the bachelor and master courses in electrical engineering, beyond the knowledge of working in industrial environment, teamwork and personal enrichment.

Keywords: industrial machines, faults, production, internship, Faurecia, optimization, exhaust, automatons, HMI, defects, continuous improvement, maintenance, electrical engineering;

ÍNDICE

1	Introdução.....	1
1.2	Objetivos.....	1
1.3	Organização do documento	2
2	Estado de Arte.....	3
2.1	Robótica na soldadura	3
2.1.1	Origens dos Sistemas Robotizados	5
2.1.2	Soldadura MIG/MAG robotizada e V-Cell Standard.....	5
2.2	Manutenção dos sistemas robotizados no processo de soldadura	7
2.3	Soldadura robotizada na indústria automóvel.....	10
2.4	Robots industriais de soldadura	10
2.5	Conclusões.....	17
3	Faurecia.....	19
3.1	Grupo Faurecia.....	19
3.1.2	Faurecia em Portugal	20
3.1.3	Faurecia Bragança	21
3.2	Faurecia Emissions Control Technologies	22
3.3	Sumário	23
4	Linha JLR 16 MY L3.....	25
4.1	Organização da linha	25
4.2	Quadro elétrico V-Cell Standard	26
4.2.1	Autómato	28
4.2.2	Autómato de segurança	29
4.2.3	HMI Magelis.....	30
4.3	Robot de soldadura FANUC.....	31
4.4	Produtos finais.....	32
4.4.1	DOC.....	32
4.4.2	SCRF e DPF.....	33
4.5	Sumário	35
5	Diagnóstico de falhas em célula de soldadura V-Cell Standard	37
5.1	Software e metodologia do processo.....	37
5.1.1	Unity Pro XL	37
5.1.2	Vijeo Designer 6.2	37
5.1.3	Ladder	38

5.1.4	Grafcet	39
5.1.5	JavaScript	39
5.2	Otimizações e ações pensadas para implementação	40
5.3	Sumário.....	41
6	Validação Experimental	43
6.1	Ação I: Otimização do grupo “alarmes e eventos”	43
6.1.1	Contexto e descrição do problema	43
6.1.2	Falhas encontradas	43
6.1.3	Ações implementadas	44
6.1.4	Conclusões	45
6.2	Ação II: Atribuição de causas para o defeito “Paragem de emergência”	45
6.2.1	Contexto e descrição do problema	45
6.2.2	Monitorização em tempo real do processo de soldadura.....	45
6.2.3	Solução encontrada e implementada	47
6.2.4	Conclusões	48
6.3	Ação III: Análise e otimização do “Defeito de pressão 6 bares”	48
6.3.1	Contexto e descrição do problema	48
6.3.2	Monitorização em tempo real e simulação do defeito	49
6.3.3	Solução encontrada e implementada	50
6.3.4	Conclusões	53
6.4	Ação IV: Implementação de uma rotina de Manutenção Preventiva – Nível 1 na HMI Magelis 54	
6.4.1	Contexto e descrição do problema	54
6.4.3	Vantagens da implementação da rotina	55
6.4.4	Descrição do ambiente gráfico a implementar	56
6.4.5	Informação recolhida com a Manutenção preventiva.....	61
6.4.6	Conclusões	62
6.5	Ação V: Outras ações	63
6.5.1	Criação de níveis de segurança para aceder a vários ambientes gráficos bloqueados a certos utilizadores numa HMI Magelis.....	63
6.5.2	Criação de um tutorial.....	66
6.5.3	Acompanhamento dos técnicos de ME&M.....	66
6.6	Validação de resultados	67
6.6.1	Paragem de Emergência e Defeito de pressão 6 bares	67
6.6.2	Importância da criação de uma rotina de manutenção preventiva.....	71
7	Conclusões e Trabalhos Futuros.....	77

Referências Bibliográficas	79
Anexos.....	83
Anexo A Grafsets usados	85
Anexo B Ladders usados	89
Anexo C Quadro elétrico	107
Anexo D Linha(s) JLR 16 MY	111
Anexo E Scripts Implementados	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - História do processo de soldadura [3]	4
Figura 2 - Zona de robots industriais [3]	4
Figura 3 - Soldadura MIG/MAG [3].....	6
Figura 4 - Célula de soldadura - <i>V-Cell</i> Standard da Faurecia.	7
Figura 5 - Definição do conceito "5s".	8
Figura 6 - Exemplos de robots industriais [5].....	11
Figura 7 - Famulus - Primeiro robot industrial [6].....	12
Figura 8 - Numero estimado anual de robots industriais vendidos [8].	13
Figura 9 - Numero estimado anual de robots industriais fornecidos por indústria [8].	13
Figura 10 - Elementos funcionais de um robot industrial [7].	14
Figura 11 - Logotipo da Faurecia [13].	19
Figura 12 - Quatro ramos de atuação da Faurecia [14].	19
Figura 13 - Faurecia em números [14].	20
Figura 14 - Presença da Faurecia no Mundo [14].	21
Figura 15 - Cronograma da Faurecia em Portugal.	21
Figura 16 - Localização das Fábricas Faurecia em Portugal.	22
Figura 17 - Produto final desenvolvido pela FECT [15].	23
Figura 18 - Esquema da linha JLR 16 MY L3.	25
Figura 19 - Quadro elétrico com PC conectado para ensaio/testes.	27
Figura 20 - <i>V-Cell</i> Standard [15].....	27
Figura 21 - Autómato Modicon M340, existente na <i>V-Cell</i> Standard.	28
Figura 22 - Processador BMX P34 1000 [16].	29
Figura 23 - HMI Magelis GTO 5310 implementada na linha JLR 16 MY L3.	30
Figura 24 - Processo de produção do DOC.	33
Figura 25 - Produto final da JLR 16 MY L3 - DOC.....	33
Figura 26 - Produto final da JLR 16 MY L3 - SCRF (à direita) contentor de carga SCRF (à esquerda).	34
Figura 27 - Processo de produção do SCRF/DPF.....	34
Figura 28 - Área de trabalho do <i>software Vijeo-Designer</i>	38
Figura 29 - Programação <i>Ladder</i> [17].	39
Figura 30 - <i>Grafcet</i>	40
Figura 31 - Endereço de memória 1225.9 sem mensagem definida (em Português).	44
Figura 32 - Endereço de memória 1225.9 com mensagem definida (em Francês).	44

Figura 33 - Programação <i>Ladder</i> do erro do robot fora do suporte.	46
Figura 34 - Teste a variável de emergência 1225.9.	46
Figura 35 - Simulação de defeito (à esquerda) e tabela dinâmica de teste (à direita).	50
Figura 36 - <i>Ladder</i> para o defeito pneumático antes da intervenção.	51
Figura 37 - <i>Ladder</i> do defeito pneumático depois da intervenção.	52
Figura 38 - Defeito: Sensor pneumático Station 1 NOK (à esquerda), defeito: Defeito comutação do sensor Station 2 (à direita).	53
Figura 39 - PARAGEM DE EMERGÊNCIA - Pressão 6 bares NOK.	53
Figura 40 - Tela <i>home</i> (à esquerda), tela regulação (à direita).	56
Figura 41 - Cabeçalho geral dos HMI <i>Vijeo</i> na Faurecia.	57
Figura 42 - Rodapé geral dos HMI <i>Vijeo</i> na Faurecia.	57
Figura 43 - <i>Pop-up</i> de palavra passe (à esquerda), ecrã inicial da MPN1 (à direita).	58
Figura 44 - Aspeto visual das páginas com ações (à esquerda), aspeto visual das páginas com instruções (à direita).	58
Figura 45 - Implementação de botão para rotina de limpeza de tocha (à esquerda), <i>pop-up</i> indicativo de campos não preenchidos (à direita).	60
Figura 46 - Última página com relatório gerado.	60
Figura 47 - Email gerado e enviado pelo programa com o relatório da MPN1.	62
Figura 48 - Relatório gerado e descarregado na memória externa pelo programa.	62
Figura 49 - Menus de configuração de receitas e ferramentas desbloqueados.	64
Figura 50 - Menu de configuração de receitas e ferramentas.	64
Figura 51 - Menu de configuração de receitas e ferramentas desbloqueado (à esquerda), menu de configuração de receitas e ferramentas bloqueadas (à direita).	65
Figura 52 - Configuração do menu "contador" bloqueado e restrito a um certo nível.	66
Figura 53 - Análise das manutenções corretivas antes das otimizações implementadas.	68
Figura 54 - Relatórios das manutenções corretivas.	68
Figura 55 - Relatórios das manutenções corretivas.	69
Figura 56 - Relatórios das manutenções corretivas.	69
Figura 57 - Tempo gasto com manutenções corretivas.	70
Figura 58 - Análise das manutenções corretivas depois das otimizações implementadas.	71
Figura 59 - Tempo gasto em manutenção preventiva de Janeiro 2016 até Abril 2016 (tempos dados pelo <i>software</i> de gestão).	72
Figura 60 - Tempo gasto em manutenção preventiva de Abril 2016 até Junho 2016 (tempos dados pelo <i>software</i> de gestão).	72
Figura 61 - Gráfico comparativo da Manutenção preventiva VS Manutenção corretiva.	73

ÍNDICE DE TABELAS E CÓDIGO

Tabela 1 - Especificações de diferentes tipos de robots.	16
Tabela 2 - Esquema da linha JLR 16 MY L3.	26
Tabela 3 - Módulos que constituem o autómato da linha JLR 16 MY L3.	28
Tabela 4 - Legenda do processador BMX P34 1000	29
Tabela 5 - Lista dos relés de segurança da Linha JLR 16 MY L3	30
Tabela 6 - Legenda da Figura 28.	38
Tabela 7 - Legenda do <i>ladder</i> da figura 33.	46
Tabela 8 - Demonstração de resultados feito às variáveis de emergência.	47
Tabela 9 - Levantamento das electroválvulas existentes na <i>V-Cell</i> [18].	49
Tabela 10 - Legenda da figura 41.	57
Tabela 11 - Logotipo das ações a desenvolver.	59
Tabela 12 - Aspeto visual das opções de resposta quando premidas.	59
Tabela 13 - Instruções de manutenção preventiva de primeiro nível.	61
Tabela 14 - Tempos de paragem nas outras linhas JLR.	70
Tabela 15 - Análise de Janeiro a Julho das manutenções corretivas e preventivas na <i>V-Cell</i> da linha JLR 16 MY L3.	72
Código 1 - Exemplo de <i>JavaScript</i>	40

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

AWS – *American Welding Society*

DOC – *Diesel Oxydation Catalyst*

DPF – *Diesel Particulate Filter*

EHRM – *Exhausted Heat Recovery Manifold*

EPI – *Equipamento de proteção Individual*

FECT – *Faurecia Emissions Control Technologies*

GABARIT – *Ferramenta para medir com rigor uma peça*

HMI/IHM – *Human Machine Interface / Interface Homem Máquina*

ISEC – *Instituto Superior de Engenharia de Coimbra*

JLR – *Jaguar Land Rover*

ME&M – *Manufacturing Engineering and Maintenance*

MIG/MAG – *Metal Inert Gas/Metal Active Gas*

NO_x – *Óxidos de Azoto*

OEM – *Original Equipment Manufacturer*

PIB – *Produto Interno Bruto*

QDCP – *Qualidade custos entregas e pessoas.*

RSW – *Resistance Spot Welding*

SCR – *Selective Catalytic Reduction*

SCRf – *Selective Catalytic Reduction with Soot Filter*

UAP – *Unidade Autónoma de Produção*

V-Cell – *Célula de soldadura Standard da Faurecia*

5S – *Metodologia de planeamento sistemático*

1 Introdução

A indústria automóvel é um sector verdadeiramente estratégico para Portugal. Esta informação não se baseia apenas no valor das exportações de veículos automóveis e respetivos componentes, mas está também a englobar os diversos sectores da indústria transformadora, onde fazem parte empresas do sector metalúrgico e dos moldes, fabrico de pneus e outros componentes de borracha e plástico, até aos têxteis, vidros e eletrónica.

Esta indústria foi responsável em Janeiro de 2016, pela exportação de 584 milhões de Euros, o que faz deste o sector mais exportador do país. Esta indústria concentra um elevado número de empresas, que conseqüentemente compreende uma percentagem elevada dos trabalhadores em Portugal. Distinguem-se nesta indústria dois grandes sectores: o sector da produção automóvel e o sector dos componentes automóveis [1].

A indústria portuguesa de componentes para automóveis cresceu 5,4% em 2015 tendo o volume de negócios atingido um recorde absoluto nas vendas que chegou aos 8000M€. As exportações tiveram como principais mercados de destinos a Espanha, Alemanha, França e Reino Unido. Estes quatro países representam entre si 70% do total das exportações, sendo que os restantes 30% estão distribuídos por outros países europeus e outros de fora da Europa, como os Estados Unidos da América e a China.

Atendendo a que grande parte, se não toda, desta indústria utiliza sistemas robotizados, verifica-se que todo este sucesso está diretamente dependente do setor da automação e da manutenção. Estas áreas sofreram grandes evoluções nos últimos anos, nomeadamente nos sistemas de prevenção e deteção de avarias. Sabendo-se que a paragem de linhas de produção afeta diretamente a produção, é obrigatório introduzir métodos que permitam identificar de forma automática a causa de problemas e identificar claramente os sistemas defeituosos.

Este estágio foi realizado na Faurecia Sistemas de Escape Portugal, Lda. – Bragança, no período compreendido entre 27 de Novembro de 2015 e 05 de Agosto de 2016.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste Estágio de mestrado corresponde ao desenvolvimento de melhorias a implementar em células de soldadura, de modo a otimizar as linhas de produção, conseguindo assim uma melhor relação tempo/produção/custo.

Foi proposto o desenvolvimento de um sistema automático de identificação de defeitos na Linha (JLR 16 MY L3), responsável pela produção de sistemas de escape para a marca *Jaguar Land Rover*. Para tal, é necessário proceder à leitura de todos os sinais do robot e das restantes máquinas que fazem parte da linha. É também necessário melhorar a interface de ambiente gráfico existente, com o propósito de apresentar objetivamente a causa da deficiência da máquina.

Resumindo, os objetivos principais são:

- Redução da quantidade de paragens da linha;
- Redução dos tempos de paragem, nomeadamente para ações de manutenção corretiva;
- Otimização do diagnóstico visual de erros, através de uma interface HMI;
- Propor e efetuar medidas que incentivem os operadores a participar nas ações de manutenção preventiva;

1.3 Organização do documento

Este Relatório de Estágio está dividido em sete capítulos:

- O primeiro capítulo contém a introdução, a contextualização, os objetivos e as metas a atingir;
- O segundo capítulo contém o Estado de Arte relativamente ao trabalho desenvolvido;
- O terceiro capítulo apresenta o Grupo Faurecia, mais concretamente a unidade industrial localizada em Bragança;
- O quarto capítulo apresenta a linha e os equipamentos onde foi implementado este projeto de estágio;
- O quinto capítulo aborda de um modo geral as oportunidades de melhoria numa célula de soldadura *V-Cell Standard* assim como os *softwares* e as metodologias do processo;
- O sexto capítulo descreve o trabalho realizado, as ações implementadas e a sua validação experimental;
- O sétimo capítulo apresenta as conclusões e trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos;

2 Estado de Arte

O primeiro processo de soldadura a ser robotizado foi a soldadura por resistência por pontos ou *Resistance Spot Welding* (RSW), que teve início na década de 70 [2].

A soldadura robotizada é uma forma de soldadura automática que é definida como sendo a aplicação de componentes mecânicos/eletrônicos para a execução do processo da soldadura, exigindo não apenas componentes não inteligentes para a movimentação do arco elétrico da solda sob a peça de trabalho, ou da peça sob o arco ou até mesmo em simultâneo, mas também de fixadores para prender os materiais, manipulando tanto o movimento da peça de trabalho como o movimento do arco. Além disso é necessário a existência de sensores para monitorizar os parâmetros da soldadura e a fixação dos materiais nos encaixes e a partir deles controlar todo o processo.

Segundo a AWS - *American Welding Society*, soldadura robotizada é definida como “*soldagem com equipamento (robô, manipulador, etc.) que executa operações de soldagem, após prévia programação, sem ajuste ou controle por parte do operador de soldadura.*” [2]

2.1 Robótica na soldadura

A soldadura é um processo tão antigo que nos conduz até ao ano 3000 A.C. com as civilizações Suméria e Egípcia. A primeira para construir espadas e a segunda descobriu esse processo depois de submeter ferro a temperaturas elevadas [3].

Hoje em dia os robots têm vindo a marcar uma forte presença e utilização numa gama muito variada de aplicações industriais. A automatização de processos de soldadura é fundamental para cumprir com os requisitos da indústria atual. Sendo assim, a utilização de robots industriais têm sido fundamentais para atingir esses objetivos. Na Figura 1 encontra-se um diagrama fazendo a cronologia do processo de soldadura industrial.

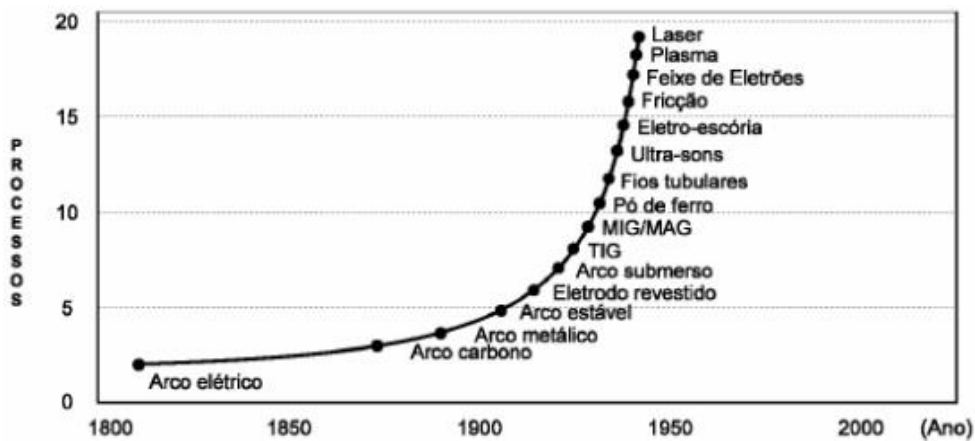


Figura 1 - História do processo de soldadura [3]

A utilização de sistemas automatizados e robóticos deixou de estar apenas acessível às grandes indústrias. Atualmente, o processo robotizado é também utilizado nas pequenas e médias empresas, com o objetivo de se tornarem mais competitivas, conseguindo assim responder ao aumento da procura e conseqüente produção e ao mesmo tempo aperfeiçoando a qualidade dos seus produtos, de maneira a poderem competir com as demais empresas. O interesse pela automatização fica ainda mais apeteçível quando diretamente relacionado com a queda nos custos necessários para a implementação de sistemas robóticos. (Figura 2).

No entanto surgem várias dificuldades aquando da automatização do processo. Tornar um sistema autónomo e mais exigente requer pessoal mais classificado para efetuar a programação e manutenção.

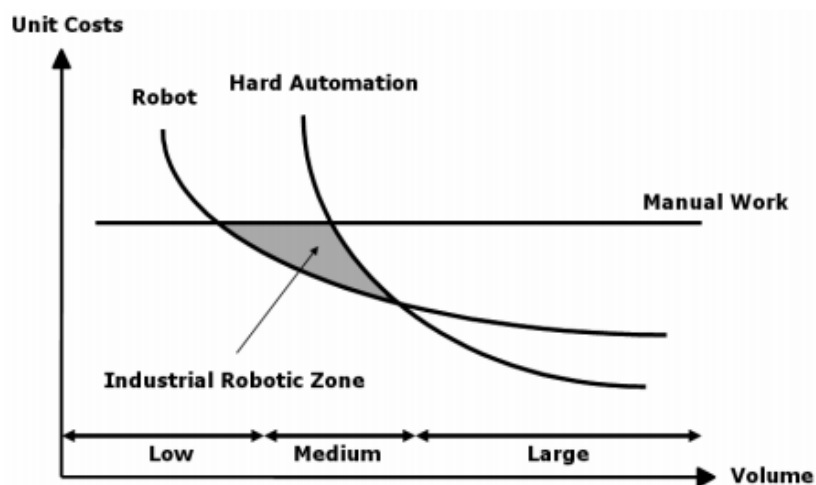


Figura 2 - Zona de robots industriais [3]

2.1.1 Origens dos Sistemas Robotizados

Os primeiros registos de sistemas robotizados remontam ao ano 300 A.C. para isso contribuiu a civilização da Grécia e as suas obras de Engenharia Civil. [3]

Foi a partir da segunda metade do século XX que a tecnologia se desenvolveu o suficiente e permitiu a automatização dos processos industriais [4]. Numa primeira fase assistiu-se à mecanização, isto é, o recurso a ferramentas e máquinas com o fim de auxiliar o homem nas tarefas industriais. Numa segunda fase entraram os robots, muito devido ao facto da indústria automóvel ter feitos grandes investimentos e pesquisa nesse sentido.

Hoje em dia existem uma grande variedade de robots, que podem ter uma ou mais funções diferentes pré-programadas. No entanto, inicialmente os sistemas robotizados destinavam-se apenas a operações de carga de peças. Porém, e no que à soldadura respeita, as más condições do ambiente de trabalho a que os operários são expostos (presença de fumos tóxicos e calor intenso) e a relativa simplicidade do processo de soldadura, levaram à adaptação dos robots para tarefas de precisão e difíceis de ser executadas por humanos como: soldadura, pintura, injeção e colagem.

Resumindo, os sistemas robóticos são passíveis de funcionar nas seguintes condições, adversas ao ser humano:

- Temperaturas muito baixas ou muito elevadas;
- Elevado nível de ruído;
- Existência de fumos e/ou poeiras;
- Execução de trabalhos repetitivos e monótonos.

2.1.2 Soldadura MIG/MAG robotizada e V-Cell Standard

O processo de soldadura tem como objetivo assegurar a união das peças a ligar, de modo a obter quer a continuidade metálica quer a continuidade mecânica. Neste processo utiliza-se sempre uma fonte de energia para realizar a ligação provocando a fusão do metal de adição, o metal de base ou de ambos.

A soldadura, juntamente com a movimentação de objetos são sem dúvida o processo onde se aplicam o maior número de robots industriais [3]. Alias, existe um elevado número de produtos que exigem operações de soldadura no seu processo de produção. A indústria automóvel é provavelmente um dos exemplos mais importantes onde a utilização desses robots é essencial

para a aplicação da soldadura MIG/MAG – *Metal Inert Gas/Metal Active Gas* em quase todas as partes que constituem um automóvel, desde a sua carroçaria, chassi, sistemas de escape, entre outros, [3].

O processo de soldadura MIG/MAG é uma tecnologia de soldadura que funciona por meio de arco elétrico.

O eléctrodo consumível, normalmente fio condutor, transporta corrente eléctrica da fonte até à peça de trabalho que se pretende unir. Quando estes dois entram em contacto, o circuito é fechado e o potencial criado garante a passagem de corrente, criando temperaturas elevadas, que permitem a fusão do consumível e do material. O arco eléctrico é todo ele protegido por gases normalmente inertes ou ativos, estando a escolha dependente do tipo de materiais a unir.

Ver Figura 3

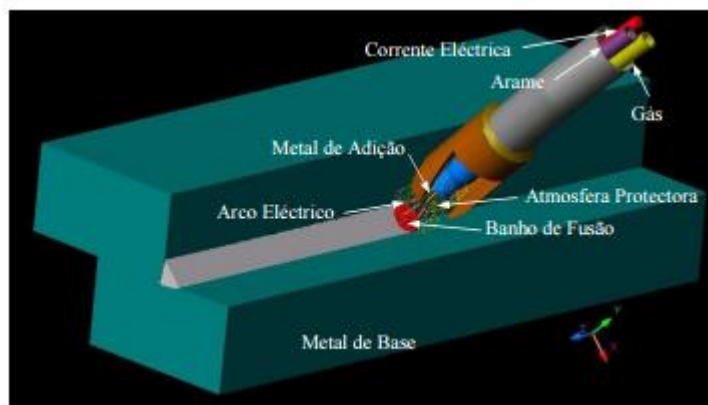


Figura 3 - Soldadura MIG/MAG [3]

A área de trabalho de um sistema robotizado de soldadura é atribuída o nome “célula de soldadura”, local onde estão instalados também os demais componentes necessários quer para o seu funcionamento quer para o controlo. Numa *Cell*, igual á representada na Figura 4 encontra-se:

- Robot (s) de soldadura e os seus componentes;
- Mesa (s) de trabalho;
- Equipamentos de soldadura: Fonte de alimentação e sistema de limpeza;
- Equipamentos de segurança: Cortinas de proteção, barreiras, comandos e botoneiras;
- Quadro eléctrico e de controlo: Autómato, HMI, controladores de parâmetros.



Figura 4 - Célula de soldadura - *V-Cell Standard* da Faurecia.

2.2 Manutenção dos sistemas robotizados no processo de soldadura

Os robots são sofisticados sistemas eletrônicos e mecânicos e que geralmente possuem um grau de confiabilidade muito boa. No entanto, devido a sua complexidade podem, algumas vezes, apresentar falhas o que implica a necessidade de manutenção periódica. Para tal é necessária uma equipa altamente qualificada.

As equipas de manutenção, em qualquer tipo de indústria, têm uma atividade e um papel fundamental para se poderem atingir os objetivos de produção. Cumprindo simultaneamente as políticas assumidas pela empresa, nomeadamente no que diz respeito à qualidade, segurança e ambiente. Isto é o mínimo que se exige se a empresa quiser assumir-se como entidade de referência e excelência.

Nos dias hoje, a apresentação de um bom produto, deixou de ser o principal cartão-de-visita das empresas, atualmente, a opinião pública e a comunicação social, contribuem com um peso significativo para a imagem das empresas. Se houver um acidente com pessoal ou avarias com consequências ambientais graves, a pressão mediática e a rapidez e facilidade com que a comunicação social tem em se fazer chegar a todo o território e ter acesso a informação, pode afetar a imagem da empresa.

Nos últimos anos a Manutenção tem mudado e evoluído mais do que qualquer outra disciplina de gestão. Deixou de ser o departamento onde a seguir a produção iria o pessoal menos qualificado e passou a ser o que mais importância e exigência fazem a experiência, e habilitações. Isto porque, a manutenção e toda a sua estrutura, têm um papel fundamental para se atingirem os objetivos propostos pela gestão de topo. Através das suas capacidades de antecipar os acontecimentos, assim como corrigi-los rapidamente e com soluções muito

técnicas quando estes ocorrem e planejar adequadamente as tarefas, usando técnicas preventivas, preditivas, corretivas e sistemáticas.

De acordo com vários especialistas na gestão da manutenção, esta atividade ganhou visibilidade e importância ao abranger várias áreas entre as quais: eletrotécnica, eletrônica, mecânica, mecatrônica, controle de potência. Passando a ter um papel fundamental na linha da frente mudando aquela que era a ideia mais primordial de ser um custo para passar a ser um investimento.

Ao nível da organização, eficácia e eficiência de modo a melhorar o sistema e a tornar mais fáceis as tarefas diárias no mundo industrial é já muito usual implementar os “5S”. Esta ferramenta foca-se na melhoria contínua através da adoção de bons hábitos que visam à organização e limpeza dos postos de trabalho. O conceito “5S” possui na sua base cinco palavras japonesas cujas iniciais são responsáveis pelo nome do conceito, (Figura 5).



Figura 5 - Definição do conceito "5s".

Ao nível da manutenção dos sistemas robotizados no processo de soldadura deve fazer-se a distinção entre manutenção preventiva e manutenção corretiva em que a segunda está (regra geral) dependente da periodicidade e qualidade com que se faz a primeira.

Manutenção preventiva são todas as ações de controlo e monitorização em que o principal objetivo se prende com a redução de falhas no processo de soldadura. Isto é, permite com que o robot e meio envolvente estejam a atuar próximo das condições em que saíram da fábrica.

A manutenção preventiva dos sistemas robóticos associados a soldadura pode ser dividida em duas partes: ao robot e ao meio envolvente (célula de soldadura). Neste tipo de ações de manutenção é avaliado o estado das peças do robot e da célula e são analisados os parâmetros da soldadura. Sempre que qualquer um destes aspetos não esteja nas condições ideais é necessário implementar medidas preventivas antes que se tenham de tomar ações de manutenção corretiva.

Na manutenção preventiva de robots é necessário verificar com alguma periodicidade o estado das guias, tocha, desbobinador, fio de soldadura e difusor. São vistos os parâmetros de soldadura tal como a intensidade de corrente, rotação e esforço do desbobinador, corrente do motor, velocidade do fio de soldadura e trajetória. Sempre que qualquer uma destas partes removíveis ou parâmetros não esteja de acordo com os standards é necessário proceder a sua troca ou afinação. Não efetuar estas ações implica que em qualquer momento o robot irá começar a ter um comportamento anormal, o que levará à paragem no processo e comportamento fora do normal tal como: soldar fora da zona pretendida, qualidade da soldadura não ser a esperada e conseqüente produção de “sucata”, isto é, a peça não poderá seguir para a próxima etapa, o que implica redução no ciclo de produção da linha, menos peças produzidas e perda de dinheiro para a fábrica. Em situações mais críticas poderá mesmo acontecer não ter a carga pronta o que implica camiões retidos na fábrica, insatisfação ou em alguns casos perda de clientes. Podem ser consultados exemplos de manutenção preventiva na célula de soldadura e no robot de soldadura no anexo D.3.

As ações de manutenção corretiva acontecem na maioria das vezes quando a manutenção preventiva não é feita com o máximo de rigor exigido. Neste tipo de manutenção a linha de produção tem de parar em períodos não programados para resolver o defeito que poderia ter sido evitado com manutenção preventiva. Muitas vezes é necessário trocar partes removíveis do robot ou afinar trajetórias que se tivessem sido feitos em alturas programados não levariam aos problemas supra citados.

2.3 Soldadura robotizada na indústria automóvel

Os processos de soldadura robotizada aplicados à indústria automóvel têm vindo a reduzir cada vez mais os problemas não só relacionados com a saúde humana em que para isso contribuiu muito a substituição do operador da zona de trabalhos pelo robot, como também é responsável pelo aumento da qualidade e resistência da solda.

Os robots de soldadura são projetados e programados para ultrapassar um rigoroso controlo de qualidade da solda. Utilizando várias técnicas de soldadura (TIG, MIG/MAG, CMT, RSW).

Estes sistemas robotizados na indústria responsável por ciclos repetitivos garantem muito mais qualidade e uniformidade nos produtos finais do que a intervenção humana. Trazendo ainda muitos benefícios na segurança e ergonomia dos operadores.

Os *softwares*, equipamentos e até os próprios programadores têm também um papel muito importante fazendo até de ponte entre o robot de soldadura e a peça final. A posição, o correto controlo da tensão da máquina, a velocidade do fio de soldadura, a trajetória do robot. Cada um desses parâmetros irá ter a sua contribuição para a qualidade do produto final pelo que deve existir pessoal qualificado para concluir quais os melhores parâmetros. Depois disso são gerados algoritmos e programados os robots fazendo com que o produto final seja o mesmo e tenha as mesmas características tendo sido produzido no presente ou passado vários meses. Tal é impossível atingir apenas com recurso a operadores.

2.4 Robots industriais de soldadura

Os robots industriais são componentes essenciais nas fábricas. A aplicação de sistemas com robots deve-se muito ao seu potencial, flexibilidade e a capacidade de realizar tarefas de forma repetitiva a custos aceitáveis e com qualidade, [3]. As suas capacidades variam mediante as necessidades de aplicação, existem portanto parâmetros que qualquer projetista tem de ter em conta para a implementação de um sistema robotizado:

- Repetibilidade;
- Velocidade;
- Aceleração;
- Peso;
- Capacidade de carga
- Número de eixos;

- Comunicação.

O robot representado na Figura 6 (à esquerda) permite que o trabalho seja efetuado sob condições extremas e garante uma qualidade acima da média, por outro lado e devido a sua robustez não é o mais adequado em relação ao alcance e velocidade. O apresentado direita é a versão inversa do anterior. Ganha em velocidade quer de processo quer de arranque, o alcance é extremamente elevado, no entanto perde na qualidade, repetibilidade e robustez.

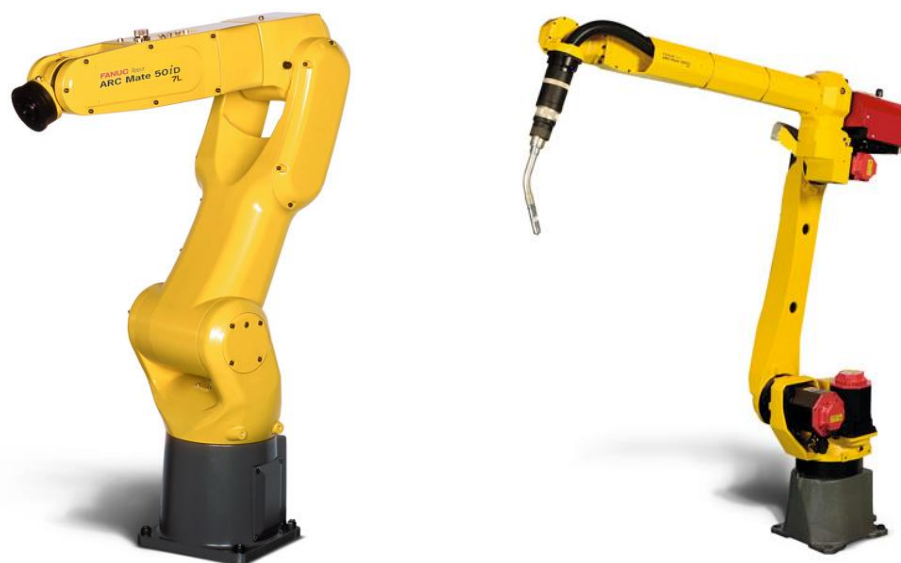


Figura 6 - Exemplos de robots industriais [5]

Além de diversos acessórios e componentes secundários que são necessários para a automatização do processo de soldadura, existem os primários sem os quais é impossível a automatização da soldadura:

- Robot;
- Fonte de alimentação;
- Tocha de soldadura;
- Fio de soldadura; e
- Gás de proteção

A empresa germânica Kuka criou o primeiro robot industrial de 6 eixos. O *Famulus*, representado na Figura 7, que permitiu que os robots industriais realizassem processos mais complexos sem a necessidade constante da intervenção humana, predominantemente na soldadura por arco elétrico [6].



Figura 7 - Famulus - Primeiro robot industrial [6]

Em 1974, a empresa sueca ASEA introduziu no mercado o primeiro robot industrial de atuação elétrica, um manipulador com 5 graus de liberdade. Este era controlado por um microprocessador e tinha uma capacidade de carga de 6 Kg [7]. A evolução nesta área foi bastante rápida devido à capacidade de adaptação que os robots proporcionavam e o crescente interesse na automatização por parte das empresas. Um caso interessante passa por em 1988 o grupo Motoman apresentar um sistema capaz de controlar 12 eixos, mais do que qualquer outro controlador existente na altura. Apenas 6 anos depois, a mesma empresa, lança um novo controlador capaz de movimentar 21 eixos e de sincronizar o movimento de dois robots industriais [7]. Através da *International Federation of Robotics* é possível verificar, em particular nos últimos anos, que a Robótica é uma área em crescimento, atingindo números recorde em 2015 (Figura 8) com aplicabilidade em múltiplas atividades industriais (Figura 9), mas com a indústria automóvel a continuar como o grande utilizador de robots industriais [8].

Das várias indústrias que utilizam robots no seu dia-a-dia, além dos apresentados anteriormente, destaca-se o setor automóvel.

Sendo uma indústria com grande volume de produção, os fabricantes de automóveis têm a necessidade de produzir com uma rapidez elevada e manter a fiabilidade do produto final. Com o uso de robots, os trabalhadores deixam de realizar processos repetitivos ou eventualmente perigosos, como por exemplo a soldadura, e é ainda possível melhorar os tempos de produção. Através da interação dos robots é possível executar processos desde polimento, corte, furação, rebarbagem e soldadura.

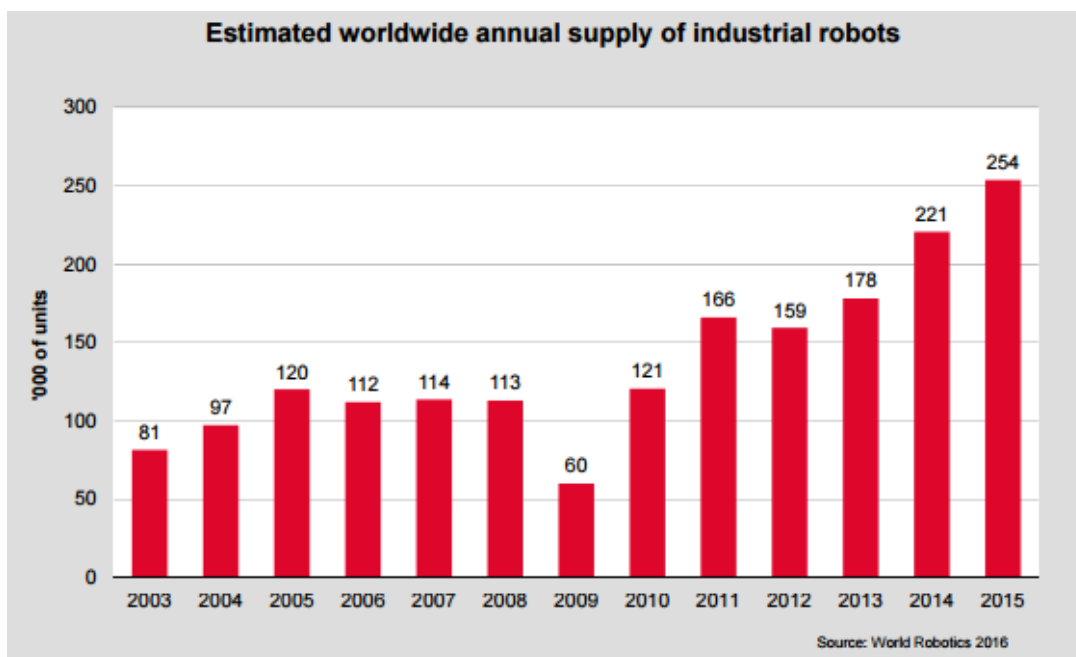


Figura 8 - Numero estimado anual de robots industriais vendidos [8].

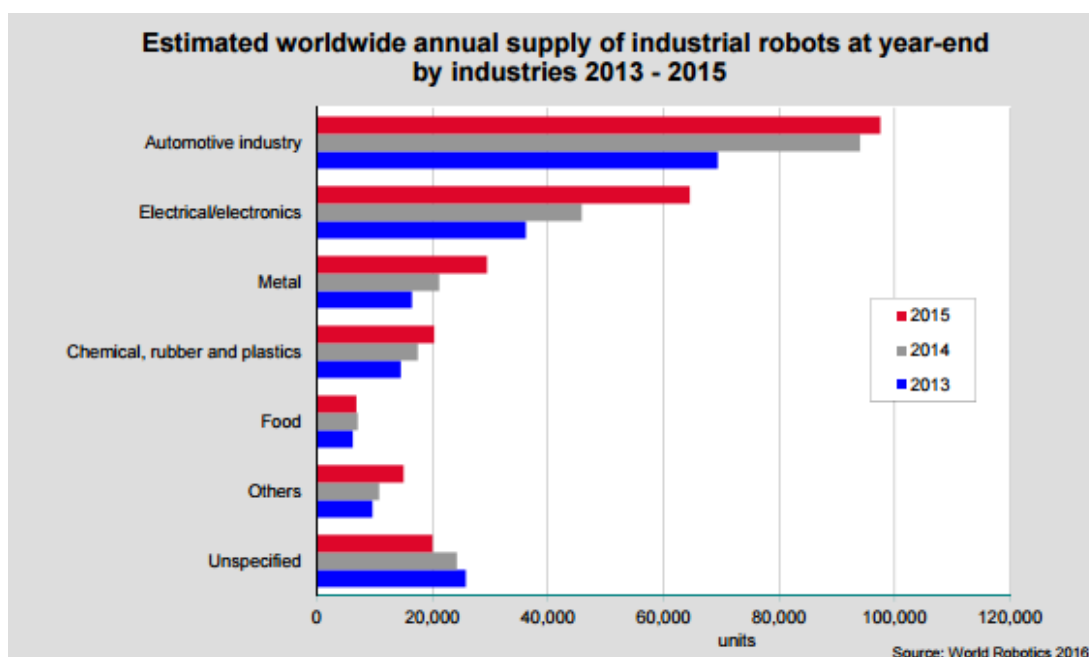


Figura 9 - Numero estimado anual de robots industriais fornecidos por indústria [8].

Os principais elementos funcionais de um robot industrial de soldadura (Figura 10) são:

- Manipulador: a estrutura física do robot, muitas vezes referido como o “braço” do robot, é composta por um conjunto de corpos rígidos ligados por juntas, formando uma cadeia

cinemática. No manipulador inclui-se, também, os atuadores e sensores necessários para cada eixo de movimento. O dispositivo (normalmente tocha de soldadura) ligado ao manipulador que interage com o ambiente e tem por objetivo executar as tarefas definidas pelo utilizador, é denominado de órgão terminal [7]

- Controlador: é o “cérebro” do robot industrial. Este dispositivo é baseado num computador com funções particulares. Inclui funções de controlo associadas aos eixos de movimento e outros dispositivos que podem estar associados às tarefas do robot. A linguagem de programação é específica para cada fabricante. Juntamente com o controlador existe uma consola portátil que permite a interação entre o robot e o utilizador. A programação pode ser feita *on-line* (na consola) ou *off-line* (no computador) [7].
- Unidade de potência: são os dispositivos que integram o circuito de potência, de modo a proporcionar energia aos atuadores [7].

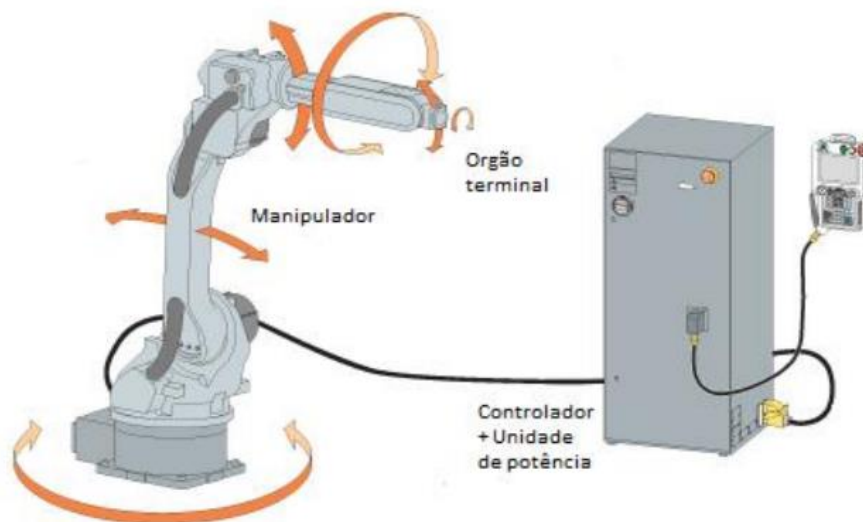


Figura 10 - Elementos funcionais de um robot industrial [7].

As desvantagens no uso de robots industriais para soldadura têm que ver com a sua limpeza e manutenção, pelo que é difícil evitar as projeções resultantes do processo de soldadura, dificultando a obtenção de uma boa exatidão no posicionamento das peças a soldar assim como da precisão do cordão de soldadura. Para além dos problemas de limpeza, uma das dificuldades na utilização de robots para aplicações de soldadura, resulta de problemas particulares de

programação neste tipo de aplicações. Para a área da soldadura, diversos fabricantes de robots industriais disponibilizam robots específicos. Alguns dos mais importantes são:

- **ABB** (*ASEA Brown Boveri*) Este grupo empresarial surgiu da fusão de duas grandes empresas: a ASEA (*Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget*) e a *Brown Boveri*. Atualmente o grupo ABB tem a sede em Zurique, na Suíça, tendo representantes em mais de 100 países e emprega cerca de 135.000 pessoas na área de Automação e de Energia [9].
- **FANUC** (*Fujitsu Automated Numerical Control*) Fundada em 1956, esta empresa entrou no mercado ao desenvolver e comercializar dois tipos de produtos: servomecanismos e sistemas de comando numérico. Atualmente sediada em Oshino, no Japão, oferece uma vasta lista de serviços e produtos na área dos servomotores, sistemas de comando numérico computadorizado e robots industriais [10].
- **KUKA** (*Keller und Knappich Augsburg*) Sediada em Augsburg, na Alemanha, a KUKA é uma empresa alemã fundada em 1898 por Johann Josef Keller e Jakob Knappich. Atualmente é líder de mercado na Alemanha e está dentro dos quatro primeiros fabricantes de robots industriais em todo o mundo. Na área da Robótica, a *KUKA Robot Group*, tem como objetivos principais o desenvolvimento, produção e venda de robots industriais, controladores e *software*. Esta divisão da empresa emprega cerca de 1.800 pessoas em todo o mundo [6].
- **YASKAWA/MOTOMAN** Fundada em 1989 é das empresas com maior currículo no que respeita à soldadura robotizada. A nível industrial conta já com mais de 300.000 robots criados. Apesar da sua idade recente é necessário ir até 1915 com a criação da empresa Japonesa *Yasawa Electric Corporation of Japan* que demonstrou uma paixão pela automação, desenvolvendo soluções para ajudar os seus clientes a melhorar a eficiência e qualidade e aumentar a produtividade. Esta empresa está presente em 28 países com mais de 14.000 funcionários. A *Yaskawa Motoman* tem como missão: “*Oferecer soluções robóticas inovadoras e de alta qualidade que possam ajudar os nossos clientes e parceiros a serem competitivos em todo o mundo e fornecer o mais alto nível de satisfação na indústria da automação*” [11].

A Tabela 1 mostra uma pequena comparação entre as características dos robôs disponibilizados para a área de soldadura, pelos principais fabricantes de robôs.

Tabela 1 - Especificações de diferentes tipos de robots.

Marca	Modelo	Eixos	Alcance [mm]	Carga max. [kg]	Repetibilidade (+/-) [mm]	Massa [kg]	Controlador	Outros
ABB	IRB140	6	810	6	0,03	98	IRC5 Controller	Compacto e robusto
	IRB1410	6	1440	5	0,05	225		Robusto, baixo nível de ruído
	IRB 2400-16	6	1550	20	0,03	380		Intervalo longo entre manut.
Fanuc	ArcMate 50iC/L	6	862	5	0,03	29	R-30iA Mate	Nota max. em velocidade
	ArcMate 100iC/6L	6	1632	6	0,1	135		Alta vel.de soldadura, multitarefas
	ArcMate 120iC/10L	6	2009	10	0,1	255		
Kuka	KR 5 ARC	6	1412	5	0,04	127	KR C4	Preço acessível, elevado tempo de vida
	KR 16 ARC HW	6	1636	16	0,05	245	KR C2	Elevado tempo de vida
	KR 16L8-3 ARC HW	6	2016	8	0,04	240	KR C4	Elevado tempo de vida
Motoman	VA 1400	7	1434	3	0,08	150	DX100 Controller	Maior mobilidade
	MA1400	6	1434	3	0,08	130		Nota Max. em velocidade
	MA 3100	6	3121	3	0,15	501		Robot com maior alcance

2.5 Conclusões

A maioria das instalações industriais que requeiram ações de soldadura, utilizam já sistemas robotizados na tentativa de colmatar as falhas humanas, visto que a maioria das deficiências e atrasos no processo de produção são devido a fatores humanos.

O processo de soldadura robotizada apresenta o mesmo tipo de funcionamento do que os meios convencionais. No entanto, com o aparecimento dos sistemas robóticos o processo de produção ganha uma maior rentabilidade, permitindo o aumento do número de peças produzidas.

A área de trabalho do robot (célula de soldadura) é essencial e oferece as seguintes características:

- Movimentações muito flexíveis, tipicamente com cinco ou mais eixos;
- Zona de trabalho bem definida e segura para o operador, estando o robot e as condições adversas que advêm da soldadura contidas numa célula;
- Capacidade de repetir o processo inúmeras vezes sempre com a mesma precisão;
- Velocidade do processo bastante elevada.
- Sistema seguro e confiável, reduzindo acidentes e condições de mau estar para o ser humano.

3 Faurecia

A Faurecia (logotipo na Figura 11) foi criada em 1997, é líder nas suas quatro áreas de atividade, todas relacionadas com o sector automóvel (ver Figura 12):

- Tecnologia de controlo de emissões;
- Acentos;
- Interiores;
- Exteriores



Figura 11 - Logotipo da Faurecia [13].

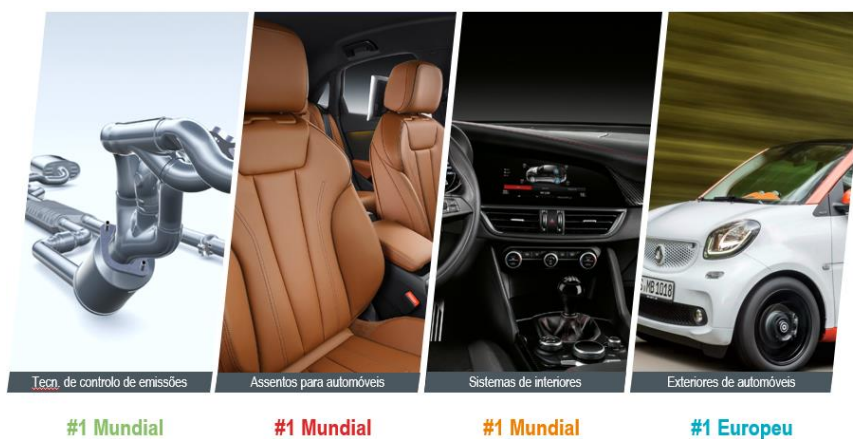


Figura 12 - Quatro ramos de atuação da Faurecia [14].

É uma empresa que além de se distinguir pelos seus centros de produção, investigação e desenvolvimento, é também parceira das mais prestigiadas marcas de construtores de automóveis.

3.1 Grupo Faurecia

A Faurecia é o resultado da junção entre duas sociedades: Bertrand Faure e o grupo ECIA. O primeiro especializado em estofos para assentos de automóvel, o segundo, uma filial do grupo Peugeot que fabricava assentos, blocos frontais e sistemas de interiores. O grupo ECIA estava também a emergir nos sistemas de escape.

Com cerca de 32.000 colaboradores na data da sua criação e com um total de vendas de quatro mil milhões de Euros, o Grupo Faurecia assumiu-se como um dos líderes na produção de peças OEM na Europa. Marca também posição no mercado dos sistemas de escapes, ao entrar nos Estados Unidos da América, com a aquisição da empresa *AP Automotive Systems*. Em 2000, a Faurecia adquire a empresa *Sommer Allibert*.

Atualmente, o grupo conta com 330 fábricas e 30 centros de pesquisa e desenvolvimento, em 34 países (ver Figura 13 e Figura 14).

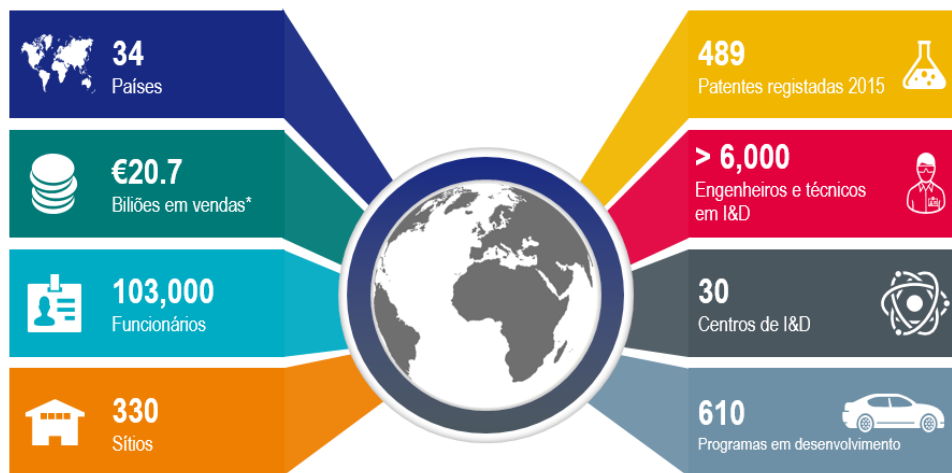


Figura 13 - Faurecia em números [14].

3.1.2 Faurecia em Portugal

A Faurecia instalou-se em Portugal através da aquisição da empresa Molaflex (ver Figura 15) e conta atualmente com 6 unidades fabris (ver Figura 16). Em junho de 2016 inaugurou um segundo polo em Bragança, com a criação de 400 novos postos de trabalho.

“A Faurecia Portugal tem crescido desde a década de cinquenta do século passado e nos dias de hoje é uma referência no grupo, pelo profissionalismo dos seus colaboradores e pelo alto nível de qualidade que assegura aos seus clientes”, citação de documento interno.



Figura 14 - Presença da Faurecia no Mundo [14].

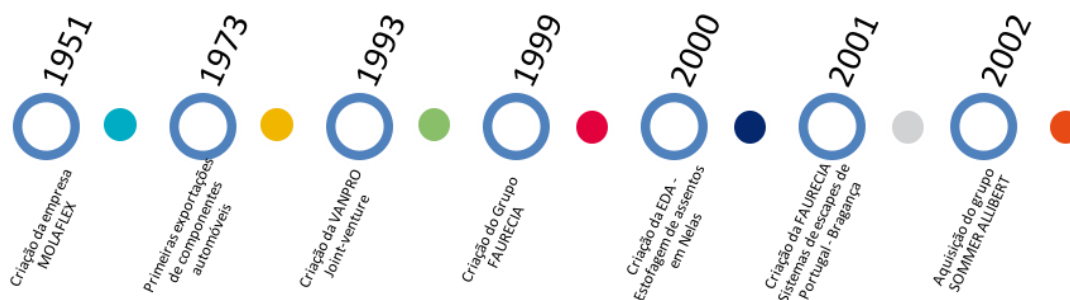


Figura 15 - Cronograma da Faurecia em Portugal.

3.1.3 Faurecia Bragança

A *Faurecia Emissions Control Technologies* (FECT), situada em Bragança, é constituída por 10 departamentos: *Controlling*; Engenharia de Produto; *Faurecia Excellence System*; Higiene, Segurança e Ambiente; Informática e Tecnologia; Logística; Qualidade; Manutenção; Produção; Recursos Humanos.

O estágio foi realizado na UAP 4 – unidade responsável pela monitorização, produção, supervisão e manutenção de oito linhas de produção, em funcionamento 5 dias por semana, 24 horas por dia.

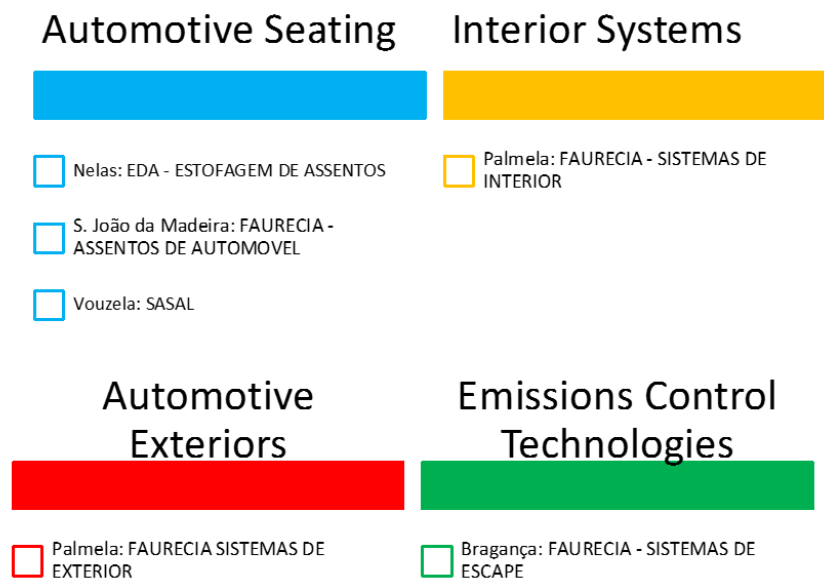


Figura 16 - Localização das Fábricas Faurecia em Portugal.

Os sistemas de escape produzidos nesta linha equipam os seguintes modelos de viaturas:

- Mercedes Vito;
- Jaguar Land Rover Discovery;
- Jaguar Land Rover Evoque;
- Jaguar Land Rover Freelander;
- Ford Transit.

3.2 Faurecia Emissions Control Technologies

A FECT é líder mundial no mercado do controlo de emissões para veículos ligeiros e comerciais. O grupo desenvolve e produz produtos e sistemas de escape, como o mostrado na Figura 17.

- Silenciadores;
- Coletores;
- Catalisadores;
- Sistemas de controlo de poluentes;
- Escapes completos.



Figura 17 - Produto final desenvolvido pela FECT [15].

As normas de controlo e redução de emissões poluentes são cada vez mais exigentes. Neste contexto, a FECT disponibiliza aos construtores de automóveis, um portefólio completo de soluções para a redução de emissões poluentes, diminuição de ruído, diminuição do peso e recuperação de energia à saída do sistema de escape.

No domínio do controlo de emissões, o grupo desenvolveu a solução de Redução Catalítica Seletiva (SCR) *Blue box*. Esta inovação permite reposicionar o catalisador SCR, permitindo que este fique mais próximo do motor com o propósito de aperfeiçoar o seu desempenho na redução das emissões de óxido de azoto (NOx).

FECT desenvolveu juntamente com a Ford, o coletor EHRM – *Exhaust Heat Recovery Manifold* (recuperação térmica no escape). Esta tecnologia permite aquecer o habitáculo da viatura mais rapidamente do que o método tradicional, reduzindo o consumo de combustível e de emissões de poluentes.

3.3 Sumário

A Faurecia é líder mundial no fornecimento de equipamentos para automóveis, entre eles: assentos, sistemas de interiores e exteriores e sistemas de controlo de emissões poluentes.

Presente em 34 países, a Faurecia emprega mais de 100.000 colaboradores, desde mais de 6.000 são técnicos e engenheiros. Dispõe ainda de 30 centros de investigação e desenvolvimento estrategicamente espalhados pelo mundo.

4 Linha JLR 16 MY L3

Uma das várias linhas existentes na Unidade Autónoma de Produção 4 (UAP4) destina-se à produção de componentes para os modelos *Evoque*, *Discovery* e *Freelander* da marca de automóveis Jaguar Land Rover. Esta foi a linha utilizada para a realização do estágio.

Esta linha produz três produtos (referências). SCRf – *Selective Catalytic Redection with Soot Filter*, DPF – *Diesel Particulate Filter* e DOC – *Diesel Oxidation Catalyst*. Ao SCRf e DPF é depois acrescentado o Subconjunto – referência proveniente de outra linha que chega a esta linha como forma de componente.

4.1 Organização da linha

Esta é uma linha recente da fábrica, o seu esquema pode ser consultado na Figura 18 e Tabela 2. Tem cerca de um ano em funcionamento e neste momento está já a ser implementada a linha JLR 17 MY e em projeto a linha JLR 18 MY.

A linha onde decorreu o estágio esteve inicialmente situada na Nave D da Faurecia Bragança, tendo no decorrer do estágio, sido transferida para a nova fábrica de Bragança (Bragança 2).

Os sistemas de escape construídos nesta linha são compostos por um invólucro metálico que contém no seu interior uma cerâmica catalisadora e um filtro de partículas. São também soldados e aparafusados, diversos componentes sobre esse invólucro, tais como: suporte de sondas, sondas, tubos e chapas.

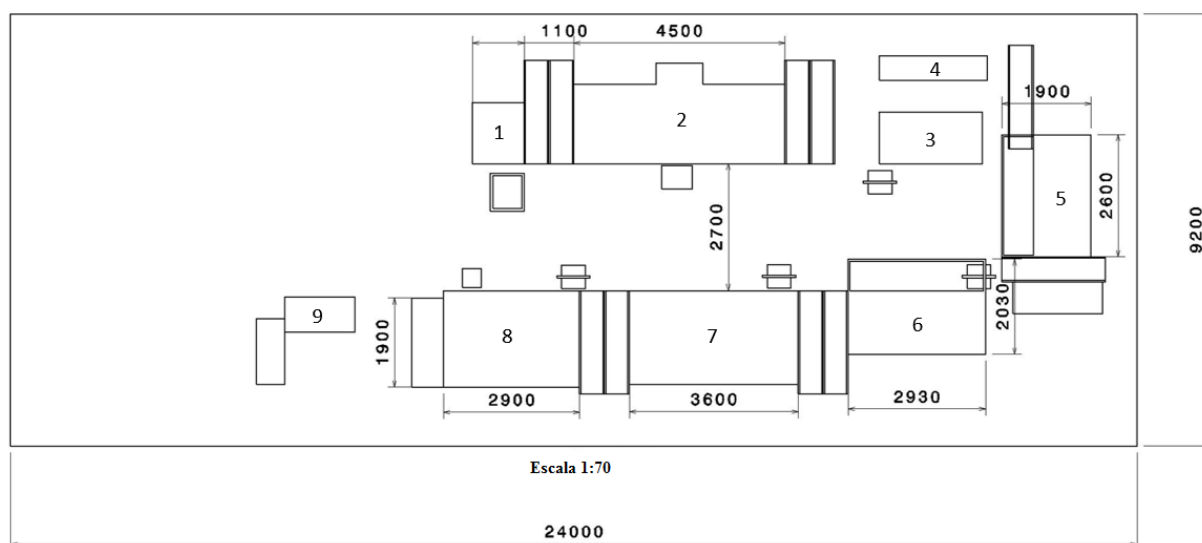


Figura 18 - Esquema da linha JLR 16 MY L3.

Tabela 2 - Esquema da linha JLR 16 MY L3.

Nº	Equipamento	Produção
1	Gravadora	DOC
2	V-Cell Standard	DOC/SCRF/DPF
3	Estanquicidade intermédia	SCRF/DPF
4	Posto de recuperação	DOC/SCRF/DPF
5	Posto de soldadura manual 1	SCRF/DPF
6	Parafusadora 1	SCRF/DPF
7	Estanquicidade + Parafusadora 2 ou Agrafadora	SCRF/DPF ou DOC
8	Parafusadora 3 ou Posto de soldadura manual 2	DOC ou SCRF/DPF
9	Inspeção final	SCRF/DPF/DOC

Apesar de o processo de entradas e saídas assim como do comportamento da linha serem diferentes mediante a referência que se estiver a produzir, existem procedimentos gerais comuns a todos eles.

Todos os operadores, técnicos e supervisores têm de cumprir com todas as normas de segurança e utilizar todos os EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) quando entram na linha.

Na organização da linha os “5S” são também algo bem presentes e que os supervisores exigem que os seus operadores cumpram. A limpeza e manutenção preventiva de primeiro nível são algo que cada equipa tem de fazer no fim do seu turno, antes de abandonar o local de trabalho. A limpeza das ferramentas e a manutenção preventiva de primeiro nível, são tarefas pouco exigentes, que não demoram mais de dez minutos a ser efetuadas, mas que evitam muitas manutenções corretivas.

A entrada dos materiais faz-se no ponto 1 da Figura 18 para o DOC; no ponto 2 para o SCRF e DPF. A saída dos sistemas de escape é a mesma para todos os tipos e é realizada no ponto 9, após a inspeção final.

4.2 Quadro elétrico V-Cell Standard

O quadro elétrico (Figura 19), de cada *V-Cell Standard* é pensado, desenvolvido e implementado atendendo a requisitos de qualidade e performance. Estes quadros permitem facilidades de montagem, instalação, manutenção e expansões futuras que possam surgir.



Figura 19 - Quadro elétrico com PC conectado para ensaio/testes.

Todos os quadros elétricos das linhas JLR localizam-se na parte traseira da *V-Cell*, Figura 20.

Para resolver problemas pontuais em que seja necessário ligar o PC ao PLC, não é necessário o acesso ao interior do quadro, utilizando para tal portas USB situadas nas laterais.

No anexo C.2 pode ser consultado o interior do quadro elétrico.

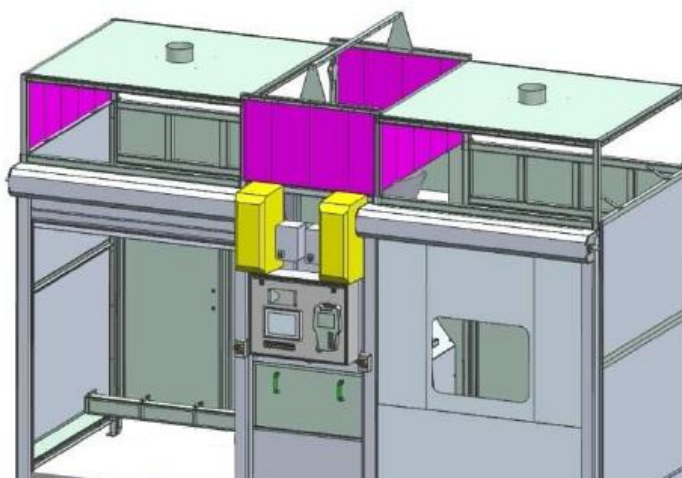


Figura 20 - *V-Cell* Standard [15].

A grande maioria das células de soldadura existentes na fábrica tem o mesmo modo de funcionamento e trabalham com os mesmos equipamentos. Isto possibilita que em caso de necessidade, técnicos que não pertençam a UAP 4 ou que não estejam habituados a trabalhar com as linhas JLR possam desempenhar esse trabalho.

As *V-Cells* são constituídas no seu interior por um separador físico a meio para dividir a *V-Cell* em duas, criando 2 estações (*Station 1* e *Station 2*), 2 mesas rotativas (uma em cada *Station*),

um robot de soldadura, um gerador, um sistema de limpeza, um quadro elétrico geral e um quadro elétrico parcial dedicado ao controlador do robot.

4.2.1 Autómatos

O autómato programável é um microcomputador especialmente vocacionado para aplicações de controlo. Está consecutivamente a analisar o estado dos equipamentos ligados nas entradas e que baseado no programa que foi escrito no processador e armazenado na memória, controla o estado dos sistemas ligados nas saídas.

O autómato existente no controlo da *V-Cell Standard* é do modelo M340 da série Modicon, (Figura 21), da *Schneider Electric*. É um autómato modular o que permite a adição ou substituição dos módulos. Os módulos constituintes de uma *V-Cell Standard* são os enumerados na Tabela 3.



Figura 21 - Autómato Modicon M340, existente na *V-Cell Standard*.

Tabela 3 - Módulos que constituem o autómato da linha JLR 16 MY L3.

Módulo	Descrição
BMX CPS 2000	Módulo de alimentação M340 230V 20W
BMX P34 1000	CPU M340 Standard
BMX NOE 0100	Módulo de comunicação Ethernet
BMX NOC 0401	Módulo de comunicação Ethernet (Modbus/TCP e Ethernet/IP)
BMX EIA 0100	Módulo AS-Interface
BMX EIA 0100	Módulo AS-Interface
BMX NOM 200	Módulo de comunicação ligação série

O processador (Figura 22) é do modelo BMX P34 1000. Possui uma porta RJ45, *Modbus Master/Slave RTU/ASCII* (não isolada RS 232C/RS 485) e uma porta USB. Na Tabela 4 é descrita a restante constituição deste processador.

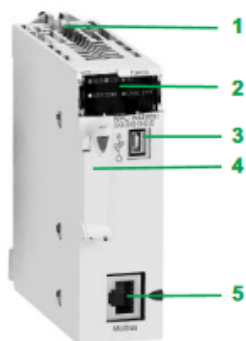


Figura 22 - Processador BMX P34 1000 [16].

Tabela 4 - Legenda do processador BMX P34 1000

Número	Descrição
1	Parafuso de segurança para prender em calha
2	Um display com 5 LEDs para identificação do estado do processador
3	Conector "mini USB" para ligação de uma máquina terminal
4	Ranhura para cartão SD c/ LED para reconhecimento de ocupação
5	Conector RJ45 para comunicação de redes Ethernet

4.2.2 Autómato de segurança

No que diz respeito aos circuitos de segurança, são utilizados relés da marca *Dold*. Estes relés de segurança são módulos que são projetados para assegurar o perfeito funcionamento e sem falhas do circuito de segurança da máquina/sistema.

Os controladores, *SafeMaster Pro*, são modulares e configuráveis e têm como função supervisionar os circuitos e sistemas de segurança de máquinas e instalações. A quantidade de entradas e saídas, pode ser aumentada, basta para isso acrescentar módulos. Estes sistemas de segurança monitorizam funções de segurança como: emergência, portas de segurança, barreiras de luzes, operação de duas mãos, entre outros. A configuração é realizada através de programação por blocos.

Na linha JLR 16MY L3 existem 11 módulos, descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Lista dos relés de segurança da Linha JLR 16 MY L3

Referência	Descrição
UG 6911.10	Monitorização de Botoneira de Emergência, cortinas e regulação
UG 6913.16	Extensão para o módulo 6911 – Barreiras, regulação, portas e robot
UG 6913.16	Extensão para o módulo 6911 – Barreiras, regulação, portas e robot
UG 6912.04	Extensão de saídas para o módulo 6911
UG 6912.04	Extensão de saídas para o módulo 6911
UG 6912.28	Módulo de comutação de sinal de saída
UG 6912.28	Módulo de comutação de sinal de saída
UG 6912.28	Módulo de comutação de sinal de saída
UG 6912.28	Módulo de comutação de sinal de saída
UG 6912.28	Módulo de comutação de sinal de saída
UG 6912.28	Módulo de comutação de sinal de saída
LG 5929.60/100	Módulo de extensão para paragens de emergência e monitorização

4.2.3 HMI Magelis

A Magelis HMI GTO 5310 (Figura 23) é o interface homem-máquina utilizado na linha JLR 16 MY L3. O HMI é uma consola especialmente desenhada e desenvolvida para estabelecer e apresentar os parâmetros mais importantes da máquina sem necessidade de formação específica na área de automação ou programação.



Figura 23 - HMI Magelis GTO 5310 implementada na linha JLR 16 MY L3.

Proporciona um ambiente gráfico, pré-programado no sistema onde está implementado, sendo possível acompanhar o processo industrial, podendo conter e armazenar a informação que se gera no processo para diversos tipos de utilizadores. Por exemplo, aos operários apenas é disponibilizada informação visual de início e fim de ciclo; aos supervisores já é dado acesso a quantidades de peças produzidas, históricos e avarias; e as equipas de manutenção terão acesso completo, o que inclui estado de sensores e atuadores.

Os HMI mostram-se bastante úteis e destacam-se por:

- Permitem uma fácil e intuitiva interação com a máquina através da sua capacidade tátil;
- São consolas facilmente aplicáveis em qualquer meio industrial e capazes de conter aplicações que podem ser alteradas conforme as necessidades da linha e/ou fabrica;
- Comunicam facilmente com qualquer tipo de equipamentos normalmente existentes em empresas (PLCs, impressoras, rede);
- Possibilidade de criar eventos e históricos de alarmes para ser mais fácil reconhecer ou evitar um defeito na linha.

4.3 Robot de soldadura FANUC

Concebidos especificamente para aplicações de soldadura por arco, os robots da série *Arc Mate* suportam cargas úteis até 20 kg e possuem um alcance até 2 m. Nestes robots são ainda incorporadas diversas ferramentas que melhoram a respetiva versatilidade e ajudam a tornar os processos mais eficientes.

O robot de soldadura por arco Fanuc oferece tudo o que é necessário para uma solução de soldadura automatizada. Foi concebido e pensado especificamente para indústrias nas quais a soldadura por arco desempenha um papel central, tal como acontece na Faurecia. Beneficia de uma dimensão reduzida, de motores extremamente rápidos e de uma excelente aceleração.

O robot utilizado na Linha 3 da JLR é o *ARC Mate 120iC*, é concebido para soldadura de alta velocidade e com precisão. É um robot padrão de 6 eixos com capacidade para proporcionar uma maior eficiência independentemente da quantidade de ciclos de soldadura a realizar.

4.4 Produtos finais

O sistema de escape é composto por uma série de tubos e painéis, concebidas especialmente para libertar os gases do motor, reduzir o seu ruído e manter o nível ótimo de consumo de combustível. Compete assim aos sistemas de escape:

- Controlo das emissões para a atmosfera;
- Redução do som;
- Correta canalização dos gases de escape para o exterior;
- Otimização da eficiência do motor.

A linha de produção, JLR 16 MY L3 produz as “partes quentes” (para o motor e coletor) dos gases de escape.

4.4.1 DOC

Este componente de escape é associado e montado juntamente com o SCRF ou DPF (secção 4.4.2). É composto por um *canning* (invólucro metálico que contém uma cerâmica cilíndrica no seu interior) e filtro de partículas.

A primeira etapa no processo de produção do DOC é gravar o *canning* com as referências e números de série da Faurecia e Jaguar Land Rover. De seguida são soldadas semi-coquilhas em ambas as extremidades. Na ponta do sistema de saída é acoplada uma brida de fixação para unir os vários componentes que formam o sistema de escape. Na entrada é soldado um tubo juntamente com um sensor. Na etapa seguinte é agrafada uma chapa térmica ao redor do tubo de entrada e ao mesmo tempo é feito um teste de estanquicidade. Se a peça passar segue para a próxima fase que é a colocação de duas braçadeiras, caso contrário é posta de parte. Depois das braçadeiras é feito mais um teste, este de geometria onde se mede ao milímetro se a peça apresenta o formato correto, são analisadas cerca de 6 medições e segue para a inspeção final. Neste posto são vistos e reavaliados com mais pormenor a gravação, os cordões de soldadura e o estado dos roscados da brida. O processo de produção pode ser visualizado na Figura 24. A Figura 25 mostra o aspeto da peça final. No anexo D.1 é detalhado o processo de produção do DOC.

4.4.2 SCRF e DPF

Estes 2 tipos de sistemas de escape partilham a mesma linha, conseqüentemente o processo de produção é exatamente o mesmo, sendo ainda assim possível diferencia-los visualmente devido ao tamanho do *canning* (Figura 26). O SCRF apresenta um *canning* de maiores dimensões pois é produzido com o propósito de equipar motores de maior cilindrada. Esta peça é composta por um invólucro metálico, sendo aplicado na entrada um tubo revestido por duas semi-coquilhas onde encaixa um sensor de pressão. Em seguida é aplicado um flexível e uma brida de fixação. No sistema de saída há vários sensores e suportes de sonda inseridos no interior de um tubo que irá também suportar um tubo que liga à EGR.

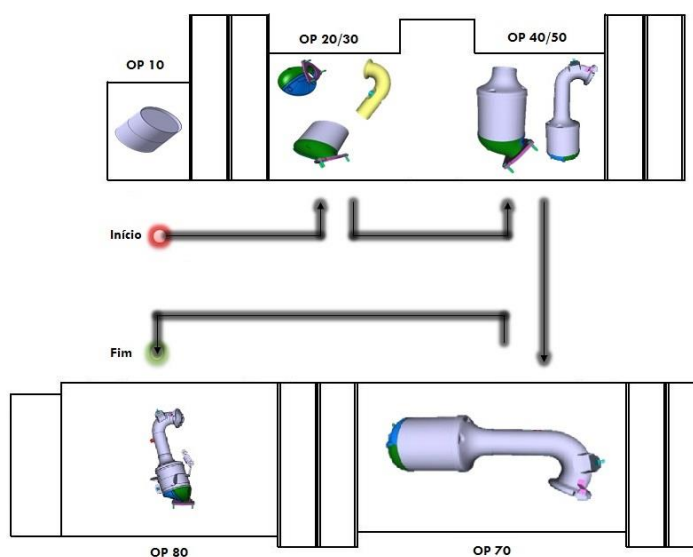


Figura 24 - Processo de produção do DOC.



Figura 25 - Produto final da JLR 16 MY L3 - DOC.



Figura 26 - Produto final da JLR 16 MY L3 - SCRf (à direita) contendor de carga SCRf (à esquerda).

O processo de produção do SCRf e DPF começa numa outra linha (JLR 16 MY subconjuntos), onde é produzido o subconjunto constituído por uma brida, flexível, suporte de sonda e tubo. O SCRf/DPF (Figura 27) inicia o processo soldando o subconjunto numa extremidade do *canning* e na outra um tubo hidroforme onde é aplicado um sensor de gases de pressão e suporte de sonda. Depois são soldados manualmente suportes e ganchos para segurar a estrutura ao veículo. Nesta etapa é feito o primeiro teste de estanquicidade. Se passar no teste, são soldadas chapas térmica, tubo EGR e aparafusado um tubo de pressão. A peça segue então para um novo teste de estanquicidade e caso não seja detetada nenhuma fuga é realizada a inspeção final. No anexo D.2. é detalhado o processo de produção do SCRf e DPF.

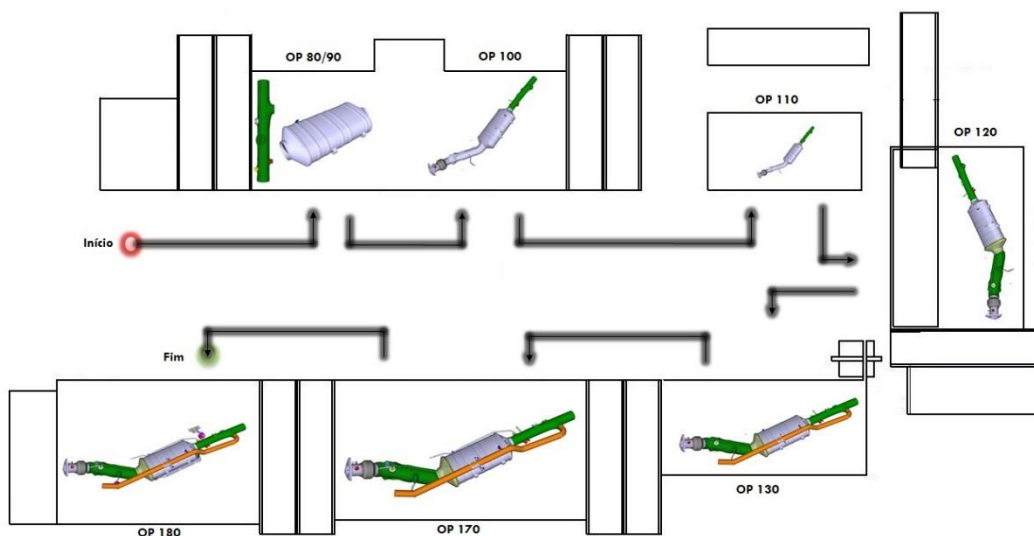


Figura 27 - Processo de produção do SCRf/DPF.

4.5 Sumário

A JLR 16 MY L3, linha onde foi inserido este estágio produz três referências. SCRF, DPF e DOC, sendo os dois primeiros muito semelhantes, diferindo apenas no seu tamanho já que são produzidos para equiparem veículos de diferentes cilindradas.

A produção das referências não acontece em simultâneo, ou se produz DOC, SCRF ou DPF, esta decisão é tomada pelos supervisores e *UAP Manager*. É fator determinante nessa escolha o *stock* interno de produtos acabados, de componentes e materiais disponíveis, assim como o volume de encomendas.

A esta linha chegam produtos provenientes de outras linhas desta fábrica como o subconjunto que é soldado ao SCRF e DPF, no entanto é produzido numa outra linha chegando a esta como forma de componente.

Os sistemas de escape, como os mencionados em cima são dos elementos mais importantes num automóvel, visto que têm como função: controlar as emissões dos gases para a atmosfera, reduzir o som, entre outros.

Independentemente do tipo de produto em produção, a linha tem capacidade para produzir cerca de 180-183 peças em cada turno de 8 horas. Para isso contribuem imenso todos os materiais e tecnologias existentes na linha desde os autómatos, robot de soldadura e HMI.

5 Diagnóstico de falhas em célula de soldadura V-Cell Standard

No início do estágio, o plano de trabalhos identificava já o que se teria de fazer e existiam ideias de como atuar. No entanto, com o desenrolar do estágio algumas dessas ideias foram ajustadas em busca de uma solução melhorada.

5.1 Software e metodologia do processo

Além dos equipamentos mencionados no capítulo anterior foram também utilizadas várias ferramentas de *software*.

5.1.1 Unity Pro XL

O *Unity Pro* é um *software* de execução, depuração e programação para as famílias de PLCs *Modicon M340, Premium, Atrium e Quantum*. Suporta as 5 linguagens IEC61131-3:

- FBD – *Function Block Diagram* (Diagrama de Blocos)
- LD – *Ladder Diagram* (Diagrama Ladder)
- ST – *Structured Text* (Texto Estruturado)
- IL – *Instruction List* (Lista de Instruções)
- SFC – *Sequential Function Chart* (Diagrama de Funções Sequenciais)

5.1.2 Vijeo Designer 6.2

A programação do terminal HMI é realizada através *software Vijeo Designer* da *Schneider Electric*. O *Vijeo* é executável em qualquer PC com *Windows XP* ou superior e permite a simulação no próprio computador, permitindo observar o resultado do programa sem ter que para isso recorrer ou estar ligado a uma máquina terminal.

O *Vijeo Designer* usa a conectividade *Ethernet TCP / IP* das *Magelis* permitindo acesso e controlo remoto *WEB Gate*, partilha de dados entre terminais, transferência de receitas e histórico das variáveis.

O interface do *software Vijeo Designer* tem diferentes barras de ferramentas e janelas que apoiam para uma melhor compreensão tornando assim mais fácil o trabalho do utilizador para

uma programação/realização de uma nova aplicação. Esses diferentes menus podem ser vistos na Figura 28 e Tabela 6.

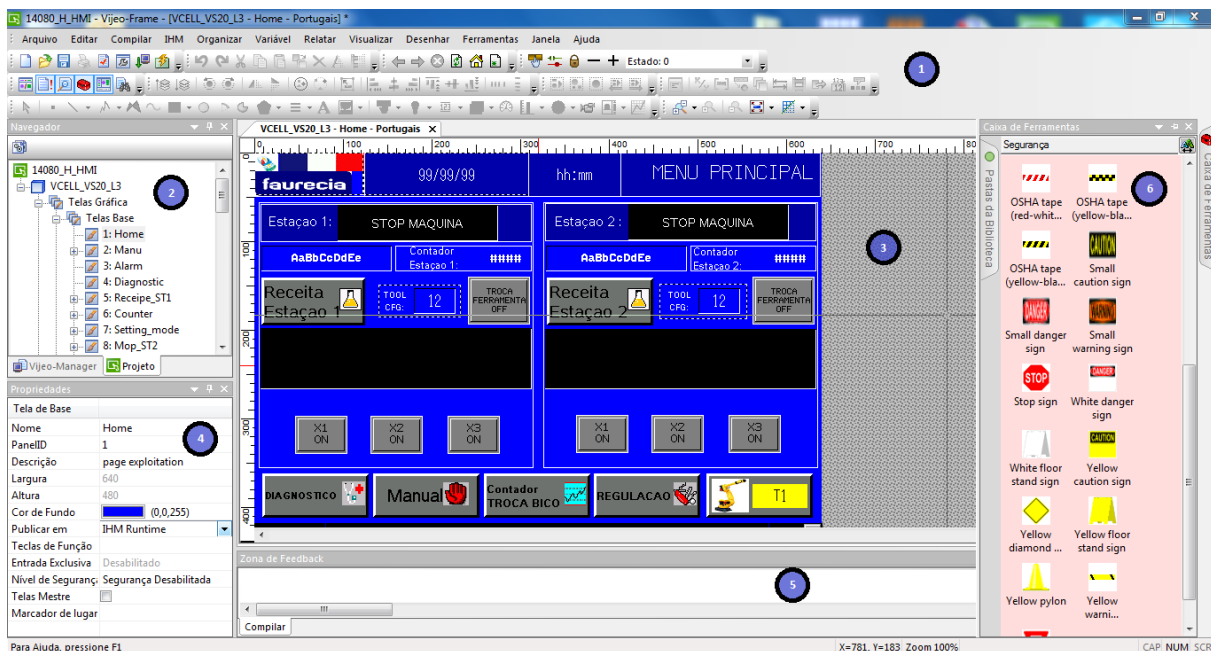


Figura 28 - Área de trabalho do *software Vijeo-Designer*.

Tabela 6 - Legenda da Figura 28.

Número	Descrição
1	Barra de ferramentas rápidas
2	Janela de navegação
3	Área de trabalho
4	Janela de propriedades
5	Janela de erros/avisos
6	Livraria de imagens e objetos gráficos animados

5.1.3 Ladder

A linguagem *Ladder* (também conhecido como diagrama *Ladder* ou diagrama de escada) é um auxílio gráfico para programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLP's, Autômatos), no qual as funções lógicas são representadas através de contatos e bobinas (ver Figura 29).

Um programa escrito em *Ladder* é constituído por um conjunto de sequências (*rungs*) que são executados sequencialmente pelo autômato. Uma sequência é composta por um conjunto de elementos gráficos limitados à esquerda e à direita por linhas de energia (*power rails*). Os elementos gráficos representam:

- I/O do autómato;
- Blocos funcionais;
- Operações aritméticas e lógicas;
- Variáveis internas do autómato.

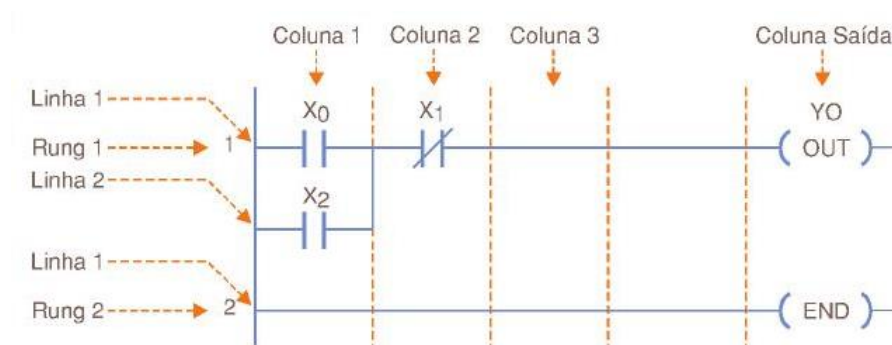


Figura 29 - Programação *Ladder* [17].

5.1.4 Grafcet

O diagrama funcional *Grafcet* (Figura 30) permite descrever os comportamentos de um automatismo em função das informações que recebe. O *Grafcet* não pretende minimizar as funções lógicas que representam a dinâmica do sistema, pelo contrário o seu potencial reside na imposição de um funcionamento rigoroso, evitando desta forma incoerências, bloqueios ou conflitos durante o funcionamento do mesmo. As suas principais características são:

- Clareza, legibilidade e apresentação sintética;
- Metodologia de programação estruturada, "*Top-Down*" que permite o desenvolvimento conceptual do geral para o particular;
- Conceito "tarefa" de forma hierarquizada.

5.1.5 JavaScript

A programação *JavaScript*, é do tipo *client-side* e é muito utilizada para controlar o *HTML* e o *CSS* de forma a manipular o comportamento de uma página *web*. Exemplos muito práticos do *JavaScript* são a criação dos submenus. No Código 1 está apresentado um exemplo de código utilizado no estágio.

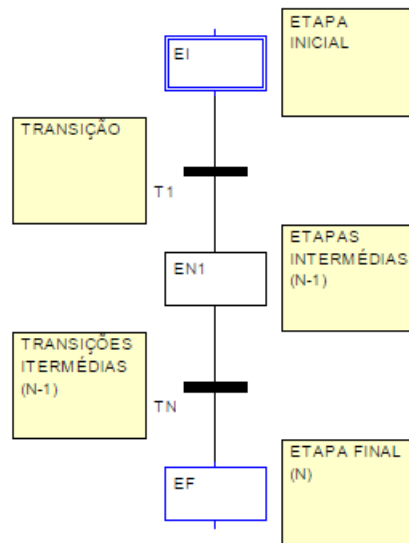


Figura 30 - Grafcet.

Código 1 - Exemplo de JavaScript.

Script – Colocar variáveis a 0, assim que qualquer uma mude do estado 0 para 1	
<pre> if (MP.A1O.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1N.write(0); if (MP.A1N.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1O.write(0); if (MP.A1NR.getIntValue()!=0) { MP.A1N.write(0); MP.A1O.write(0); } } } </pre>	Linha1: Se a variável MP.A1O estiver a '1'
	Linha3: A variável MP.A1NR passa para '0'
	Linha4: A variável MP.A1N passa para '0'

5.2 Otimizações e ações pensadas para implementação

No decorrer do estágio foram evidentes as falhas existentes em algumas linhas, principalmente nas *V-Cell* e em alguns equipamentos diretamente ligados a estas.

O problema mais comum era a não existência de mensagens/instruções nos três idiomas utilizados na Faurecia (Francês, Inglês e Português) e muitas vezes a péssima tradução e até mesmo incoerência entre as diferentes línguas.

Relativamente às mensagens e erros que surgiam no HMI foram implementadas mais 2 medidas: A primeira foi atribuir uma causa para o defeito genérico de “Paragem de Emergência”. Com isto deixou de haver um defeito genérico e passou a existir um problema associado à causa, o que se traduz numa redução do tempo gasto na manutenção corretiva. A segunda relaciona-se com o erro “Defeito de pressão 6 bares”. Este erro levava a paragens da linha por tempos bastante elevados pois não se sabia exatamente onde intervir. Este erro foi resolvido conduzindo o técnico de manutenção diretamente para uma das duas estações de soldadura de cada *V-Cell* ou para o robot.

A maior alteração realizada na *V-Cell* foi a implementação de uma rotina de Manutenção preventiva de 1º Nível. Operação que era obrigatória na fábrica mas que no entanto não era cumprida/verificada. Com esta implementação passaram a ser realizadas manutenções diárias, com criação de registos e relatórios de intervenção.

5.3 Sumário

O plano de trabalhos deste estágio consistia em indicar com precisão através de mensagens/imagens num HMI o motivo da paragem no processo de soldadura. Em algumas linhas eram evidentes as falhas na apresentação dos defeitos. Destacam-se os seguintes:

- Mensagens de erro inexistentes no HMI;
- A existência de dois defeitos genéricos (emergência e defeito 6 bares) para qualquer paragem não programada no ciclo.

Foram apresentadas outras propostas com o objetivo de reduzir os tempos de paragem em várias linhas e de introduzir nos HMI um ciclo de manutenção preventiva que levaria à sua execução visto que até a data o controlo não era o mais preciso e a sua execução estava aquém dos objetivos.

Para implementar todas estas medidas foi necessário o recurso a várias ferramentas, e *softwares* onde se destaca o *Unity Pro XL* e *Vijeo Designer 6.2*, o primeiro para programar autómatos e o segundo o HMI Magelis, ambos da *Schneider Electric*.

6 Validação Experimental

Foram realizadas várias ações, umas de melhoria, outras implementadas de raiz e outras intervenções que apesar de não estarem contidas no plano de trabalhos estavam diretamente relacionadas com o tema.

Neste capítulo é dado a conhecer todo o trabalho desenvolvido, as ferramentas utilizadas, código desenvolvido e também uma comparação com o que existia e o que foi implementado.

6.1 Ação I: Otimização do grupo “alarmes e eventos”

O HMI, único meio de comunicação existente entre o operador e a máquina, é responsável por fazer a tradução de tudo aquilo que está a acontecer na máquina.

Eram evidentes algumas falhas que poderiam em algumas situações levar a perdas de tempo.

Foram feitas várias ações com o propósito de corrigir esses erros e essas paragens desde o aperfeiçoamento dos *scripts* implementados, criação de novos *scripts*, criação de novos ambientes gráficos e melhorias nas mensagens de erro a serem exibidas.

6.1.1 Contexto e descrição do problema

Um problema bem evidente era a dificuldade que existia para o operador e muitas vezes para os técnicos de manutenção, em perceber o contexto da mensagem que estava a ser exibida na tela do HMI. A incoerência das mensagens entre os diferentes idiomas e/ou a falta de mensagens era um problema. Muitas vezes a linha parava, mas não existia qualquer aviso ou mensagem de erro ou alarme. Na maioria das vezes tinha de ser o técnico de manutenção a deslocar-se à linha para resolver um problema menor como: uma peça ou ferramenta mal encaixada; ou uma barreira interrompida. As consequências são a paragem da linha até à disponibilidade de um técnico para resolver a situação, que em alguns casos poderia o problema ser solucionado de imediato pelo operador, caso lhe fosse fornecida a indicação correta da anomalia.

6.1.2 Falhas encontradas

Após alguma pesquisa e entrevistas aos operadores e técnicos de manutenção, as falhas que mais se faziam notar e que careciam de ações de correção eram:

- Incoerência das mensagens de erro e alertas nos três idiomas principais (Português, Inglês e Francês);
- Inexistência de algumas mensagens em Português e Inglês;
- A grande maioria das mensagens em Português havia sido traduzida pelos programadores com recurso a tradutores *on-line*, tornando-as confusas e muitas vezes impercetíveis.

A Figura 31 representa o exemplo de uma mensagem importante (controlador do robot não detetado) que não existia no idioma Português. Como consequência, sempre que a máquina era interrompida por esse defeito, não existia informação visual. O ciclo era interrompido na etapa que estivesse sem que houvesse indicação do problema nem reinício do ciclo.

Variável	Grupo de Alar...	Origem de Dad...	Endereço do Di...	Mensagem
106 Defaut.DEF_GEN[9]	GroupeAlarmes1	Externo	%MW1225:X9	???

Figura 31 - Endereço de memória 1225.9 sem mensagem definida (em Português).

6.1.3 Ações implementadas

As ações implementadas passaram pela correta descrição da mensagem de erro, muitas das vezes pela tradução correta a partir de outra língua. A Figura 32 mostra a descrição em francês do erro da figura anterior. Neste caso, trata-se de um aviso para colocar o controlador do robot no seu suporte.

Variável	Grupo de Alar...	Origem de Dad...	Endereço do Di...	Mensagem
106 Defaut.DEF_GEN[9]	GroupeAlarmes1	Externo	%MW1225:X9	Ranger le teach robot

Figura 32 - Endereço de memória 1225.9 com mensagem definida (em Francês).

Com o objetivo de melhorar a interação entre o utilizador e a linha foram realizadas as seguintes alterações no grupo de alarmes e eventos através do *Software Vijeo Designer*:

- Correção dos erros e da coerência nos três principais idiomas;
- Completada a lista dos erros e alarmes em Português e Inglês em falta.

Dado que alguns erros foram tão difíceis de compreender, foi necessário analisar também o *Ladder* do PLC para saber que condições deveriam acontecer para o aparecimento dessa mensagem no ecrã;

6.1.4 Conclusões

Com estas alterações espera-se diminuir significativamente o recurso aos técnicos de manutenção, tornando os operadores mais autónomos e com capacidade de resolver avarias que até agora só a equipa de manutenção conseguia. Uma diminuição de tempo de paragem de 5 minutos traduz-se na produção de mais 2 a 3 peças.

6.2 Ação II: Atribuição de causas para o defeito “Paragem de emergência”

No decorrer do ciclo de soldadura podem acontecer situações que colocam em risco a integridade tanto do operador como da máquina. Nesse caso, é acionada a paragem de emergência e o processo interrompe de imediato. Também no início de ciclo (quando o operador dá ordem de início através de um botão) é realizada uma verificação de segurança que causa uma paragem de emergência sempre que não estejam satisfeitas as condições para funcionamento.

6.2.1 Contexto e descrição do problema

Sempre que a execução é interrompida por uma emergência, o erro mostrado é genérico: “paragem de emergência”. Sem qualquer tipo de informação extra, torna-se difícil identificar a causa de erro conduzindo a tempos de paragem demasiadamente excessivos.

Por vezes, basta que a cortina de proteção não esteja devidamente encaixada para provocar uma anomalia de paragem de emergência. Em outras situações, é mesmo necessário ligar um PC ao PLC para identificar o que estava a bloquear a execução do programa, causando a paragem de emergência.

6.2.2 Monitorização em tempo real do processo de soldadura

Foi feito um teste às situações de emergência, onde foi necessário gerar um *ladder* simples em que se criaram variáveis para os sensores que detetam as falhas.

Na Figura 33 e Tabela 7 encontra-se o ciclo que poderá originar uma paragem de emergência. Sempre que o sensor deixar de detetar o controlador manual do robot, no caso de funcionamento em ciclo automático, o processo não se iniciará ou será interrompido. Mesmo que se tente “rearmar” a máquina, não avançará uma vez que se encontra bloqueada.

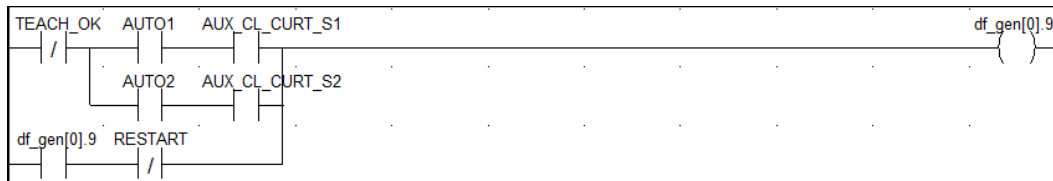


Figura 33 - Programação *Ladder* do erro do robot fora do suporte.

Tabela 7 - Legenda do *ladder* da figura 33.

Contact	Descrição
TEACH_OK	Sensor que deteta o controlador do robot
AUTO1	Comutador para colocar em modo automático a estação 1
AUX_CL_CURT_S1	Variável interna ativada quando é dado ordem de fechar a cortina St.1
AUTO1	Comutador para colocar em modo automático a estação 2
AUX_CL_CURT_S1	Variável interna ativada quando é dado ordem de fechar a cortina St.2
Df_gen[0].9	Endereço onde é guardado o estado dessa etapa. %MW1225.9
REARME	Botão externo que permite “atualizar/refrescar/rearmar” o programa

Para identificar se as variáveis existentes respondiam de forma correta foi implementado o *ladder* da Figura 34, que provoca a paragem de emergência.

No exemplo do comando manual, apenas é possível que o mesmo se encontre fora do seu suporte quando se pretende utilizar a máquina em modo manual. Nos restantes casos (operação em modo automático e início de funcionamento) é obrigatório que o comando manual esteja no seu suporte, caso contrário é gerada uma paragem de emergência.



Figura 34 - Teste a variável de emergência 1225.9.

Foram realizados testes para identificar as variáveis associadas a cada estado de sensor, pois não existia informação, o que acabou por ser um trabalho que requereu algum tempo, uma vez que existem quase 1500 variáveis.

Na Tabela 8 estão demonstrados os resultados obtidos no teste as emergências.

Tabela 8 - Demonstração de resultados feito às variáveis de emergência.

Emergência	Ei	Ef	Endereço	Maq. Parou?	Obs
Botoneira	1	0	%I1.5\0.0.3	Sim	---
Cortina1	1	0	%I1.4\0.0.1	Sim	Passa a 0 quando a cortina fecha
Cortina2	1	0	%I2.1\0.0.1	Sim	Passa a 0 quando a cortina fecha
Regulação	0	1	%I1.3\0.0.3	Sim	---
Barreira Fotoelétrica 1	1	0	%I2.2\0.0.0	Sim	---
Barreira Fotoelétrica 2	1	0	%I2.2\0.0.1	Sim	---
Porta1	1	0	%I1.5\0.0.0	Sim	---
Porta2	1	0	%I1.5\0.0.1	Sim	---
Suporte robot	1	0	%I2.4\0.0.2	Sim	Passa a 0 quando se retira o controlador do robot
Emergência Ativada	1	0	%I1.1\0.0.0	Sim	Só passa a 0 quando é premido a botoneira de emergência

6.2.3 Solução encontrada e implementada

Após ter sido feita a análise do *ladder* existente e o projeto *Vijeo Designer* daquela linha verificou-se que os endereços de memória onde deveriam ser alocados os erros ou estavam incorretos ou não existiam no ficheiro do *Vijeo Designer*. Poderá ter acontecido devido aos *backups* sucessivos e alterações de programas que se fazem na linha, ou então por lapso do programador. Uma das soluções para este defeito passou por reescrever todas as mensagens de emergência nos endereços de memória corretos e criar variáveis novas para as mensagens inexistentes.

Outro dos aspetos que teve de ser alterado foi: no HMI existem 2 linhas onde pode ser feita a visualização rápida de erros. Sempre que acontecia uma paragem de emergência, se o endereço de memória coincidia com o do *Vijeo Designer*, a mensagem de erro/alerta seria impressa no HMI, mas juntamente com essa era impresso um aviso de emergência geral e de corte de energia pneumática. As mensagens iriam sobrepor-se e tornar o sistema ainda mais confuso.

A última solução implementada neste contexto foi anular algumas das mensagens e tratar por emergência aquilo que de facto o era, o resto seriam apenas alertas ou mensagens de erro. Se existe um defeito de emergência, sabe-se desde logo que o ciclo vai ser interrompido e que as seguranças da máquina vão ser todas ativadas. Apenas se deve fazer o foco na emergência e no que a gerou para a sua resolução ser simplificada e imediata.

6.2.4 Conclusões

O sistema é funcional do ponto de vista da garantia de segurança, gerando sempre que necessário paragens de emergência. No entanto como não são identificadas as causas que provocaram essa paragem, torna-se por vezes muito difícil de resolver o problema sem ter que recorrer à equipa de manutenção, o que gera tempos de paragem elevados.

Com a correta identificação das causas do problema, é possível mostrar a mensagem de “Paragem de Emergência”, adicionada do motivo de paragem. Desta forma, é muitas vezes possível solucionar o problema quase instantaneamente, aumentando a produtividade da máquina.

6.3 Ação III: Análise e otimização do “Defeito de pressão 6 bares”

6.3.1 Contexto e descrição do problema

Um outro tipo de paragem que gera uma mensagem genérica é o “Defeito de pressão 6 bares”. A paragem da máquina por esse motivo apresenta as mesmas consequências enunciadas em 6.2, no entanto a dificuldade de saber o que originou a paragem aumenta uma vez que esta pode aparecer agregada à paragem de emergência ou isolada.

Por exemplo: caso alguém entre no interior da *V-Cell* com o ciclo de soldadura a decorrer a emergência será de imediato ativada e será lançada uma paragem de emergência, o que leva a um corte do circuito pneumático que por sua vez causa o defeito de pressão 6 bares.

A primeira melhoria a realizar é diferenciar uma paragem de emergência, de um defeito pneumático. Como segunda melhoria pretende-se identificar a causa do problema que origina um defeito pneumático, uma vez que o sistema apenas gera uma mensagem genérica de erro “Defeito de pressão 6 bares”. Atendendo a que o sistema é composto por electroválvulas, tubos, ferramentas e acionamentos mecânicos que são alimentados pelo circuito pneumático, torna-se

necessário que seja indicado com pormenor qual o defeito de forma a ajudar a equipa de manutenção.

6.3.2 Monitorização em tempo real e simulação do defeito

À semelhança do ponto 6.2.2. foi necessário provocar os defeitos e investigar os problemas. Foi preciso analisar o circuito pneumático e realizar um levantamento de todos os componentes pneumáticos que, em caso de falha, pudessem provocar paragens de produção, tal como se mostra na Tabela 9. O foco é feito nas principais electroválvulas e para esse levantamento, além de examinar o esquemático do circuito pneumático da *V-Cell* foi analisado em detalhe o *ladder* para descobrir o seu funcionamento e a função de cada um desses componentes.

Tabela 9 - Levantamento das electroválvulas existentes na *V-Cell* [18].

Nome		Endereço	Comentário		Pag.	
Esquema	Ladder		Esquema	Ladder	Esq	Lad
YVPP1-1	YVPP1_1	%q\2.2\0.0.1	Pressure Station1	Active Air post 1	28	36
YVPP1-2	YVPP1_2	%q\2.2\0.0.2	Pressure Station1	Active Air post 1	28	36
YVPP2-1	YVPP2_1	%q\2.3\0.0.1	Pressure Station2	Active Air post 2	29	36
YVPP2-2	YVPP2_2	%q\2.3\0.0.2	Pressure Station2	Active Air post 2	29	36
YVPP3-1	YVPP3_1	%q\1.3\0.0.2	Pressure Robot	Active Air robot	24	36
YVPP3-2	YVPP3_2	%q\1.3\0.0.3	Pressure Robot	Active Air robot	24	37
S_YVPP11 NOK	S_YVPP11	%i\2.2\0.0.2	---	feedback yvpp1-1	28	35
S_YVPP12 NOK	S_YVPP12	%i\2.2\0.0.3	---	feedback yvpp1-2	28	35
S_YVPP21	S_YVPP21	%i\2.3\0.0.2	---	feedback yvpp2-1	29	35
S_YVPP22	S_YVPP22	%i\2.3\0.0.3	---	feedback yvpp2-2	29	35
PRESS1_OK	PRESS_OK	%i\1.2\0.0.2	Pneumatic Pressure Ok	pneumatic pressure 6 bars ok	23	35
CHG_OVER1	YV_CP1	%q\1.5\0.0.0	---	Valve Of Changing Part Station 1	26	36
CHG_OVER2	YV_CP2	%q\1.5\0.0.1	---	Valve Of Changing Part Station 2	26	36
ROBOT BLOWING	YV_BLOWIN G	%q\1.5\0.0.2	---	Command Of Changing Part	26	36

De todos os parâmetros analisados destacam-se os seguintes:

- YVPP – Electroválvulas responsáveis por conduzir o ar para as *stations* e robot;
- S_YVPP – Variáveis internas que informam se existiu comutação das electroválvulas.

Em simultâneo foi criada uma tabela dinâmica (ver Figura 35), implementada no PLC, para verificar a transição de estado quando fosse provocado um defeito. Essa tabela foi essencial para testar o defeito na comutação da electroválvula. Para simular o componente desligado ou avariado apenas se desligou a alimentação, por outro lado o defeito na comutação só foi possível observar "forçando" o estado do sensor (S_YVPP) à 0.

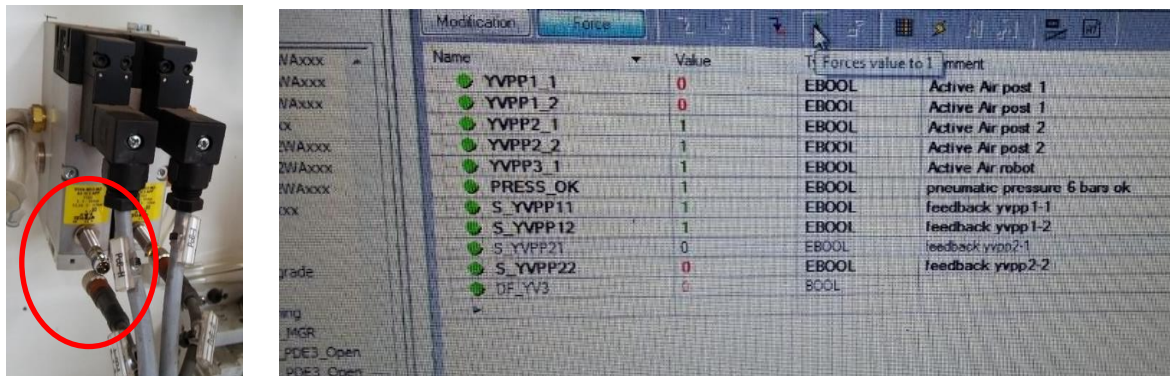


Figura 35 - Simulação de defeito (à esquerda) e tabela dinâmica de teste (à direita).

6.3.3 Solução encontrada e implementada

Para identificar a causa concreta que leva ao defeito pneumático de 6 bares, foi necessário analisar o código *ladder* original (Figura 36) onde se constatou que todas as variáveis (externas e internas) estavam a funcionar, no entanto a sua utilidade era nula já que o encaminhamento era feito para uma variável de erro geral (df_gen[0].1) que por sua vez iria gerar o erro de “defeito de pressão 6 bares”.

A solução passou portanto por começar a utilizar essas variáveis já criadas, só assim, foi possível dizer com precisão qual o componente (electroválvula ou sensor) em erro ou danificado e ainda dizer com precisão de que *station* era proveniente o problema.

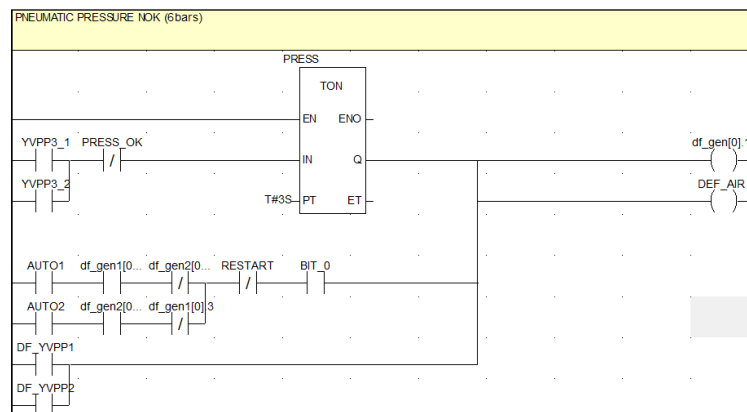


Figura 36 - *Ladder* para o defeito pneumático antes da intervenção.

Atualmente o *ladder* existente é aquele que está na Figura 37. Na implementação desse código houve o cuidado de diferenciar se os defeitos ocorriam na *station1* ou *station2*

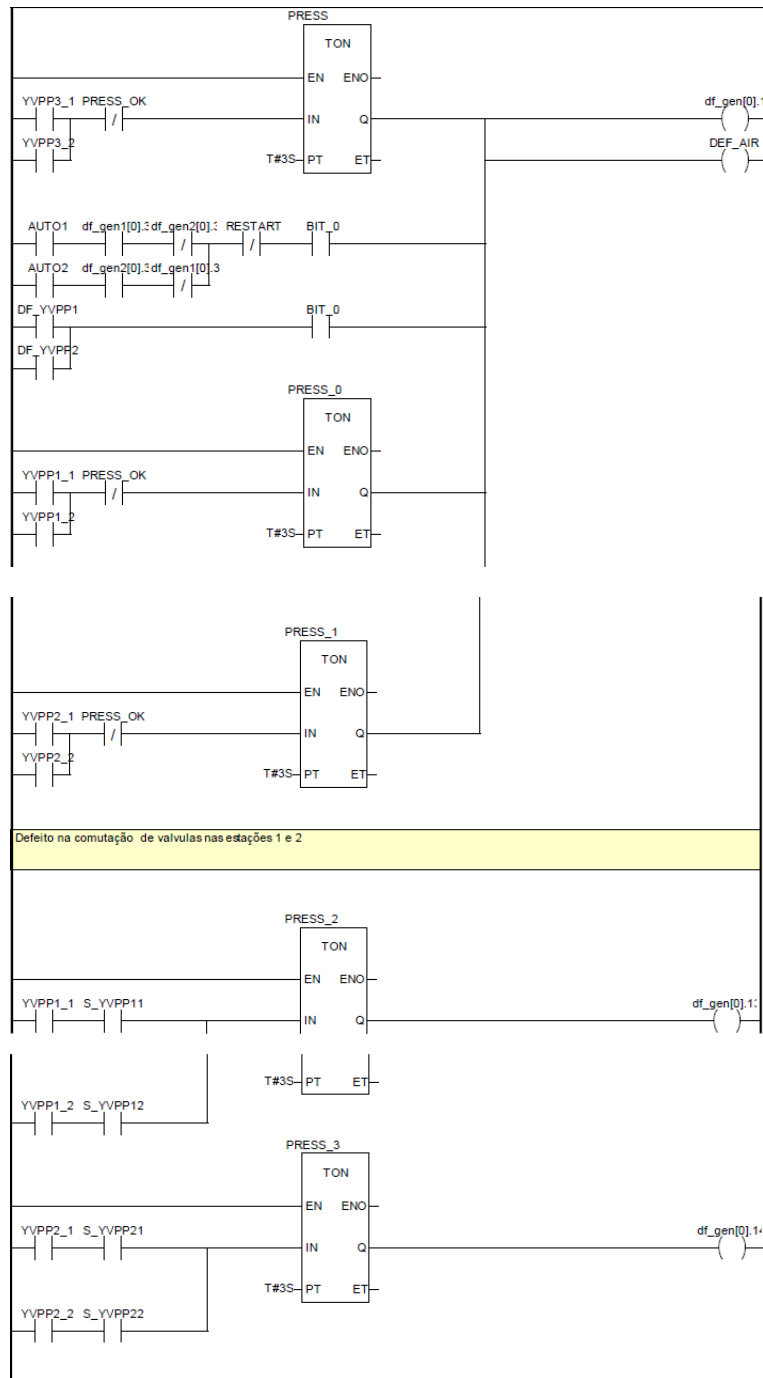


Figura 37 - Ladder do defeito pneumático depois da intervenção.

É visível no *ladder* representado a criação de duas novas variáveis internas (df_gen[0].13 e df_gen[0].14), o primeiro para indicar o defeito na comutação das electroválvulas da *Station1* e o segundo para a *Station2*.

A distinção dos defeitos pneumáticos é essencial, porque pode acontecer uma de duas coisas. Ter um sensor avariado ou poderá haver um defeito pontual que apesar de o sensor ter recebido

o sinal para ativar, este pode não ter comutado. Convém distingui-los, pois um erro pontual pode não justificar a troca de um sensor ou electroválvula. É importante também ter um programa que além de eficiente permita evitar despesas e intervenções desnecessárias. Este exemplo pode ser visualizado na Figura 38.



Figura 38 - Defeito: Sensor pneumático Station 1 NOK (à esquerda), defeito: Defeito comutação do sensor Station 2 (à direita).

A Figura 39 mostra uma paragem de emergência por defeito de pressão. Quando existe débito contínuo na entrada do sistema e caso não se detetem os 6 bares nos reguladores à entrada significa que se está perante uma situação anómala e nesse caso deve-se gerar uma paragem de emergência.

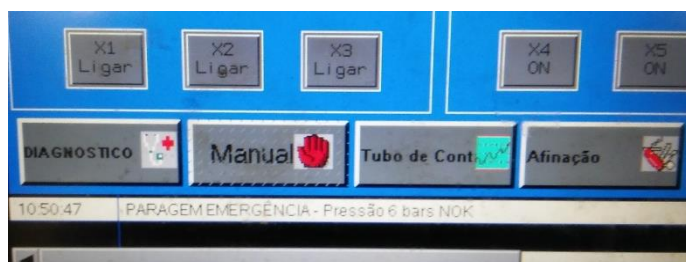


Figura 39 -PARAGEM DE EMERGÊNCIA - Pressão 6 bares NOK.

6.3.4 Conclusões

Tanto no PLC como no HMI existia apenas uma indicação de defeito para todo o circuito de ar. Foi criada uma forma de distinguir um defeito originado por uma paragem de emergência, de uma fuga de ar. Para além disso foram incluídas formas de identificar a origem dos problemas pneumáticos, indicando através de mensagens no HMI a localização ou fonte do problema. Desta forma, torna-se mais fácil, à equipa de manutenção, chegar à origem do problema.

Essa distinção foi conseguida criando novas variáveis tanto no PLC como no HMI e através da reestruturação do *ladder* existente. Assim, dependendo da fonte do problema o técnico irá ter informação visual se o defeito é uma emergência ou pneumático e ainda vai saber com precisão qual a origem da avaria e a sua gravidade.

6.4 Ação IV: Implementação de uma rotina de Manutenção Preventiva – Nível 1 na HMI Magelis

Foi proposto criar uma rotina no HMI de Manutenção Preventiva de Primeiro Nível, para orientar os operadores na realização da mesma, visto que é das funções mais importantes do seu plano de trabalhos.

6.4.1 Contexto e descrição do problema

É importante que exista uma gestão rigorosa relativamente às manutenções preventivas. Por motivação do supervisor na Faurecia surge a oportunidade de realizar no HMI uma rotina de manutenção preventiva em que os resultados serão depois guardados num dispositivo de armazenamento externo e sucintamente analisados por colaboradores competentes para o efeito.

Depois de levar a cabo uma investigação sobre esta temática, lamentavelmente se chega a conclusão que caso o trabalho dos técnicos de manutenção seja elevado e que não haja tempo para praticar as ações de manutenção preventiva estipuladas por semana, as linhas começaram a ter um comportamento caótico. Apesar de ser *standard* não são muitos os operadores que praticam tanto o primeiro nível das manutenções como dos 5S. Existem alturas em que as ferramentas e componentes deixam de ser visíveis pois estão cobertas por projeções de soldadura e de pó que advêm desse processo o que origina:

- Zonas de encaixe com projeções: Impossibilitam o correto encaixe das peças e provocam desvios nos cordões de soldadura que levam a produção de “sucata”;
- Projeções nos sensores: Ou os danificam ou ficam a funcionar mal, provocando também defeitos e “sucatas” no processo da soldadura podendo mesmo em alguns casos prejudicar a integridade física do operador;
- Projeções e sujidade na ferramenta: Permitem o incorreto encaixe das peças levando também a imperfeições, desvios e “sucatas”;
- Posto de trabalho em condições não satisfatórias ou medíocres: Provocam um mau aspeto e à semelhança das peças, sujam também o bom nome de uma empresa

- Micro projeções dificilmente visível a olho nu e apenas removíveis com ferramentas especiais podem fazer com que seja necessário proceder alterações que seriam desnecessárias no programa de soldadura variando as coordenadas por onde o cordão irá passar.
- A falta de manutenção preventiva por tempos elevados: Obriga a que sejam feitas correções por cima de correções e quase se chega a um ponto sem retrocesso tendo que se reimplementar um *backup* original (caso exista) e reajustar todos os encaixes, moldes, sensores e sinais. Este é dos piores cenários levando a linha a parar por tempos excessivos muitas vezes atingindo horas.

6.4.3 Vantagens da implementação da rotina

Mesmo existindo documentação e a manutenção preventiva ser standerizada, é evidente que poder e ter a oportunidade de realizar uma tarefa que não é aquela que os operários mais gostam de fazer, com recurso a tecnologia tátil e ambiente gráfico (HMI) é sempre mais apelativo do que ler os passos necessários para tratar uma ferramenta de um papel.

É por isso que se trabalhou no sentido de criar um ambiente gráfico iterativo e atrativo. Um ambiente que além de ter informação sobre as etapas pudesse também interagir com o utilizador fazendo com que ele responda a uma espécie de questionário.

São três os principais objetivos desta rotina de manutenção preventiva:

- Incentivar os operadores a realizar as instruções de manutenção preventiva de primeiro nível;
- Até à data era difícil determinar que turnos faziam as ações de manutenção, assim irá existir registo e os operadores terão que cumprir essas ações;
- Estabelecer “paretos”, análises, estatísticas e resultados.

Relativamente à maneira como irá ser guardada a informação, foram tidas em conta três soluções. A primeira seria instalar uma impressora na linha e imprimir o formulário gerado. A segunda seria o envio de um email a partir do HMI. Por último e aquele que foi o método adotado foi arquivar a informação toda numa unidade portátil externa (*pen drive*).

6.4.4 Descrição do ambiente gráfico a implementar

A criação de um ambiente gráfico apelativo foi imperativa nesta rotina. O método adotado foi dar a sensação aos operadores que teriam o controlo. Isto passaria por dizer se as ferramentas estavam “OK” ou “NOK” (*Not OK*) e mediante a resposta tomar ações.

O princípio de funcionamento é muito simples, nove perguntas, cada uma com instruções de como proceder e como responder a cada uma das três opções de resposta possível:

- OK – Significa que está tudo conforme, sem ações necessárias a implementar;
- NOK – significa que algo não está como era suposto, ações vão ter de ser tomadas, ou pelos operadores e neste caso a resposta é alterada para OK, ou mais tarde pelos técnicos de manutenção.
- NA – *Not applicable*, isto se for do entendimento do operador que aquela instrução não tem razão de ser ou não se aplica à máquina em questão.

A Figura 40 é a “tela *home*” da Faurecia. Este modelo é standard em todas as linhas JLR. Além disso os cabeçalhos e rodapé fazem-se acompanhar em todos os ambientes gráficos.

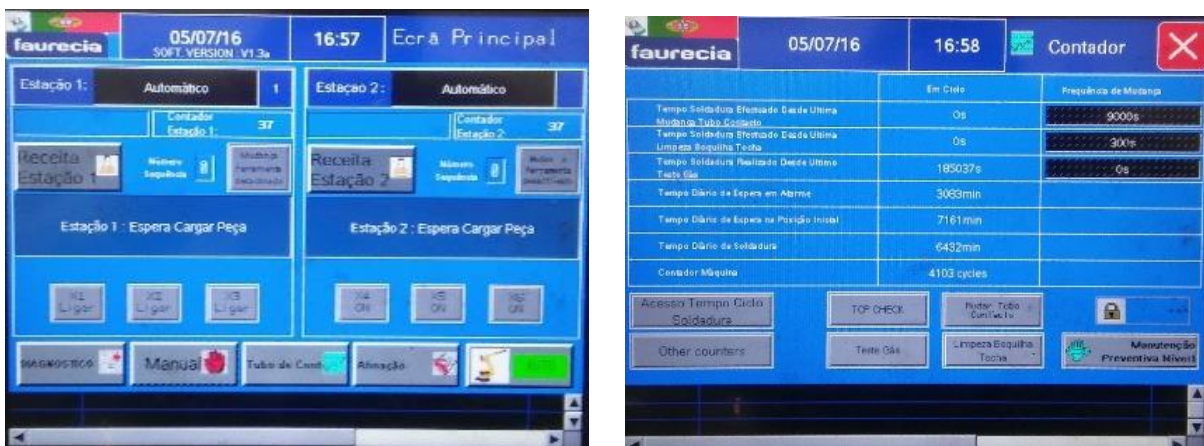


Figura 40 - Tela *home* (à esquerda), tela regulação (à direita).

Na Figura 41 vê-se o cabeçalho com mais detalhe. É uma parte fixa do ambiente gráfico e contém informações para que qualquer pessoa possa ter acesso rápido à data, hora e sub menu em que estão a navegar. Na Tabela 10 pode ser vista a legenda do cabeçalho.

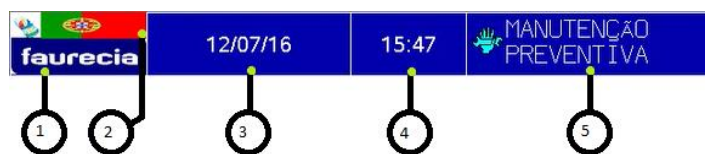


Figura 41 - Cabeçalho geral dos HMI Vijeo na Faurecia.

Tabela 10 - Legenda da figura 41.

Número	Descrição
1	Logotipo da Faurecia
2	Indicação/Seleção do idioma
3	Data
4	Hora
5	Indicação do submenu

Além do cabeçalho o rodapé (Figura 42) também é uma das áreas que contem informações importantes. É aqui que são mostrados todos os erros e alarmes quer do PLC, HMI e defeitos no processo.

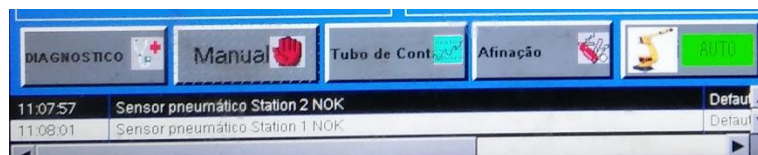


Figura 42 - Rodapé geral dos HMI Vijeo na Faurecia.

A Figura 40 é um submenu, onde se pode ver os tempos mais importantes do processo, nomeadamente: tempos de soldadura desde limpeza de bico, troca de tubo de contacto e teste de gás de soldadura. O botão para iniciar a rotina de manutenção preventiva encontra-se neste menu e esta atualmente bloqueado por palavra passe.

Na Figura 43 é exibida a *pop-up* que surge assim que se carrega no botão para aceder à rotina de manutenção preventiva.



Figura 43 - Pop-up de palavra passe (à esquerda), ecrã inicial da MPN1 (à direita).

Se for introduzida a palavra passe correta, segue-se para a Figura 43, que é a “primeira página” deste ciclo. Nesta janela informa-se os colaboradores das condições de segurança que deverão ter antes de iniciar a manutenção

Apenas Técnicos de manutenção, supervisores ou ME&M *manager* poderão abandonar a rotina assim que esta é iniciada. Esta medida obriga os operadores a completar a manutenção até ao fim.

Na Figura 44 é apresentado o aspeto visual das 3 páginas que contêm informação para responder e a descrição tal e qual como nos standards. Cada uma das etapas da manutenção pode ser analisada na Tabela 13. Para cada instrução são apresentadas as três hipóteses de resposta. Em que apenas uma fica selecionada, consultar o script no anexo F. No fim da página existe uma seta indicadora para continuar. Para ser mais intuitivo as instruções fazem-se acompanhar de imagens para ser visualmente mais fácil perceber o que é necessário fazer.



Figura 44 - Aspeto visual das páginas com ações (à esquerda), aspeto visual das páginas com instruções (à direita).

Na Tabela 11 e Tabela 12 visualiza-se com maior pormenor as instruções adjacentes a cada etapa da manutenção preventiva e as respetivas opções de resposta.

Tabela 11 - Logotipo das ações a desenvolver.






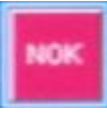
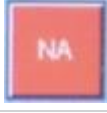
Imagem	Descrição
	Observar – Apenas olhar, sem tocar.
	Tocar – Necessário tocar para verificar algo.
	Limpar – Necessário proceder a ações de limpeza com o material devido.
	Esfregar – Se ações de limpeza não são suficientes, utilizar ferramentas devidas para esfregar antes de limpar.

Tabela 12 - Aspeto visual das opções de resposta quando premidas.

Número	Descrição
	OK – Selecionar caso a ferramenta cumpra os Standards
	Not OK/Não OK – Selecionar caso a ferramenta não cumpra os standards
	Not Aplicable/Não aplicável – Selecionar caso os standards não se apliquem aquela ferramenta.

A Figura 45 representa a última tela que é semelhante às anteriores. As únicas diferenças são o botão de limpeza de tocha, o botão de exit e ainda um *pop-up* caso se pretenda sair da rotina com instruções por responder.



Figura 45 - Implementação de botão para rotina de limpeza de tocha (à esquerda), *pop-up* indicativo de campos não preenchidos (à direita).

As instruções 7 e 8 dizem respeito ao robot de soldadura. Como em processo não produtivo se encontra numa posição tanto de difícil acesso como de difícil visualização, foi implementado um comando para aproximar com segurança o robot até ao operador.

Ao ser premido o botão “*exit*” caso falte responder a alguma instrução é exibida a *pop-up* da figura anterior Para simplificar o processo, ao lado dos leds vermelhos (instruções não respondidas) surge um botão que encaminhará para a instrução que carece de resposta.

Por fim, na Figura 46 encontra-se o aspeto visual da última página da rotina. No centro está o relatório que será gerado.



Figura 46 - Última página com relatório gerado.

Os quatro ícones mais a esquerda encontram-se para já bloqueados por palavra passe. As opções de imprimir e email têm *scripts* já implementados, no entanto é preciso validar e aprovar esta rotina, após isso, será competente o gabinete de informática da Faurecia para remover a segurança através de um tutorial criado, mais informações no capítulo 6.4.4.

Para concluir a rotina basta premir o botão salvar e sair. Nesse momento é feita a transferência para a memória externa e em simultâneo são limpas todas as variáveis de memória, caso contrário ao reiniciar a instrução de manutenção preventiva as opções de resposta estariam já selecionadas.

6.4.5 Informação recolhida com a Manutenção preventiva

As vantagens da realização deste tipo de rotina em formato digital são imensas. Vai ser possível a realização de análises estatísticas, paretos, gráficos, consequências para as ferramentas e meio envolvente do processo de soldadura.

A informação recolhida está descrita na tabela seguinte.

Tabela 13 - Instruções de manutenção preventiva de primeiro nível.

Instrução	Descrição
1	Iluminação do posto a funcionar ?
2	Botões de comando de ciclo e paragem de emergência em bom estado?
3	Pressão de ar comprimido entre os 6/7 bares.
4	Retirar projeções e limpar ferramenta.
5	Verificar a inexistência de folgas na ferramenta. (Com peça montada.)
6	Aplicar spray anti projeções nas zonas críticas e nas zonas de acumulação de projeções.
7	Verificar a ausência de projeções na boquilha e no tubo de contacto existentes na tocha do robot.
8	Remoção das projeções na boquilha e no tubo de contacto.
9	Verificar o nível de líquido de limpeza automática da tocha

Existem imensas vantagens ao praticar desta forma a manutenção preventiva. O acompanhamento será muito mais próximo e real, informação escrita em papel pode a longo prazo perder-se, e além disso quando comparado com o formato digital as desvantagens são imensas.

Apesar de ainda não estar implementado por não ter existido tempo suficiente para ser aprovado, a programação para envio de *email* já está a funcionar. O aspeto do email enviado pela HMI *Magelis* está na Figura 47.

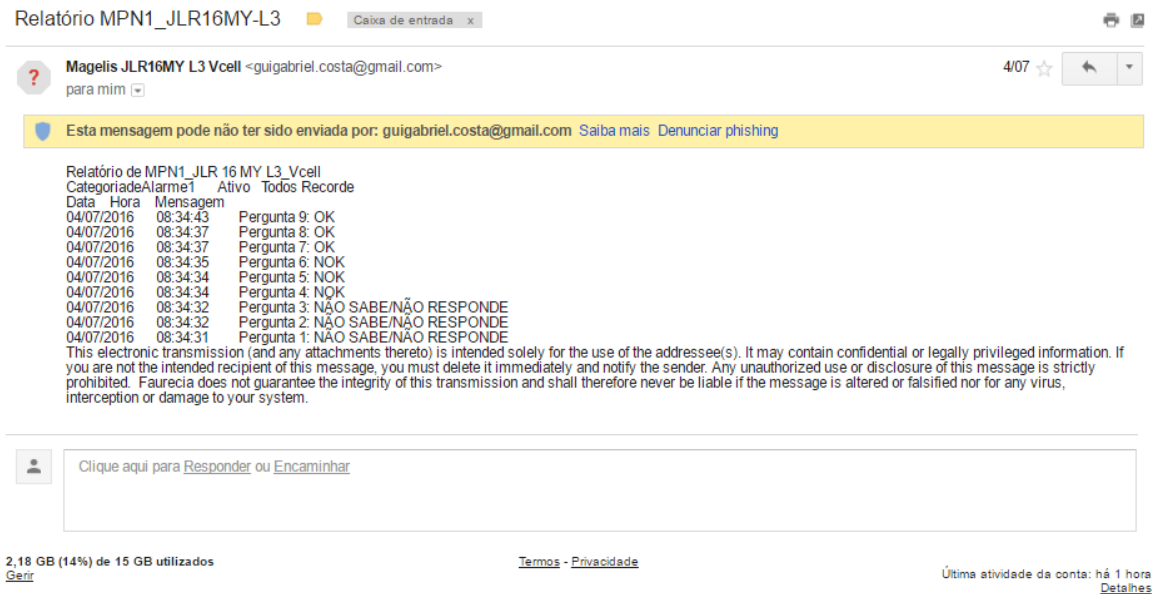


Figura 47 - Email gerado e enviado pelo programa com o relatório da MPN1.

Na Figura 48 pode ser visto um exemplo de como a informação surge ao ser guardada na memória externa do HMI

Relatório_MPN1_JLR16MY-L3 05/07/ 18:52:29

Data	Hora	Mensagem
05/07/2016	18:51:19	Pergunta 1: OK
05/07/2016	18:51:21	Pergunta 2: OK
05/07/2016	18:51:23	Pergunta 3: OK
05/07/2016	18:51:33	Pergunta 4: OK
		Pergunta 5:
05/07/2016	18:51:35	NOK
		Pergunta 6:
05/07/2016	18:51:37	NOK
05/07/2016	18:51:43	Pergunta 7: OK
05/07/2016	18:51:45	Pergunta 8: OK
05/07/2016	18:51:55	Pergunta 9: OK

Figura 48 - Relatório gerado e descarregado na memória externa pelo programa.

6.4.6 Conclusões

Com o intuito de reduzir as paragens da linha e ao mesmo tempo incentivar os operadores a participar nas ações de manutenção preventiva, foi criada uma rotina que proporcionasse aos

seus utilizadores realizar a manutenção de uma forma fácil, periódica, com a resolução imediata dos problemas e que permitisse criar um histórico assim como de acompanhar o comportamento da linha.

Antes desta rotina sempre que um problema era detetado o operador teria de alertar o GAP Leader, este o supervisor e só depois a mensagem chegava ao técnico de manutenção. A mesma informação está a passar por quatro pessoas. A probabilidade da mensagem ser perdida ou alterada é alta.

Outro exemplo prático tem que ver com os constantes acertos que são feitos no processo de soldadura. Caso existam ferramentas limpas e em bom estado o processo de soldadora irá correr fluidamente sem ser necessário fazer quaisquer intervenções.

Por fim, manter o robot de soldadura em bom estado irá reduzir substancialmente os consumos de energia, bicos e tubos de contacto. Reduzindo esses parâmetros, levará ao aumento do tempo de vida das ferramentas visto o desgaste ser menor. É de esperar ainda que manter em bom estado tanto o robot e ferramentas, se reduza o consumo de gastos gerias da linha.

6.5 Ação V: Outras ações

Ao longo do estágio houve oportunidade de acompanhar durante alguns meses o trabalho dos técnicos de manutenção. Isto porque, a linha que funcionou de base para a implementação das medidas trabalhou nos primeiros meses 24 horas por dia, 5 dias por semana, dificultando o trabalho. Aliado a esse constrangimento houve necessidade de usar vários *softwares* apenas acessíveis ao PC da UAP4 que muitas vezes estava ocupado. A privação do PC fez-se sentir, em alguns casos, por períodos prolongados.

Posto isto existiu a vontade e oportunidade de realizar outros projetos que não estando descritos no protocolo se proporcionavam a atingir os objetivos traçados para este estágio.

6.5.1 Criação de níveis de segurança para aceder a vários ambientes gráficos bloqueados a certos utilizadores numa HMI Magelis

As linhas VS20, responsáveis por fornecer o cliente Mercedes, eram problemáticas na medida que periodicamente, não reuniam condições para o início de ciclo e que como consequência conduziam à paragem da linha por períodos elevados e em alguns dos casos à produção de “sucata”.

Isto acontecia porque através do HMI pode ser feita a configuração dos sinais recebidos pelos sensores e a partir daí elaborar receitas e ciclos mediante o seu estado

O grande problema que acontecia em quatro das cinco linhas do VS20 e não se verificava na quinta linha pois tratava-se de um posto de soldadura manual, prendia-se com o facto dos menus de gestão de sinais e receitas estarem desbloqueados, o que permitia a qualquer pessoa com apenas um toque, parar a linha por tempos excessivos.

Nas figuras seguintes, estão representados os menus de configuração e gestão de receitas.

- Na Figura 49 ao alterar o número de sequência, referência ou os valores esperados e lidos, a linha interrompe vários minutos;
- A Figura 49 e Figura 50 correspondem à programação dos ciclos. É muito complicado conseguir configurar esses sinais. No entanto com um toque é possível parar a linha por várias horas.

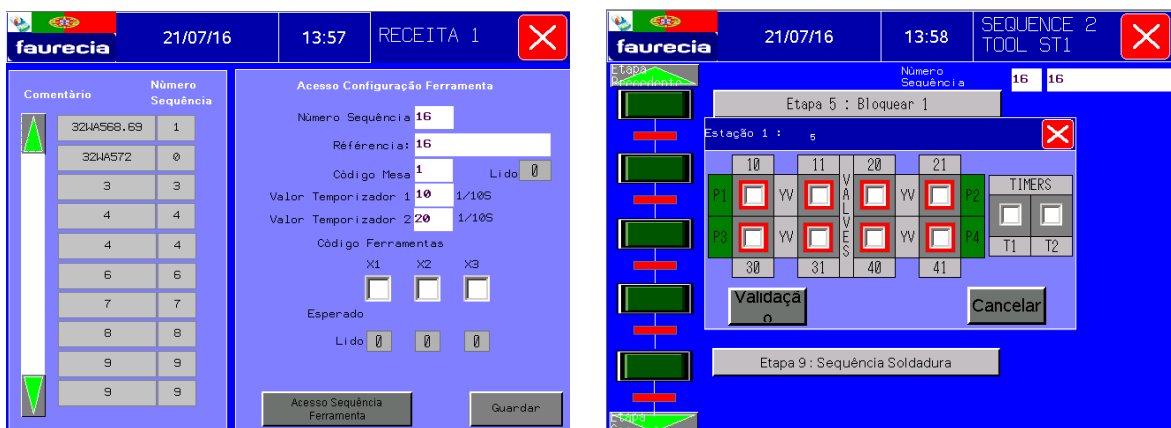


Figura 49 - Menus de configuração de receitas e ferramentas desbloqueados.

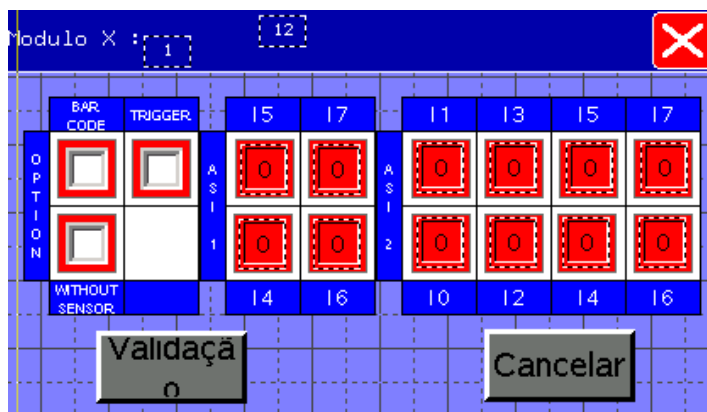


Figura 50 - Menu de configuração de receitas e ferramentas.

Decidiu-se para este caso bloquear todos estes menus com palavra passe a atribuir acesso apenas aos técnicos e *manager* de ME&M.

A otimização foi implementada, mostrando-se funcional e reduzindo bastante as intervenções por este motivo. No entanto de tempos em tempos é necessário alterar de novo a *password* por esta ser descoberta, voltando assim ao problema inicial.

Na Figura 51 é feita uma comparação com o que existia e o que esta atualmente implementado. É visível no canto inferior direito da imagem (à direita) o atalho para desbloqueio da tela.



Figura 51 - Menu de configuração de receitas e ferramentas desbloqueado (à esquerda), menu de configuração de receitas e ferramentas bloqueadas (à direita).

O mesmo procedimento foi adotado, para o menu dos “tempos de limpeza e troca de bico”. Esses tempos são estudados e cada máquina tem as suas características portanto diferem de umas para as outras. Reduzir para tempos inferiores equivale a trabalhar com a linha longe das suas capacidades nominais, obriga a mais interrupções devido as limpezas e trocas de bico e consequentemente menos peças produzidas e um gasto excessivo de consumos gerais da linha. Mas por outro lado aumentar em demasia esses tempos, a máquina estará a funcionar acima das suas capacidades, não efetuando trocas de bicos e limpezas quando deveria o que origina peças defeituosas, “sucatas” e danificação precoce do material (ver Figura 52).



Figura 52 - Configuração do menu "contador" bloqueado e restrito a um certo nível.

6.5.2 Criação de um tutorial

Devido aos problemas supracitados se verificarem em várias linhas foi elaborado um tutorial focalizado em três passos:

- Alterar uma palavra passe;
- Alterar/Atribuir níveis de segurança;
- Criar um ambiente gráfico que suporte inserção de palavras-passe.

Criando assim um documento de suporte para os técnicos de manutenção serem capaz de atuar com sucesso e em tempos aceitáveis aos problemas que se propõe a resolver.

Nesse tutorial é feita a descrição da resolução dos problemas passo-a-passo com o recurso a imagens dos ambientes gráficos, assim como dos *scripts* a implementar para ser possível a segurança dos dados através de palavra-passe.

6.5.3 Acompanhamento dos técnicos de ME&M

No decorrer do estágio e como consequência de nem a linha JLR nem o PC da ME&M UAP4 estarem disponíveis, existiu o acompanhamento dos técnicos de ME&M.

Com este acompanhamento, apoio e troca mútua de ideias, foi mais fácil atingir os objetivos propostos já que existiu a oportunidade de aprender e realizar tarefas que apenas surgem em contexto pratico. Destacam-se as seguintes ações:

- Manutenções preventivas de 2º e 3º nível;
- TPMs;
- Avarias relacionadas com geometria da linha;

- Avarias relacionadas com o robot;
- Problemas de comunicação entre HMI e PLC;
- Ajuste de trajetórias e cabos de soldadura;

6.6 Validação de resultados

O objetivo desta dissertação passa principalmente por reduzir a quantidade de paragens numa *V-Cell* e o tempo de intervenção para as solucionar. Após a elaboração deste trabalho é possível obter algumas conclusões relacionadas com o uso de uma rotina de manutenção preventiva e à otimização feita num HMI.

O problema mais relevante, ao não ter indicação concreta da causa da paragem da máquina é não saber onde intervir. Essa incerteza obriga os técnicos de manutenção a demorarem mais tempo que o necessário a solucionar uma avaria já que não existe uma causa associada ao defeito.

Ao analisar os resultados obtidos ao longo deste trabalho torna-se viável constatar algumas diferenças pertinentes, em relação ao que existia anteriormente.

Esses resultados estão divididos em duas partes que dizem respeito aos dados obtidos antes da implementação na linha (07/01/2016 até 07/04/2016) e depois (08/04/2016 até 11/07/2016).

6.6.1 Paragem de Emergência e Defeito de pressão 6 bares

Para concluir a veracidade das otimizações feitas foram analisados todos os relatórios em igual período antes e depois das implementações. Apesar de serem melhorias distintas foram executadas no mesmo dia (07/04/2016) podendo ser analisadas em conjunto.

As intervenções de manutenção corretiva nas linhas dividem-se em três grupos (Manutenção, Geometria e Soldadura). Para estes dois defeitos apenas importa estar atento às intervenções de manutenção, sendo neste grupo que se inserem os casos estudados.

Na Figura 53 são apresentados os números existentes desde o início deste ano até à implementação das medidas. A conclusão que se chega é que em 58 intervenções naquela célula de soldadura, 28 foram defeitos de manutenção e 5 intervenções estavam diretamente ligados com o defeito de emergência geral e de pressão 6 bares.

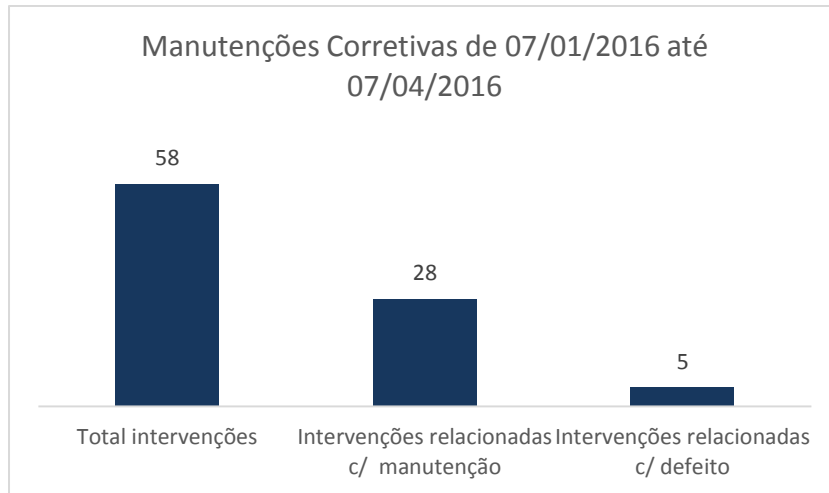


Figura 53 - Análise das manutenções corretivas antes das otimizações implementadas.

Analisando com maior detalhe os relatórios elaborados pelos técnicos de manutenção, Figura 54, verifica-se que as duas paragens foram antecedidas por um defeito pneumático 6 bares. Se o primeiro caso tivesse a indicação real do defeito evitava-se reiniciar a máquina. No segundo caso, a troca de um acessório exige aproximadamente 5 minutos ao invés dos 20 gastos pelo técnico justificados pela necessidade de detetar a localização do defeito. Estas duas ações em simultâneo totalizaram 25 minutos de intervenção e 5 minutos de paragem da linha (menos 2 peças produzidas).

11527	01/03/16	Ma Cortina não funciona	cortina parou a meio e ficou em erro, foi reiniciada a maquina e desapareceu o erro	5	5	C
11661	10/03/16	Ma Cilindro hidráulico danificado	troca do acessorio pneumatico na OP 100 do cilindro que faz proteção à sonda do sub-conjunto	20	0	C

Figura 54 - Relatórios das manutenções corretivas.

Na Figura 55 pelo tempo demorado na resolução do primeiro relatório tratar-se-ia de uma fuga grande, pelo que, não era de todo importante ter o programa funcional. Mas na presença de uma micro fuga, como é normal acontecer, o tempo subiria muito. No segundo a única solução foi o *reset* ao PLC. Com as implementações, tal não seria necessário uma vez que iria surgir no HMI indicação da causa e a localização concreta do defeito. Por sorte a linha encontrava-se em TPM (trabalhos para manutenção), isto quer dizer que no plano de produção estão descontadas as peças que seriam produzidas nas duas horas em que a linha não esteve em funcionamento.

Estes dois defeitos totalizaram 45 minutos de intervenção e 15 minutos de paragem (menos 6 peças produzidas).

11285	09/02/16	Ma	Acessório/Tubo pneumático danificado	NA referencia SCRF na OP80/90 ST3 ferramenta 32WA573 M3 tinha um tubo pneumático furado que alimenta a ferramenta do posicionador de suporte de sonda M12, o que fazia com que não tivesse ar nos cilindros que alimentam as ferramentas de avanço das garras para os suportes de sonda e tubos de pressão, ficou ok.	15	15	C	
11305	11/02/16	Ma	Programa automato bloqueado	Depois de teste na V-cell com outro programa no PLC na hora do almoço, ao carregar o backup feito antes do teste as v-cell pedia para eliminar as falhas no lado Esquerdo tentamos carregar novamente o backup mas sem efeito verificadas as traçabilidade e outros possíveis alterações na magelis, mas só resolveu depois de fazer reset ao automato, tendo depois que escolher o robot fanuc na magelis em afinações e desligada a traçabilidade no lado Direito da V-cell. Ficou ok.	30	0	C	Durante o TPM

Figura 55 - Relatórios das manutenções corretivas.

Na Figura 56 foi necessário colocar a máquina em “modo de afinação”. Este modo é usado para detetar fugas nas ferramentas e corrigir trajetórias do robot, sendo possível ver o ciclo a decorrer, mas sem o processo de soldadura. Só assim foi possível detetar que a anomalia se tratava de uma fuga e qual a sua localização. Esta intervenção demorou 20 minutos e parou a linha por 30, (menos 12 peças produzidas).

11987	08/04/16	Ma	Outros Pneumática	No inicio da produção os posicionadores de sonda não tinham ar para colocação das sondas, foi reiniciada a celula mas sem efeito, foi bridada e desbridada as ferramentas algumas vezes mas sem efeito, depois coloquei os componentes, fechei as ferramentas em manual e coloquei em afinação, aguardei uns segundos e quando voltei a colocar a celula em condições iniciais ja estava operacional e com ar nos balões.	20	30	C	
-------	----------	----	-------------------	---	----	----	---	--

Figura 56- Relatórios das manutenções corretivas.

Em alguns casos os técnicos não dizem o motivo de terem sido chamados, apenas expõem o problema e explicam o trabalho desenvolvido. Para efeitos de análise somente se pode comparar as situações que possam ter surgido a partir dos erros de “defeito de pressão 6 bares” e “paragem de emergência”. Relativamente a elaboração dos relatórios são muito poucos os técnicos que os preenchem e ainda menos aqueles que o fazem de uma forma clara e objetiva. Isto é um aspeto que coloca bastantes dificuldades para a análise de resultados.

Na Figura 57 apresenta-se uma análise detalhada dos tempos despendidos nas 5 intervenções supra citadas. Esta linha é uma das mais novas e das menos problemáticas da UAP4. Se fosse feito este tipo de análise numa outra, haveria mais intervenções para investigar, ver Tabela 14.

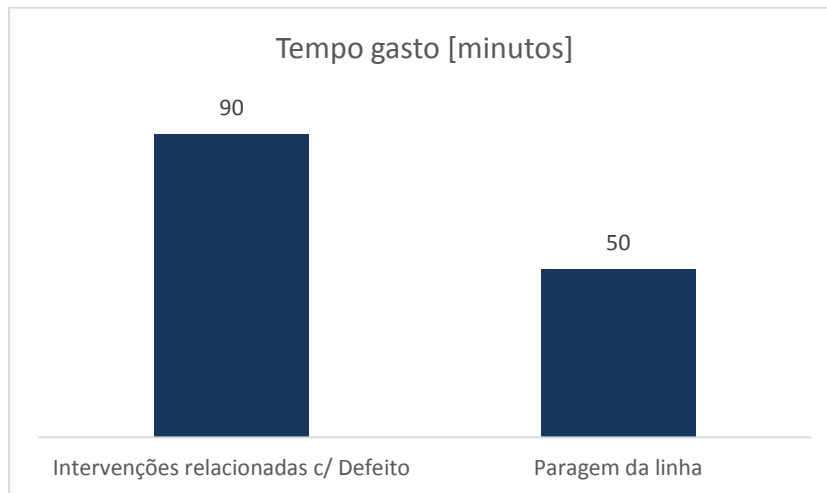


Figura 57 - Tempo gasto com manutenções corretivas.

Tabela 14 - Tempos de paragem nas outras linhas JLR.

Linha	Tempo de paragem da linha [minutos]
JLR 16 MY DOC	3241
JLR 16 MY SCRF DPF	1703
JLR 16 MY L3	1315
JLR 16 MY Subconjuntos	3305

Quando confrontados estes dados com os adquiridos em igual período depois da implementação dos novos programas no PLC e HMI verifica-se na Figura 58 que as intervenções diminuíram, no entanto aquelas relacionadas com os técnicos de manutenção aumentaram.

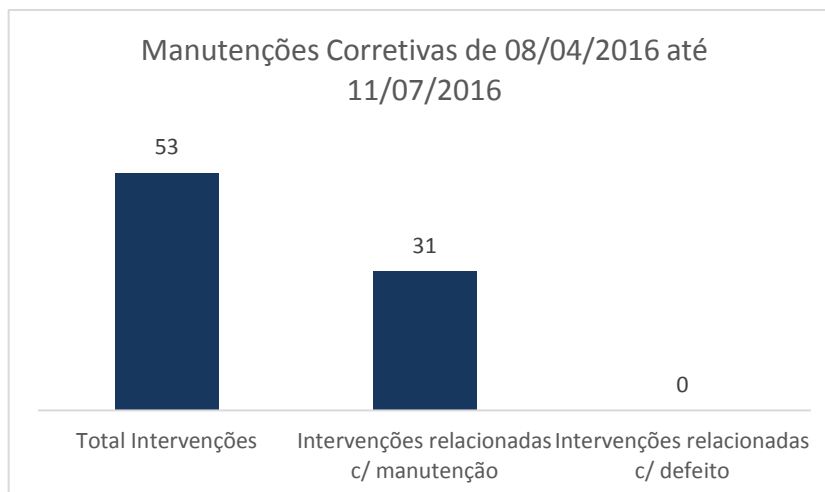


Figura 58 - Análise das manutenções corretivas depois das otimizações implementadas.

Com tendência contrária, a parcela que mais interessava, diminuiu para o valor ideal, zero. Isto quer dizer que as melhorias surtiram efeito. No entanto é importante dizer que o grau de fiabilidade para esta afirmação não é o mais elevado já que esta linha não é muito problemática e as suas horas de funcionamento são inferiores em relação às outras. Existem também problemas recorrentes mas que devido a sua insignificância não justificam a realização de um relatório e devido à sua facilidade de resolução os técnicos de manutenção não reportam.

O *feedback* por parte dos operadores é positivo, afirmam diferenças e alguns deles não sentem a necessidade de chamar a equipa de manutenção quando a máquina para porque atualmente quando é exibido um erro, já é perceptível o que aconteceu ou qual o problema.

6.6.2 Importância da criação de uma rotina de manutenção preventiva

Devido ao tempo limitado e este projeto não ter sido pensado desde o início, foi sim uma ideia e desafio que acabou por surgir por parte do supervisor da Faurecia. Não houve tempo suficiente para implementar a rotina na linha de modo a que pudesse ser aprovada. No entanto ela foi testada e funciona.

Na Figura 59 e Figura 60 é feita a análise dos tempos gastos em manutenções preventivas antes e depois da intervenção na linha. Na Tabela 15 são expostos os tempos totais gastos nas manutenções corretivas e preventivas efetuadas no período do estágio.

Fecha	Fecha por mês	Fecha por semana	NomT	
All	All	All	All	
				Drop Column Fields Here
Linha	DesM			Soma de Tint
☑ Ford V408				540
☑ JLR 16MY DOC				690
☑ JLR L538				2075
☑ JLR16MY SCRF/DPF				1840
☑ JLR16MY SCRF/DPF/DOC	Aparafusadora Shield OP180 / Aparafusadora DOC L2			100
	Estanquicidade final OP170 / Estanquicidade DOC L2			100
	Posto de Soldadura manual EGR			30
	Posto de soldadura manual Shield OP120			30
	V-Cell OP 50/60			1830
	Total			2090
☑ JLR16MY Sub-Conjuntos				1690
Grand Total				8925

Figura 59 - Tempo gasto em manutenção preventiva de Janeiro 2016 até Abril 2016 (tempos dados pelo *software* de gestão).

Fecha	Fecha por mês	Fecha por semana	NomT	
All	All	All	All	
				Drop Column Fields Here
Linha	DesM			Soma de Tint
☑ Ford V408				3475
☑ JLR 16MY DOC				1150
☑ JLR L538				2075
☑ JLR16MY SCRF/DPF				4150
☑ JLR16MY SCRF/DPF/DOC	Aparafusadora Shield OP180 / Aparafusadora DOC L2			100
	Estanquicidade final OP170 / Estanquicidade DOC L2			120
	Estanquicidade intermédia			120
	Posto de Soldadura manual EGR			90
	Posto de soldadura manual Shield OP120			490
	V-Cell OP 50/60			920
	Total			1840
☑ JLR16MY Sub-Conjuntos				2190
Grand Total				14880

Figura 60 - Tempo gasto em manutenção preventiva de Abril 2016 até Junho 2016 (tempos dados pelo *software* de gestão).

Tabela 15 - Análise de Janeiro a Julho das manutenções corretivas e preventivas na *V-Cell* da linha JLR 16 MY L3.

Mês	Min corretivas	Horas	Nº Avarias	Nº Preventivas
Janeiro	265	4,41	10	5
Fevereiro	380	6,33	19	11
Março	805	13,41	21	8
Abril	625	10,41	17	5
Maio	625	10,41	14	5
Junho	1045	17,41	22	4
Julho (até dia 11)	90	1,5	6	0

A duração das manutenções preventivas pode parecer excessiva, no entanto e apesar de só estarem representadas as ações feitas na *V-Cell*, é preciso ter em conta que estão também englobadas as ferramentas e existem cerca de 20. Uma manutenção preventiva a uma ferramenta demora cerca de 100 minutos. Para tratar apenas essas 20 ferramentas num mês são necessários 2000 minutos, sem contabilizar as ações de manutenção no interior da *V-Cell* (robot, mesas, sistemas de limpeza, guias, cabos, quadros elétricos, entre outros).

Quando comparado com os 1830 minutos que surgem no período compreendido entre 07 de Janeiro a 07 de Abril este tempo revela-se aquém das expectativas. O cenário agrava-se no segundo período de análise que totalizaram apenas 920 minutos. As consequências dessas ações podem ser visualizadas na Figura 61.



Figura 61 - Gráfico comparativo da Manutenção preventiva VS Manutenção corretiva.

Torna-se visível neste gráfico que quando se reduzem as manutenções preventivas há um aumento nas corretivas. Posto isto, podem ser retiradas várias colusões. Se forem cumpridos durante vários meses os objetivos mínimos de manutenções preventivas, poderão admitir-se quebras nos objetivos do mês seguinte. No entanto o inverso também acontece e neste caso pode ser caótico. Julho é exemplo disso, desde Abril que as preventivas têm vindo a decrescer e as corretivas têm aumentado muito. Julho, por estar incompleto não entra nas estatísticas mas até ao dia 11 havia já registo de 6 corretivas e 0 preventivas.

Fevereiro foi um mês atípico, já que a fábrica recebeu algumas reclamações e fez com que o cliente (Jaguar Land Rover) estivesse bastante tempo presente pessoalmente na linha de produção. Tendo originado paragens em maior número de modo a conseguir solucionar todos os problemas alvo de reclamações.

O mês com o menor número de avarias foi Janeiro que contabilizou 4,41 horas. Isto equivale a meio turno perdido, um decréscimo na produção de cerca de 275 produtos finais e vários camiões retidos na fábrica.

Em suma, conclui-se que a rotina de manutenção preventiva poderá fazer a diferença.

7 Conclusões e Trabalhos Futuros

Da presente dissertação, advém, como principais contribuições: a redução de paragens nas linhas de soldadura assim como dos tempos associados à correção do defeito e a elaboração de uma rotina de manutenção preventiva de Nível 1 e de boas práticas a ter na sua realização.

Atendendo a todo o trabalho de investigação realizado, concluiu-se que a existência de uma deficiente manutenção dos aparelhos aliados aos erros de programação dos equipamentos da linha, nomeadamente, HMI e PLC, é na maioria dos casos, a causa dos problemas.

Os objetivos foram amplamente conseguidos. Devido ao incentivo dado aos operadores na realização das manutenções preventivas, assim como das medidas implementadas, a quantidade de paragens relacionados com os defeitos propostos a resolver (defeito geral de emergência e defeito de pressão 6 bares) passaram de 5 antes das otimizações para 0 em igual período. Diminuindo os tempos de paragem em 50 minutos. Para incentivar os operadores a participar nessas ações de manutenção, foi criado um ambiente gráfico intuitivo e bastante focado nas ferramentas e equipamentos da *V-Cell*. Assim, é pressuposto começar a cumprir-se um plano.

Respeitando o plano de manutenção, os trabalhos deverão, portanto, respeitar a sequência de ações sugeridas, pelo que os operadores iniciarão o seu trabalho num ponto específico da *V-Cell*, prosseguindo ao longo da mesma, de um modo cíclico. Só assim, se garante o correto funcionamento da máquina.

De uma forma geral, este trabalho foi conseguido na medida que foram adquiridos conhecimentos no que diz respeito à programação de diferentes tipos de equipamentos, na interação com diferentes ferramentas de desenvolvimento de programação, e nos protocolos de comunicação utilizados em ambiente industrial. Como tal, pode-se afirmar com alguma clareza que os resultados foram bastante satisfatórios. No entanto é importante referir alguns fatores que dificultaram este estágio. Os principais problemas foram: períodos excessivos de indisponibilidade da linha e equipamentos necessários para trabalhar, nomeadamente PC e *softwares*, a deslocação da linha para a nova fabrica e o período de funcionamento da mesma ter reduzido de 3 para 1 turno diário.

Relativamente a trabalhos futuros, é expeável que exista um contínuo desenvolvimento deste código e a sua aplicação noutras linhas da fábrica. Destacam-se algumas melhorias que ainda podem ser feitas fruto da investigação e do trabalho desenvolvido na linha:

- Implementação da rotina de manutenção preventiva em toda a fábrica;
- Implementação do código para tratar os defeitos pneumáticos e de emergência em toda a fábrica;
- Otimização dos ambientes gráficos no HMI visto muitas delas conterem erros ortográficos, estarem incompletos em alguns idiomas e mal dimensionados e estruturados;
- Implementação de rotinas de segurança para condicionar o acesso aos operadores em alguns ambientes gráficos.

Em jeito de conclusão este estágio foi muito enriquecedor e são evidentes as diferenças entre o mundo académico e o mundo profissional e industrial. Pode afirmar-se com toda a certeza que foi notável o crescimento enquanto pessoa e enquanto Engenheiro.

Referências Bibliográficas

- [1] Ferreira, A. (2016). *Exportação de componentes de automóveis acelera em 2016. Em janeiro foram €584 milhões*. Acedido em 01 de Abril de 2016, no Web site do: Expresso: <http://expresso.sapo.pt/economia/2016-03-17-Exportacao-de-componentes-de-automoveis-acelera-em-2016.-Em-janeiro-foram-584-milhoes>
- [2] Romano, V. (2002). *Soldagem Robotizada*. 1ª edição, Editora Edgard blücher.
- [3] Pires, J. Norberto, Loureiro, Altino, Böllmsjo, Gunnar (2006). *Welding Robots: Technology, Systems issues and applications*. Springer. London.
- [4] Felipe de Souza, J. *Automação Industrial e Robotica*. Acedido em 10 de Abril de 2016, no Web site da: Universidade da Beira Interior: http://webx.ubi.pt/~felippe/texts3/autom_ind_cap1.pdf
- [5] Fanuc (2016). *Product Overview*. Acedido em 17 de Abril de 2016, em : <http://www.fanuc.eu/uk/en>
- [6] KUKA (2016). *Company presentation 2016*. Acedido em 20 de Novembro de 2016, em: <https://www.kuka.com/en-de/press/media-library>
- [7] Dias Antunes, (2015). *Programação de robôs industriais em operações de maquinagem*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica - Ramo de Automação - Universidade do Porto, Porto.
- [8] International Federation of Robotics (2016). *Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots*. Acedido em 20 de Novembro de 2016, em: <http://ifr.org/>
- [9] ABB (2016). *Robotics*. Acedido em 20 de Novembro de 2016, em: <http://new.abb.com/>
- [10] FANUC (2016). *Robots*. Acedido em 20 de Novembro de 2016, em: <http://www.fanuc.eu/uk/en>
- [11] MOTOMAN (2016). *Robots*. Acedido em 20 de Novembro de 2016, em: <https://www.motoman.com/>
- [12] BERUF (2016). *Robotica Industrial*. Acedido em 20 de Novembro de 2016, em: <http://www.beruf.com.br/>
- [13] FAURECIA (2016). *About us*. Acedido em 2 de Fevereiro de 2016, em: <http://www.faurecia.com/en>
- [14] 2016. *Faurecia Group Presentation March 2016*. Faurecia, .Paris
- [15] 2016. *FECT Presentation 2016*. Faurecia, Paris
- [16] Schneider Electric (2016). *Processor Data sheet*. Acedido em 14 de Maio de 2016, em: <http://www.schneider-electric.com/b2b/en/products/automation-and-control.jsp>

- [17] Controle e automação industrial (2013). *Linguagem de programação Ladder*. Acedido em 20 de Maio de 2016, em: <http://controleeautomacaoindustrial3.blogspot.pt/2013/07/aula-04-linguagem-de-programacao-ladder.html>
- [18] FECT Bragança (2015), *Electric V-Cell Drwaing*. Faurecia Sistemas de Escape Bragança
- [19] Tremonti, M. *Incorporar a Robótica Aplicada a Soldagem: As questões organizaconais para se obter sucesso*. Acedido em 21 de Maio de 2016, no Web site da: Faculdade de Tecnologia de São Paulo: <http://bt.fatecsp.br/>
- [20] Abreu, P. (2001). *Robótica Industrial, Aplicações industriais de robos*. Tese de Mestrado em Auromação, Instrumentação e Controlo - Universidade do Porto, Porto.
- [21] 2015. *Faurecia Group Presentation March 2015*. Faurecia, .Paris
- [22] R. Alexis. (2012). *Etude des possibles réductions de coût dans la conception du collecteur du BMW N20*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica - Ramo de Opções Energéticas Industriais - Institute National des Sciences Appliquées de Strasbourg, Strasbourg.
- [23] G. Pierre. (2014). *Implantation et amélioration continue de lignes*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica - Ramo de Sistemas de produção - Institute National des Sciences Appliquées de Strasbourg, Strasbourg.
- [24] Xavier. (2006). *Transition industriel_serie sur le projet audi au716*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica - Institute National des Sciences Appliquées de Strasbourg, Strasbourg.
- [25] Cecilia, M. S. S. (2008). *A Comunicação Interna na empresa Faurecia*. Tese de Mestrado em Ciências da comunicação - Especialização em Publicidade & Relações Públicas - Universidade do Minho, Braga
- [26] Espírito Santo. Maria. (2005). *Eficiência do Sistema de Produção – Linha Modelo*. Relatório de estágio da Licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial - Universidade do Porto, Porto.
- [27] Monteiro da Rocha, José. (2007). *Eficiência do Sistema de Produção*. Relatório de estágio da Licenciatura em Gestão e Engenharia Industrial - Universidade do Porto, Porto.
- [28] Bonifacio, Antonio. (). *Otimizações Técnico-Processuais em Máquinas de Papel - Estágio na Soporcel SA*. Tese de Mestrado em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.
- [29] Fresco Iglesias, Adrian. (2015). *Control de una impresora de etiquetas mediante HMI*. Tese de Mestrado em Engenharia de Automação e Informática Industrial - Universidade de Oviedo. Asturias.
- [30] Schneider Electric (2015). *Reference manual PL7 Micro/Junior/Pro Detailed description of Instructions and Functions*. Acedido em 04 de Fevereiro de 2016, em: <http://www.schneider-electric.com/ww/en/>

- [31] Schneider Electric (2008). *Centro de formação*. Acedido em 04 de Fevereiro d 2016, em: <http://www.schneiderelectric.pt>
- [32] SMAR Automação Industrial (2009). *Tutorial sobre a tecnologia ASi*. Acedido em 10 de Janeiro de 2016, em: <http://www.smar.com/brasil/asi>
- [33] Schneider Electric. (2007). *Redes de Comunicação Industrial*. Acedido em 04 de Fevereiro de 2016 em : <http://www.schneiderelectric.pt>
- [34] Schneider Electric. (2010). *Vijeo Designer Manual de formación*. Acedido em 14 de Maio de 2016, em: <http://www.schneider-electric.es/es/>
- [35] Schneider Electric. (10). *Unity Pro Program Languages and Structure Reference Manual*. Acedido em 14 de Maio de 2016, em: <http://www.schneider-electric.com/ww/en/>
- [36] Vinagre, André. (2016). *Indústria automóvel prevê crescimento modesto para 2016*. Acedido em 24 de Junho de 2016 no Web site do: Jornal de Negócios: http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/automovel/detalhe/industria_automovel_preve_crescimento_modesto_para_2016.html

Anexos

Anexo A Graficets usados

Anexo A.1 Cycle 1

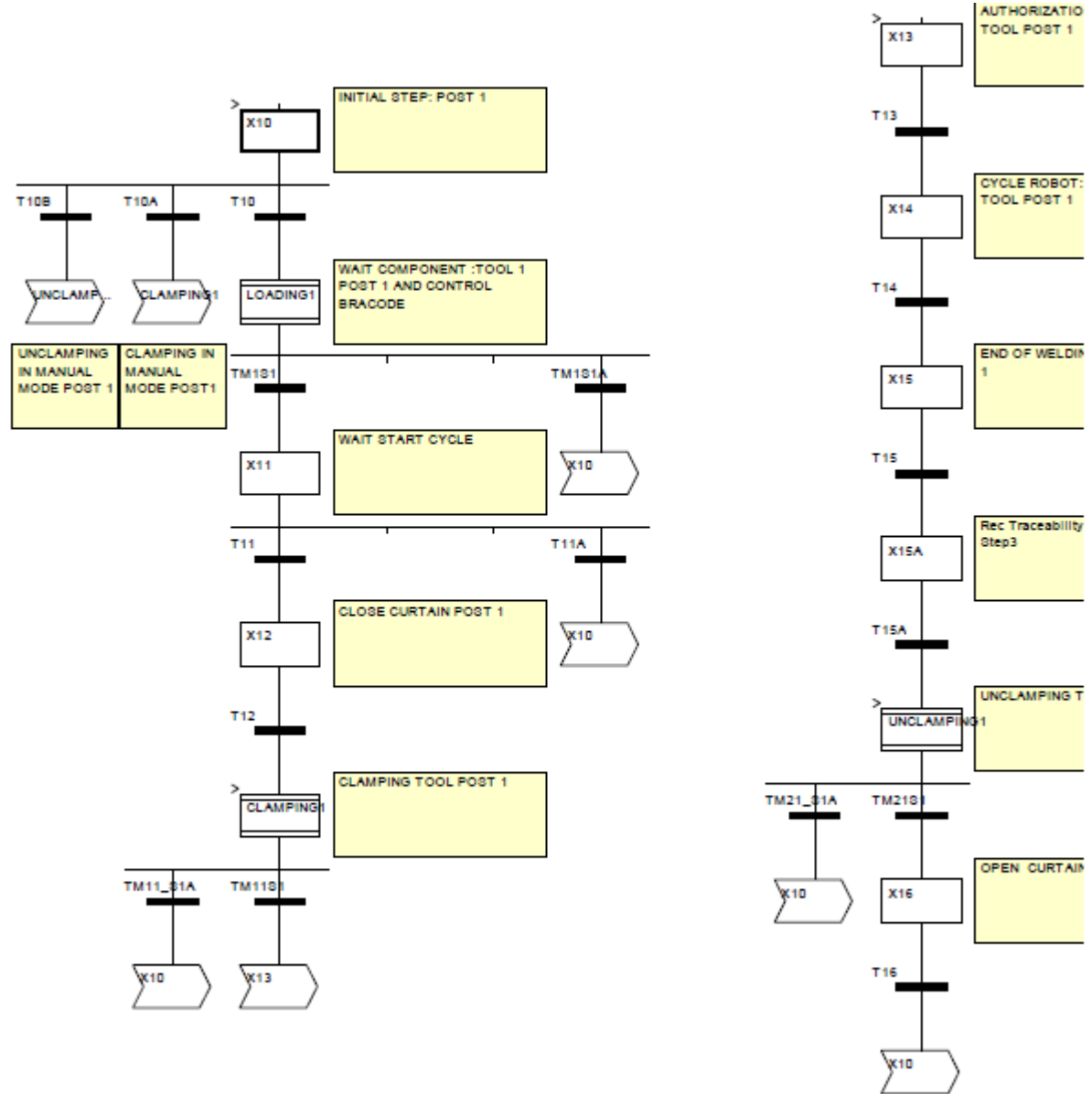


tabela A. 1 - Graficet cycle.

Anexo A.2 Loading 1 and Init_Rob

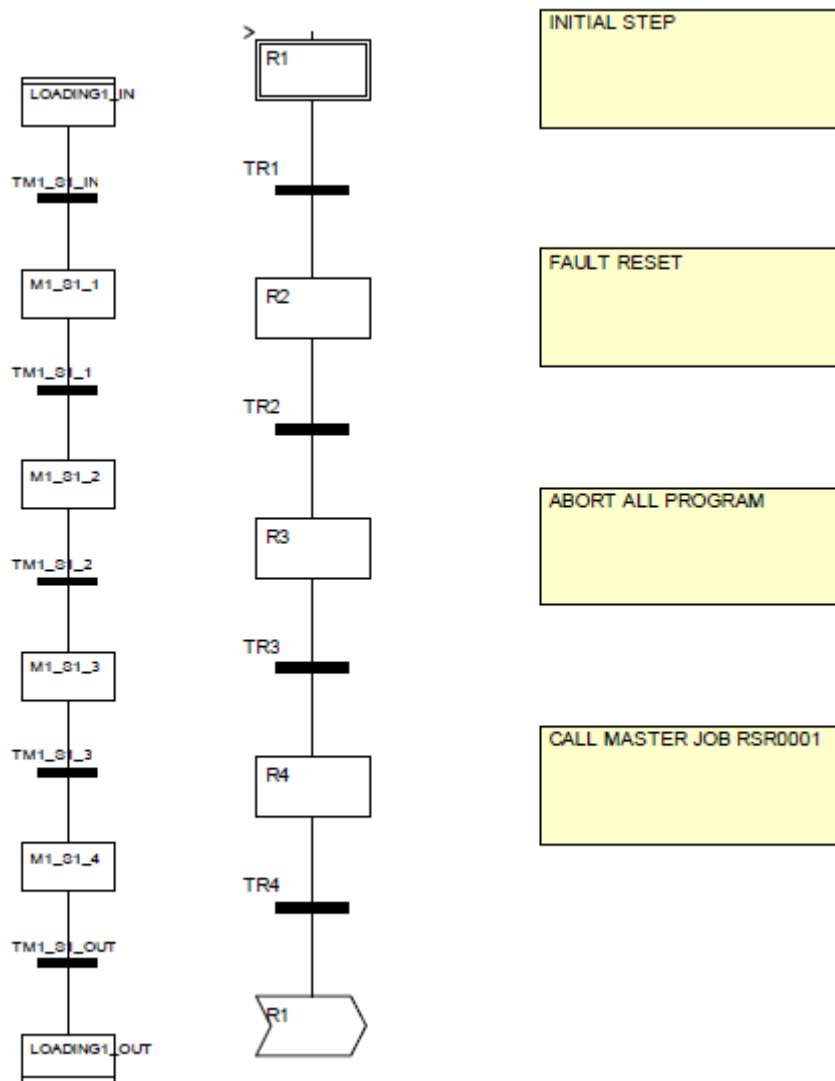


Figura A. 2 - Grafcet loading (à esquerda), grafcet Ini_rob (à direita).

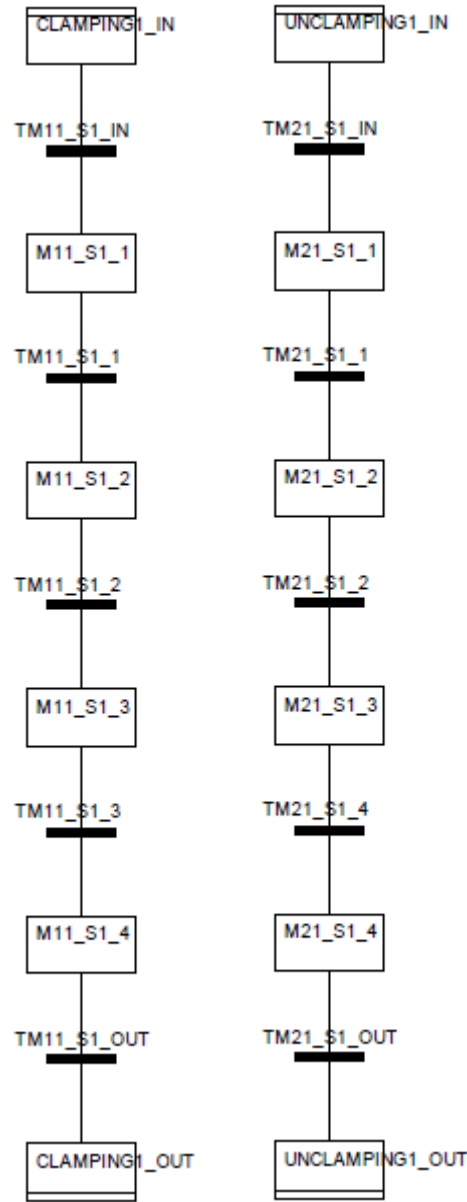
Anexo A.3 Clamping 1 and Unclamping

Figura A. 3 - Grafcet clamping (à esquerda), grafcet unclamping (à direita).

Anexo A.4 Change_tip

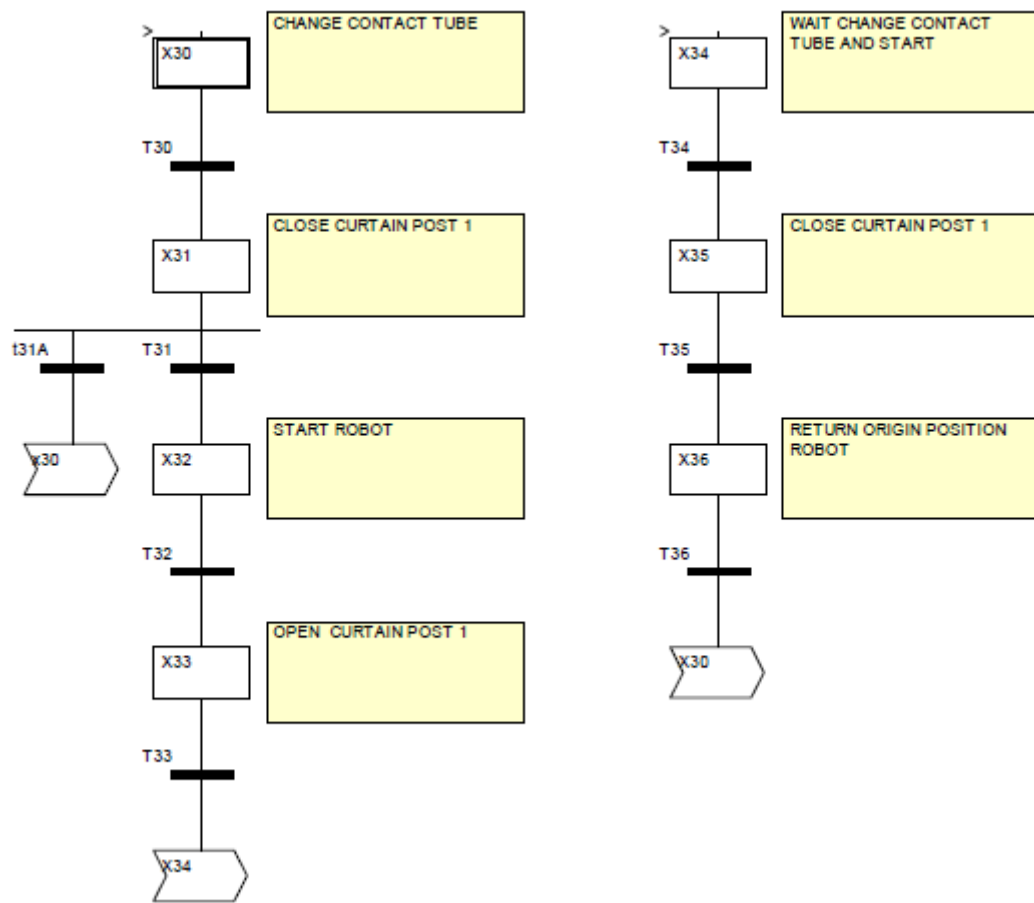
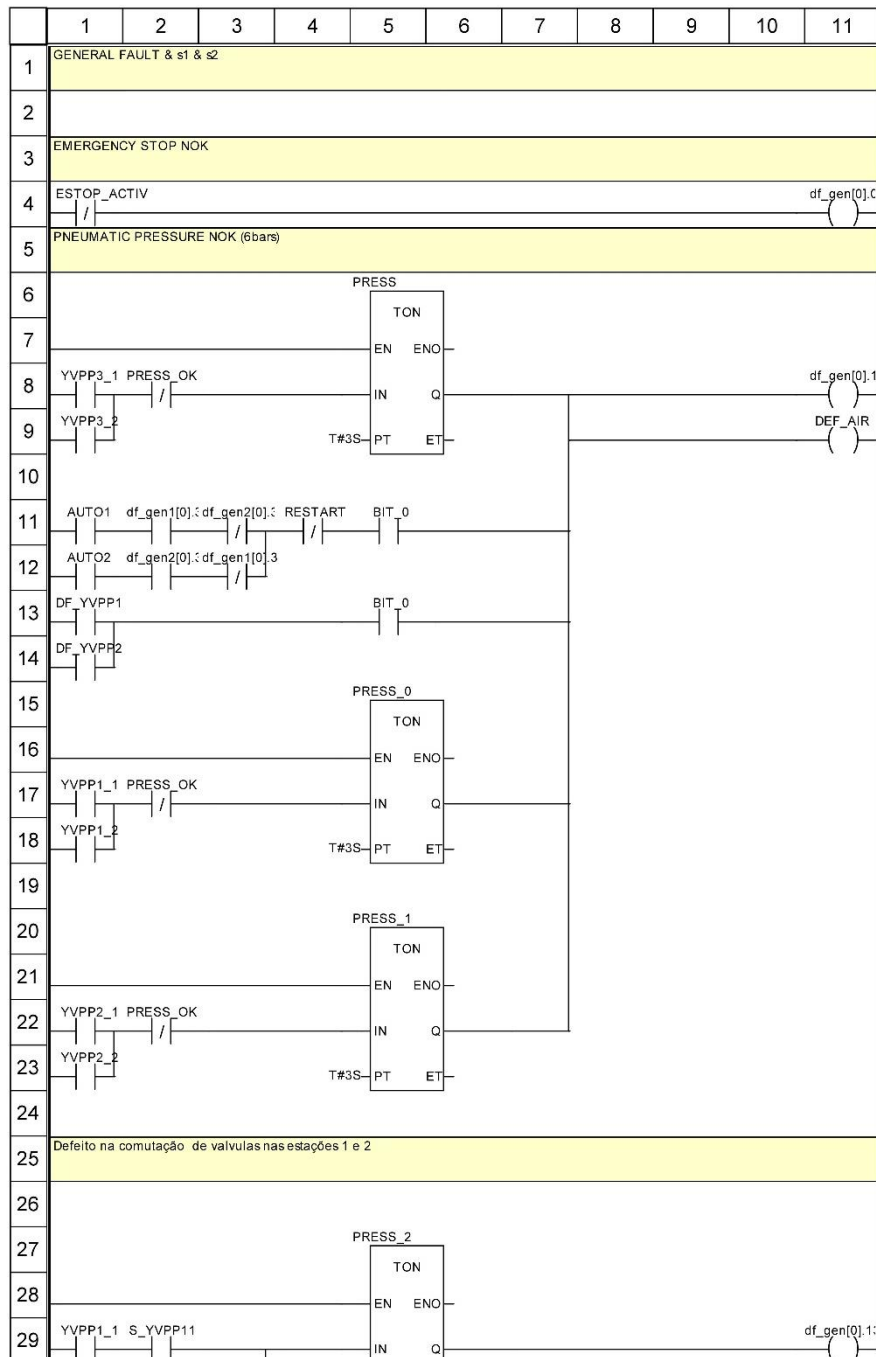


Figura A. 4 - Grafcet change_tip.

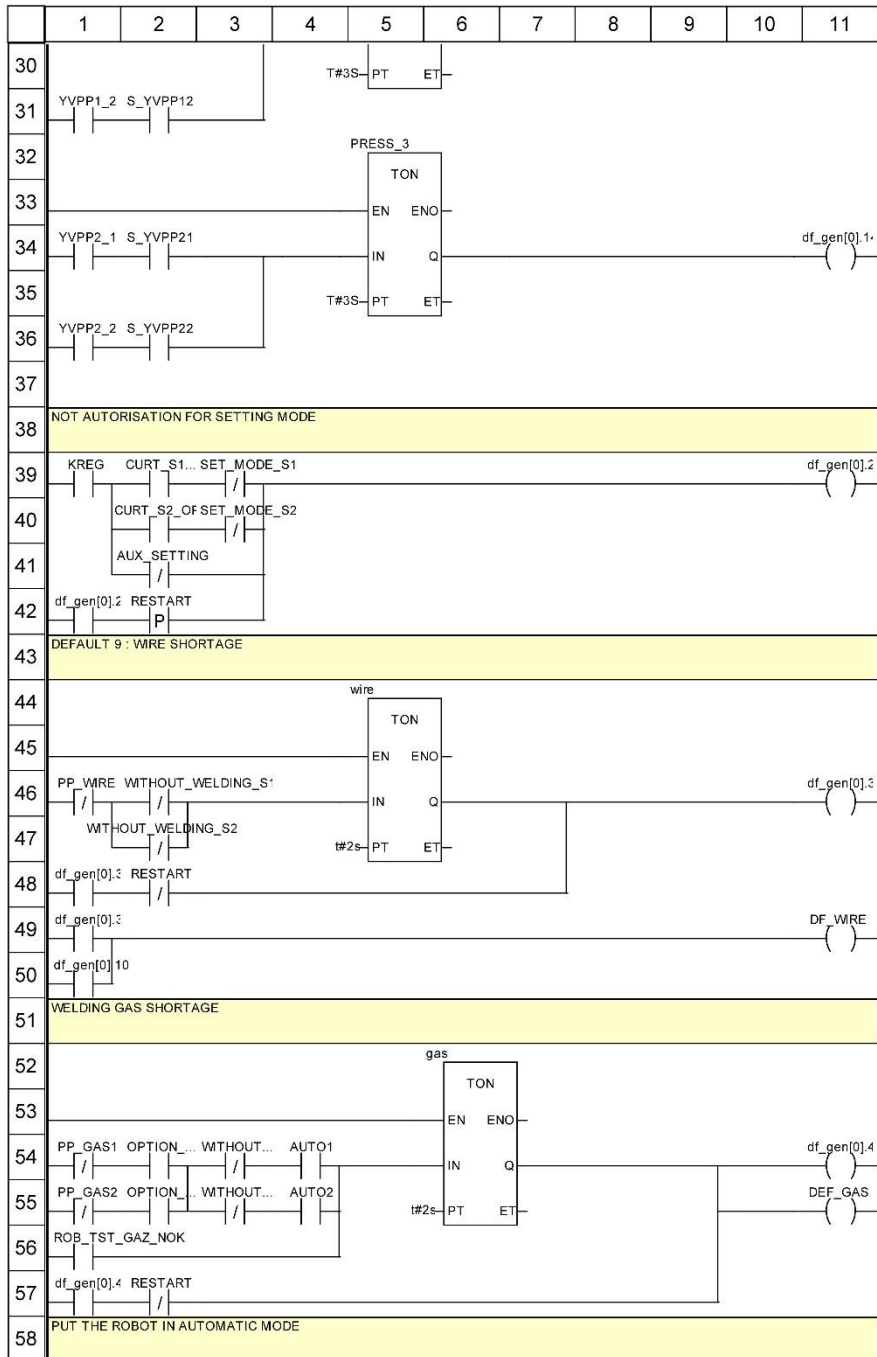
Anexo B Ladders usados

Anexo B.1 Fault_gen

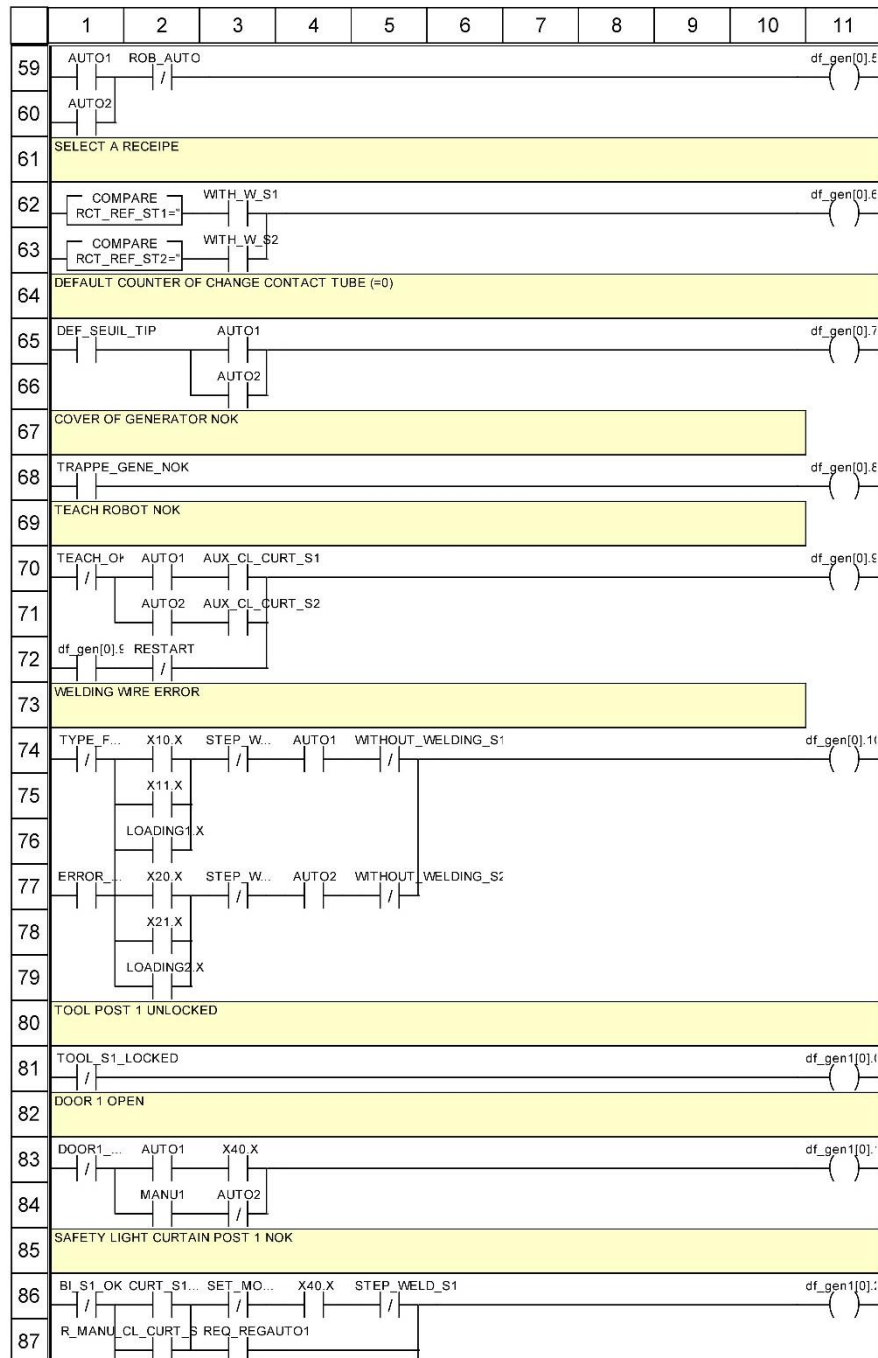
Fault_gen



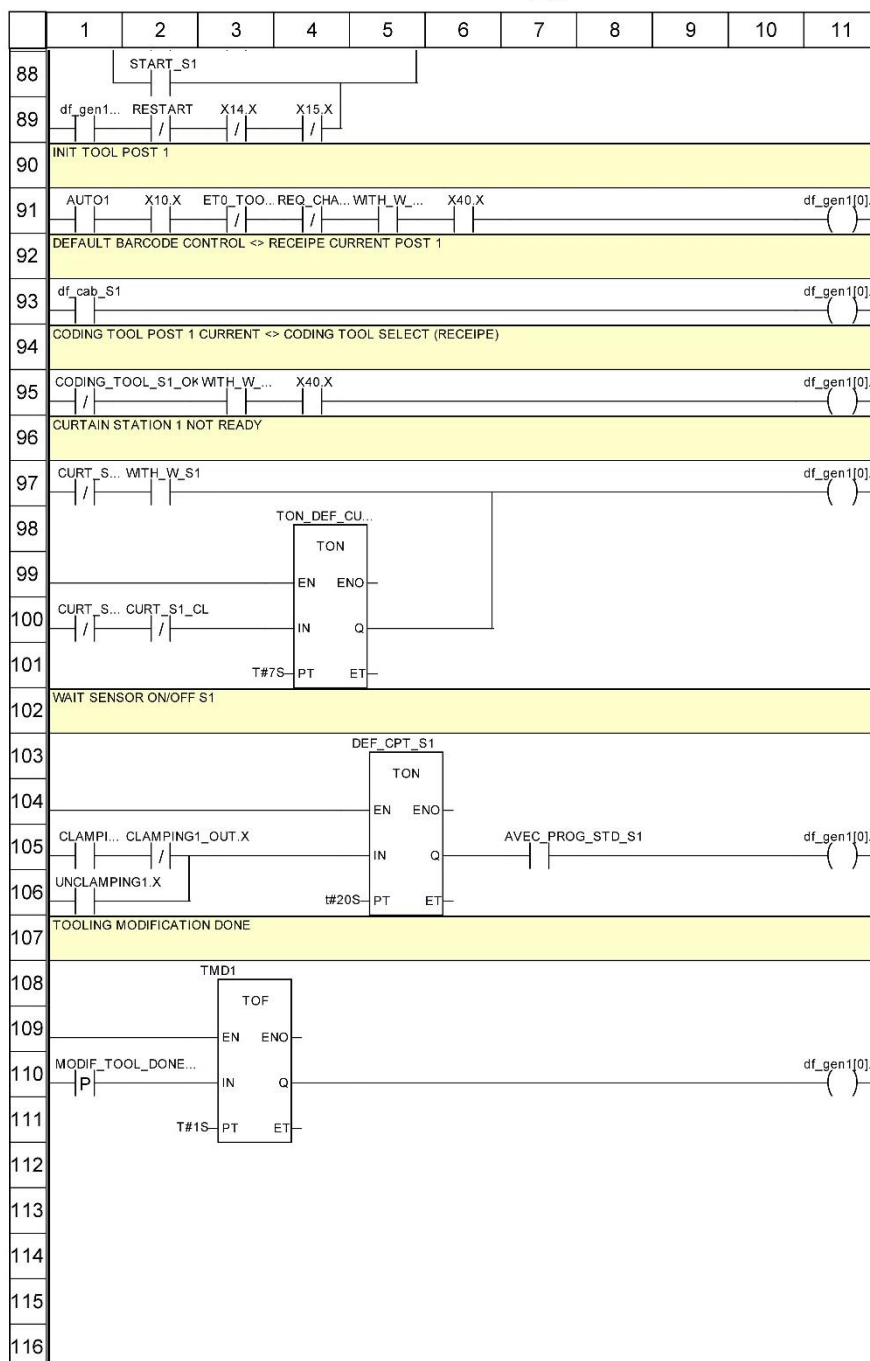
Fault_gen



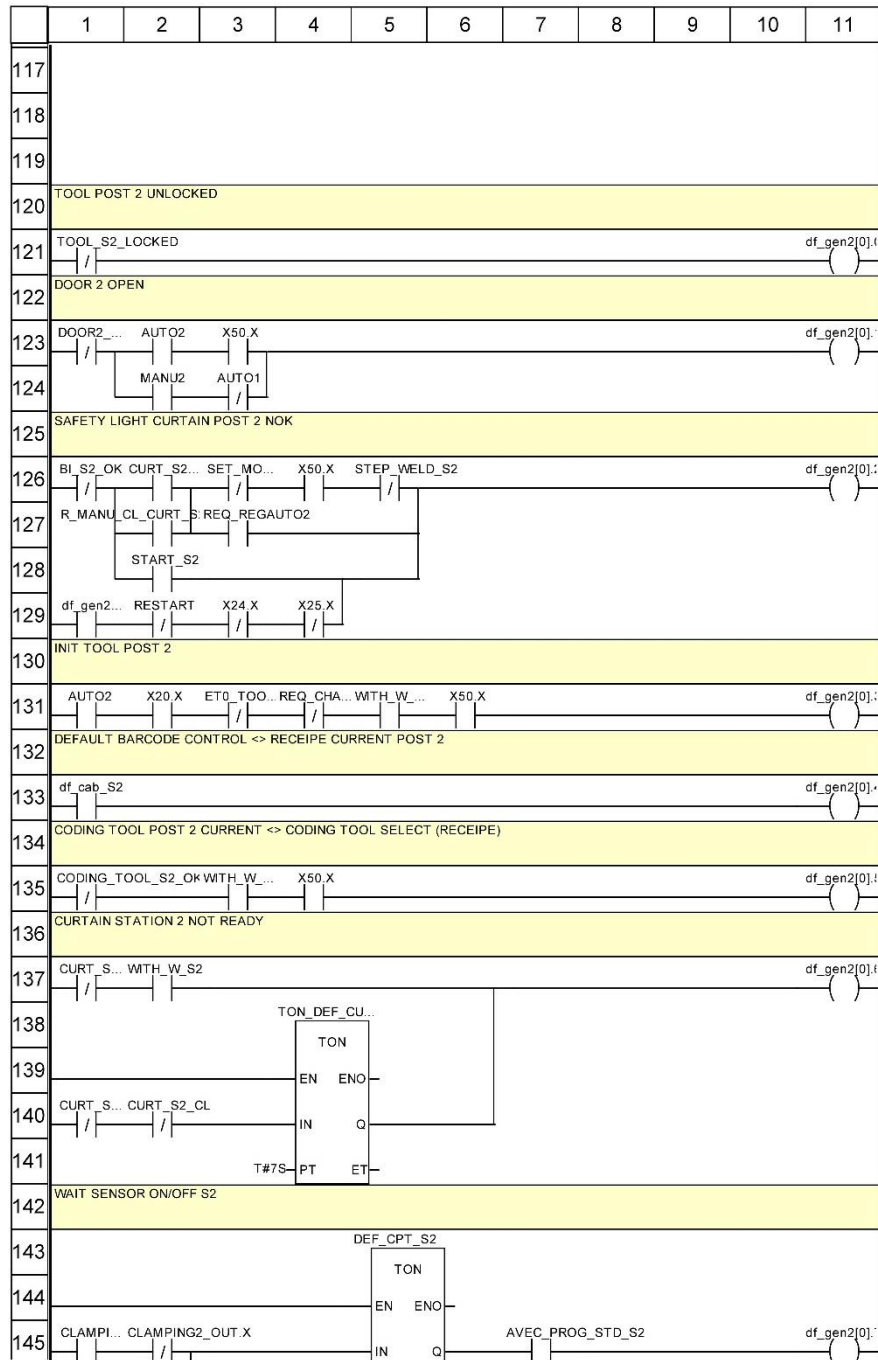
Fault_gen



Fault_gen



Fault_gen



Fault_gen

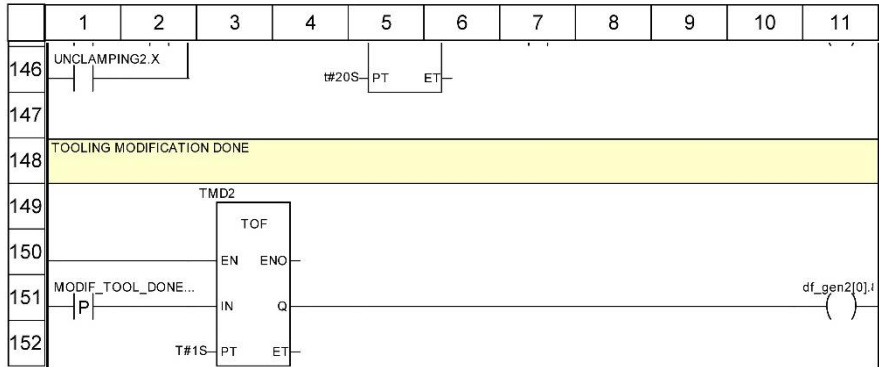


Figura B. 1 - Ladder fault_gen.

Anexo B.2 Fault_robot

Fault_robot

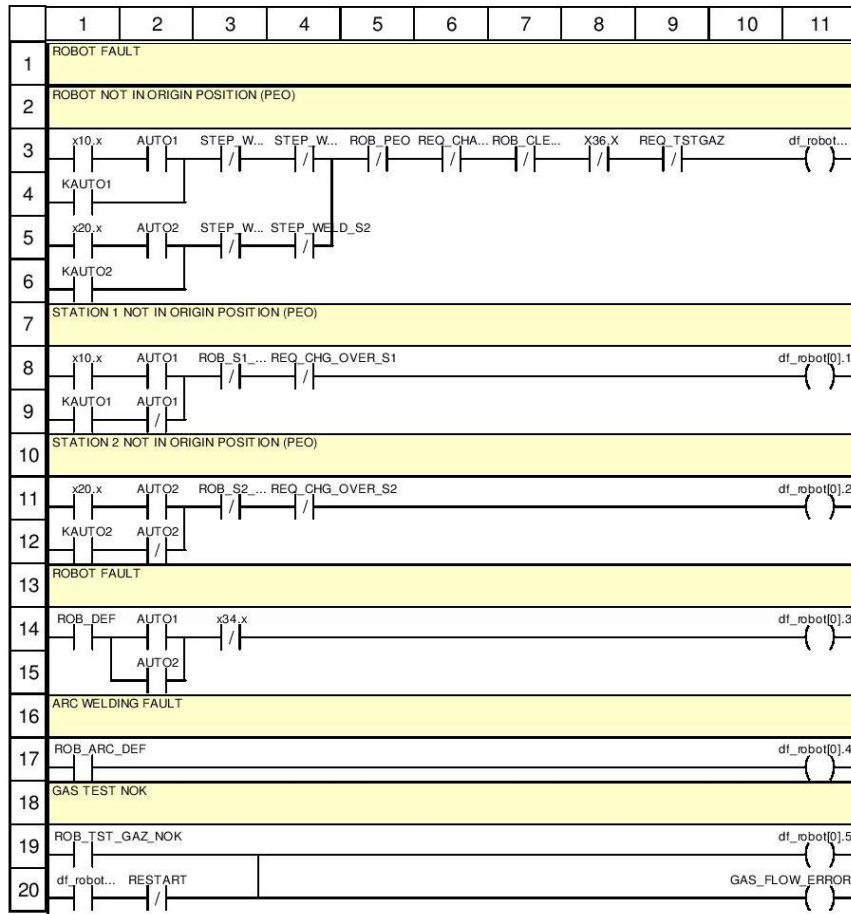
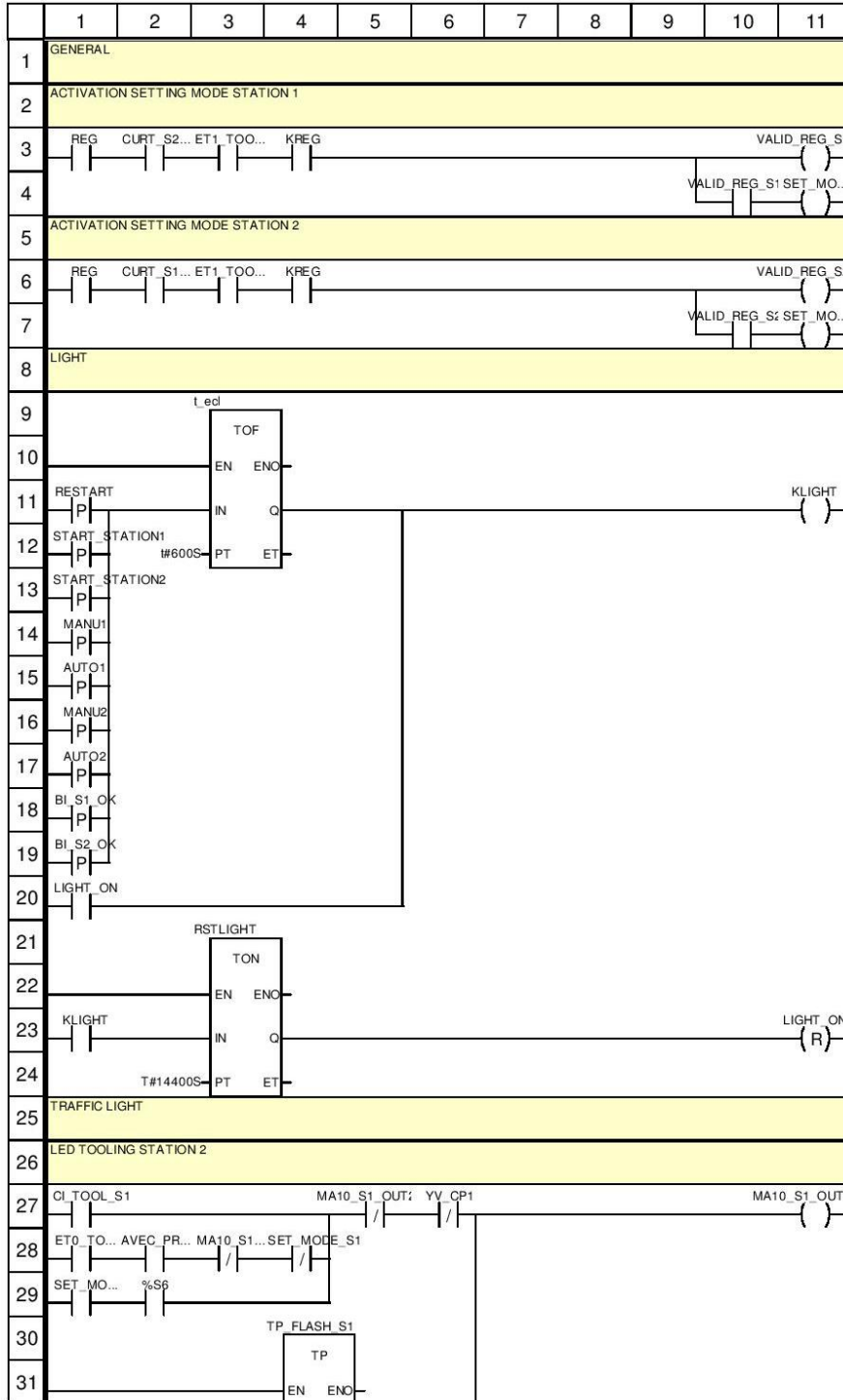


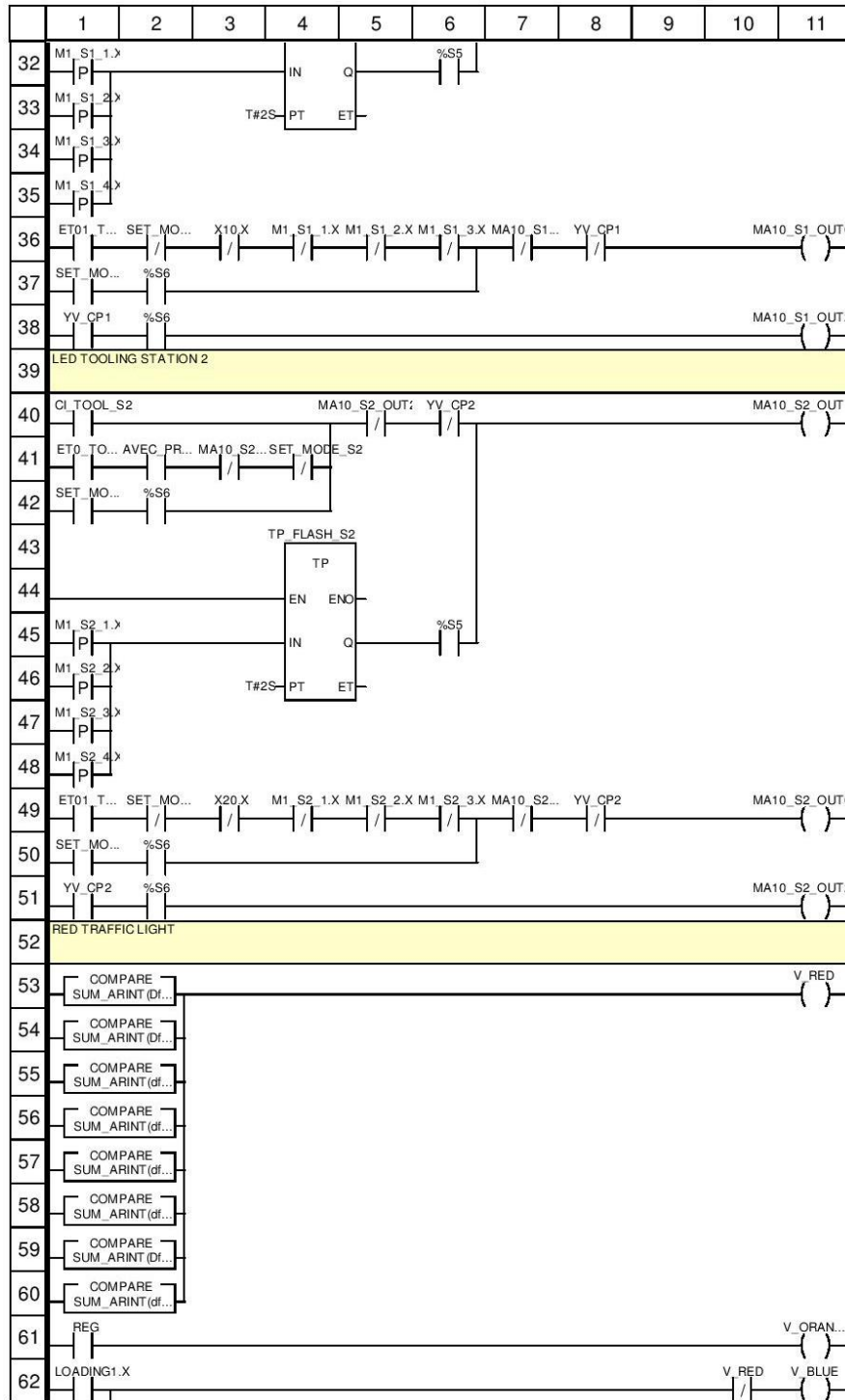
Figura B. 2 - Ladder fault_robot.

Anexo B.3 Post

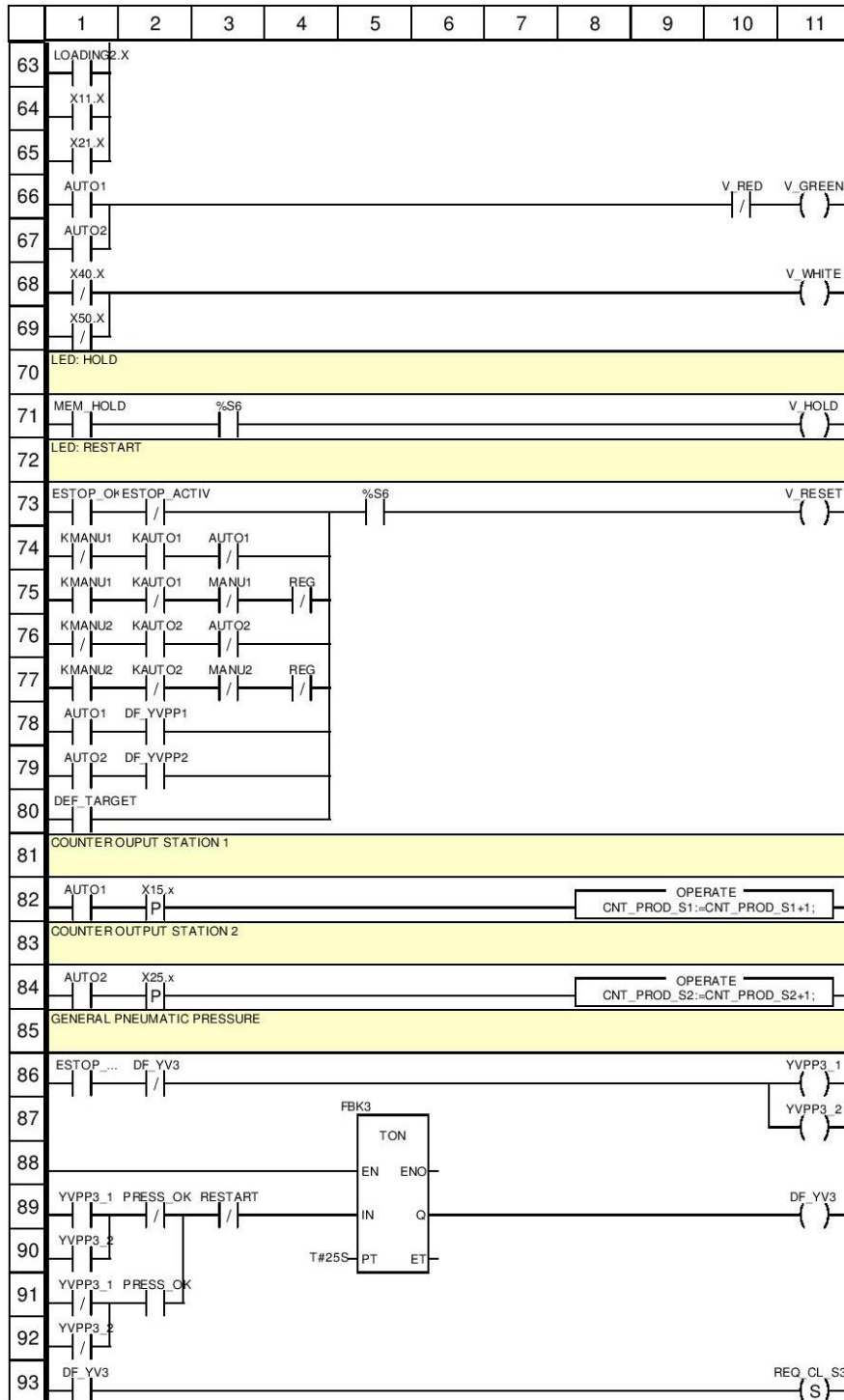
Post



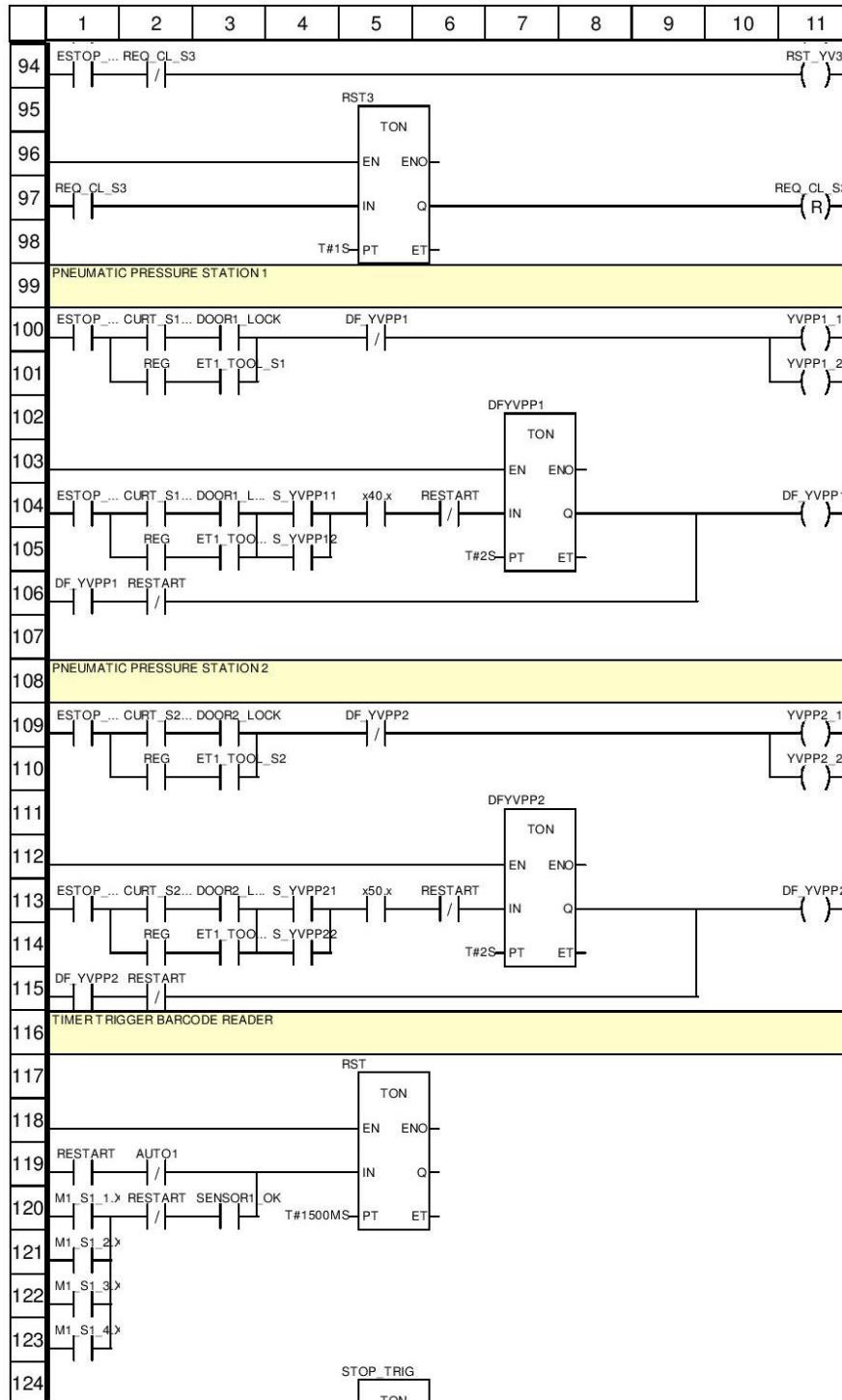
Post



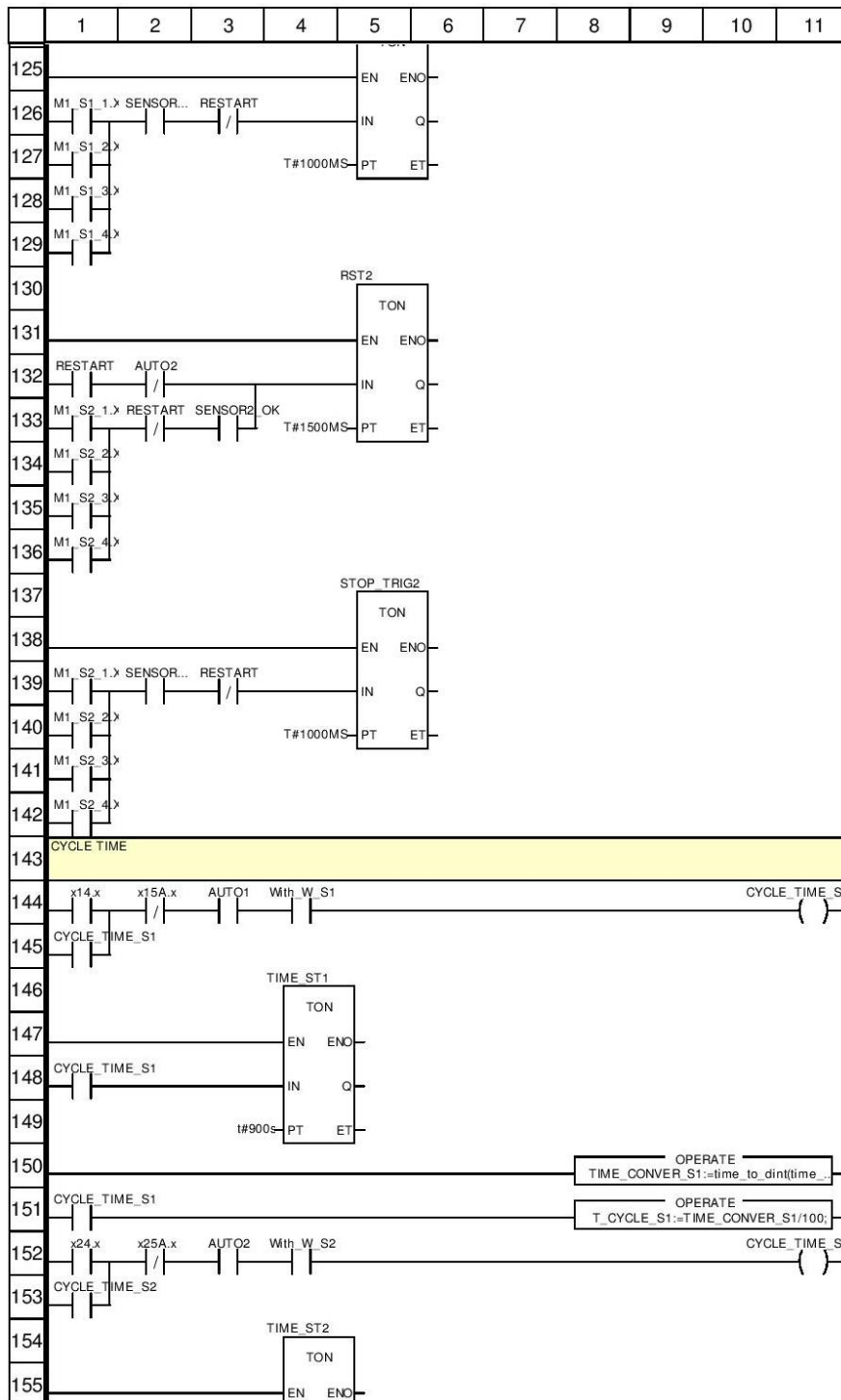
Post



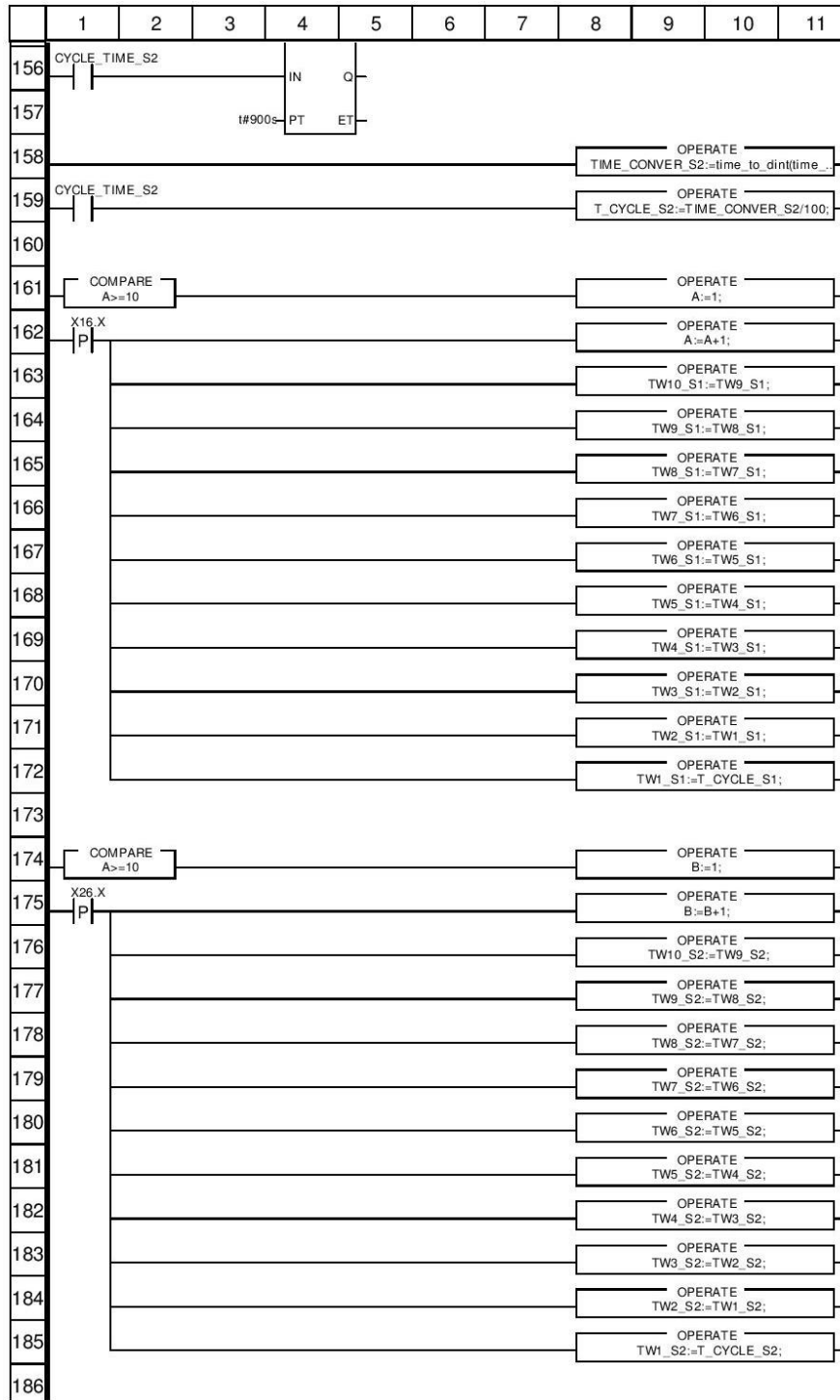
Post



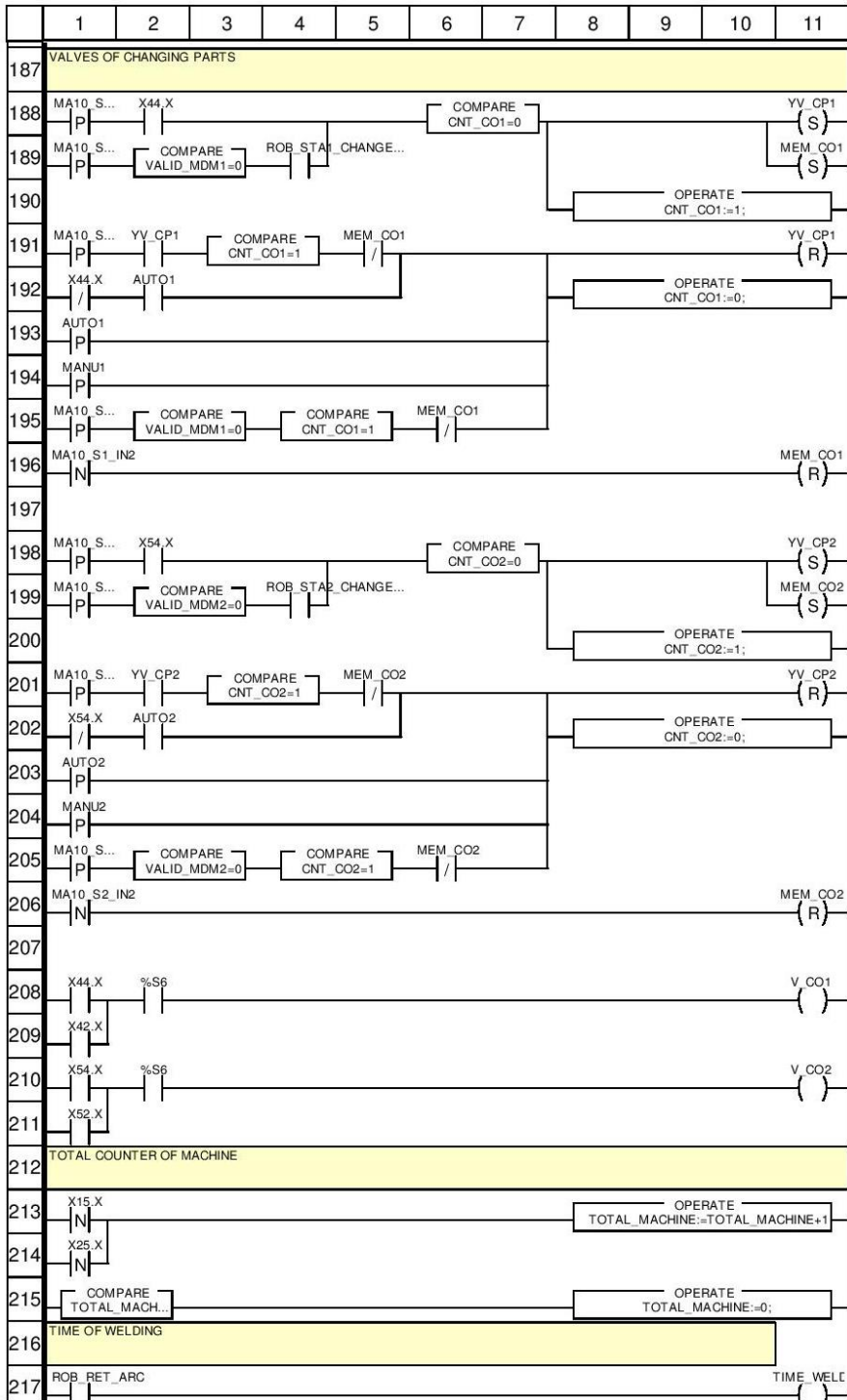
Post



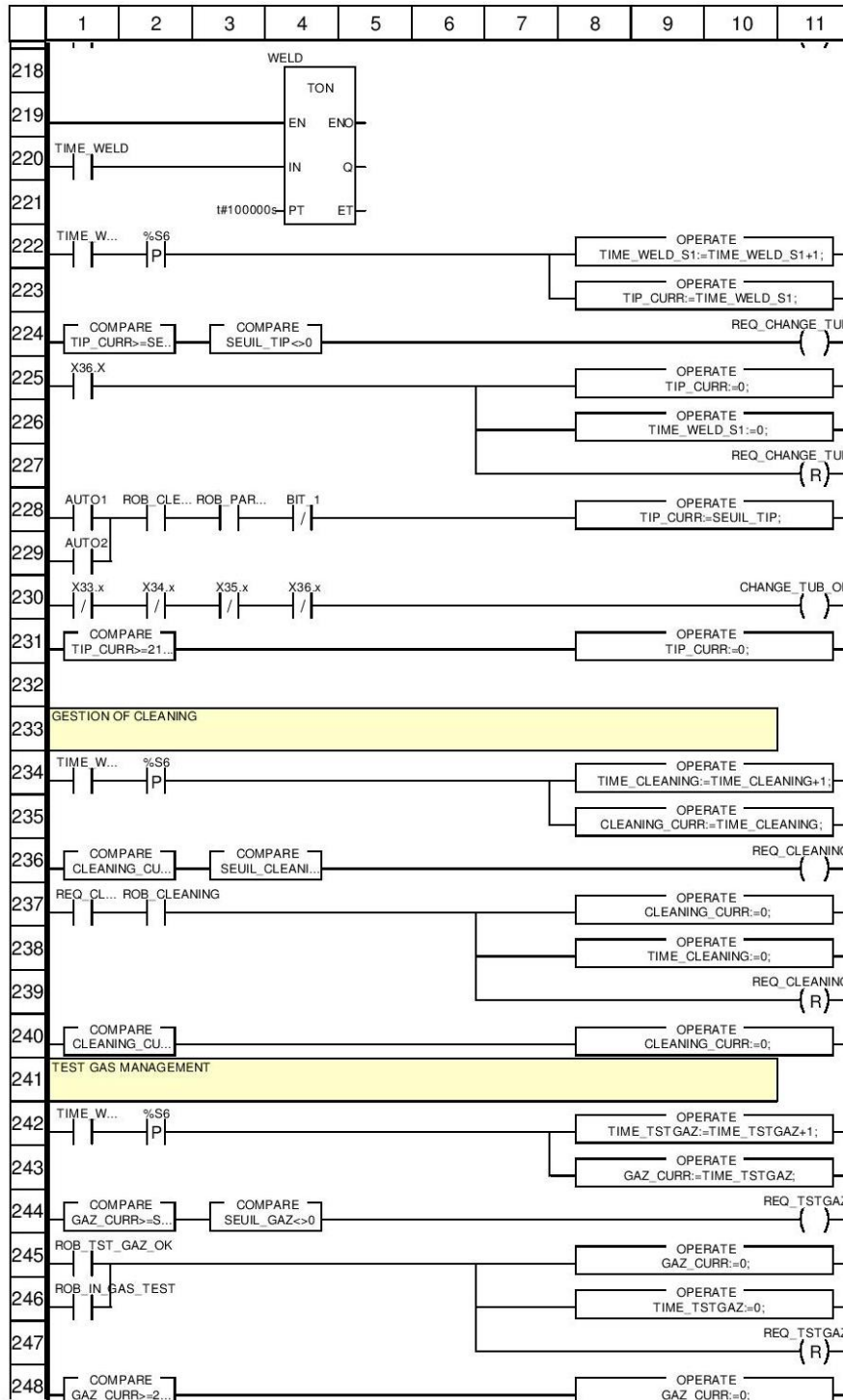
Post



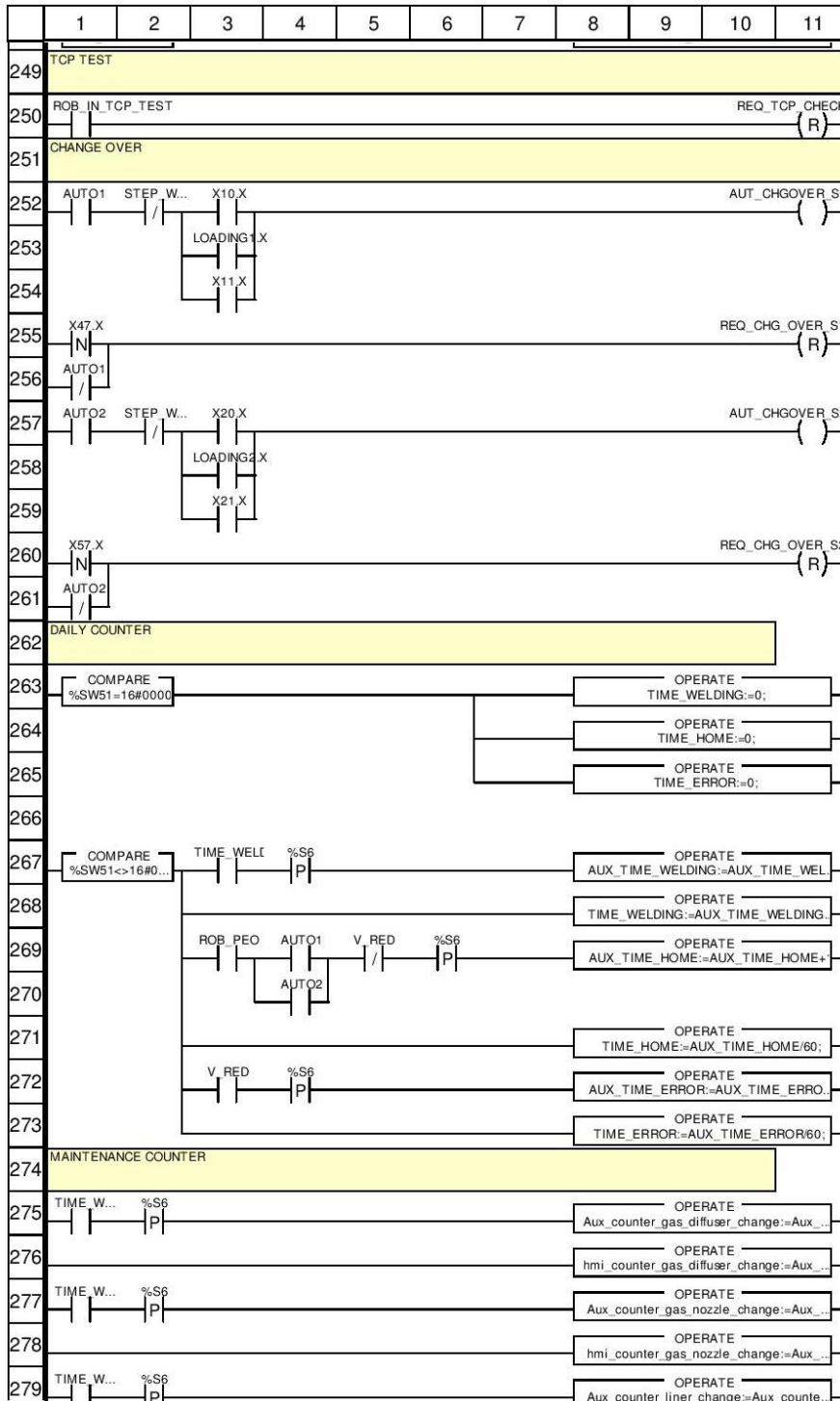
Post



Post



Post



Post

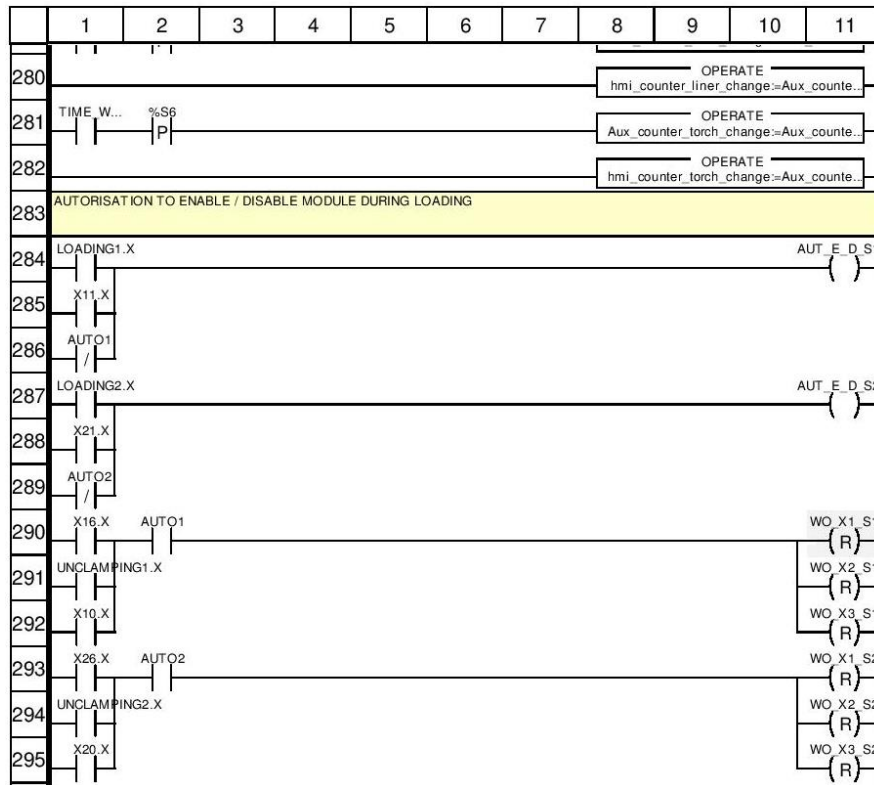


Figura B. 3 - Ladder Post.

Anexo C.2 Lista quadro elétrico

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	NAME	SUPPLIER	DETAIL										REF	PAGE		
	ARM1	SCHNEIDER	ELECTRICAL CABINET H1200L1000P300 2 DOORS										NSYS3D121030DP	38		
	C1	SCHNEIDER	DOOR CONTACTOR										NSYINLCRN	03		
	CO2	SCHNEIDER	BP + LED ORANGE										XB4BW35B5	30		
2	CO1	SCHNEIDER	BP + LED ORANGE										XB4BW35B5	30		
	CONV1	SCHNEIDER	CONVERTOR RS232/RS485										XGSZ24	20		
	DJ1	SCHNEIDER	DSJ 2P 16A C 10KA										A9F77216	03		
3	DJ2	SCHNEIDER	DSJ 1PN 2A C 6KA										A9N21020	03		
	DJ3	SCHNEIDER	DSJ 3P 25A C 6KA										A9N21047	03		
	DJ4	SCHNEIDER	DSJ 3P 16A C 6KA										A9N21045	03		
4	DJ5	SCHNEIDER	DSJ 2P 6A C 10KA										A9F77206	04		
	DJ6	SCHNEIDER	DSJ 1PN 4A C 6KA										A9N21022	04		
	DJ7	SCHNEIDER	DSJ 1PN 6A C 6KA										A9N21023	04		
5	DJ8	SCHNEIDER	DSJ 2P 6A C 10KA										A9F77206	04		
	DJ9	SCHNEIDER	DSJ 1PN 6A C 6KA										A9N21023	04		
	DJ11	SCHNEIDER	DSJ 3P 10A C 6KA										A9N21044	05		
	DJ12	SCHNEIDER	DSJ 3P 10A C 6KA										A9N21044	06		
6	ELARM	SCHNEIDER	LIGHTING										NSYLAM8T5	03		
	GS1	SCHNEIDER	POWER SUPPLY 2P 230-400VAC/24VDC 10A										ABL8RPS24100	04		
7	GS2	SCHNEIDER	ASI POWER SUPPLY										ASIBLD3004	21		
	GS3	SCHNEIDER	ASI POWER SUPPLY										ASIBLD3004	21		
	H1	SCHNEIDER	LIGHTING WHITE										XB4 BVB1	08		
	KAUTO1	SCHNEIDER	RELAY 3NO 2NC										CAD 32 BL	08		
8	KAUTO2	SCHNEIDER	RELAY 3NO 2NC										CAD 32 BL	08		
	KECL	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	24		
	KMANU1	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	08		
9	KMANU2	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	08		
	KREARM	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	08		
	KREG	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	08		
	KRST	SCHNEIDER	RELAY 5NO										CAD 50 BL	24		
10	KTE1	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	35		
	KTE2	SCHNEIDER	2RT 24VDC										RSB2A080BDS	35		
	M1	SCHNEIDER	FAN 230V AC 63M3/H 125X125										NSYCVF85M230PF	04		
11	MA1-1	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	22		

AMCA VCELL-WIRING-G1-ASIBUS-1_3_2
 19, Rue de la Gare 70320 AILLEVILLERS PLUG LIST

Drawing : 2015-05-01 42
 index : A
 N° drawing : 13222 44

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	NAME	SUPPLIER	DETAIL										REF	PAGE		
	MA1-2	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	27		
	MA2-1	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	23		
	MA2-2	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	28		
2	MA3-1	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	24		
	MA3-2	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	29		
	MA4-1	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	25		
3	MA4-2	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	30		
	MA5-1	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	26		
	MA5-2	SCHNEIDER	ASI IP20 4E 4S RELAIS										ASI20MT44OR	31		
4	PC1	SCHNEIDER	SOCKET										167 76	04		
	PC2	MURRELEKTRONIK	INTERFACE MODLINK PRISE/RJ45/USB										4000-68522-0000001	19		
	PLC Schneider1	SCHNEIDER	POWER SUPPLY M340 2430V 20W										BMX CPS2000	20		
5	PLC Schneider2	SCHNEIDER	CPU M340 STANDARD										BMX P34 1000	20		
	PLC Schneider3	SCHNEIDER	ETHERNET CARD B30										BMX NOE0100	20		
	PLC Schneider4	SCHNEIDER	ETHERNET CARD										BMX NOC0401	20		
	PLC Schneider5	SCHNEIDER	ASI CARD										BMX EIA0100	20		
6	PLC Schneider6	SCHNEIDER	ASI CARD										BMX EIA0100	20		
	PLC Schneider7	SCHNEIDER	SERIAL CARD										BMX NOM200	20		
	PLC Siemens1	SIEMENS	POWER SUPPLY										6EP 1332-4BA00	20		
7	PLC Siemens2	SIEMENS	CPU 1515-2 PN										6ES7515-2AM00-0AB0	20		
	PLC Siemens3	HMS	ANYBUS CONVERTER										AB7670	20		
	PLC Siemens4	SIEMENS	ASI MASTER x2										6GK1411-2AB20	20		
8	PLC Siemens5	SIEMENS	RS232 CARD										6ES7540-1AD00-0AA0	20		
	PLC Siemens6	SIEMENS	RS232 CARD										6ES7540-1AD00-0AA0	20		
	Pp2	LEGRAND	POWER SOCKET										0 529 34	03		
9	Q1	SCHNEIDER	MAIN SWITCH 125A										VCF5	03		
	QF1	SCHNEIDER	FUSE 3P 22"58										DF223C	03		
	QM1	SCHNEIDER	PROTECTION 30mA 25A										A9N21520	03		
10	QM2	SCHNEIDER	PROTECTION 30mA 25A										A9N21520	04		
	R1	RS	2Kohms 0.5W											10		
	R2	RS	2Kohms 0.5W											10		
	R3	RS	2Kohms 0.5W											10		
11	R4	RS	2Kohms 0.5W											10		

AMCA VCELL-WIRING-G1-ASIBUS-1_3_2
 19, Rue de la Gare 70320 AILLEVILLERS PLUG LIST

Drawing : 2015-05-01 43
 index : A
 N° drawing : 13222 44

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			




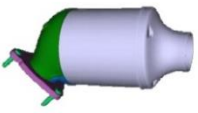


AMCA VCELL-WIRING-G1-ASIBUS-1_3_2
 19, Rue de la Gare 70320 AILLEVILLERS PLUG LIST


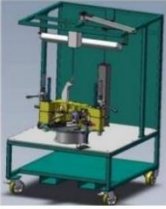

Drawing : 2015-05-01 44
 Index : A
 N° drawing : 13222 44

Figura C. 2 - Constituição do quadro elétrico.

Anexo D Linha(s) JLR 16 MY

Anexo D.1 Processo de produção DOC

OP 50		
Inlet pipe + sensor boss	V-cell Standard "Welding"	OP 50 - OP 40 + Inlet pipe + V-band + Bracket
		
OP 40		
		
V-band		
		
Bracket		
		

OP 70		
OP 50	Stapling + Leak test	OP 70
		

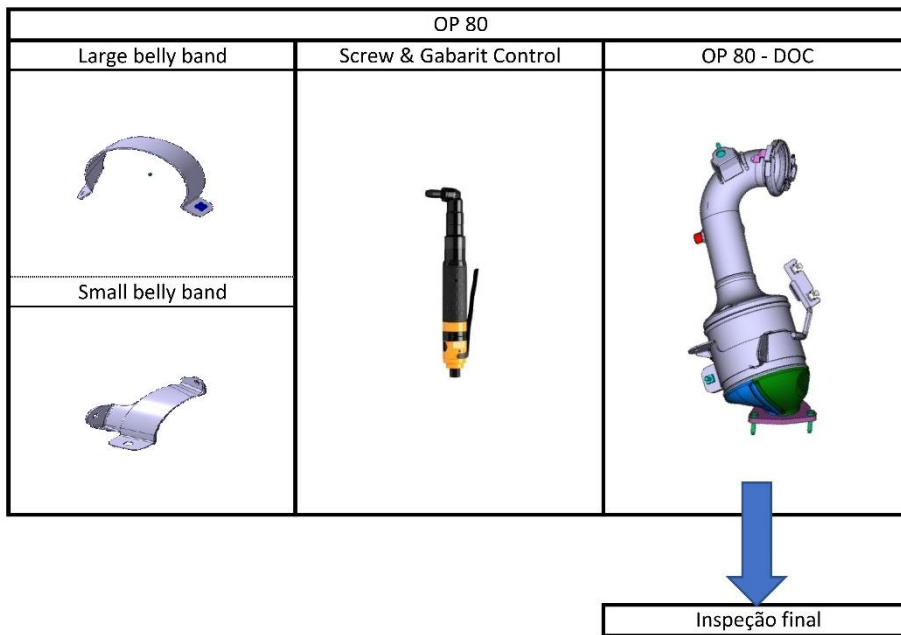

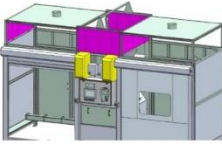





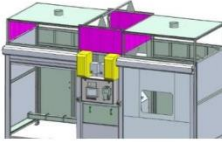



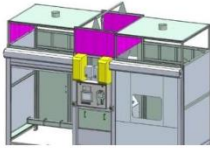
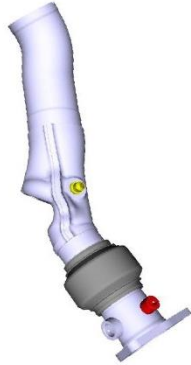
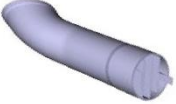










Figura D. 1 - Processo de produção: DOC.


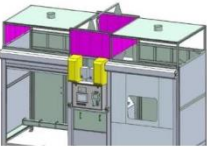

Anexo D.2 Processo de produção SCRF/DPF


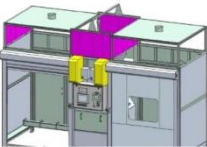
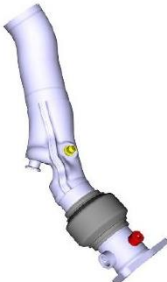

OP 10		
Front pipe	Welding V-cell Standard	OP 10 - Front pipe + Flex + Flange pipe + Temp boss
		
Flex		
		
Flange pipe		
		
Temp boss		
		


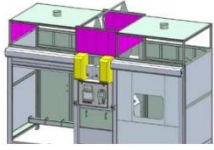




OP 20		
Rear pipe	Welding V-cell Standard	OP 20 - Rear pipe + Mixer
		
Mixer		
		

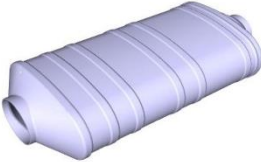
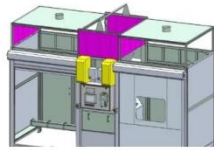



OP 40		
OP 10	Welding V-cell Standard	OP 40 - OP 10 + OP 20 + Shoebox + Flange + Pressure boss
		
OP 20		
		
Lower half shell		
		
Upper half shell		
		
Pressure boss		
		
Flange		
		



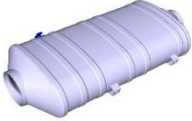


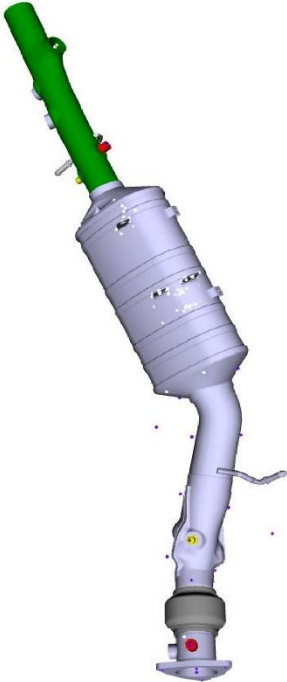





OP 50		
Inlet cone	Prefitting	OP 50 - Canning box + Cones
		
Outlet cone		
		
Converter sub-asy		
		



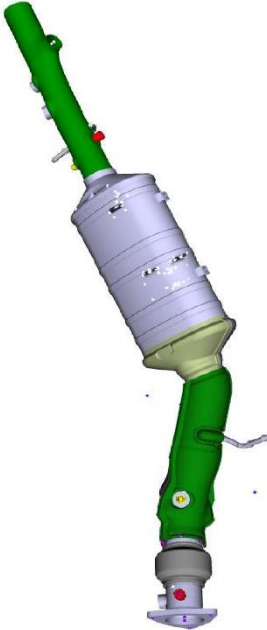




OP 60		
OP 50	Welding V-cell Standard	OP 60 - Welding canning + Cones
		

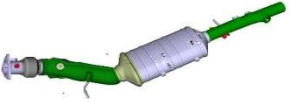

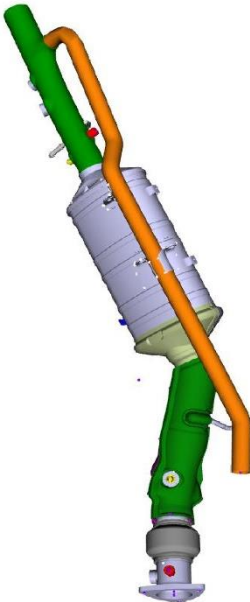



OP 70		
OP 40	Welding V-cell Standard	OP 70 - OP 40 + Injector
		
Injector boss		
		

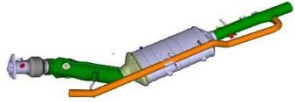




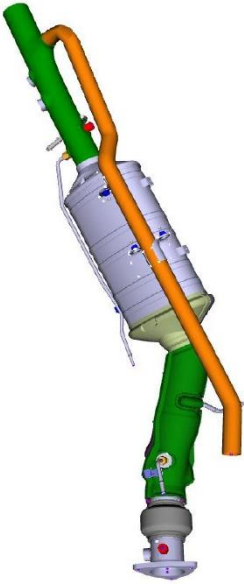
OP 80		
Outlet hydro pipe	Welding V-cell Standard	OP 80 - Outlet hydro pipe + 3 bosse
		
Nos sensor boss		
		
Pressure pipe boss		
		
Temp boss		
		

OP 90		
OP 60	Welding V-cell Standard	OP 90 - OP 0 + 4 Brackets + Clip
		
4 Brackets		
		
Clip		
		

OP 100		
OP 70	Welding V-cell Standard	OP 100 - OP 70 + OP 80 + OP 90 + Front hanger + Rear Hanger + 3 EGR bracket
		
OP 80		
		
OP 90		
		
Front hanger		
		
Rear hanger		
		
Converter bracket		
		
Converter bracket		
		
Converter bracket		
		
Converter bracket		
		
Converter bracket	OP 110 - Estanquicidade intermédia	
		

OP 120		
OP 100	Manual welding	OP 120 - OP 100 + Heat shield
		
Upper heat shield + Upper insulation		
		
Lower cone heat shield + Lower insulation		
		
Lower cone heat shield + Lower insulation		
		
Upper cone heat shield + Upper insulation		
		

OP 140		
OP 120	Manual welding	OP 140 - OP 120 + EGR pipe + EGR brackets
		
EGR Pipe		
		
EGR Bracket		
		
EGR Bracket		
		

OP 150/160		
OP 140	Estanquicidade / Aparafusadora	OP 150 - OP 140 + Screw outlet + intel pressure pipe + EGR nut
		
Outlet pressure pipe		
		
Intel pressure pipe		
		
EGR nut		
		

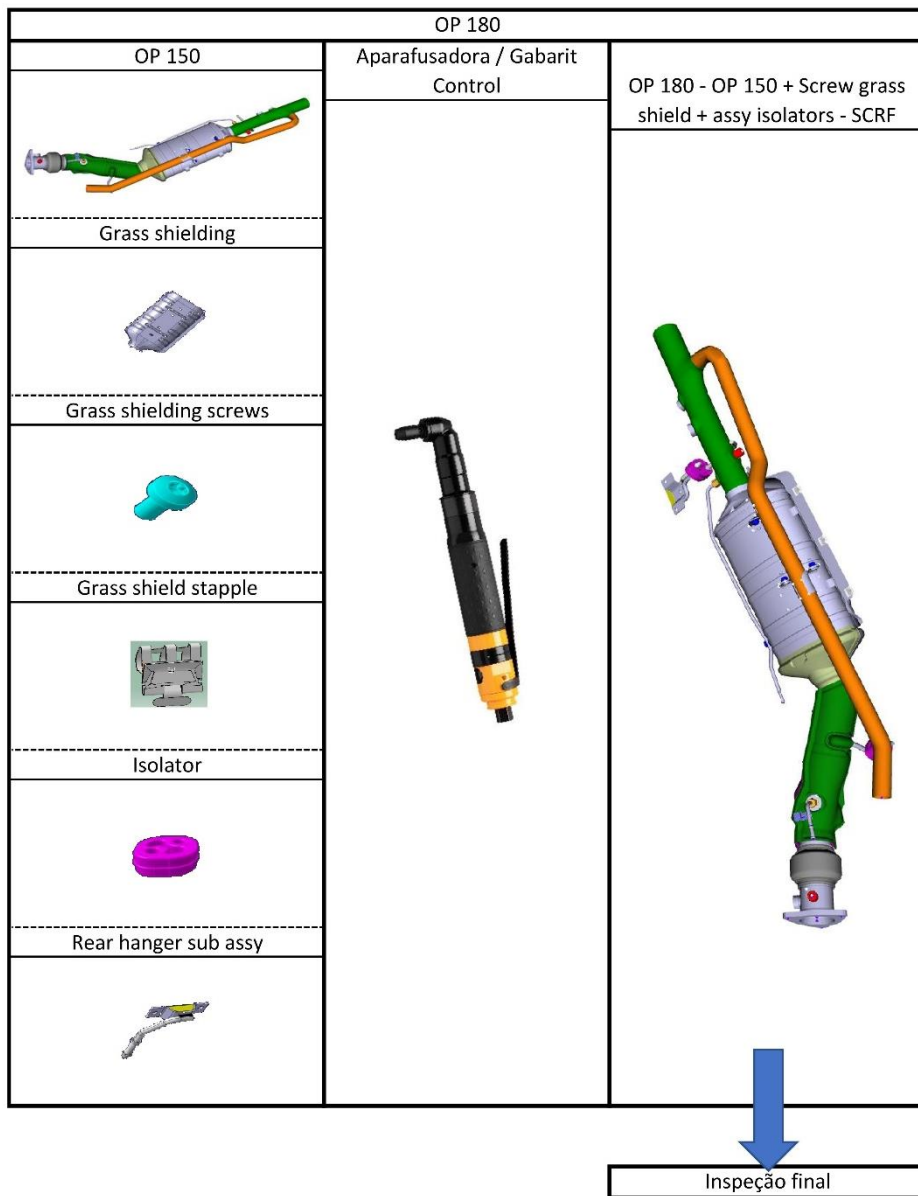


Figura D. 2 - Processo de produção: SCRF/DPF.

Anexo D.3 Instruções de manutenção preventiva Nível 1 e Nível 2

Instruções de Manutenção Preventiva - Nível 1		POSTO:	OP 60-70	PROFISSIONAL:	POSTO DE SOLDADURA
1	Respeito pelas EPI's	1.1 - Usar as EPI's obrigatórias. Adicionalmente as Tênis de Segurança, Proteção contra quedas e o capacete de Proteção contra impactos. 1.2 - Usar o cinto de segurança de segurança obrigatório. 1.3 - Colocar o cinto em condições seguras, devidamente ajustado e pronto para uso.	1.1	1.2	1.3
2	Verificação do estado geral da máquina	2.1 - Verificar a tensão dos cabos elétricos. 2.2 - Verificar o nível dos líquidos de umidade e temperatura. 2.3 - Verificar o funcionamento dos sensores de temperatura e umidade.	2.1	2.2	2.3
3	Verificação do estado das ferramentas	3.1 - Verificar a integridade das ferramentas. 3.2 - Verificar o estado das ferramentas. 3.3 - Verificar o estado das ferramentas.	3.1	3.2	3.3
4	Verificação dos níveis de gases	4.1 - Verificar o nível dos gases. 4.2 - Verificar o nível dos gases. 4.3 - Verificar o nível dos gases.	4.1	4.2	4.3
R1	Reação à anomalia	R1.1 - Em caso de anomalia, utilizar o formulário de Anomalia e avisar a Manutenção. R1.2 - Na impossibilidade de produzir em condições de qualidade, não iniciar produção e avisar o Supervisor e a Qualidade.	R.1.1	R.1.2	R.1.3

Instruções de Manutenção Preventiva - Nível 2		POSTO:	OP 60-70	PROFISSIONAL:	POSTO DE SOLDADURA
1	Respeito pelas EPI's	1.1 - Usar as EPI's obrigatórias. Adicionalmente as Tênis de Segurança, Proteção contra quedas e o capacete de Proteção contra impactos. 1.2 - Usar o cinto de segurança de segurança obrigatório. 1.3 - Colocar o cinto em condições seguras, devidamente ajustado e pronto para uso.	1.1	1.2	1.3
2	Verificação das peças de reposição	2.1 - Verificar o estado das peças de reposição. 2.2 - Verificar o estado das peças de reposição.	2.1	2.2	
3	Verificação das ferramentas	3.1 - Verificar o estado das ferramentas. 3.2 - Verificar o estado das ferramentas.	3.1	3.2	
4	Verificação dos níveis de gases	4.1 - Verificar o nível dos gases. 4.2 - Verificar o nível dos gases. 4.3 - Verificar o nível dos gases. 4.4 - Verificar o nível dos gases. 4.5 - Verificar o nível dos gases.	4.1	4.2	4.3
R1	Reação à anomalia	R1.1 - Em caso de anomalia, utilizar o formulário de Anomalia e avisar a Manutenção. R1.2 - Na impossibilidade de produzir em condições de qualidade, não iniciar produção e avisar o Supervisor e a Qualidade.	R.1.1		

Figura D. 3 - Instrução de manutenção preventiva Nível 1 e 2

Anexo E Scripts Implementados

Anexo E.1 Script 1

Tabela E. 1 - Script 1.

Condição para aceder ao relatório de manutenção preventiva: Deteta se todas as questões foram respondidas
(MP.A1N+MP.A1O+MP.A1NR==0) (MP.A2N+MP.A2O- MP.A2NR==0) (MP.A3N+MP.A3O-MP.A3NR==0) (MP.A4N+MP.A4O-MP.A4NR==0) (MP.A5N+MP.A5O- MP.A5NR==0) (MP.A6N+MP.A6O-MP.A6NR==0) (MP.A7N+MP.A7O-MP.A7NR==0) (MP.A8N+MP.A8O- MP.A8NR==0) (MP.A9N+MP.A9O-MP.A9NR==0)

Anexo E.2 Script 2

Tabela E. 2 - Script 2.

Condição para seleccionar apenas a opção OK: Permite troca em caso de erro.
<pre> if (MP.A1O.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1N.write(0); if (MP.A1N.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1O.write(0); if (MP.A1NR.getIntValue()!=0) { MP.A1N.write(0); MP.A1O.write(0); } } } </pre>

Anexo E.3 Script 3

Tabela E. 3 - Script 3.

Condição para seleccionar apenas a opção NOK: Permite troca em caso de erro.
<pre>if (MP.A1N.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1O.write(0); if (MP.A1O.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1N.write(0); if (MP.A1NR.getIntValue()!=0) { MP.A1N.write(0); MP.A1O.write(0); }}}</pre>

Anexo E.4 Script 4

Tabela E. 4 - Script 4.

Condição para selecionar apenas a opção NA: Permite troca em caso de erro.
<pre>if (MP.A1NR.getIntValue()!=0) { MP.A1O.write(0); MP.A1N.write(0); if (MP.A1N.getIntValue()!=0) { MP.A1NR.write(0); MP.A1O.write(0); if (MP.A1O.getIntValue()!=0) { MP.A1N.write(0); MP.A1NR.write(0);}}}}</pre>

Anexo E.5 Script 5

Tabela E. 5 - Script 5.

Script que coloca todas as variáveis em uso a zero: Permite poder realizar a rotina de MPN1 todas as vezes que se pretender.
MP.A1N.write(0); MP.A1NR.write(0); MP.A1O.write(0); MP.A2N.write(0); MP.A2NR.write(0); MP.A2O.write(0); MP.A3N.write(0); MP.A3NR.write(0); MP.A3O.write(0); MP.A4N.write(0); MP.A4NR.write(0); MP.A4O.write(0); MP.A5N.write(0); MP.A5NR.write(0); MP.A5O.write(0); MP.A6N.write(0); MP.A6NR.write(0); MP.A6O.write(0); MP.A7N.write(0); MP.A7NR.write(0); MP.A7O.write(0); MP.A8N.write(0); MP.A8NR.write(0); MP.A8O.write(0); MP.A9N.write(0); MP.A9NR.write(0); MP.A9O.write(0);

Anexo E.6 Script 6

Tabela E. 6 - Script 6.

Script que coloca a 0, neste caso o nível de segurança 1. Sem este script sempre que se inserisse o código pela primeira vez as paginas ficariam livres até se fazer reset a máquina.

```
faurecia.password.write(0);  
faurecia.password_level_A.write(0);
```

Anexo E.7 Script 7

Tabela E. 7 - Script 7.

Script que condiciona o acesso a certas páginas. Neste caso utilizadores de nível 1 podem aceder.

```
if(faurecia.password.getIntValue()==faurecia.password1.getIntValue())  
{  
    faurecia.password.write(0);  
    faurecia.password_level_A.write(1);  
}  
else  
{  
    faurecia.password.write(0);  
    faurecia.password_level_A.write(0);  
}
```