



Relatório

Mestrado em Engenharia Electrotécnica

***Estudo e análise das várias linhas de montagem,
propostas de melhoria e de resolução de problemas.
Apresentação e implementação da proposta escolhida***

Luís Carlos Henriques da Silva

Leiria, Setembro de 2015



Relatório

Mestrado em Engenharia Electrotécnica

***Estudo e análise das várias linhas de montagem,
propostas de melhoria e de resolução de problemas.
Apresentação e implementação da proposta escolhida***

Luís Carlos Henriques da Silva

Relatório de Mestrado realizado sob a orientação do Doutor Carlos Neves, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, Setembro de 2015

À Minha Família

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Agradecimentos

Quero agradecer a todas as pessoas que, de algum modo, me ajudaram durante este trabalho e a atingir resultados positivos.

O meu agradecimento ao Professor Carlos Neves por todo o apoio dado durante o estágio e a escrita deste relatório.

Um grande agradecimento à empresa Iber-Oleff que me acolheu e providenciou as ferramentas necessárias para a conclusão o estágio e o presente relatório, com sucesso. Ao meu coordenador bem como aos colegas que me ajudaram com a partilha do seu conhecimento.

Quero também deixar um especial agradecimento aos meus pais, irmã e avó pelo apoio incondicional que me foi dado durante toda a minha vida e a quem devo tudo o que sou hoje.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Resumo

Na Iber-Oleff houve a oportunidade de realizar um estágio integrando-o no plano de estudos do Mestrado de Engenharia Eletrotécnica. O estágio tem como título “Estudo e análise das várias linhas de montagem, propostas de melhoria e de resolução de problemas. Apresentação e implementação da proposta escolhida”, título esse que, só por si, é representativo do que foi o desenrolar do estágio.

Este documento retrata todo o percurso realizado na empresa durante o tempo de estágio bem como a explicação das tarefas realizadas e o seu desenvolvimento, tanto na área da manutenção como na de resolução de problemas.

No decorrer do documento é feita uma breve apresentação da empresa e das tarefas lá realizadas. É apresentada uma breve introdução sobre manutenção, são explicadas as tarefas realizadas a nível das impressoras térmicas e a reformulação dos planos de manutenção e de alguns processos de manutenção, especificamente em robôs *scara*.

No capítulo dedicado à resolução de problemas escreve-se sobre a necessidade de modificação e substituição de sensores para poupança de recursos, reconhecimento de contornos através de câmaras dedicadas a esse efeito e aumento da sua eficiência para um caso específico: o recondicionamento de uma linha de montagem e soldadura. É também apresentado um estudo feito às forças existentes no movimento de uma determinada peça e avaliada a necessidade de colocar um lubrificante específico, bem como melhoramentos gerais feitos em duas linhas de montagem com alterações a nível mecânico e a nível de software.

O penúltimo capítulo contém a explicação do processo de criação de uma base de dados num determinado programa fornecido pela empresa bem como do seu funcionamento.

Para finalizar criou-se um capítulo reservado às conclusões e resultados obtidos ao longo do estágio e ideias para desenvolvimentos futuros no decorrer do trabalho na empresa.

Palavras-chave: Manutenção, Resolução de Problemas

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Abstract

At Iber-Oleff there was the opportunity to undertake an internship integrating the Master's in Electrical Engineering study plan. The internship is named "Study and analysis of the various assembly lines, proposals for improvement and problem solving. Presentation and implementation of the selected proposals" which by itself is representative of what would happen throughout the internship.

This document depicts all the steps taken in the company during the internship, an explanation of the tasks performed and their development both in the maintenance and problem solving areas.

Throughout the document there is a brief presentation of the company and of the tasks performed there. There also is a brief introduction on maintenance, the tasks performed to the thermal printers, the renewal of some maintenance plans and some maintenance procedures are explained, specifically those regarding scara robots.

In the chapter on troubleshooting several situations are described, such as the need for modification and replacement of sensors for saving resources, the contour recognition through dedicated cameras and also the improvement of their efficiency on a specific case. It also mentioned the reconditioning of an assembly and welding line, and it is also presented a study conducted to evaluate the existing forces in the movement of a particular part and the need to use or not a specific lubricant. General improvements made in two separate assembly lines with mechanical and software changes are also described there.

The last but one chapter has the explanation of the creation process of a database on a particular program provided by the company and its operative method.

Finally, it was created a chapter reserved to the conclusions and results achieved throughout the internship and ideas for future developments in the course of work in the company.

Key-Words: Maintenance, Problem Solving

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice de Figuras

Figura 1 - Imagem da entrada da empresa [1].....	2
Figura 2 - Cabeça de impressão para impressora térmica [12].....	6
Figura 3 - Exemplo real de acumulação de resíduos.....	8
Figura 4 - Representação microscópica dos "dots" das cabeças de impressão. Imagem a) "dots" novos; Imagem b) "dots" usados sem manutenção [9].	8
Figura 5 - Fotografias representativas de uma cabeça de impressão inutilizada.	9
Figura 6 - Esquematização do exemplo 1[13].	12
Figura 7 - Representação gráfica de um método de resolução de problemas [4].....	12
Figura 8 - Representação gráfica de um método de resolução de problemas.	13
Figura 9 - Imagem A: tratamento linear Imagem B: tratamento logarítmico [14].....	17
Figura 10 - Esquema simplificado da linha de montagem em questão.	19
Figura 11 - Esquema ligação sensores posto 4.....	20
Figura 12 - Ilustração de alguns nomes de código de um outro produto semelhante [16].	21
Figura 13 - Algoritmo correspondente à máquina de encaixe lateral.	29
Figura 14 - Algoritmo correspondente à máquina de encaixe central.....	31
Figura 15 - Princípio base do funcionamento da base de dados.	34
Figura 16 - Estrutura das tabelas utilizadas na base de dados.	35
Figura 17 - Esquema representativo da lógica de interligação das tabelas.....	35
Figura 18 - Exemplo típico dos vários controlos e componentes [9].	36
Figura 19 - Menu principal da base de dados.	37
Figura 20 - Formulário de <i>login</i>	37
Figura 21 - Formulário de introdução de horas.	38
Figura 22 - Formulário de validação das ações.	38
Figura 23 - Formulário para escolha da máquina cujo relatório se pretende imprimir.....	39
Figura 24 - Janela de decisão de qual relatório imprimir.....	40
Figura 25 - Formulário de impressão de relatório.	40
Figura 26 - Página de introdução de ações corretivas.	41
Figura 27 – Formulário para introdução de ações preventivas.	41
Figura 28 - Formulário para controlo de técnicos.....	42
Figura 29 - Formulário para gestão do parque de máquinas.....	42
Figura 30 - Base do robô.	47
Figura 31 - Motor do eixo 1.....	48
Figura 32 - Caixa redutora e redutor harmónico do motor do eixo 1.....	48
Figura 33 - Braço do robô desmontado da base e Fleck Spline.	48
Figura 34 - Anel externo fleck spline.....	49

Figura 35 - Aplicação da massa no interior do fleck spline.	49
Figura 36 - Aplicação da massa no motor do eixo 1.....	49
Figura 37 - Demonstração de um dos parafusos a retirar.	50
Figura 38 - Processo de remoção do motor do eixo 2.	50
Figura 39 – Zonas a limpar.	51
Figura 40 - Exemplo de má colocação de massa.....	51
Figura 41 - Interior do copo one se monta o fleck spline.	51
Figura 42 - Zonas onde se coloca a massa.	52
Figura 43 - Colocação da massa no motor do eixo 2.	52
Figura 44 - Posição zero do robô [17].	52

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Exemplo de medição da peça 3.62.	22
Tabela 2, 3 e 4 - Forças medidas peça A+ peça G central Cliente 2.	23
Tabela 3 e 4 - Forças medidas peça F+ peça G central Cliente 2.	24

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Índice

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ÍNDICE	XIII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO	1
1.2 A EMPRESA	2
1.3 TRABALHO REALIZADO	2
1.4 ESTRUTURA	3
2 MANUTENÇÃO	5
2.1 IMPRESSORAS TÉRMICAS.....	6
2.2 ANÁLISE E REFORMULAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO	9
3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	11
3.1 MODIFICAÇÃO DE SENSORES	14
3.2 SENSORES (SUBSTITUIÇÃO).....	15
3.3 RECONHECIMENTO POR VISÃO E GARANTIA DE POSIÇÃO	16
3.4 LINHA SUB ASSY	17
3.5 ESTUDO E AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE UTILIZAÇÃO DE LUBRIFICANTE EM DETERMINADO PRODUTO	20
3.6 MELHORAMENTO DAS LINHAS DE MONTAGEM DO CLIENTE 2	25
4 PROJETO DE BASE DE DADOS.....	33
4.1 TABELAS.....	34
4.2 FORMULÁRIOS E CONTROLOS.....	36
5 CONCLUSÃO	43
BIBLIOGRAFIA	45
ANEXOS	47
ANEXO A	47

1 Introdução

Neste capítulo são expostos os objetivos do estágio e, de uma forma global, as tarefas nele realizadas. É também apresentada a empresa bem como um pouco da sua metodologia de trabalho. Faz-se ainda uma breve descrição do documento.

1.1 Objetivos do Estágio

Um estágio com legitimidade para ser integrado no mestrado é um estágio onde o estudante consegue dar um contributo positivo para a empresa, desempenhando tarefas com nível de responsabilidade e dificuldade concordantes com o nível do mestrado.

No decorrer do estágio deu-se uma integração numa equipa dinâmica e versátil responsável pelo apoio técnico de toda a fábrica.

No plano de trabalhos consta o processo de resolução de um ou vários problemas encontrados numa linha de montagem passando pela sua identificação, estudo, propostas de solução, implementação das soluções mais viáveis e seu teste com aprovação por parte da empresa.

Foi possível, no decorrer do processo de estágio, fazer uma análise geral do estado das linhas de montagem, levando à identificação de vários problemas.

Até que a integração e conhecimento da empresa se consolidassem, concluíram-se vários desafios de menor dimensão e resolveram-se problemas com menor complexidade permitindo assim compreender o funcionamento dos vários equipamentos existentes.

Foram realizadas tarefas como a manutenção dos equipamentos constituintes das linhas de montagem, o melhoramento/otimização sensorial de pequenas máquinas existentes nessas mesmas linhas, a reabilitação de uma antiga linha de montagem, a resolução de problemas de uma nova linha de montagem, otimizando-a durante esse processo ou até a construção de um programa de gestão de manutenção.

Devido às exigências de confidencialidade que são características do sector automóvel, muitos dos seus projetos e mecanismos não podem ser divulgados. Por essa razão, neste documento, os nomes de produtos e peças aparecem codificados e não são referidas expressamente marcas ou nomes dos clientes envolvidos.

1.2 A Empresa

A Iber-Oleff, empresa que atualmente faz parte do grupo Iberomoldes [3], foi fundada em 1993, e é dedicada ao *design*, desenvolvimento e fabrico de produtos, principalmente para a indústria automóvel.



Figura 1 - Imagem da entrada da empresa [1].

Desde a sua fundação, a Iber-Oleff tem tido um papel importante no desenvolvimento e produção de componentes e sistemas de grande qualidade e valor acrescentado para o sector automóvel, através da inovação, utilização de tecnologias e técnicas que a diferenciam de outras empresas do mesmo ramo [1].

Conta com quatro filiais, três em Portugal, localizadas na Marinha Grande, Martingança e Picassinos e uma no Brasil.

É uma empresa cujo desenvolvimento estratégico dá grande importância à flexibilidade dos seus *layouts* e equipas de trabalho permitindo, assim, a gestão eficiente tanto das produções de pequena escala como das produções de maior dimensão.

A Iber-Oleff conta com tecnologias, competências e capacidade a nível do desenvolvimento e da manufatura de componentes em plástico e módulos funcionais de pequenas ou grandes dimensões, independentemente da sua complexidade ou funcionalidade, usufruindo de vários equipamentos que permitem investigar fluxos de ar, estática, mecânica, dinâmica, envelhecimento dos materiais, transmissão de luz e fazer análises vibro-acústicas. É também uma empresa dotada de tecnologias relativas a injeção, pintura ou decoração, soldadura, gravação a laser, tampografia, montagem de componentes e metrologia [2].

Importante salientar que se trata de uma empresa com várias certificações a nível do sistema de gestão de qualidade (ISO /TS 16949:2009), a nível do sistema de gestão ambiental (ISO 14001:2012) e da Norma Portuguesa 4457:2007 Gestão da Investigação, desenvolvimento e Inovação (IDI).

1.3 Trabalho Realizado

O estágio dividiu-se em várias partes. Numa primeira interação com a empresa, houve um período de integração, sendo o objetivo conhecer a empresa passando por todas as áreas de funcionamento por curtos períodos de tempo. O percurso do estágio propriamente dito foi iniciado no apoio técnico

diretamente focado a uma área de montagem onde é realizada a soldadura e montagem de ventiladores.

Houve também integração numa formação que decorreu durante várias semanas por forma a perceber a metodologia da empresa, conhecer os materiais utilizados, métodos de medição e validação de produto, métodos estatísticos utilizados, métodos de resolução de problemas, tipos de manutenção, processos de pintura e decoração, pneumática e hidráulica.

Aquando da conclusão da formação, deu-se a passagem por uma outra área de montagem onde é feita a soldadura, montagem e gravação a laser das frentes dos autorrádios.

Uma vez conhecida a metodologia da empresa e dos equipamentos existentes nas montagens em que houve envolvimento, iniciou-se o processo de desenvolvimento de uma base de dados e da otimização de uma linha de montagem recentemente entregue à produção.

Tarefas de manutenção tais como lubrificação de elementos móveis, limpeza de eléctrodos responsáveis por soldadura/rebitagem de vários componentes, retificação de níveis dos variados lubrificantes, verificação de pressões à entrada de cada equipamento, posição e calibração da parte sensorial das máquinas, foram algumas das tarefas que conduziram à familiarização com os equipamentos e permitiram uma perceção de alguns problemas, possibilitando o seu estudo, a proposta de soluções e, na maior parte dos casos, a sua implementação.

Problemas como o desgaste excessivo de um componente de um sensor, o desgaste demasiado rápido das cabeças das impressoras, sensores com necessidade de calibrações frequentes, câmaras com necessidade de frequentes ajustes de parâmetros foram os mais comumente encontrados. Houve também necessidade de remodelar uma linha de montagem e soldadura. Mais tarde, e com a introdução de um novo projeto, foi indispensável estudar as forças de um movimento do produto bem como a necessidade ou não de colocação de lubrificante. Foi também realizada uma melhoria geral nos equipamentos que compõe as linhas pertencentes a esse projeto com intuito de aumentar os níveis de produção.

1.4 Estrutura

O documento está dividido em três grandes secções, a secção de manutenção, a de resolução de problemas e a respeitante ao projeto de base de dados.

Dentro destas secções encontra-se a descrição de trabalhos realizados no seu âmbito tal como se descreve nos parágrafos seguintes.

No campo da manutenção fala-se das impressoras térmicas a nível da análise da manutenção nelas realizadas e sua reestruturação e da análise e reformulação dos planos de manutenção, mais especificamente no que toca à reformulação das secções pertencentes ao plano de manutenção das máquinas de injeção.

Em termos de resolução de problemas, no capítulo 3, encontra-se descrito o trabalho de modificação de sensores por forma a estender o seu período de vida útil, a substituição de outros sensores reduzindo a necessidade de trocas ou afinações, melhoramentos no reconhecimento por visão e garantia de posição por forma a aumentar a fiabilidade das câmaras existentes em determinada linha de montagem. Fala-se no processo de adaptação de uma linha *sub assy* como resposta à necessidade de aumento de produção de determinado componente, num estudo e avaliação da necessidade de utilização de lubrificante em determinado produto e no melhoramento das linhas de montagem do Cliente 2 cujos objetivos passaram por melhorar as condições de trabalho das operadoras da linha em causa e o seu nível de produção.

No capítulo 4 está descrito o projeto de uma base de dados, as tabelas que a constituem e os formulários e controlos desenvolvidos para a manipulação desta mesma base.

Finalmente no capítulo 5 são tecidas algumas conclusões sobre este estágio e dadas algumas perspetivas para desenvolvimentos futuros dele resultantes.

2 Manutenção

Manutenção é todo um conjunto de ações desenvolvidas para manter os equipamentos em condições ótimas de funcionamento para obter o máximo rendimento na sua operação. Tem também como objetivo minimizar os custos de manutenção a longo prazo refletindo a viabilidade do sistema. De acordo com a forma de atuar, as ações de manutenção podem ser divididas em duas naturezas, a manutenção não planeada e a manutenção planeada. A manutenção não planeada é realizada aquando de uma avaria pontual e ou imprevisível. A manutenção planeada é realizada durante o processo de desgaste do equipamento por forma a conseguir a sua atenuação permitindo assim que esta seja planeada e executada nos momentos mais oportunos [7].

Manutenção divide-se em três subgrupos, corretiva (advém da manutenção não planeada) e manutenções preventiva e preditiva (as quais advêm da manutenção planeada).

A manutenção corretiva trata-se de manutenção não periódica causada por falhas e erros, ou seja, da correção dos danos atuais.

É realizada assim que se deteta o problema, uma vez que ele pode provocar mais danos se o equipamento continuar em funcionamento, afetar a sua produtividade ou impedir mesmo o seu funcionamento.

A manutenção preventiva é a realização planeada e sistemática de tarefas de prevenção de forma constante. Esta é constituída por tarefas de reparação, alteração e melhoria.

A manutenção preventiva pode-se caracterizar como a monitorização de um determinado equipamento para evitar que ele apresente erros ou se degrade a um ritmo mais elevado que o espetável.

A manutenção preditiva é conhecida como uma técnica de manutenção com base no estado do equipamento.

Trata-se do acompanhamento periódico dos equipamentos, baseado na análise de dados recolhidos através da sua monitorização. Como parâmetros a analisar temos, por exemplo, vibração (vibrações fora do normal funcionamento da máquina), o estado do óleo, termografia (possíveis fugas de calor indesejadas) ou avaliação visual, dependendo do equipamento analisado. Tem como grande objetivo a verificação pontual do funcionamento dos equipamentos, antecipando eventuais problemas que possam causar desgastes excessivos com consequências dispendiosas, como por exemplo, a necessidade de manutenção corretiva.

A manutenção preditiva tenta também definir o estado futuro do equipamento e o seu tempo de vida útil [8].

Para uso interno, existe uma tabela com os diferentes níveis de manutenção que serve para auxiliar na execução dos planos de manutenção por forma a distribuir, de forma rápida e eficiente, as várias tarefas pelos vários intervenientes (operador, técnico de manutenção, técnico especializado).

2.1 Impressoras Térmicas

As cabeças das impressoras térmicas que são utilizadas nas linhas de montagem para identificar todos os produtos lá montados, vão-se deteriorando principalmente devido às variações de temperatura e à pressão constante sobre o conjunto papel mais fita de transferência, a que elas estão sujeitas.

De uma forma geral, a cabeça trabalha com o aquecimento e arrefecimento de pequenos pontos que produzirão o padrão desejado à medida que a etiqueta passa por baixo da cabeça.

Na Figura 2 está representada uma cabeça de impressão onde o topo corresponde à zona de impressão onde estão localizados os pontos referidos no parágrafo anterior.

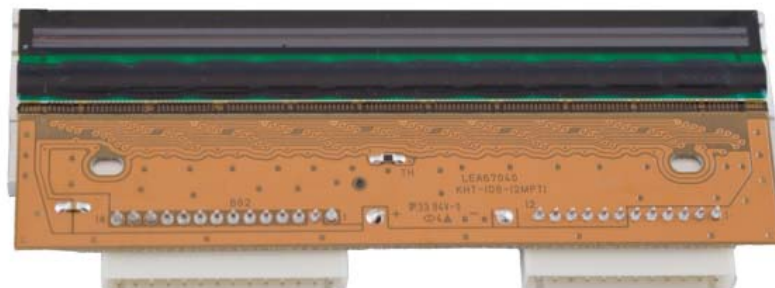


Figura 2 - Cabeça de impressão para impressora térmica [12].

Com o aquecimento e arrefecimento repentino e repetido, juntando também a fricção normal que ocorre aquando da impressão, há secções de pontos que eventualmente deixam de funcionar corretamente e a impressão deixa de ser feita na íntegra.

Os fatores que contribuem para a inutilização da cabeça são:

1. Abrasão – processo de desgaste por fricção. Ocorre durante o normal funcionamento da impressora mas pode ser minimizado.
 - a) Contribui para a abrasão a utilização de papel térmico, uma vez que não há fita de transferência entre os elementos da cabeça e o papel e tendo em conta que o papel é mais abrasivo do que a fita. Na Iber-Oleff todas as impressoras utilizam etiquetas de papel ou vinil sempre com fita de transferência, logo esta não é uma preocupação.

- b) Quando se junta muito pó do papel (isto verifica-se apenas nas etiquetas de papel uma vez que o vinil não se desfaz da mesma forma) à volta da fita de etiquetas, este ganha altura e começa a desgastar a cabeça com o andamento do rolo que transporta as etiquetas. É um fenómeno que acontece com muita frequência nas linhas que trabalham diariamente e, ao contrário do que o fabricante indica no manual das impressoras (limpar a cabeça apenas quando se muda a fita das etiquetas ou fita de transferência [11], verificou-se a necessidade de limpar este pó, com muito mais frequência, com um pincel e limpar todos os componentes à volta, com álcool isopropílico.
 - c) Pressão excessiva entre a cabeça e as fitas é também um problema que poderá causar mais ou menos abrasão. Os pontos de pressão utilizados para fixar a cabeça devem ser dispostos nas extremidades da fita com a pressão suficiente para que se dê a transferência da tinta para o papel, mas não com pressão excessiva (as impressoras utilizadas têm dois pontos de pressão).
2. Corrosão – deterioração gradual da cabeça que pode ser causada por etiquetas ou fita de transferência inapropriadas, agentes de limpeza não indicados ou por ação do ambiente.
- a) Tocar a cabeça de impressão com as mãos desprotegidas poderá causar contaminação prejudicial ao seu tempo de vida útil.
 - b) Limpar a cabeça de impressão inadequadamente ou com produtos de limpeza não indicados poderá levar a um desgaste prematuro da cabeça.
3. Descarga Electroestática (ESD) – poderá ocorrer devido a manuseamento incorreto, por ação do ambiente ou pela própria eletricidade estática criada pela passagem da fita de transferência. Esta pode danificar os circuitos internos que possibilitam o correto funcionamento da cabeça de impressão.
4. Humidade – acontece se as impressoras estiverem inseridas em ambientes húmidos. A humidade pode acarretar dois problemas, a criação de uma pasta em conjunto com os resíduos e ou pó e a danificação dos circuitos internos da cabeça da impressão (bem como da própria impressora). A pasta criada pela junção resíduos mais humidade terão efeitos abrasivos na zona de impressão.
5. Resíduos – a acumulação de resíduos na zona da cabeça (nas figuras pode-se analisar um exemplo de acumulação de resíduos numa das cabeças de impressão instaladas).
- a) Intervalos de manutenção mal definidos que, tendo em conta a frequência de utilização da impressora, podem ser maiores ou menores.
 - b) Definições de contraste demasiado alto – quanto maior o contraste maior será o aquecimento/arrefecimento dos “dots” constituintes da cabeça, o que levará ao seu desgaste mais acentuado.



Figura 3 - Exemplo real de acumulação de resíduos.

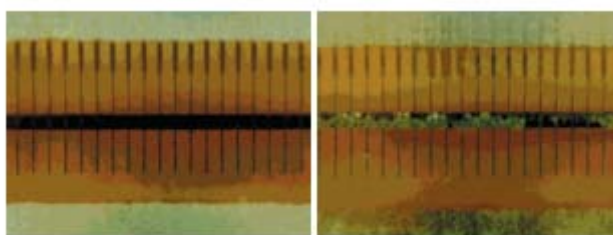


imagem a)

imagem b)

Figura 4 - Representação microscópica dos "dots" das cabeças de impressão. Imagem a) "dots" novos; Imagem b) "dots" usados sem manutenção [9].

A Figura 4 demonstra também a forte necessidade de uma manutenção apropriada da cabeça de impressão para conseguir o máximo tempo de vida útil.

As fotografias presentes na Figura 5 mostram uma cabeça de impressão inutilizada. Esta sofreu principalmente abrasão natural causada pelo funcionamento da impressora e alguma acumulação de resíduos que, embora limpos periodicamente, têm sempre um efeito negativo nas cabeças.

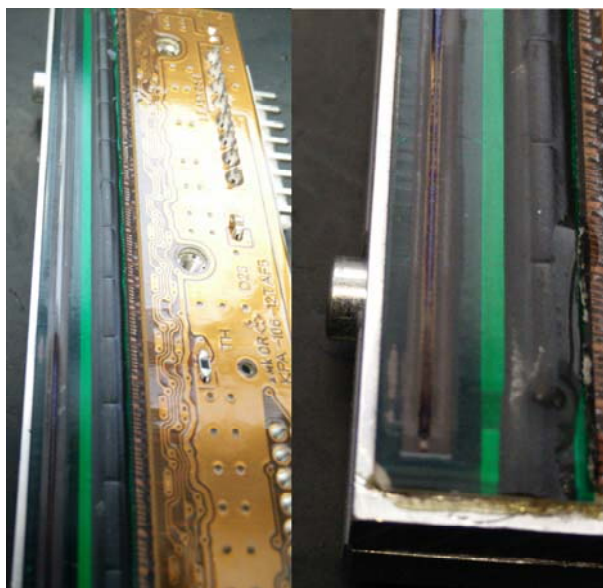


Figura 5 - Fotografias representativas de uma cabeça de impressão inutilizada.

Com esta avaliação do estado das impressoras e sua manutenção conseguiu-se concluir que, aumentando a periodicidade da limpeza das cabeças para (pelo menos) uma vez por semana ao invés de o fazer apenas como especificado no manual e limpar só quando se troca uma das fitas, aumenta-se em muito a vida útil de uma cabeça de impressão, uma vez que é reduzido o fenómeno de abrasão e se conseguem fazer impressões com o parâmetro de temperatura muito baixo (o valor do parâmetro da temperatura de impressão começa no valor 0 e pode ser incrementado em valores unitários, em condições muito boas conseguem-se impressões com o valor desse parâmetro igual a 0), já que não se dá a acumulação de pó que obrigue ao aumento da temperatura.

2.2 Análise e Reformulação dos Planos de Manutenção

Quando se iniciou o desenvolvimento da base de dados para controlo da manutenção procedeu-se à análise de todos os planos de manutenção.

Todos os planos de manutenção foram analisados para que fossem corrigidos caso necessário e ou atualizados tanto a nível de procedimentos como a nível de periodicidade.

As alterações mais críticas foram feitas nos procedimentos da manutenção dos robôs e de algumas linhas, tanto para formalizar os procedimentos realizados como para melhorar os métodos operatórios. Em particular nos robôs scara foi realizado um novo método operatório para mudança da massa nos eixos 1 e 2. Este novo plano foi ajustado à utilização que o robô tem na empresa e às instruções do fabricante. O procedimento pode ser consultado no anexo A.

Encontrou-se também uma forte necessidade do controlo da periodicidade da troca de pilhas e baterias existentes nos vários equipamentos. Estas têm a principal função de alimentar as memórias

dos equipamentos para que sejam sempre guardados os parâmetros de funcionamento e as calibrações. A deterioração de uma bateria pode ou não ter grandes problemas e gastos para a empresa. Por exemplo, no caso de uma máquina CNC, a falta de bateria fez com que a máquina perdesse todos os parâmetros de funcionamento e programas existentes em memória. Como se trata de uma máquina com alguns anos de casa e sem *backup* físico dos parâmetros, a empresa incorreu num custo considerável para repor a máquina no seu modo normal de funcionamento (custo das por deslocações, das horas de estudo dos manuais do controlador, do tempo necessário para os sucessivos testes de funcionamento e custos diretos de pedidos de assistência técnica). Já a perda de bateria numa máquina de injeção apenas implica uma nova reprogramação, o que passa por descarregar o *software* existente em *backup* uma vez que os parâmetros de funcionamento variam de molde para molde e são inseridos aquando da montagem de novo molde.

Concluiu-se assim que a troca de baterias é um ponto fulcral na manutenção geral de todos os equipamentos que as utilizam, bem como a realização de *backups* periódicos de todo o *software* existente nos vários equipamentos. Esse trabalho de salvaguarda de dados foi desenvolvido em paralelo com a verificação e inventário das baterias.

3 Resolução de Problemas

Ao encontrar o primeiro problema não se partiu de imediato para a sua resolução. Este teve de ser analisado e devidamente tratado, permitindo uma taxa de sucesso mais elevada do que a taxa que se teria obtido ao implementar as primeiras soluções possíveis e à vista desarmada. Para tal recorreu-se aos vários métodos de análise de problemas para selecionar o mais indicado. Os métodos de resolução de problemas são vastos, uns mais morosos que outros e dependendo da complexidade do problema em si. A demora da execução de um método para encontrar a solução de um problema faz com que este nem sempre seja utilizado no dia-a-dia de uma empresa. Este é o principal fator que leva à não utilização imediata de qualquer processo de resolução de problemas de forma formal, numa primeira abordagem. São então utilizadas as chamadas ações de contenção, ações estas que apenas são aplicadas em casos críticos ou de grande urgência. São utilizadas para manter o “normal” funcionamento de um equipamento até que o problema seja analisado e eliminado ou corrigido.

Por exemplo, se um sensor indutivo com a finalidade de deteção das molas presentes numa peça deixar de funcionar corretamente e a sua substituição implicar num decréscimo da produção, é implementada uma ação de contenção, a qual garante que a operadora verifica a existência dessa mola criando uma marca em cima dessa mesma mola, como por exemplo um risco. O sensor deteriorado é um exemplo de um problema evidente que, no fim de identificado, é simples de resolver e sem necessidade de aplicação formal de um método de resolução de problemas.

Quando defrontados com problemas de dificuldade acrescida, há uma necessidade de partir para esses métodos mais complexos. Muitos variam na maneira de como são expostos e apresentados, mas a essência permanece a mesma: Olhar, Ver, Compreender e Agir.

Podem sistematizar-se estas metodologias de várias formas, destacando-se os seguintes exemplos:

Exemplo 1[13]:

1. Identificação do problema: Definir claramente o problema e reconhecer a sua importância;
2. Observação: Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista;
3. Análise: Descobrir as causas fundamentais;

4. Plano de ação: Conceção de um plano de tarefas a realizar de forma a colmatar as causas fundamentais;
5. Ação: Eliminar as causas fundamentais;
6. Verificação: Verificar se as ações tomadas foram eficientes e suficientes;
7. Padronização: Prevenir o reaparecimento do problema;
8. Conclusão: Recapitular e documentar todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

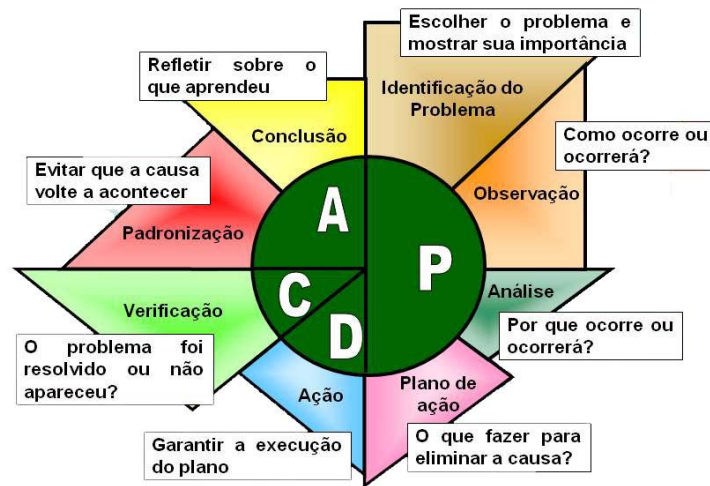


Figura 6 - Esquematização do exemplo 1[13].

Exemplo 2[4]:



Figura 7 - Representação gráfica de um método de resolução de problemas [4].

Situação: Refere-se ao meio envolvente que nos leva a reconhecer que há um ou mais problemas para resolver;

Problema: Escolha e enunciado do problema identificado;

Investigação: Utilizar técnicas como entrevista, registo gráfico, fotográfico ou consulta bibliográfica de modo a organizar uma linha de raciocínio que tenha como fim uma resposta/solução adequada ao problema;

Projeto: Desenvolvimento da melhor solução encontrada e esquematização/planeamento da sua implementação;

Realização: Pôr em prática o projeto desenvolvido;

Avaliação: Testar a implementação e perceber se o problema foi eliminado. Em alguns casos é a fase final do problema, noutros casos aparecem novos problemas para resolver.

Exemplo 3:

Esta é a versão utilizada na empresa. Uma versão simplificada das anteriores.

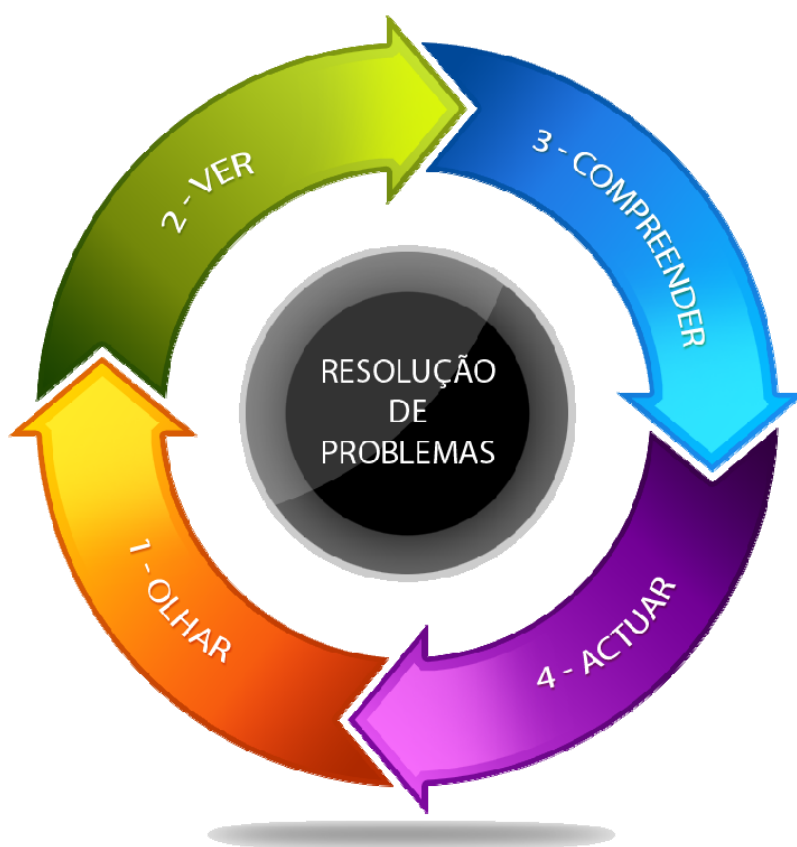


Figura 8 - Representação gráfica de um método de resolução de problemas.

De notar que este método dá especial atenção à utilização dos sentidos (olhar, ouvir, cheirar, tocar, provar) já que esta é uma técnica poderosa que deve ser usada para ajudar a entender os problemas. Rege-se também por algumas regras, tais como não afetar as operações normais aquando a sua realização e não perturbar quaisquer pistas existentes que sejam úteis à resolução do problema.

A utilização dos sentidos tem que ser objetiva e exata evitando opiniões baseadas em pontos de vista.

1. Primeiro passo, **Olhar**

Nesta primeira etapa podemos recolher informações qualitativas e quantitativas. As qualitativas são descrições resultantes da utilização dos nossos sentidos e as quantitativas são baseadas em medições ou contagens e expressas em números.

Para uma maior taxa de sucesso é importante usar todos os sentidos, rever as informações recolhidas para ter certeza de que estas são exatas e objetivas e verificar se as informações foram obtidas através do uso dos sentidos e não explicações sobre o que captamos por esses mesmos sentidos.

2. Segundo passo, **Ver**

Este passo serve principalmente para separar a informação relevante da irrelevante, de forma a concentrar a atenção no que é verdadeiramente importante para a resolução do problema.

3. Terceiro passo, **Compreender**

Obter uma explicação sobre o que foi observado é o processo mais simples para a compreensão. Devem-se fazer várias explicações de forma lógica sobre o mesmo conjunto de informações, mas estas devem ser verificadas para se descobrir se estão corretas.

4. Quarto e último passo, **Atuar**

Implementar todas as alterações e ou medidas necessárias para combater/resolver o problema. Por vezes, no processo de resolução de um problema, aparecem outros que devem ser continuamente resolvidos até sua extinção.

3.1 Modificação de Sensores

Um dos grandes projetos de ventiladores presentes numas das zonas de montagem da empresa conta com equipamentos de montagem de vários componentes na peça A antes da montagem final e sua inspeção. Esses equipamentos contam com uma forte componente sensorial que garante a presença de todas as peças que levam ao correto funcionamento do produto. De entre esses sensores temos sensores óticos, indutivos e de pressão. Os sensores de pressão estão em constante

desgaste devido a uma ação que se repete inúmeras vezes durante um dia de trabalho: a ação de colocar e retirar a peça A da máquina. Esse desgaste acaba por inutilizar os sensores que, na ponta da haste que os aciona são constituídos por uma roda em plástico, e forçados diariamente por peças B constituídas por metal.

Foi estudada então uma maneira de reaproveitar os sensores existentes em *stock* e, se possível, modificá-los de maneira a que estes tenham um tempo de vida útil mais alargado.

Pensou-se na introdução de rolamentos no lugar das rodas de plástico. Como os rolamentos são constituídos por aço temperado, têm grande resistência estrutural ao longo da sua superfície, o que neste caso foi bastante importante. Dimensionou-se um pequeno veio para substituir e manter o rolamento na posição certa e procedeu-se à alteração de todos os *micro-switches*.

Esta solução está em prática em várias linhas de montagem e trouxe duas grandes vantagens: A poupança nos sensores, que agora não se inutilizam com tanta frequência e melhorias no conforto e facilidade de operação das máquinas, já que os rolamentos oferecem menos resistência aquando do encaixe/desencaixe da peça A na máquina.

3.2 Sensores (substituição)

De acordo com os responsáveis pela qualidade dos produtos que saem da empresa, detetou-se um problema na montagem de um componente num produto.

Quando as operadoras realizavam a montagem do conjunto peça C + peça D + peça E, havia probabilidade de o encaixe da peça D ser feito na ranhura errada da peça E. Este problema foi inicialmente solucionado com a colocação de um sensor luminoso, uma fibra ótica. Esta solução tornou-se pouco viável visto que se trata de um tipo de sensores bastante sensíveis e afetados, por exemplo, devido a variações de luz, posições e/ou brilhos, criando assim problemas de deteção da posição certa da peça D, por parte do equipamento. O facto de estes equipamentos andarem em constante mudança de bancadas foi também um fator que levou ao insucesso da implementação deste tipo de sensores.

Partiu-se assim para uma solução mais simples – implementação de um sensor mecânico. Com este contacto mecânico, a peça D terá que ser colocada na posição correta, caso contrário não fica à altura necessária para acionar o sensor e continuar o ciclo da máquina. Este sensor tem como função inibir o funcionamento dos outros sistemas de deteção de componentes, até que tudo esteja no seu devido lugar para se proceder à correta montagem do produto.

3.3 Reconhecimento por Visão e Garantia de Posição

Na linha de montagem do cliente 1 foram detetados vários problemas provenientes da máquina de soldadura/controlo final.

Esta máquina tem como objetivo a verificação da existência de todos os componentes constituintes do produto, assim como a sua correta colocação.

No processo de **ver**, identificou-se como causa principal dos problemas o facto de a tampa pertencente ao produto, não abrir sempre até ao mesmo sítio. Tal acontece porque há uma tolerância para a posição final da tampa (na casa das décimas de milímetro). Embora um acontecimento pontual e impercetível à vista desarmada, este levava a uma soldadura descentrada e a uma dificuldade acrescida no reconhecimento de imagem por parte das câmaras instaladas na máquina.

Para garantir uma soldadura mais centrada e com mais estabilidade na sua posição, utilizou-se um cilindro pneumático para forçar a tampa e fixá-la numa posição que será semelhante em todas as outras peças soldadas, após nova afinação dos elétrodos e retificação da base onde as peças são encaixadas, o problema das soldaduras imperfeitas foi eliminado.

Aquando da análise da imagem recebida pelas câmaras, foi detetado novo problema: como a cor dos constituintes da zona da peça onde as câmaras necessitam de captar a imagem é preto brilhante, para além da dificuldade causada pelo brilho, a luz ambiente e a luz infravermelha emitidas pelas câmaras não permitem estabilidade no processo de captação de imagem. Uma outra dificuldade advém do facto de este equipamento ser utilizado para soldar três projetos distintos do mesmo cliente, pelo que as câmaras têm que ser programadas de forma a aceitarem peças completas e rejeitarem peças incompletas de cada um dos projetos. As câmaras usadas sobrepõem a imagem captada a um ou mais modelos que têm em memória, em busca de contornos que sejam iguais ou muito parecidos entre si.

Durante a análise do *software* disponibilizado para programação das câmaras e de vários testes com diferentes modelos, diferentes *thresholds*, tempos de exposição e iluminação exterior, não se chegou a nenhuma solução. Esta solução foi encontrada quando se alteraram as características do sensor: neste caso, a câmara deixou de adquirir a imagem de forma linear e passou a adquiri-la de forma logarítmica [14]. O tratamento de uma imagem por meio logarítmico permite que as imagens adquiridas pela câmara sejam sempre muito idênticas, independentemente do brilho emitido pelo produto. Segue um exemplo de imagens captadas com o sensor configurado para captar imagens com característica linear e logarítmica.

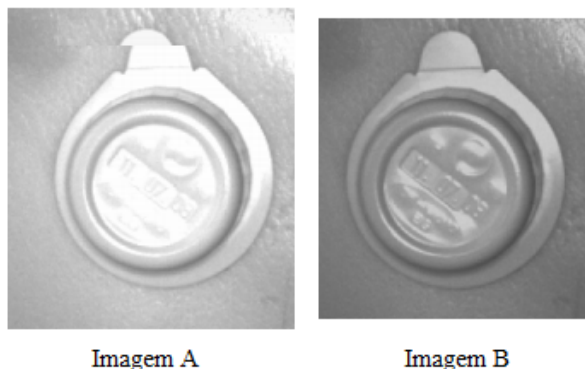


Figura 9 - Imagem A: tratamento linear | Imagem B: tratamento logarítmico [14].

Quando se diz que a imagem tem característica linear ou se encontra no espaço linear entende-se que os valores calculados pela máquina ou computador são incrementados de maneira simples, por exemplo num sistema de 8 bit, 256 valores, tem-se que o 128 é o valor intermédio (que separará a zona escura da clara). A progressão segue os seguintes intervalos: 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1. Isto é, o extremo escuro tem incrementos muito afastados e o extremo claro tem incrementos muito finos ou mais juntos.

Quando a imagem está no espaço logarítmico, a progressão de valores segue intervalos iguais: 32, 64, 96, 128, 160, 192, 224, 256. Assim tem-se uma melhor resposta no extremo escuro do espectro.

Em suma, pode-se dizer que as imagens em espaço logarítmico são otimizadas para a escala perceptual do olho humano[15].

Esta alteração nas câmaras foi implementada com sucesso e trouxe uma enorme melhoria para o funcionamento da máquina. Antes de esta ser feita a máquina tinha um índice de rejeição de produtos considerados bons, na casa dos 20% e neste momento esse índice desceu para aproximadamente 1%.

3.4 Linha Sub assy

Problema: Necessidade de uma linha de montagem nova com as mesmas capacidades da linha responsável pela pré montagem de componentes necessários a três projetos, para incorporação na Iber-Oleff Marinha Grande.

A linha de montagem existente é o resultado da integração de três linhas numa só. Esta junção foi feita anos antes de forma a reduzir o espaço ocupado, uma vez que o volume de produção dos projetos diminuía com o passar dos anos.

Quando apareceu esta “nova” necessidade, fez-se uma análise dos vários funcionamentos da linha, da sua geometria e dos componentes integrantes fundamentais, numa tentativa de encontrar uma configuração possível para uma nova linha, funcionalmente equivalente à primeira, tendo sempre como um dos objetivos reaproveitar o máximo de componentes.

Antes de partir para as alterações, foi feito um levantamento do problema, seguindo a ideologia da empresa.

1ª Etapa – **Olhar**:

- Reparou-se na falta de sensores;
- Pontas de cabos cortados;
- Quadro elétrico desorganizado.

2ª Etapa – **Ver**:

- Perceber quais os sensores que realmente são necessários;
- Estudar o esquema elétrico da máquina e perceber quais as diferenças entre ele e o estado atual da linha;
- Comparar a linha em funcionamento de modo a compreender o que é preciso alterar.

3ª Etapa – **Perceber**:

- Todos os suportes utilizados para fixar sensores que se encontram antes de *stoppers*¹, já existentes na linha, levaram novos sensores, para que ambas as linhas tenham um número igual de sensores;
- No fim de montados e ligados segundo o esquema elétrico, percebeu-se que o programa não trabalhava devidamente pois a linha era dotada de uma estação de vácuo com uma tombola vibratória acoplada, coisa que não é necessária para esta aplicação;
- O suporte dos elétrodos utilizados para soldar os pinos plásticos da peça, estava muito alto em relação ao suporte existente na linha que serviu para de base para a alteração;
- A estação elevatória (que serve para fixar o carro que transporta as peças vindas dos postos de montagem) existente no posto de soldadura, necessitou de um batente novo para que os carros imediatamente antes do carro a soldar não interferissem com o processo de soldadura.

¹ *Stopper* é a designação dada ao conjunto de um cilindro pneumático, um acessório de fixação para perfil de alumínio e uma peça em plástico. Utiliza-se nas linhas de montagem para barrar a passagem das bases que nelas circulam.

As alterações deram-se a três níveis: mecânico, elétrico e de *software*.

A nível mecânico foi necessário um reposicionamento dos eléctrodos e do cilindro de soldadura, a alteração da disposição dos postos de trabalho e a modificação de várias ligações pneumáticas.

As alterações de natureza eléctrica consistiram de reposição de ligações danificadas, alterações de entradas/saídas do autónomo que estão queimadas e introdução de novas ligações. Foram também substituídas ligações de antigos elementos da linha para possibilitar a introdução de novos sensores.

As alterações de *software* foram realizadas não só por causa da introdução/remoção de certos elementos da linha mas também por esta necessitar de novas formas de funcionamento.

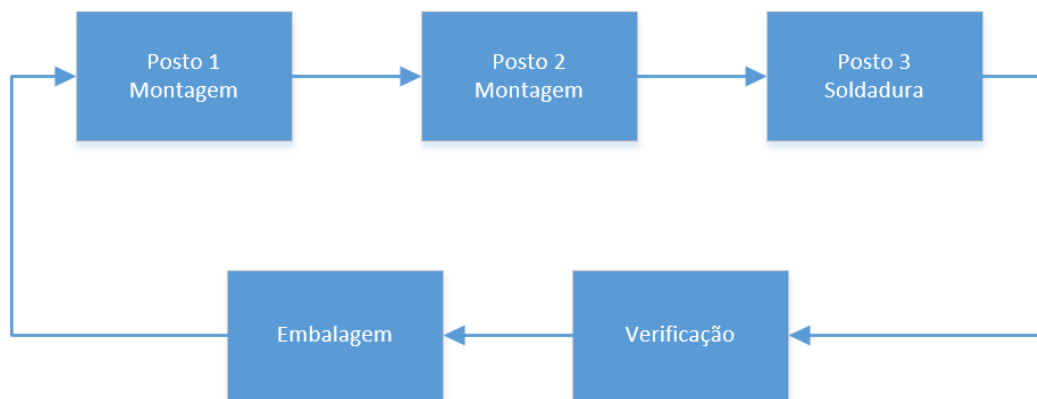


Figura 10 - Esquema simplificado da linha de montagem em questão.

Uma vez concluído o processo de reestruturação da linha e antes das alterações definitivas de *software*, foram comparados os funcionamentos de ambas as linhas, a existente e a “nova”.

A linha existente é dotada de dois modos de funcionamentos para este projeto, o modo de uma operadora e o modo de duas operadoras. Quando funciona com uma operadora todos os carros param no posto de trabalho número 1 para que sejam assemblados os componentes que seguirão a sua viagem até ao posto de soldadura e então voltar ao posto número 1. Quando se dá o funcionamento a duas operadoras, ambos os postos de trabalho têm que ter um carro pronto para levar as peças assembladas. O posto 2 está programado de forma que deixe sempre passar dois carros de cada vez, o carro desse posto e o carro do posto 1. Por sua vez o posto 1 também deixa passar sempre dois carros, o carro onde foi assemblado o produto desse posto e um carro vazio para ser utilizado no posto 2.

Uma vez que a linha a alterar funcionava com um único posto, foi então inserido um novo modo de funcionamento fazendo com que, ao ligar os dois postos de montagem, a linha inicie o funcionamento a dois postos automaticamente.

O posto de soldadura não foi mexido visto que o modo de funcionamento é igual.

O último posto é dedicado ao controlo de qualidade das peças após serem soldadas. Estas têm a particularidade de conter uma mola no seu interior que tem que ser verificada. A verificação é feita

por dois sensores indutivos que foram inseridos na nova linha. Estes estão ligados em série através de relés (Figura 11) e só quando ambos estão acionados é que se envia um sinal de positivo para o autómato libertar o carro daquele posto. No caso de uma peça sem mola, foi incluído um botão para libertação forçada do carro. Este posto sofreu, também, alterações mecânicas (inserção de módulos pneumáticos), eléctricas (parte sensorial) e a nível de *software*.

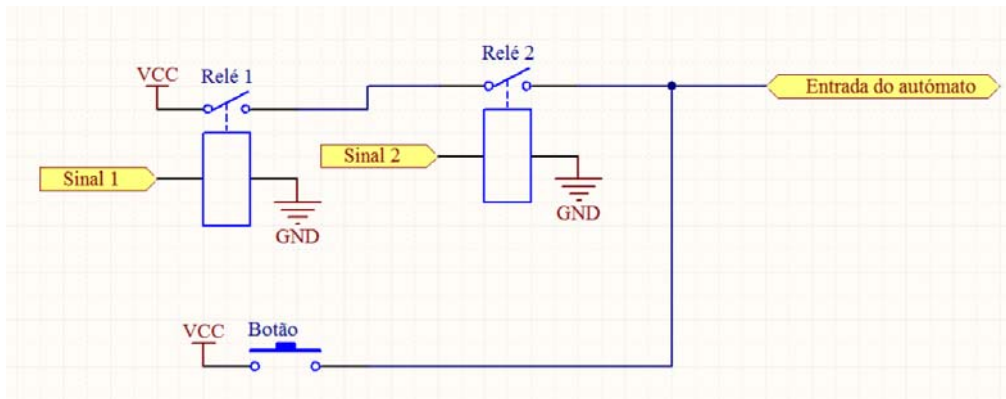


Figura 11 - Esquema ligação sensores posto 4.

Para verificar o funcionamento final, as peças soldadas na linha foram submetidas ao controlo de qualidade para validação dos elétrodos e do seu posicionamento. A linha foi testada pelas operadoras para proceder à sua validação e aceitação por parte da produção.

Este projeto deu-se por concluído quando a linha de montagem foi entregue em uma outra unidade da empresa e foi dada a devida formação, acerca da manutenção e funcionamento da linha, aos técnicos responsáveis.

3.5 Estudo e avaliação da necessidade de utilização de lubrificante em determinado produto

Este estudo é apresentado utilizando nomes código para todos os componentes do produto em questão.

A figura seguinte é referente a um ventilador não existente nesta empresa e serve apenas como ilustração para o nome fictício atribuído às peças.

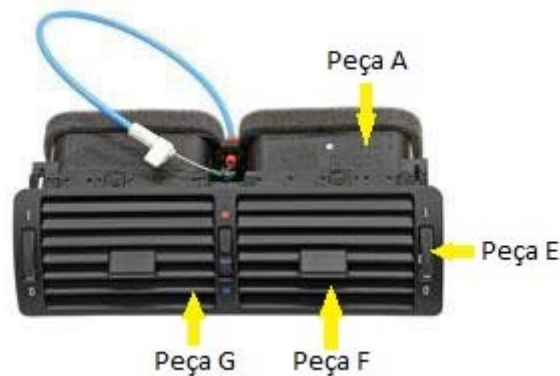


Figura 12 - Ilustração de alguns nomes de código de um outro produto semelhante [16].

Problema: Perceber se as forças altas encontradas no movimento da peça F ao longo das peças G, eram influenciadas pela existência ou não de lubrificante.

Este estudo teve como objetivo perceber se é necessário ou não continuar a utilizar determinado tipo de lubrificante nas peças I, medindo as forças no conjunto peça F/ peça G. Como todas as peças montadas têm lubrificante na peça I, foram montadas 100 peças (25 peças de cada referência, ML, MR, L e R) com peças I sem óleo e medidas as forças 2 vezes, pela mesma pessoa, com 2 dias de intervalo entre as medições.

Após o intervalo entre as medições e, em alguns casos, fazendo o movimento várias vezes, a força vai decrescendo. De um modo geral, nota-se uma descida de aproximadamente 20% das forças.

Foi decidido pela equipa da qualidade responsável por este produto, que uma força superior a 2N está fora da especificação já que após, montar a peça G no conjunto (peça A+ peça H), as forças sobem (em alguns casos até 2N). Tal deve-se ao facto de a peça F ter que movimentar a peça H que, por si só, está sujeita às forças que a peça A lhe impõe.

Em muitas das lamelas R há um grande ressalto no fim de curso da peça F. Esse ressalto provoca uma força muito alta, na ordem dos 2 a 3N no início do movimento, o que faz com que a força fique fora de especificação. Também se nota este ressalto nas outras referências, embora que com muito menos frequência.

Existem ligeiras prisões que têm efeitos negativos no movimento da peça F tornando o movimento pouco suave. Estas prisões persistem mesmo com lubrificante na peça I.

Em algumas peças G testou-se trocar a peça I sem lubrificante e colocar a peça I com lubrificante. Reparou-se que as forças não sofrem uma alteração significativa. No caso da peça G com o número 2.27, as forças permanecem constantes com e sem óleo – 1.2N.

Pegou-se numa peça G 'R' da amostra, com as forças altas em relação às outras peças G 'R' e fez-se uma nova medição. Esta peça G, 3.62, tem um enorme ressalto no fim do curso. As medições foram feitas ignorando o ressalto (ou seja parando o movimento antes de aplicar a força necessária para ultrapassar o ressalto) utilizando peça I com e sem lubrificante e posteriormente efetuou-se nova medição, tendo em conta o ressalto, utilizando peça I com e sem lubrificante.

Os resultados estão documentados na próxima tabela. De notar que todas as medições foram feitas utilizando sempre o mesmo movimento em todas as peças.

Peça 3.62	Lado A	Lado B
Com lubrificante + ressalto	2.7	2.4
Com lubrificante - ressalto	1.9	1.6
Sem lubrificante + ressalto	2.6	2.9
Sem lubrificante - ressalto	1.9	1.7

Tabela 1 - Exemplo de medição da peça 3.62.

Conclui-se que, a utilização do lubrificante nas peças I, não traz melhorias significativas tanto nas forças como no deslizar das peças F.

Para uma certeza maior quanto à conclusão, foi introduzida uma pequena amostra das peças G das várias referências na linha (5 peças G MR e 5 peças G ML), sem lubrificante nas peças I e marcadas para, no fim do processo, comparar com o produto já existente onde as peças I têm lubrificante.

Quando as peças introduzidas no início da linha de montagem chegaram à fase final de montagem, foram retiradas e analisadas. Numa primeira análise das peças, após montadas no conjunto peça A+ peça H, a conclusão anterior é tida como **inválida**. O movimento torna-se pesado, irregular e menos fluído em comparação com os conjuntos cuja peça I contém lubrificante.

Foram feitas medições de duas maneiras distintas. Numa primeira parte, foram medidas as forças usando o curso total do movimento que a peça F faz ao longo da peça G, e, numa segunda parte foram medidas as forças apenas no centro do percurso da peça F.

Para comparar os resultados obtidos, foi feita uma recolha de valores de uma amostra de 5 peças, medidas na *quality wall* (trata-se de um posto de trabalho específico para inspeção do produto acabado, antes de este ser enviado ao cliente), de produtos onde a Peça I existente nas peças F contém lubrificante.

Medição peça G com conjunto peça A e peça H de extremo a extremo						
	MR		Limites 1.5 - 2.5N		ML	
Peça	Lado A	Lado B	Peça	Lado A	Lado B	
1	2,9	2,7	1	2,2	2,5	
2	2,2	2,5	2	2,7	2,4	
3	2,4	2,7	3	3,0	2,8	
4	2,3	2,8	4	3,6	3,2	
5	2,2	2,2	5	2,9	2,6	
Medição peça G com conjunto peça A e peça H só no centro						
1	1,7	1,6	1	2,0	2,0	
2	2,0	1,8	2	2,2	2,2	
3	1,7	1,9	3	2,0	2,2	
4	1,4	1,4	4	1,8	1,9	
5	1,4	1,4	5	2,2	1,9	
Amostra aleatória com lubrificante (medida na <i>quality wall</i>)						
1	1,9	1,8	1	1,6	1,4	
2	1,4	1,5	2	1,6	1,4	
3	2,0	1,5	3	1,8	1,3	
4	1,6	2,1	4	1,5	1,6	
5	1,4	1,5	5	2,4	1,8	

Tabela 2, 3 e 4 - Forças medidas peça A+ peça G central Cliente 2.

Com a análise destes valores obtiveram-se duas conclusões: a peça H provoca uma força muito alta (32% mais elevada, comparando com os valores da amostra MR e 40% mais elevada, comparando com os valores da amostra ML com lubrificante) no início do movimento, esta força tem muito mais impacto quando não há lubrificante nas peças I. Quando o movimento é feito no centro do percurso da peça F as forças baixam significativamente, aproximando-se das forças medidas na *quality wall*, mas o movimento perde qualidade ao nível do toque/sensibilidade.

Aquando da realização do teste anterior, tomou-se consciência da existência de 4 cavidades distintas no molde que produz as peças F, o que levou à curiosidade/necessidade de avaliar o comportamento de uma peça F de cada cavidade a nível de forças, quando montado em cada peça G com peça I sem lubrificante. Perceber qual o impacto do movimento da peça H de extremo a extremo comparativamente ao movimento da peça H quando esta se encontra no centro da trajetória da peça F, é também um ponto importante visto, ter-se reparado, que esta é causa para aumento das forças (em alguns casos até 1N).

Tendo em vista esta necessidade foi realizado um novo teste. Medir as forças de quatro peças G (L, ML, R, MR) montadas em quatro peças F (k1, k2, k3, k4), uma de cada cavidade, com peças I sem lubrificante, com e sem o conjunto peça A+ peça H. Para ter uma base de comparação, foram depois trocadas as peças I sem lubrificante por peças I com lubrificante e medidas as forças do movimento das peças F. De notar que as forças dos movimentos anteriormente medidos, são inferiores às forças do movimento das peças F com peças I sem lubrificante, com diferenças entre os 0,6 e os 1,2N.

A peça G R ainda tem o ressalto referido no primeiro teste e é a que apresenta forças mais elevadas. Nota-se também um comportamento diferente das peças F com lubrificante nas peças I para as peças F sem lubrificante, por exemplo, no conjunto K1+R (peça F da cavidade 1 mais peça G R) e no conjunto K3+R são os casos que mais se distinguem com forças altas quando temos em conta peças I com lubrificante. Quando se mediram as forças do movimento das peças F com peças I sem lubrificante, os casos mais críticos encontrados foram K1+R e K2+R.

Medição só peça G sem peça H de extremo a extremo				
	k1	k2	k3	k4
L	1,30	1,60	1,70	1,70
ML	1,50	1,40	1,60	1,70
R	3,20	2,70	2,50	2,40
MR	1,30	1,70	1,70	1,10
Medição só peça G sem peça H de extremo a extremo com lubrificante				
L	0,70	1,20	1,20	0,80
ML	0,50	1,40	1,40	0,80
R	1,80	1,40	1,60	1,20
MR	0,30	0,80	1,00	0,40

Tabela 3 e 4 - Forças medidas peça F+ peça G central Cliente 2.

Os valores de K1 e K4 para as restantes peças G não diferem muito entre si (diferenças na casa entre 0,3 e 0,8N) e verifica-se que as peças F K2 e F K3 são as que apresentam as forças mais elevadas, no caso de peças I com lubrificante. Nas peças I sem lubrificante, as forças das várias peças F não diferem muito entre si quando em peças G diferentes com exceção da peça G R.

Quando se introduzem estas peças (peça F+ peça G) no resto do conjunto (peça A+ peça H), as forças sobem todas. As peças F K1 e F K4 são os que têm forças mais baixas em comparação com o resto das forças de todas as medições. Ao analisar as forças, percebe-se que a peça H tem uma grande influência para o seu aumento.

Foram medidas as forças com peça H de extremo a extremo e só no centro do movimento para ter uma visão de como é que esta influencia as forças. Reparou-se que, quando se chega a um extremo, a peça H fica muito inclinada na horizontal e, como a peça F consegue o movimento através da peça

J, esta vai necessitar de uma força elevada para iniciar o movimento, uma vez que a peça J fica quase perpendicular à peça G responsável pela interligação peça J+ peça H.

Quando testado o movimento só na zona central da trajetória, percebeu-se que há uma clara descida das forças (a peça G L tem a diferença menos acentuada, na casa dos 0,3N, as outras peças G têm descidas entre os 0,5 a 1,5N).

Comparando os valores medidos só nas peças G com os valores medidos apenas no centro da trajetória da peça F montada no produto, há diferenças mas não tão significativas. As forças aumentam em média 0,4N.

Com base nestes resultados e tendo em consideração o grande aumento de forças provocado pela peça H (referido nos parágrafos anteriores), conclui-se que é realmente necessário utilizar lubrificante, por muito pouco que seja. Como há uma enorme redução de atrito no deslizar da peça F as forças tornam-se insignificantes em comparação com as forças que a peça H lhe vai impor.

Por outras palavras, utilizando lubrificante reduz-se a força do movimento da peça F compensando assim o aumento de forças que o resto do produto lhe provoca.

Com este estudo não se eliminou o problema das forças altas que se encontra em alguns produtos mas teve-se uma melhor perceção das possíveis causas desse problema o qual será analisado mais ao detalhe por uma equipa especializada neste tipo de problemas em questão, existente na empresa.

3.6 Melhoramento das Linhas de Montagem do Cliente 2

Foi detetado um problema comum a ambas as linhas: Demora na montagem dos componentes da peça.

O objetivo de uma linha é conseguir o máximo de produção possível tendo em conta os limites dos equipamentos, resistência dos produtos que nelas se montam e as condições de trabalho das operadoras que executam as tarefas de montagem.

Ao observar as máquinas e os métodos de operatários pelos quais as operadoras se regem, detetaram-se várias falhas que estariam direta ou indiretamente ligadas a diversos problemas. Problemas esses que se manifestam a nível temporal (dificuldade de obtenção dos objetivos de produção por hora), a nível de produto/equipamento (dificuldade de montagem dos vários componentes que causaria esforço no equipamento) e até nas condições de trabalho das operadoras.

O principal objetivo desta análise e consequente intervenção é aumentar a produção nas linhas. Para o atingir, criaram-se dois outros objetivos:

- Melhorar as condições de trabalho das operadoras;
- Reduzir o tempo de ciclo dos postos de trabalho.

De notar que estes objetivos estão diretamente ligados, embora se possa reduzir o tempo de ciclo das máquinas mantendo as condições de trabalho mas, ao melhorar as condições de trabalho das operadoras e obtendo uma redução do tempo de ciclo, consegue-se um maior volume de produção do que só reduzindo o tempo de ciclo.

Seguindo o processo de resolução de problemas, **olhou-se** para ambas as linhas para perceber o seu funcionamento e detetar alguma não conformidade mais evidente. Após esta análise, começou-se o processo de **ver** identificando assim problemas e pontos onde a melhoria é necessária. Fez-se também um pequeno inquérito às operadoras por forma a ter uma maior noção das dificuldades sentidas na sua interação com as máquinas.

Uma vez concluído o processo de ver, **compreenderam-se** os problemas ordenando-os tendo em conta o impacto que estes estavam a causar na linha e a velocidade com que se conseguiria a sua resolução.

Uma vez compreendidos, partiu-se à **ação** implementando todas as alterações necessárias. É também importante perceber se as modificações foram bem concebidas e aceites por parte das pessoas que trabalham diretamente com, neste caso, as máquinas onde foram implementadas.

Ao observar o funcionamento das linhas, foi feita uma lista de problemas encontrados em cada máquina (linha lateral: máquinas VSL01 e VSL02; linha central: máquinas VSC01 e VSC02):

Posto 1L (Máquina VSL01)

1. Máquina de colocar lubrificante nas peças com mau *setup* – as operadoras perdem muito tempo a colocar lubrificante; é incómodo carregar repetidamente no pedal para sair a quantidade de lubrificante necessária.
2. Necessário um conjunto de movimentos só para colocar as peças B na máquina antes de colocar todos os outros componentes e realizar o movimento de montagem da peça (o componente da máquina que leva as peças B até à peça A, na sua posição de repouso, encontra-se muito para baixo um pouco atrás da base onde se encaixa a peça A, não havendo espaço para colocar as peças B).
3. O cabo dos sensores que detetam a presença das peças B está numa posição que o levará a partir facilmente. Este facto agrava-se pois estes estão sujeitos a movimentos sucessivos da máquina.
4. As bases onde se encaixa a peça A têm um apoio retangular que pode dificultar o encaixe das peças.
5. A Programação leva a máquina a trabalhar em sequência, o que demora mais do que se a máquina fizesse movimentos simultâneos.

Posto 2L (Máquina VSL02)

1. Grande demora no ciclo de soldadura (pré-tensor com grande demora até chegar à posição final. Como os elétrodos só iniciam o movimento após o pré-tensor chegar ao fim, há um grande tempo de espera até que se comece a soldar a peça).

Posto 1C (Máquina VSC01)

1. Tal como na máquina L1, a máquina de colocar massa lubrificante nas peças encontra-se com uma má configuração, o que traz consequências semelhantes às descritas anteriormente.
2. Uma vez mais, como na máquina L1, é necessário um movimento só para colocar as peças B na máquina antes de colocar todos os outros componentes e realizar o movimento de montagem da peça (está uma peça na máquina que ajuda a segurar a peça A e faz de batente para a peça que leva as peças B até à peça A).
3. Esta máquina tem dois movimentos que provocam um grande movimento oscilatório por parte da mesa onde esta se encontra, que se dão no início e no fim do ciclo aquando da abertura e fecho da máquina, respetivamente.
4. A Programação leva a máquina a trabalhar em sequência, o que demora mais do que se a máquina fizesse movimentos simultâneos.

Posto 2C (Máquina VSC02)

1. Tal como na máquina L2, há uma grande demora no ciclo de soldadura. Nota-se também que a máquina está dividida em dois pré-tensores e quatro elétrodos, os quais não acabam o movimento ao mesmo tempo. Os elétrodos têm tempos de soldadura distintos e os pré-tensores demoram tempos diferentes a atingir as suas posições extremas.
2. As operadoras alertaram para o facto de que a posição do puxador da gaveta interfere com o batente da gaveta o que pode levar a lesões.

Posto 3C

1. Este é o posto final e de controlo desta linha de montagem, onde a operadora tem que preencher vários documentos. Como é um posto onde se trabalha em pé e a mesa está a uma altura muito baixa (devido ao tamanho e modo de funcionamento da máquina), o preencher dos documentos torna-se incómodo e, a longo prazo, pode provocar lesões.

Com a análise dos problemas, alcançaram-se a várias soluções:

Posto 1L (Máquina VSL01)

Item 1:

Encheram-se as seringas ao máximo, fez-se uma nova configuração das máquinas de colocar lubrificante e foi-se observando as alterações ocorridas com o gastar do lubrificante. É certo que, quanto mais vazia estiver a seringa, mais quantidade de ar é precisa para que a pressão se mantenha constante proporcionando a mesma quantidade de massa à saída da seringa. Concluiu-se que, não só uma seringa de 55cc dava para mais de uma semana de trabalho, como era visível uma grande alteração no *setup* da máquina quando esta estava com a capacidade a meio. Nessa alteração de *setup* tem que se alterar o tempo em que é injetado ar para dentro da seringa.

Após testes com as seringas de 55cc, foram introduzidas na linha seringas de 30cc. A capacidade destas corresponde à quantidade de massa gasta numa seringa grande com configuração estável e alterou-se o bico de plástico para bico metálico de calibre 18 (diâmetro 1.2mm). Com as seringas pequenas e com o nível de produção atual, a massa chega para trabalhar durante uma semana até que precise de ser novamente cheia. Os bicos de metal, como a ponta não se estraga tão facilmente, oferecem uma maior estabilidade e precisão no processo de colocar massa nas peças. Como estas seringas são mais leves, proporcionou-se um trabalhar mais confortável para as operadoras que repetem o movimento de pousar e agarrar a seringa inúmeras vezes ao dia.

No caso de haver alguma inconformidade com o lubrificante ou de se gastar mais depressa que o previsto, há sempre uma seringa extra perto da máquina.

Item 2:

A solução para este problema passa por alterar a posição inicial da peça que encaixa a peça B na peça A. Pensou-se elevar o cilindro mas, como o curso que este faz é fixo e, para a peça B ficar bem encaixada, o cilindro tem que concluir o encaixe quando atinge o fim de curso (de modo a não forçar a peça A para cima), por esta razão não se realizou esta alteração.

Colocou-se então um batente no veio do cilindro, maquinado em POM², alterando assim a posição inicial e conseqüentemente o curso dos elétrodos ficou mais curto. Conseguiu-se eliminar o conjunto de movimentos que a máquina necessitava para permitir a colocação da peça B. Esta alteração traduziu-se em um ganho de aproximadamente 3 segundos.

Item 3:

Foi colocado um tubo pneumático, com manga termo retrátil nas pontas, ao longo do cabo do sensor. Como este é mais rijo, protege o cabo do sensor contra o raspar na proteção da máquina e não o deixa dobrar, reduzindo o risco de partir ou descarnar o cabo.

Item 4:

Foi feita uma peça em alumínio com as pontas arredondadas, para avaliar a viabilidade da alteração. Não se conseguiu obter uma conclusão visto que as operadoras não têm opinião unânime em relação a esta alteração.

Item 5:

De modo a otimizar o ciclo, foi alterada parte da lógica de funcionamento da máquina, estando o algoritmo representado na Figura 13. Quando se dá o movimento de prender a peça, o cilindro responsável pela deteção da peça K recua, ficando o cilindro da peça E pronto para o encaixe.

Os encaixes das peças C e E são agora simultâneos.

Como não há movimento inicial da máquina para colocação da peça B, têm que se garantir as condições iniciais da máquina. Então, o cilindro que move o sensor responsável pela deteção da peça K avança, quando o cilindro que prende a peça sobe.

² POM - Polióxido de Metileno, também conhecido como poliacetal ou acetal, é um tipo de plástico muito utilizado nas várias máquinas [5].

Com estas alterações na programação conseguiu-se uma redução no ciclo da máquina em aproximadamente 1 segundo e já não há necessidade das operadoras carregarem nos botões (“bi-manual”) o mesmo número de vezes, visto terem sido eliminados 2 movimentos.

Algoritmo máquina de encaixe lateral

Detetor peça K + Prende peça - ← + ↓	Legenda:
Abre peça L - ↓	← - Movimento de Recuo
Peça B - ↑	↑ - Movimento Ascendente
Peça E + peça C - → + →	→ - Movimento de Avanço
Peça E + peça C - ← + ←	↓ - Movimento Descendente
Peça B + Abre peça L - ↓ + ↑	
Prende peça + Detetor peça K- ↑ + →	

Figura 13 - Algoritmo correspondente à máquina de encaixe lateral.

O total de tempo ganho nesta máquina é de 4 segundos, aproximadamente.

Posto 2L (Máquina VSL02)

Item 1:

Reparou-se que esta máquina tem um curso muito grande para o movimento dos eléttodos e pré-tensor logo, a primeira alteração realizada foi o aumento do comprimento dos “alongadores³” do pré-tensor, reduzindo assim o curso deste. Para alterar o curso dos eléttodos apenas foi necessário alterar a programação do motor configurando um ponto inicial diferente, pois o cilindro responsável pelo movimento destes é elétrico.

Procedeu-se também à alteração da programação da máquina, numa tentativa de redução do tempo de ciclo. Então fez-se com que o eléttodo e o pré-tensor comessem o movimento quase em simultâneo (o eléttodo inicia o movimento 1 segundo após o pré-tensor o iniciar), posto que antes da alteração o eléttodo só avançava quando o pré-tensor chegava à posição final enviando assim um sinal de validação ao autómato. Como esse sinal é agora ignorado aquando do início do ciclo, para que a alteração se concretizasse foi criada uma segurança mecânica que nunca deixa que o eléttodo embata contra o pré-tensor. Por conseguinte, colocaram-se uns batentes em POM em um ponto estratégico dos alongadores

³ Alongador: designação dada aos veios que ligam os cilindros pneumáticos aos pré-tensores.

Com estas alterações, houve uma redução de tempo que permitiu alterar os parâmetros de soldadura, reduzindo temperaturas e velocidade com que o eléctrodo solda para obter um processo de soldadura mais estável.

O total de tempo que se poupa por cada peça soldada é, em média, 6 segundos.

Posto 1C (Máquina VSC01)

Item 1:

Este problema foi resolvido em simultâneo com o problema descrito no item 1 da máquina L1 visto serem iguais.

Item 2:

Inicialmente, estes movimentos não eram necessários na máquina, dado que as bases onde se encaixa a peça A vêm preparados para introduzir a peça B na máquina. No início da produção, para haver sucesso na montagem das peças B, foi introduzida uma peça na base para fazer de batente. Como se deram várias alterações no produto, partiu-se para um teste de encaixe da peça B, sem esses batentes que foi bem-sucedido após algumas afinações na posição dos cilindros responsáveis pelo encaixe e na peça que transporta as peças B até à peça A (que está acoplada aos cilindros anteriormente mencionados).

Item 3:

Para atenuar as oscilações, foi reduzido o curso que a máquina faz ao abrir/fechar e amorteceu-se o fim do curso com um amortecedor hidráulico. A pressão de ar que faz atuar o cilindro responsável por estes movimentos, foi também estrangulada de forma a suavizar o movimento mas sem perder de vista o objetivo de reduzir o tempo de ciclo. Foi também colocado um batente para partilhar a força da abertura com o amortecedor hidráulico. Esse batente foi posicionado ao mesmo nível do fim de curso do amortecedor.

As oscilações não foram completamente reduzidas mas houve uma melhoria tanto a nível oscilatório como a nível de tempo, que sofreu uma diminuição com a redução do curso do fecho/abertura da máquina.

Item 4:

No que toca à programação, seguiu-se a mesma linha de raciocínio da máquina L1. Retirou-se o movimento inicial da colocação das peças B na máquina e garantiu-se que as condições iniciais da máquina são obtidas aquando da sua abertura.

As ações da máquina deixaram de ser realizadas de forma linear e passaram a ser feitas de forma simultânea. Após prender a peça, dá-se a abertura das peças L e inserção das peças B. O encaixe das peças E e C é feito no passo seguinte e, por fim, dá-se o fecho da máquina para união das peças A. Após retirado o produto final deste equipamento (conclusão do ciclo) é necessário um novo

movimento para abertura da máquina e preparação dos sensores de deteção das peças K (chamado o pré-ciclo).

Algoritmo máquina de encaixe central

Ciclo

Prende peça - ↓

Detetor peça K + Abre peça L - ← + ↓

Peça B - ↑

Peça E + peça C - → + →

Peça E + peça C - ← + ←

Peça B - ↓

Juntar peças - →

Pré- Ciclo

Juntar peças + Detetor peça K - ← + →

Legenda:

← - Movimento de Recuo

↑ - Movimento Ascendente

→ - Movimento de Avanço

↓ - Movimento Descendente

Figura 14 - Algoritmo correspondente à máquina de encaixe central.

A reprogramação trouxe uma redução de tempo significativa.

No total houve um ganho de 6,5 segundos.

Posto 2C (Máquina VSC02)

Item 1:

O procedimento para redução do tempo de ciclo utilizado nesta máquina é similar ao utilizado na máquina L2, embora não tenha sido necessária reprogramação.

Na máquina L2, a peça é colocada em posição de soldar diretamente debaixo dos elétrodos, então, a posição inicial destes tem de deixar espaço para a operadora fazer o movimento de encaixe e desencaixe das peças em segurança. Tal não é necessário na máquina C2 na medida em que a peça é colocada numa gaveta e depois transportada para a posição final de soldadura. Esta diferença na operação das máquinas permitiu que tanto os pré-tensores como os elétrodos tenham uma posição inicial muito mais próxima da peça (posição final) não justificando a necessidade de reprogramação.

O reposicionamento dos pré-tensores foi feito aumentando o tamanho dos batentes que lhes limita mecanicamente o curso superior e, o reposicionamento dos elétrodos foi feito através de *software* uma vez que estes estão, também, associados a atuadores elétricos lineares.

Item 2:

Para colmatar este problema fizeram-se uns suportes novos para o puxador da gaveta mudando-o assim para uma posição mais afastada do respetivo batente. Esta alteração ajudou a melhorar as condições de trabalho das operadoras e na prevenção de acidentes de trabalhos.

Posto 3C

Item 1:

Com vista a melhorar as condições de trabalho das operadoras neste posto, foi construída uma banca de apoio no *rack* a uma altura mais confortável para a escrita.

Estas alterações realizadas nos equipamentos de ambas as linhas traduzem-se num total de 26 segundos ganhos. Alguns dos melhoramentos das máquinas foram possíveis devido a alterações que se realizaram em alguns componentes do produto, alterações essas que tornaram os componentes mais compatíveis entre si encaixando uns nos outros com maior facilidade.

Não há dados concretos que representem o acréscimo de produção que todas as alterações realizadas nas máquinas trouxeram, uma vez que têm que ser considerados outros fatores tais como a destreza e técnica de montagem que as operadoras têm vindo a desenvolver e algumas alterações a nível do produto.

4 Projeto de Base de Dados

Um dos grandes desafios propostos pela empresa foi a criação e constante otimização de uma base de dados para controlo de todas as tarefas de manutenção dos equipamentos e edifício. Esta foi desenvolvida num *software* escolhido pela pessoa responsável pela tarefa em questão, o qual foi estudado e testado exaustivamente ao longo de vários meses.

As bases de dados são fundamentalmente constituídas por tabelas utilizadas para armazenamento de informação que se encontra relacionada entre si através dos relacionamentos das tabelas. Como sistema de gestão de base de dados são necessários programas que possibilitem a manipulação dos dados (inserção, eliminação, alteração e consulta de dados). Esses programas são independentes dos dados a manipular.

No funcionamento normal do plano de manutenção em vigor, introduz-se o número de horas de funcionamento atual de cada máquina e subtrai-se o número de horas a que se realizou a última manutenção. Tem-se assim uma diferença que corresponde ao número de horas que cada uma das máquinas funcionou desde a última intervenção. Depois, é criado um relatório com as ações a executar na máquina comparando o intervalo de execução de cada uma das ações com a diferença obtida anteriormente.

Uma vez concluídas as ações, o técnico responsável tem que rubricar o relatório de execução que é posteriormente arquivado. A base de dados tem como objetivo criar um histórico em suporte informático e de fácil acesso, razão pela qual existe também uma tabela para guardar dados da identificação dos técnicos.

A Figura 15 demonstra de uma forma simples o funcionamento base por de trás do funcionamento desta base de dados.

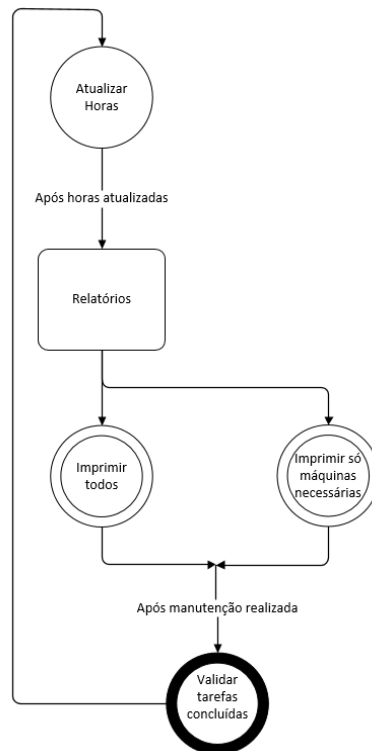


Figura 15 - Princípio base do funcionamento da base de dados.

Pretende-se também facilidade na alteração de tarefas e adição de novas, tanto a nível preventivo quanto corretivo.

4.1 Tabelas

Foram criados quatro tipos de tabelas para esta aplicação. Um para guardar a informação das máquinas de injeção, um para servir de intermediário para introdução de horas de funcionamento, um para guardar todas as ações de manutenção e outro para guardar informação sobre os técnicos que procedem à execução dessas ações.

Quer-se, com uma base de dados, evitar a redundância de informação, criando então relações entre as tabelas onde os dados são guardados.

Assim, a tabela de máquinas contém toda a informação relevante sobre o equipamento e está ligada a várias outras tabelas apenas pelo nome interno atribuído, tendo em conta a localização do equipamento.

Existem também, a tabela de técnicos, que apenas tem ligação às outras pelo nome do técnico, a tabela que contém as ações de manutenção por máquina e a tabela do histórico.

Foram igualmente criadas outras tabelas auxiliares às tabelas principais já enunciadas. Uma tabela para receber os valores das horas atuais das máquinas, uma tabela para apresentar os relatórios das

tarefas a executar, uma tabela para apresentar os relatórios dos históricos e uma tabela para gestão de autorizações de acesso aos vários formulários de manipulação de dados.

Field	Name	Type	Width
1	Item	Character	10
2	Descricao	Character	100
3	Periodicidade	Numeric	6
4	HorasActuais	Numeric	10
5	UltimaInterv	Numeric	10
6	Diferenca	Numeric	10
7	Executar	Logical	1
8	Executar_tarde	Logical	1
9	Executada	Logical	1
10	Tipo	Character	20
11	Tecnico	Character	10

Field	Name	Type	Width
1	Item	Character	10
2	Descricao	Character	100
3	UltimaInterv	Numeric	10
4	Tecnico	Character	10
5	Data	Character	12
6	Tipo	Character	20
7	Observacoes	Memo	10

Field	Name	Type	Width
1	Secção	Character	6
2	NºBDO	Character	6
3	Marca	Character	15
4	Tipo	Character	20
5	Tipo_num	Character	10
6	Referência	Character	30
7	NºSérie	Character	10
8	Comentários	Memo	10

Field	Name	Type	Width
1	A2_actual	Numeric	10
2	A3_actual	Numeric	10
3	A4_actual	Numeric	10
4	A5_actual	Numeric	10
5	A6_actual	Numeric	10
6	A7_actual	Numeric	10
7	B1_actual	Numeric	10
8	B2_actual	Numeric	10
9	B3_actual	Numeric	10
10	B4_actual	Numeric	10
11	B5_actual	Numeric	10

Field	Name	Type	Width
1	Tecnico	Character	15
2	Id	AutoIncrement	4

Field	Name	Type	Width	Decimal	Index
1	username	Character	15	0	None
2	pass	Character	8	0	None
3	admin	Logical	1	0	None
4	operador	Logical	1	0	None

Figura 16 - Estrutura das tabelas utilizadas na base de dados.

Na Figura 16 estão presentes os tipos de tabelas mais importantes para o programa. A tabela “A3” e “A3_hist” são tabelas específicas de uma máquina. Todas as máquinas têm tabelas com estas estruturas para possibilitar o armazenamento e tratamento de dados de forma mais simples. Neste exemplo, a tabela “A3” tem interligação com a tabela “Minjeccao” através do campo “Tipo” e recebe dados das tabelas “Maquinas” e “tecnicos”. Após atualização de dados, a tabela “A3_hist” receberá uma cópia dos dados existentes em determinados campos da tabela “A3”, como descrito na Figura 17.

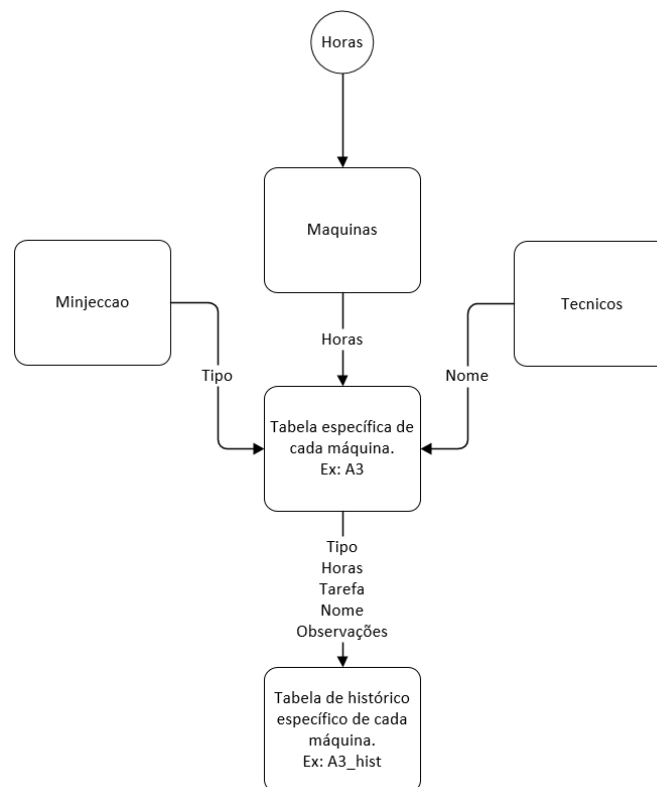


Figura 17 - Esquema representativo da lógica de interligação das tabelas.

“Minjeccao” é a tabela que contém todas as informações referentes aos equipamentos, a tabela “Maquinas” é uma tabela que serve apenas para receber os valores, neste caso em horas, e fornecê-los para a tabela “A3”.

Na tabela “users” estão os dados relativos a autorizações de acesso ao programa.

4.2 Formulários e Controlos

Antes de começar a implementação do projeto foi criada uma biblioteca com controlos e componentes utilizados ao longo dos vários formulários. Esta foi feita com objetivo de uniformizar o aspeto de todo o programa e facilitar a sua manipulação em consequência de vários botões necessitarem de código a eles associado por forma a realizar as ações pretendidas.

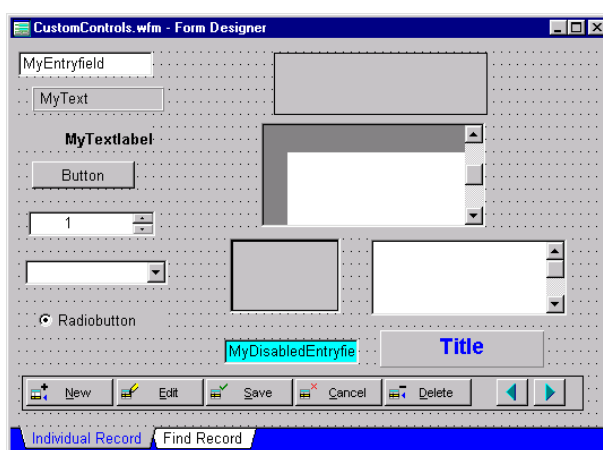


Figura 18 - Exemplo típico dos vários controlos e componentes [9].

Uma vez conseguidos os controlos começou-se por montar o programa pouco a pouco seguindo as necessidades predefinidas.

Criou-se um menu, ilustrado na Figura 19 o qual permite acesso a todos os formulários da base de dados.



Figura 19 - Menu principal da base de dados.

Neste formulário foi incorporado também um formulário de *login* (Figura 20) o qual é utilizado para dar autorização apenas a pessoal com competências para introduzir novas tarefas da manutenção preventiva, fazer a gestão dos técnicos responsáveis pela manutenção e gerir o parque de máquinas.

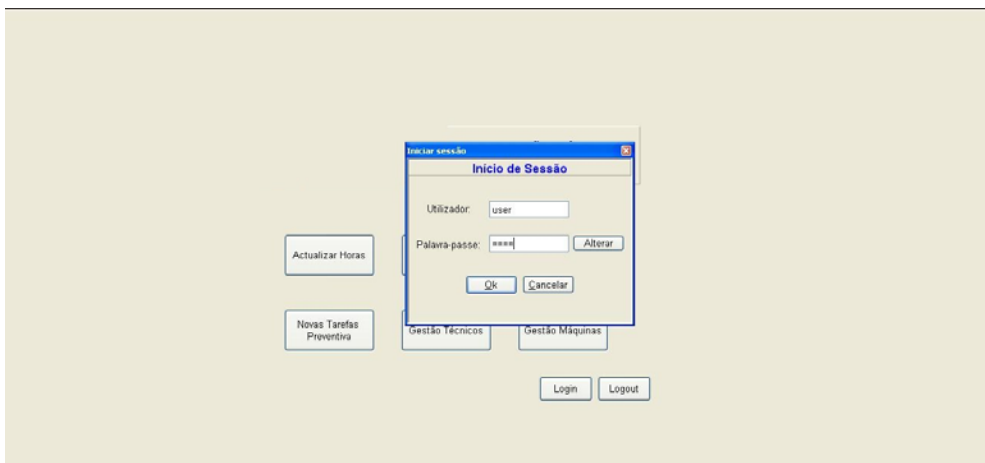


Figura 20 - Formulário de *login*.

As outras opções estarão disponíveis para a responsável da gestão dos planos de manutenção.

Entrando no formulário "Actualizar Horas", tem-se uma página dedicada para a introdução das horas atuais de funcionamento de cada máquina, o qual está representado na figura seguinte.

Figura 21 - Formulário de introdução de horas.

Neste formulário, para além dos campos de introdução de horas têm-se botões de controlo e os nomes das máquinas são atalhos para um outro formulário.

Quando utilizado o botão “Nova entrada” faz-se um *reset* aos campos com os nomes “técnico”, “data” e “executada” nas tabelas de todas as máquinas.

Ao carregar em “Guardar” é atualizada a tabela que guarda as horas de todas as máquinas, é feito o cálculo da diferença das horas atuais com as últimas horas em que se fez determinada tarefa de manutenção, comparada essa diferença com o valor da periodicidade das tarefas e criada uma *checklist* com a manutenção a realizar.

É também possível ao utilizador consultar o histórico de horas retirado e a semana a que essas horas correspondem.

Clicando em cima do nome de qualquer uma das máquinas aparece um novo formulário (Figura 22).

Figura 22 - Formulário de validação das ações.

Este formulário pode ser usado para vários casos: Impressão do relatório com a manutenção necessária a fazer à máquina a que este se refere, consulta desse mesmo relatório e validação das

ações que foram feitas bem como a data a que estas foram realizadas e o técnico responsável pela sua execução.

Há também um campo dedicado a algumas observações, o qual será guardado no histórico da máquina.

Os controlos “Executar” e “Executar Preventiva” são meramente informativos. O primeiro fica ativo quando a diferença entre as horas atuais e as últimas horas em que se fez determinada tarefa de manutenção é igual ou superior ao valor da periodicidade e, o segundo fica ativo quando o valor da diferença mais 280 horas é igual ou superior ao da periodicidade. Esse segundo controlo é utilizado para dar informação de que se avizinha aquela tarefa de manutenção e que esta poderá ser antecipada.

O botão de “Actualizar” valida as alterações feitas na tabela presente e atualiza o histórico com a informação necessária, caso a opção “Executada” tenha sido ativa. Uma vez atualizado o histórico, é feito um *reset* aos campos “Executar”, “Executar Preventiva”, “Executada”, “técnico” e “Observações”.

Para impressão dos relatórios tem-se os seguintes formulários:

O formulário, intitulado "Impressão de Relatórios", apresenta uma interface com botões de seleção de máquina. Os botões são organizados em linhas e colunas, com as seguintes designações: A2, B1, C1, K1, D1, N1, O1, P1, Q1, R3, S3; A3, B2, C2, K2, D2, N2, O2, P2, Q2, R4, S4; A4, B3, C3, K3, D3, N3, O3, P3, Q3, R5, S5; A5, B4, C4, K4, O4, P6, Q4, R6, S6; A6, B5, O5, Q8, R7, S7; A7, B6, O6, R8, S8; B7; e B8. No canto inferior direito, há um botão "Todas as Máquinas" e um botão "Sair" com um ícone de uma seta vermelha apontando para a esquerda.

Figura 23 - Formulário para escolha da máquina cujo relatório se pretende imprimir.

Uma vez escolhida a máquina, aparece a seguinte janela de decisão.

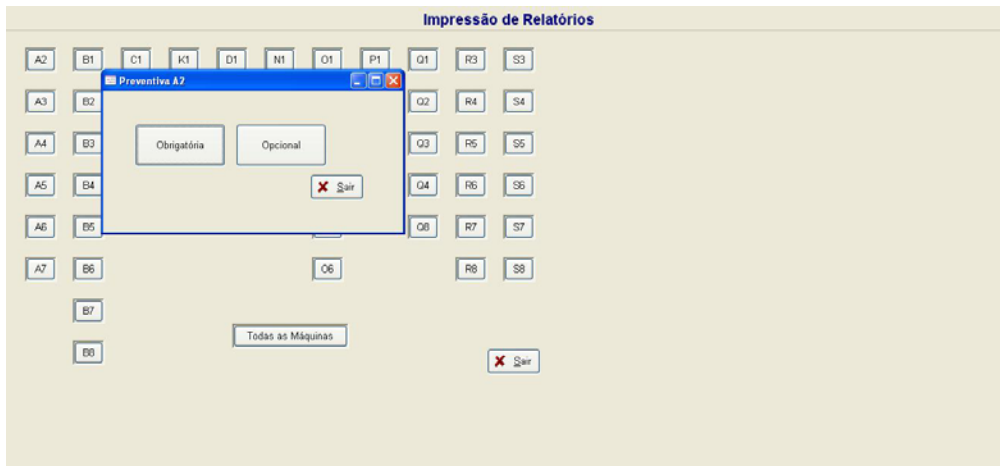


Figura 24 - Janela de decisão de qual relatório imprimir.

A escolha dará origem num formulário com o aspeto da Figura 25.

Este tem sempre a mesma configuração e controlos de impressão e pré-visualização do relatório a imprimir, embora o relatório seja diferente consoante a opção previamente selecionada.

Item	Descrição	Actuais	Última Interv.	Observações	Técnico
2.2	Verificar as portas de protecção, Zona do molde	50000,00	1700,00		
2.4	Verificar a porta de protecção, Zona de plastificação	50000,00	1700,00		
2.6	Verificar a guarnição de protecção fixa (grelha do Robot)	50000,00	1700,00		
4	Verificar o óculo e o nível do óleo, repor se necessário	50000,00			
8	Limpar a peneira do filtro de água	50000,00			
10	Limpar o filtro de aspiração da instalação hidráulica	50000,00			
11	Verificar a refrigeração, as respectiva tubagem e as ligações das águas da falange do fuso.	50000,00			
13	Verificar aperto da porca de fixação do fuso e limpeza da zona da escala do fuso (régua do fuso)	50000,00			
15	Verificar o estado da tremonha e respectivo visor, reaperto dos parafusos de fixação.	50000,00			
17	Verificar o estado das portas de protecção e respectivos acrílicos	50000,00			
19	Verificar os interruptores de fim de curso das portas	50000,00			
21	Verificar o filtro de ar do depósito de óleo, substituir caso necessário	50000,00			
23	Verificar/Limpeza do ventilador e do permutador do quadro eléctrico	50000,00			
24	Substituir o óleo, caso se justifique pelas análises efectuadas	50000,00			
25	Proceder à análise do óleo	50000,00			
26.1	Limpeza e verificar as conexões e os óculos de inspecção	50000,00			
27	Verificar o indicador de pressão (Manómetro)	50000,00			
28	Verificar o estado/equipamento da máquina (Alinhamento,	50000,00			

Figura 25 - Formulário de impressão de relatório.

Na secção dos relatórios, referentes ao histórico de cada uma das máquinas, foi criada uma página para introdução direta de ações de teor corretivo que foram tomadas na máquina, como se pode ver na Figura 26.

Figura 26 - Página de introdução de ações corretivas.

Já na zona que carece de autorização especial para ser manipulada, temos: o formulário para introdução de novas ações de teor preventivo (por máquina) presente na Figura 27, o formulário para gestão dos técnicos ilustrado na Figura 28 e, na Figura 29, tem-se o formulário utilizado para gerir o parque de máquinas. Este formulário tem como objetivo armazenar a informação base de cada máquina (marca, número de série, tipo, referência) e o código da localização dela (secção e número IBO).

Figura 27 – Formulário para introdução de ações preventivas.

Figura 28 - Formulário para controlo de técnicos.

Figura 29 - Formulário para gestão do parque de máquinas.

Em termos de funções especiais por de trás dos botões de controlo, apenas existem nos formulários das Figura 21 e Figura 22. Todos os outros botões foram configurados para as ações básicas de manipulação de dados entre tabelas.

5 Conclusão

Este estágio foi uma experiência muito positiva, não só a nível profissional mas também a nível intelectual. A vivência com diferentes pessoas e desafios diários permitiu o rápido desenvolvimento do conhecimento necessário para lidar com os problemas mais básicos permitindo percebê-los e procurar soluções por forma a tentar resolvê-los.

Foi extremamente enriquecedor uma vez que houve a oportunidade de conhecer todas as áreas integrantes da empresa adquirindo sabedoria em vários processos tipos de tecnologias distintas.

O processo de análise de problemas demonstrou-se bastante versátil e simples de implementar sendo este uma ajuda imprescindível à resolução de certos problema de maior complexidade.

As alterações dos planos de manutenção revelaram-se importantes e muito positivas, uma vez que se conseguiu estender o tempo de vida útil de alguns equipamentos assim como trazer maior eficiência na sua utilização.

Em concreto, a modificação e substituição de sensores, embora em casos diferentes, tem uma conclusão semelhante uma vez que se reduziu o investimento realizado periodicamente em sensores novos.

Após o reajuste das câmaras de deteção de contornos, todo o processo de validação da peça e soldadura ficou muito mais estável uma vez que o número de vezes que este era interrompido pelo erro de leitura da câmara, desceu drasticamente pelo que de momento é quase inexistente (2 peça por turno de 8 horas).

A linha Sub Assy foi montada na fábrica de destino e ficou a trabalhar sem problemas, auxiliando assim a produção do projeto em questão.

Do estudo das forças concluiu-se que o lubrificante realmente é necessário para esta aplicação.

Os melhoramentos das linhas de montagem do Cliente 2 tiveram uma redução total de ciclo de 20 segundos. Tendo em conta que o tempo máximo que os componentes podem demorar a ser montados em cada posto são 20 segundos, conseguiu-se um aumento significativo da cadência do processo de montagem desta linha.

A base de dados está em fase de testes e sujeita a avaliação diária para que se possam colmatar todos os problemas nela existente. Uma vez posta em funcionamento partir-se-á para a implementação da base de dados referente aos restantes equipamentos da empresa.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Bibliografia

- 1 Iber-Oleff Overview Available: <http://www.iber-oleff.pt/index.php?id=211> Setembro 2014
- 2 Iber-Oleff competencias Available: <http://www.iber-oleff.pt/index.php?id=711> Setembro 2014
- 3 Grupo Iberomoldes Available: <http://www.iberomoldes.pt/group.html> 11 Setembro 2014
- 4 Eduvitec Available: <http://eduvitec.wikifoundry.com/page/M%C3%A9todo+de+Resolu%C3%A7%C3%A3o+de+Problemas> 12 Agosto 2014
- 5 Resinex Available: <http://www.resinex.pt/tipos-de-polimeros/pom.html> 8 Agosto 2014
- 6 ups zebra Available: <https://ups.zebra.com/UPSZebraWeb/support/downloads/ZP450/pdf/print-head-care.pdf> 2014 Setembro 2
- 7 scribd_pdf Available: <http://pt.scribd.com/doc/97352487/Manutencao-Industrial> 14 Maio 2015
- 8 preditiva Available: http://www.gaesan.com.br/manutencao_preditivas.html 15 Maio 2015
- 9 Available: <http://www.midcomdata.com/average-lifespan-of-a-thermal-printhead/> 15 Maio 2015
- 10 Dbase Knowledge Base Available: <http://www.dbase.com/Knowledgebase/beg/plustutorial/04CLASSES.HTM> 2015
- 11 cab.de Available: <https://www.cab.de/media/pushfile.cfm?file=12912209> 2015
- 12 intellitech Available: <http://info.intellitech-intl.com/Portals/109544/images/48%20printhead-resized-600.jpg> 22092015
- 13 MASP - Método Análise e Resolução de Problemas Available: <http://www.simplessolucoes.com.br/blog/wp-content/uploads/2008/09/masp-senai-mt-rev-0.jpg> 22092015
- 14 IFMA Available: <https://www.ifm.com/mounting/704420UK.pdf> 22092015
- 15 qvolabs Available: http://www.qvolabs.com/Digital_Images_ColorSpace_Log_vs_Linear.html 22092015

- 16 amazonAvailable:<http://ecx.images-amazon.com/images/I/31YqNqdgiUL.jpg>22092015
- 17 epson europeAvailable:<https://neon.epson-europe.com/download.php?file=/files/usermanuals/r15s/r15s100-d003e6d1-epson-scara-g6-rev.13.pdf&name=r15s100-d003e6d1-epson-scara-g6-rev.13.pdf>22092015

Anexos

Anexo A

Procedimento de Lubrificação - Eixos 1 e 2 de Robô scara

Nota: Ao executar este procedimento ambos os eixos ficarão descalibrados e será necessário fazer nova calibração.

CUIDADO! Não deixar massa no exterior do *fleck spline* pois esta causará problemas no funcionamento da máquina.

#Eixo 1

Começar por retirar as 3 tampas presentes na base do robô.



Figura 30 - Base do robô.

Depois desligar as fichas X110 e X11 (ligadas ao motor) e remover os parafusos que fixam o motor (4x M4x25 e 1x M4x5). Uma vez desapertados retirar o motor puxando para baixo na vertical.

No caso do motor estar preso, mexer ligeiramente o braço enquanto se puxa o motor.



Figura 31 - Motor do eixo 1.

Limpar o redutor harmónico e o rebordo do motor para depois levar nova massa.



Figura 32 - Caixa redutora e redutor harmónico do motor do eixo 1.

Uma vez limpo, retirar o braço do motor para possibilitar uma melhor limpeza do copo onde o redutor harmónico entra, o *fleck spline*. Antes de o fazer é necessário preparar um local onde pousar o braço do robô. **NOTA:** Fazer este procedimento com duas pessoas para evitar danificar o robô.

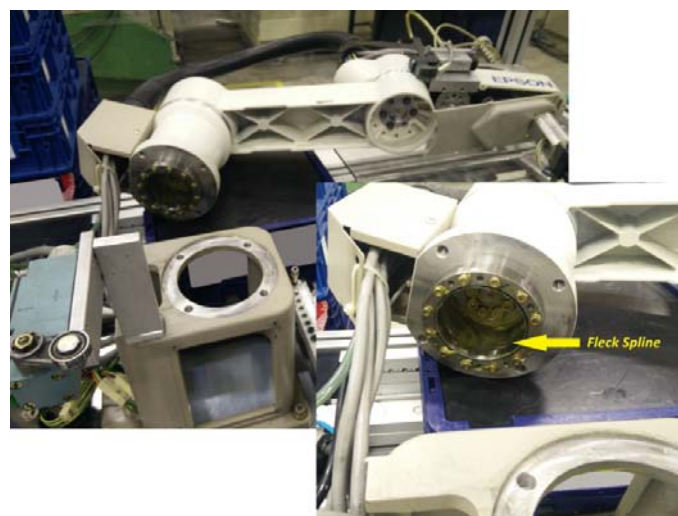


Figura 33 - Braço do robô desmontado da base e Fleck Spline.

Remover o anel externo e limpar bem, assim como o interior do *fleck spline* para depois aplicar massa nova.

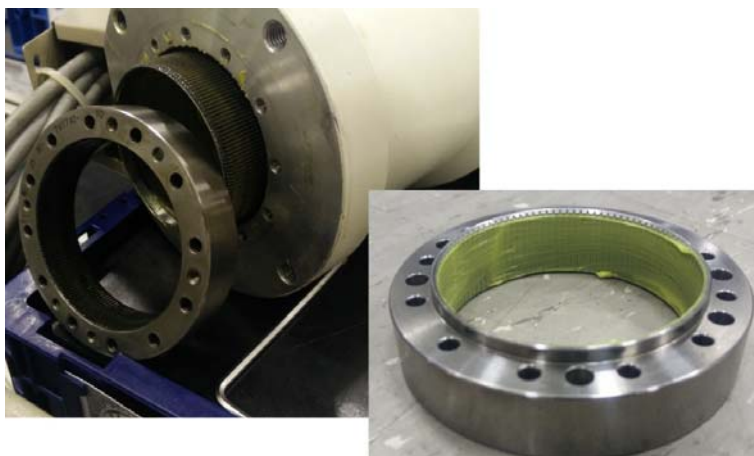


Figura 34 - Anel externo fleck spline.

Após montado o anel, aplicar uma camada de 8 a 10mm de massa no interior do *fleck spline*. Pode-se também colocar uma pequena camada de massa na parte de fora do *fleck spline* apenas na zona estriada.

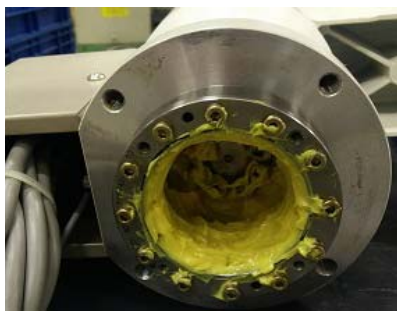


Figura 35 - Aplicação da massa no interior do fleck spline.

Aplicar massa no motor como indicado na figura seguinte.



Figura 36 - Aplicação da massa no motor do eixo 1.

Depois de colocada a massa, encaixar o motor realizando o procedimento por ordem inversa.

Ligar as fichas e fechar as tampas.

#Eixo 2

Retirar a/as tampa/as de proteção superior o robô. Desligar as fichas (X121 e X21) e retirar os 4 parafusos que fixam o motor (4x M4×20).



Figura 37 - Demonstração de um dos parafusos a retirar.

Retirar o motor com movimento vertical, tal como já executado para o eixo 1.



Figura 38 - Processo de remoção do motor do eixo 2.

Remover o anel externo e limpar bem, assim como o interior do *fleck spline* para depois aplicar massa nova.

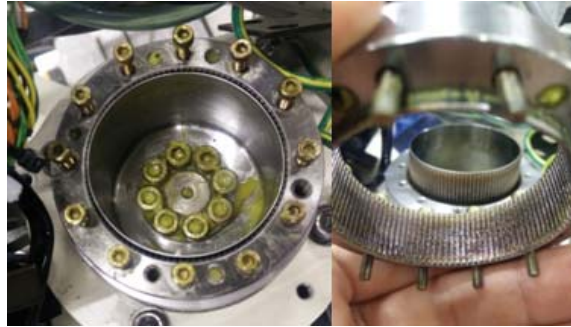


Figura 39 – Zonas a limpar.

Retirar os 8 parafusos M5×20 que fixam o *fleck spline* e retira-lo por forma a limpar toda a sua superfície exterior.



Figura 40 - Exemplo de má colocação de massa.

As fotos anteriores são resultantes de uma má colocação de massa. No caso de existir massa nestas zonas, esta deve ser limpa antes de voltar a montar o robô.

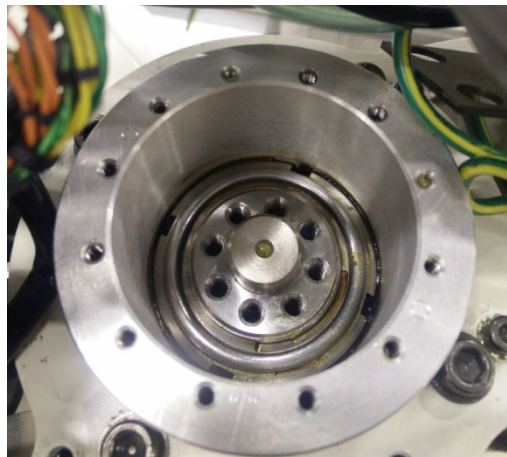


Figura 41 - Interior do copo one se monta o fleck spline.

Fazer nova lubrificação. Colocar massa nas engrenagens e montar o *fleck spline* o qual deve levar 8 a 10mm de massa nas paredes.

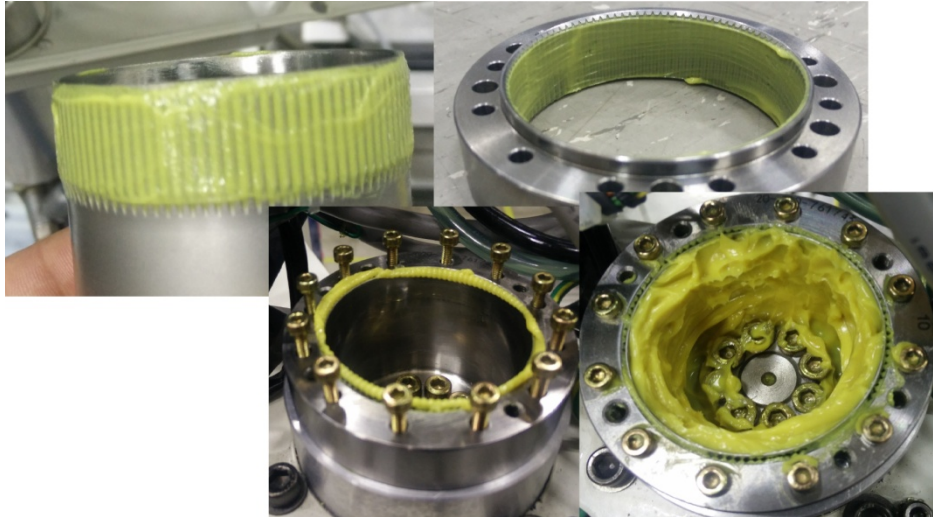


Figura 42 - Zonas onde se coloca a massa.

Colocar massa no redutor harmónico do motor e encaixa-lo utilizando movimento vertical.



Figura 43 - Colocação da massa no motor do eixo 2.

Reapertar os parafusos de fixação do motor e montar as tampas do robô.

Calibração

Ligar o robô ao computador através do cabo designado para esse efeito e rodar a chave para modo *teach*.

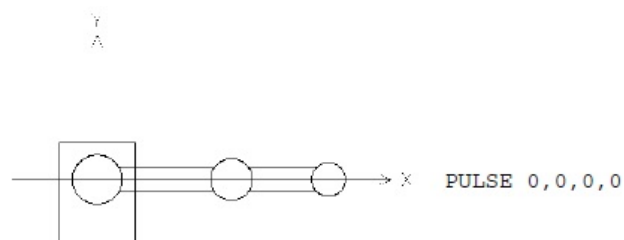


Figura 44 - Posição zero do robô [17].

A colocar o robô na posição da Figura 44 e escrever na linha de comandos pulse, quer-se que o resultado seja 0 0 0 0.

Caso isso não aconteça é necessário calibrar de novo os eixos. Para tal, e com o robô nesta mesma posição (o mais direito possível) escrevem-se os seguintes comandos:

- Calps 0,0,0,0
- Calib 1,2,3,4

Na eventualidade dos eixos 3 e 4 não serem mexidos basta realizar os zeros apenas para os eixos 1 e 2:

- Calps 0,0
- Calib 1,2