



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Pedro Miguel Santos Cabeleira

**Estágio em manutenção
na Prado Karton, S.A.**

Relatório de estágio

Orientado por:

Prof. Doutor Raul Monteiro – IPT/ ESTT

Relatório de estágio

apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre
em Controlo e Eletrónica Industrial

Dedico este trabalho à minha família.

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade fazer a descrição do estágio na área da manutenção na empresa *Prado Karton, S.A.*, que produz papel de embalagem.

O estágio decorreu no âmbito da manutenção preventiva/preditiva e da manutenção corretiva, portanto teve como objetivo integrar a equipa de manutenção elétrica.

Durante o relatório será feita uma pequena apresentação da empresa *Prado Karton, S.A.* onde serão descritas as ocorrências que necessitaram da intervenção do departamento de manutenção elétrica, tanto em equipa como individualmente.

Palavras-chave: manutenção, estágio, equipa, ocorrências

ABSTRACT

The present work aims to make the description of the period of training in the maintenance in the company Prado Karton, s.a., who produces packing paper. The stage took place in the context of preventive/predictive maintenance and corrective maintenance, therefore had intended to integrate the electrical maintenance team.

During the report will be made a small presentation of the company Prado Karton, S. A. where will be described occurrences that required the intervention of the electrical maintenance department, both as a team or individually.

Key-Words: maintenance, training, team, events

AGRADECIMENTOS

É com especial atenção que quero agradecer,

Ao meu orientador, Doutor Raul Monteiro, pela ajuda que me deu na elaboração deste relatório,

À minha família pelo incentivo, esforço e apoio que me deram, o que me fez chegar a este ponto,

Aos meus amigos pelo apoio incondicional,

À Prado Karton, S.A., nomeadamente aos camaradas da manutenção elétrica e mecânica.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	A PRADO KARTON, S.A.	3
2.1	INTRODUÇÃO	3
2.2	HISTÓRIA [1].....	4
2.3	INFRAESTRUTURAS	7
2.4	MANUTENÇÃO	7
2.4.1	<i>Análise de vibrações</i>	8
2.4.2	<i>Análise termográfica</i>	10
3	O ESTÁGIO.....	11
3.1	INTRODUÇÃO	11
3.2	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO.....	12
3.2.1	<i>Equipamentos de apoio/comuns</i>	12
3.2.1.1	Cabeça de transmissão de energia da E.T.A.R.I.....	12
3.2.1.2	Caldeiras	14
3.2.1.3	Central de alarme de incêndios	17
3.2.2	<i>Equipamentos de processo/produção</i>	18
3.2.2.1	Ventilador geral da secaria.....	18
3.2.2.2	Refinadores	19
3.2.2.3	Rampas de lavagem.....	22
3.2.2.4	<i>Scanner 2</i>	24
3.2.3	<i>Equipamentos de acabamentos</i>	27
3.2.3.1	Cortadoras	27
3.2.3.2	Plastificadora de paletes	31
3.2.3.3	Plastificadora de bobines.....	36
3.2.4	<i>Quadros</i>	37
3.2.4.1	Bateria de condensadores	38
3.2.4.2	Suporte de fusíveis/termografia.....	39
3.2.5	<i>Motores</i>	41
3.2.5.1	Termístores integrados em motores.....	44
3.2.5.2	Motor de refinador “pilão”	45
3.2.5.3	Motor do ventilador da vareta do órgão de revestimento	46
3.2.5.4	Motor do pulper do interior.....	47
3.2.5.5	Motor da bomba de água da caldeira.....	48

3.2.5.6	Motor do cepo de uma faca da cortadora dois	50
3.2.6	<i>Manutenção por entidades externas</i>	51
3.2.6.1	Disjuntor de 30000 V	52
3.2.6.2	Pontes rolantes.....	53
3.2.6.3	Forno da plastificadora de paletes.	54
3.3	ELETRÓNICA.....	55
3.3.1	<i>Contador de vapor da linha do 8 bar</i>	55
3.3.2	<i>Placa de controlo de amanadeira da cortadora dois</i>	55
3.3.3	<i>Célula foto elétrica do scanner 2</i>	57
3.3.4	<i>Fonte de alimentação ininterrupta (UPS)</i>	58
3.3.5	<i>Iluminação de emergência</i>	59
3.3.6	<i>Placa de controlo da temperatura do scanner</i>	61
3.3.7	<i>Controlador das caldeiras de vapor</i>	62
3.3.8	<i>Telefone da rede de comunicação interna</i>	63
3.3.8.1	Telefones fixos	64
3.3.8.2	Telefones portáteis	65
3.4	EQUIPAMENTOS MÓVEIS	67
3.4.1	<i>Transportador de bobines (BT)</i>	68
3.4.2	<i>Empilhador elétrico</i>	70
3.5	MODERNIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	73
3.5.1	<i>Quadros elétricos principais</i>	73
3.5.1.1	Proteção/acionamento de equipamentos.....	73
3.5.1.2	Bateria de condensadores	75
3.5.2	<i>Quadros de comando/potência</i>	77
3.5.3	<i>Pontes rolantes</i>	81
4	CONCLUSÕES	83
5	REFERÊNCIAS	85
5.1	WEBGRAFIA	85
6	ANEXOS	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Flutuador da E.T.A.R.I.....	12
Figura 3.2. (a) Cabeça de transmissão de energia da E.T.A.R.I. (b) Pormenor da cabeça de transmissão.	13
Figura 3.3. Sistema do queimador da caldeira.....	14
Figura 3.4. Sensor de chama da caldeira	15
Figura 3.5. Relé de chama da caldeira.....	16
Figura 3.6. Electroválvula principal de gás	16
Figura 3.7. Excerto do relatório da inspeção vibrométrica no ventilador geral	18
Figura 3.8. Refinador “pilão”	20
Figura 3.9. Transmissor de pressão	21
Figura 3.10. Conjunto de transmissores de pressão	21
Figura 3.11. Rampa de lavagem de alta pressão (econo-jet).....	23
Figura 3.12. Sensores indutivos para movimentação da rampa	23
Figura 3.13. Scanner 1	25
Figura 3.14. Sensor de espessura do scanner 2.....	25
Figura 3.15. Sensor de revestimento do scanner 2	25
Figura 3.16. Dissipador da cabeça de leitura do revestimento	26
Figura 3.17. Faca de corte superior	27
Figura 3.18. Motor da faca de corte transversal	28
Figura 3.19. Quadro do acionamento de um motor da faca da cortadora.....	29
Figura 3.20. Condensadores e placa de impulsos.....	30
Figura 3.21. Plastificadora de paletes.....	31
Figura 3.22. (a) Célula fotoelétrica na posição de deteção de falha. (b) Pormenor da célula fotoelétrica.	32
Figura 3.23. Carregador do plástico que envolve a paleta.....	33
Figura 3.24. Conjunto célula magnética/calços do “prato” carregador.....	34
Figura 3.25. (a) Barra atuador e conjunto de resistências que soldam o plástico. (b) Pormenor das resistências.....	35
Figura 3.26. Plastificadora de bobines	36

Figura 3.27. Bateria de condensadores.....	38
Figura 3.28. (a) Ilustração do ponto quente. (b) Suporte de fusíveis.	40
Figura 3.29. Coletor depois de ser retificado.	41
Figura 3.30. Aquecedor indutivo [2].....	42
Figura 3.31. Técnico a alinhar um veio de um motor [3][4].....	43
Figura 3.32. (a) Alinhador de correias. (b) Alinhador de correias instalado [5].....	43
Figura 3.33. Motor de um refinador “Pilão”	45
Figura 3.34. Conjunto motor/ventilador da vareta: (a) Lado condução (b) Lado transmissão	46
Figura 3.35. Ventilador do motor da vareta	47
Figura 3.36. Reóstato de arranque do pulper do interior.....	47
Figura 3.37. Bomba multicelular de abastecimento de água à caldeira	49
Figura 3.38. Facas longitudinais pertencentes a cortadora 2.....	50
Figura 3.39. Conjunto motor/redutor de um dos cepos da cortadora 2.....	50
Figura 3.40. Disjuntor de 30000V para o PT2	52
Figura 3.41. Forno da plastificadora de "paletes"	54
Figura 3.42. Amanadeira da cortadora 2 (barras verticais).....	56
Figura 3.43. Amanadeira da cortadora 2 (chapas longitudinais).....	56
Figura 3.44. (a) Célula fotelétrica para deteção de falha do papel. (b) Pormenor da célula fotelétrica.....	57
Figura 3.45. Interior da célula fotelétrica do scanner 2.....	58
Figura 3.46. Modelo antigo de armadura de emergência.....	60
Figura 3.47. Modelo novo de armadura de emergência.....	60
Figura 3.48. Placas de uma armadura de emergência	61
Figura 3.49. Placa de controlo de temperatura.....	61
Figura 3.50. (a) Parte de baixo da placa de temperatura. (b) Pormenor da ficha deteriorada	62
Figura 3.51. Controlador de uma caldeira.....	63
Figura 3.52. Placa de circuito impresso de um telefone fixo	64
Figura 3.53. (a) Parte da frente do telefone portátil. (b) Parte de trás do telefone portátil.....	65
Figura 3.54. (a) Contactos entre a ficha e a bateria. (b) Pormenor dos contactos sem a tampa.....	66

Figura 3.55. Coluna de som e pormenor das pistas de contacto.....	67
Figura 3.56. Ficha para fechar o circuito.....	68
Figura 3.57. Bateria de um transportador de bobines.....	69
Figura 3.58. Relés de potência do transportador de paletes	69
Figura 3.59. Contactos dos relés de potência do empilhador	71
Figura 3.60. (a) Contacto em bom estado. (b) Contacto sem zona de acoplamento.	71
Figura 3.61. Proteção antiga e proteção recente	74
Figura 3.62. Acionamento de arranque progressivo.....	74
Figura 3.63. Quadro para compensação do fator de potência	75
Figura 3.64. Disjuntor de proteção do novo módulo de baterias.....	76
Figura 3.65. Novo quadro para compensação do fator de potência	76
Figura 3.66. Novo quadro da E.T.A.R.I.	77
Figura 3.67. Ecrã táctil do novo quadro da ETARI.....	78
Figura 3.68. Novo quadro da E.T.A.R.I. mais recente	78
Figura 3.69. Autómato que comanda a E.T.A.R.I. (flutuador).....	79
Figura 3.70. Quadro da unidade de comando do motor do veio geral	79
Figura 3.71. Proteção térmica e magnética.....	80
Figura 3.72. Comando de ponte rolante	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Informação referente ao equipamento inspecionado	39
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Corrente contínua
CFE	Célula foto elétrica
ETARI	Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais
EV	Electroválvula
IGBT	Transístor Bipolar de Porta Isolada (<i>Insulated Gate Bipolar Transístor</i>)
Mandril	Rolo onde o papel ou o plástico é enrolado
MT	Magneto térmico
PR	Ponte rolante (sistema de elevação de carga)
PT	Posto de transformação
Pulper	Máquina onde entra o papel reciclado ou a pasta virgem para desintegrar em massa
Rampa <i>Econo-jet</i>	Equipamento para lavagem das teias
SMD	Dispositivos de montagem superficial (Surface Mount Device)
Teia	Superfície onde é depositada a pasta de papel
Tela	Superfície de passagem em secaria do papel formado

1 INTRODUÇÃO

O estágio teve como principal objetivo integrar a equipa de manutenção elétrica da *Prado Karton, S.A.* no dia-a-dia de manutenção corretiva, bem como ficar a conhecer a metodologia de manutenção preventiva/preditiva adotada pela empresa.

O presente relatório de estágio inicia-se no capítulo 1 com a introdução. No capítulo 2 faz-se uma introdução à *Prado Karton, S.A.*, uma resenha histórica, uma pequena descrição das infraestruturas e os seus métodos de manutenção. Seguidamente, no capítulo 3 apresenta-se a descrição do estágio onde se inclui os trabalhos desenvolvidos ao longo do mesmo. No capítulo 4 apresenta-se uma conclusão referente ao estágio. Por fim o relatório termina no capítulo 5, com uma webgrafia.

2 A Prado Karton, S.A.

2.1 Introdução

A fábrica de papel do prado, como o nome indica, produz papel; mais propriamente cartolina multiplex (cartolina para embalagem).

A matéria-prima, que pode ser pasta proveniente da indústria celulose ou apara proveniente de reciclagem, entra na desintegração onde é desintegrada em pulpers (pulper – máquina onde a matéria prima é desintegrada). Posteriormente a pasta desintegrada (massa) é passada por refinadores (refinador – máquina onde as fibras são “cortadas”), depurada e por fim injetada em sete formas; formando assim uma folha continua. A massa inicia o processo com uma percentagem muito baixa de água e chega às formas com cerca de 90% de água.

A folha é composta por uma camada de verso, quatro camadas de interior, uma camada de proteção e uma camada de cobertura o que perfaz um total de sete formas.

Posteriormente a folha continua passa pela primeira secaria e é friccionado; volta a passar em outra secção de secaria e passa por uma prensa onde são adicionados produtos mediante o papel que se está a fabricar (size-press) e volta a ser secado mais um pouco. Em seguida é adicionado o revestimento à folha; o revestimento pode ser adicionado em duas etapas sendo secado através de uma rampa de infravermelhos antes de voltar a entrar em outra secção de secaria. Por fim o papel é arrefecido prensado e enrolado

Depois de produzido, o papel é transformado em bobinas ou folhas mediante a especificação do cliente, plastificado e expedido.

2.2 História [1]

A fábrica de papel do prado foi criada no dia 2 de Junho de 1772, por alvará do Marquês de Pombal, sob a égide de D. José I, no local do Prado. Foi o princípio de uma empresa que viria a dar origem em 1875 à Companhia do Papel do Prado, que juntou a fábrica do Prado e a fábrica do Penedo, criada na Lousã, em 1716, no reinado de D. João V.

A empresa *PRADO KARTON, S.A.* é herdeira de uma tradição secular no fabrico de diferentes tipos de papéis e aplicações. Produzia-se papel selado, letra de câmbio, papel para lotaria, "ALMAÇO", para o emprego escolar, com marca de água.

É de extrema importância realçar que todos estes papéis utilizavam matérias-primas recicladas. Já na época havia preocupação com o meio ambiente. Desde os anos 40 que a Empresa possuía um armazém em Lisboa, onde se fazia a seleção de papel velho. Alguns anos mais tarde, a Companhia comprou, na Alemanha, uma recuperadora de papel velho, que instalou na sua propriedade de Marianaia (arredores de Tomar).

As matérias-primas recicladas incluíam sacos de cimento, papéis de algodão, linho, trapos, sacos de corda, etc. Produzia-se uma “semi-pasta”, com a ajuda de uma máquina que desintegrava, desagregava as fibras e branqueava todas aquelas fibras vegetais.

Desde os anos 40 que a Fábrica do Prado era também independente energeticamente pelo meio de um motor Diesel, que fornecia a energia necessária a toda a instalação.

Também ao nível da manutenção, a Fábrica possuía ferramentas próprias de mecânica, eletricidade e fundição, fabricando inclusivamente as suas próprias teias para as máquinas de papel. Hoje em dia nas mesmas oficinas tenta-se produzir todos os componentes que se deterioram mas isso nem sempre é possível. Presentemente existe uma carpintaria para a produção de paletes.

No início dos anos 50 do século passado, a Fábrica do Prado possuía 4 máquinas de papel, sendo duas redondas e duas planas.

A Companhia foi, igualmente, pioneira na formação profissional de técnicos papeleiros. Efetivamente, a sua política era de recrutar os melhores alunos das escolas industriais e

proporcionar-lhes um estágio na Fábrica, empregando os mais aptos. Do Prado saíram, também, alguns dos melhores técnicos para as novas empresas papeleiras que se formaram a partir dos anos 60.

Ao longo desta secular existência a Companhia foi passando por diversos proprietários, sendo nacionalizada após o 25 de Abril de 1974, deixando de ser propriedade do Grupo Champalimaud.

A permanente atenção da Empresa à evolução dos mercados e às técnicas produtivas determinou a especialização estratégica. Assim, em 1977 instalou-se na Fábrica, a linha de produção de Cartão Plano Multiplex.

Esta máquina tinha sido encomendada no final dos anos 60, em consequência dos contactos estabelecidos com mercados mais evoluídos da Europa, onde já se produziam cartões planos, para embalagens de diferentes produtos de consumo corrente e de características mais nobres que o cartão canelado.

O fabricante da máquina Multiplex foi a "Bruderhaus" da Alemanha. As principais características da máquina - considerada avançada para o mercado interno, na época, - eram a sua largura de 2,5 metros, os seus 7 formadores redondos, 3 prensas e um grande cilindro friccionador com 5 metros de diâmetro. Também se instalaram "bar-coatings" para aplicação do revestimento.

A máquina foi instalada sobre um edifício moderno, feito de raiz, à quota de 4,5 metros. A sua capacidade inicial fixou-se em 50 toneladas líquidas/dia. Também se instalou uma cortadora Duplex com 2,40 metros de largura, para cortar o formato predominante da época: 70x100.

A partir dos anos 80, procedeu-se a importantes remodelações na Fábrica, dotando-a de maior capacidade competitiva, para poder concorrer nos mercados europeus. As mais significativas foram as seguintes: órgãos de revestimento mais sofisticados com secagem por infravermelhos; aumento da secaria; substituição de alguns formadores; modificação da transmissão, para aumento da velocidade.

Em 1988, a capacidade produtiva chega às 80 toneladas líquidas/dia e nos anos 90 alcança as 100 Ton/dia.

Também o equipamento de acabamento é remodelado, com a aquisição de 2 cortadoras automáticas (2,10 e 1,60 metros), linha de plastificação de paletes e de bobines e moderno equipamento de laboratório de medição e controle de características físico-mecânicas do cartão.

Em 1999, a Companhia do Papel do Prado foi reprivatizada por um agrupamento de empresas, sendo atualmente a FINPRO, SGPS e a CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS os acionistas de referência.

No ano 2000 e seguintes, voltam-se a fazer importantes remodelações na Fábrica, com principal incidência nos formadores, secaria, velocidade e revestimento, conduzindo a uma capacidade produtiva, superior a 40.000 Ton/ano.

Em Junho de 2003 foi objeto de um processo de cisão para autonomizar as duas unidades fabris, dando origem a duas novas empresas: *Prado Karton, S.A.* e *Prado Cartolinas da Lousã, S. A.*

A *Prado Karton, S.A.* é, assim, herdeira do saber e experiência acumulados ao longo de mais de 200 anos, cabendo-lhe a responsabilidade de consolidar e desenvolver uma presença significativa no Mercado Ibérico e uma capacidade competitiva acrescida noutros mercados Europeus (Reino Unido, França, Bélgica, Itália) de forma a confirmar-se como um fabricante independente, equilibrado e fiável.

As remodelações continuam e no ano de 2009 houve mais uma remodelação, desta vez no quadro de comando da máquina multiplex. Foram retirados quase todos os acionamentos mecânicos sendo substituídos por um autómato e respetivos displays de controlo táctil.

2.3 Infraestruturas

A *Prado Karton, S.A.* possui algumas infraestruturas de apoio à produção de papel. As infraestruturas são: uma estação de tratamento de água (E.T.A.), dois sistemas de tratamento de águas residuais industriais (E.T.A.R.I.) sendo um mais moderno com maior capacidade e um mais antigo que complementa o primeiro, uma central térmica para produção de vapor, uma central de vácuo, uma central de ar comprimido e por fim quatro postos de transformação.

Relativamente à produção e processamento de produto, a empresa possui uma máquina de produção de cartão plano *multiplex*, duas máquinas de bobinar papel; uma que processa os rolos provenientes da máquina de produção e outra que satisfaz os pedidos dos clientes. Tem ainda duas máquinas para cortar o papel em folhas e por fim existem duas plastificadoras; uma de bobinas e outra de “paletes”.

2.4 Manutenção

A manutenção na *Prado Karton S.A.* baseia-se no princípio da manutenção preventiva/preditiva e da manutenção corretiva e tem como principais ferramentas a análise de vibrações o que é escrito: pelos eletricitistas de turno, pelos chefes de turno e pelos operadores nas folhas diárias e a análise termográfica. A manutenção preventiva permite detetar possíveis avarias com antecedência enquanto a manutenção corretiva ou curativa se limita a reparar as avarias quando elas aparecem.

A programação das interrupções para manutenção é muito importante, deste modo é possível rentabilizar ao máximo a produção. Por isso é feito um plano anual de manutenção e também é feito um plano de manutenção pontual quando é necessária, por

exemplo, uma mudança de ciclo. Quando há uma paragem não programada os trabalhos pendentes que necessitam da máquina parada podem e devem ser feitos desde que o tempo o permita.

Num plano de manutenção definem-se: os trabalhos a serem realizados, a sua duração em termos de horas previstas e também as pessoas que a vão efetuar. À medida que os trabalhos são completados vão sendo eliminados do plano de manutenção, no entanto as intervenções periódicas constam sempre do plano de manutenção.

Com o método da análise de vibrações é possível detetar uma avaria no início quando ainda não é perceptível e assim fazer a intervenção necessária ou então ver até que ponto uma perturbação pode evoluir sem comprometer a produção e a segurança do equipamento.

Depois da receção de um relatório de uma análise vibratória com a indicação das intervenções necessárias em alguns órgãos é preciso agir em conformidade. Isso implica fazer um plano de manutenção para corrigir os problemas detetados pela análise. As instruções dadas pelos técnicos da análise vibratória são muito importantes porque eles fornecem métodos para a resolução das avarias.

2.4.1 Análise de vibrações

O princípio da análise de vibrações consiste na deteção de avarias ou potenciais avarias nos equipamentos. Esta deteção permite muitas vezes detetar os problemas quando eles ainda estão em fase de embrião e deste modo prevenir possíveis desastres. Ou então com algum *background* poder determinar o restante tempo de vida de um componente e/ou de um equipamento, como por exemplo um rolamento.

Antes de se iniciar a leitura das vibrações num determinado elemento é necessário medir a sua velocidade, para que haja uma referência na medição. A velocidade é determinada com um aparelho que emite luz a diversas frequências (luz estroboscópica). O valor da velocidade encontra-se quando a máquina, ao ser observada, aparentemente se imobiliza. Isto quer dizer que o aparelho pisca à velocidade de rotação da máquina. Com esta lâmpada estroboscópica também é possível verificar o estado das correias.

O sistema de leitura de vibrações consiste na medição de 10 pontos na máquina a ser analisada. Primeiro que tudo tem que se definir um método de medição. Foi convencionado por eles que as medições são feitas pela ordem (1 2 3 4 ou a b c d) e são sempre feitas no sentido da transmissão do movimento. Os pontos são medidos no sentido vertical depois horizontal e por fim transversal, sendo os pontos transversais medidos na zona do acoplamento. Entende-se por acoplamento do motor a ligação do motor a, por exemplo, elementos de bombagem. A leitura transversal só é feita na última parte de cada elemento sendo que cada elemento tem duas zonas de medição.

Depois de as leituras estarem concluídas a análise é feita com base em gráficos, sendo possível detetar defeitos graficamente. Mediante a avaria o *software* mostra um gráfico tipo específico dessa avaria. Podem existir avarias de rolamentos, desequilíbrio de ventiladores por causa do lixo, etc. As avarias podem ser também audíveis através dos auscultadores ligados ao aparelho de medida. Comprovei essa situação num refinador de cabeça de máquina e ouvi o rolamento do lado do acoplamento a fazer muito mais barulho que o rolamento do lado oposto.

A análise é feita com várias medições ao longo do tempo, isto é, entra-se sempre em conta com as medições anteriores para a análise dos dados. Estas medições podem ter intervalos de seis semanas ou de três meses. Deste modo pode-se ver a evolução de uma perturbação ao longo do tempo.

2.4.2 Análise termográfica

A termografia é uma técnica aliada da manutenção preventiva que permite identificar os pontos quentes numa instalação elétrica ou eletrónica.

Este método, que não apresenta qualquer risco para o operador, é normalmente utilizada em zonas em que o ambiente é muito quente. Esta técnica tem como principal objetivo a prevenção de falhas nos componentes elétricos/eletrónicos prolongando assim a vida dos sistemas.

Durante o estágio na *Prado Karton S.A.* ocorreram algumas intervenções, por parte da manutenção elétrica, em sistemas que tinham sido sujeitos a análise termográfica. As intervenções ocorreram em quadros principais, em quadros de equipamentos e nos sistemas principais de alimentação de energia (interiores e exteriores).

As intervenções em consequência desta análise ocorreram logo após a receção do relatório da inspeção termográfica, com a celeridade possível mediante o plano de produção; as intervenções ocorreram nas ligações de alguns suportes de fusíveis e em algumas ligações nos barramentos dos quadros principais.

3 O estágio

3.1 Introdução

O estágio iniciou-se com uma breve apresentação da empresa. Posteriormente foram-me explicados os sistemas de qualidade, higiene e segurança da empresa; deram-me também uma breve explicação do funcionamento do sistema interno de atuação em caso de incêndio. Posteriormente foram-me dadas a conhecer as instalações fabris onde iria decorrer o estágio ficando integrado na equipa de manutenção elétrica

Durante o tempo que durou o estágio tive a oportunidade de participar em diversos episódios de manutenção, na maioria dos casos o trabalho foi desenvolvido em equipa sendo menores as vezes em que tive a oportunidade de trabalhar em autonomia.

3.2 Intervenções de manutenção

3.2.1 Equipamentos de apoio/comuns

Tal como referido anteriormente, a empresa *Prado Karton, S.A.* possui algumas infraestruturas de apoio à produção de papel. Seguidamente irei descrever algumas intervenções de manutenção efetuadas em alguns destes equipamentos.

3.2.1.1 Cabeça de transmissão de energia da E.T.A.R.I.

A Figura 3.1 mostra a estação de tratamento de águas residuais industriais (E.T.A.R.I.) mais recente da empresa é composta por um tanque de chegada, um tanque de decantação (flutuador), um tanque de água clarificada, um filtro e um tanque de água filtrada.



Figura 3.1. Flutuador da E.T.A.R.I.

A água proveniente do tanque de chegada é bombeada para o tanque do flutuador e com a ajuda de produtos químicos é separada da fibra; os químicos aglomeram a fibra e provocam a sua flutuação; depois a fibra é retirada com o colector de resíduos e enviada

para o poço de lamas e a água enviada para o tanque de água clarificada. Posteriormente a água é filtrada e enviada para o tanque de água filtrada sendo por fim introduzida novamente no processo mediante as necessidades.

Foi comunicado pelo operador que a “ponte” deixou de rodar e retirar fibra. Dado que a avaria se tinha dado em dois motores ao mesmo tempo começou-se por verificar se havia algum disjuntor disparado, mas constatou-se que todos os disjuntores estavam armados. De seguida inspecionou-se a “cabeça” de transmissão de energia demonstrada na Figura 3.2 que alimenta a ponte e, depois de desmontar a proteção, constatou-se que estavam fios partidos no cabo proveniente do quadro.



(a)



(b)

Figura 3.2. (a) Cabeça de transmissão de energia da E.T.A.R.I. (b) Pormenor da cabeça de transmissão.

A transmissão de energia entre o quadro e a “ponte” do flutuador faz-se pelo meio de escovas em torno de pistas de cobre; deste modo faz-se a alimentação do sistema da “ponte” de uma maneira simples.

Deu-se o início ao processo de substituição da “cabeça” de transmissão e durante este processo constatou-se que a peça que mantém o cabo imóvel e que impede que este se torça estava partida; para além de se substituir a “cabeça” de transmissão de energia

também foi necessário substituir o cabo que traz energia do quadro até à “ponte”. A torção do cabo foi de tal ordem que os fios se partiram devido à força exercida nos mesmos.

3.2.1.2 Caldeiras

O queimador das caldeiras ilustrado na Figura 3.3 aquece a câmara de combustão; fazendo uma analogia, é um maçarico de grandes dimensões. De modo a que o sistema reconheça que houve ignição do gás no processo de arranque da caldeira existe um sensor (sensor de chama) que faz a deteção de chama/luz dentro da câmara de combustão.

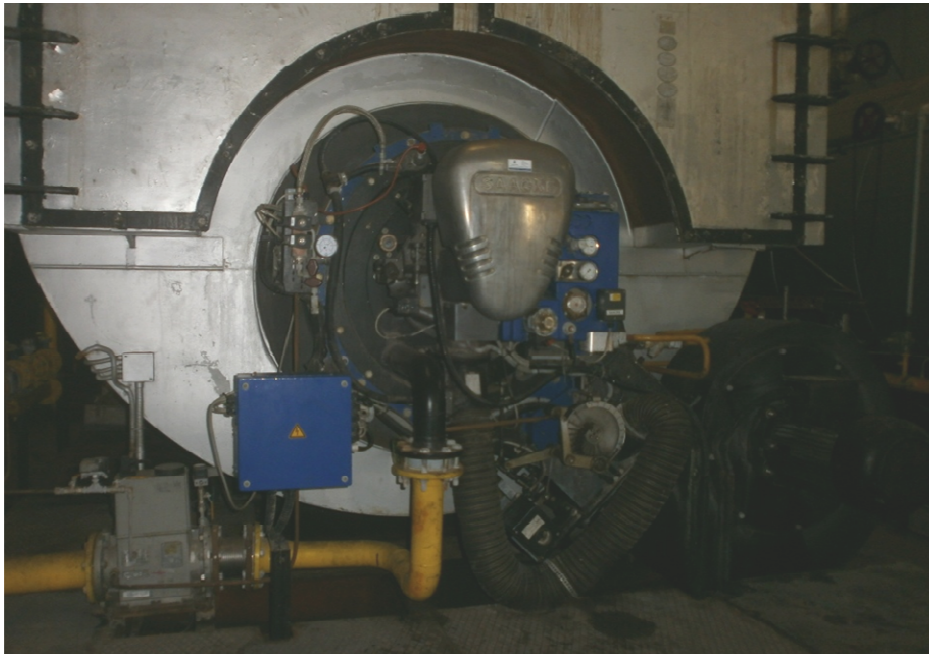


Figura 3.3. Sistema do queimador da caldeira

Foi comunicado ao departamento de manutenção elétrica que uma das caldeiras interrompia o ciclo de arranque (incapaz de completar o processo de ignição da chama). Depois de algumas medições concluiu-se que o sensor de chama, que se pode ver na Figura 3.4, não estava a funcionar corretamente. O sensor foi retirado do local e posteriormente desmontado; constatou-se então que um dos fios que ligavam o corpo do sensor ao elemento sensor estava cortado.



Figura 3.4. Sensor de chama da caldeira

Outra das intervenções de manutenção em que participei no sistema da caldeira está, de certo modo, interligada com a avaria anterior. Anteriormente foi descrita uma avaria com um sensor de chama; sensor esse que está ligado através de fios a um relé de chama. De seguida descreverei uma avaria de um relé de chama que originou alguns danos colaterais.

Tal como no caso anterior, o sistema da caldeira interrompia o ciclo de arranque quando se dava início à combustão. Começou-se por verificar a integridade do sensor de chama; concluiu-se que o sensor que estava queimado. Substitui-se por um sensor novo mas a avaria manteve-se. O próximo passo foi analisar o relé de chama que se pode ver na Figura 3.5. Este relé, em conjunto com o sensor de chama, faz o controlo da chama do queimador. Se não existir chama, passados três segundos depois da ignição, o relé desliga o gás cessando assim a combustão. Constatou-se, através de medições com o aparelho de medida, que o relé de chama estava avariado sendo substituído por um novo; o velho foi levado para o laboratório para análise.

Posteriormente o relé de chama foi inspecionado e chegou-se à conclusão que o mesmo tinha o transformador queimado. Isto levou a que todos os componentes que estavam em série com o sensor de chama e o próprio sensor de chama ficassem queimados.



Figura 3.5. Relé de chama da caldeira

Qualquer uma das caldeiras geradoras de vapor da empresa *Prado Karton S.A.* está equipada com diversos sistemas de corte de gás; alguns para controlo enquanto outros, mais importantes, têm o objetivo de proteger pessoas e equipamentos.

Para se poder arrancar com uma caldeira existem alguns procedimentos que têm sempre de ser tomados em conta; há que verificar se as válvulas de corte de gás estão desbloqueadas e há também a necessidade de levar gás a determinadas zonas da EV principal do gás. Mostra-se na Figura 3.6 uma electroválvula principal de gás.



Figura 3.6. Electroválvula principal de gás

O processo de arranque, de uma das caldeiras, era interrompido e ao mesmo tempo surgia o alarme de falha no sistema de gás. Também foi comunicado pelo operador que, por

vezes, quando a caldeira estava em funcionamento e era desligada continuava a queimar gás durante alguns segundos.

Constatou-se pela inspeção da EV de gás, durante o arranque e posteriormente na paragem, que a mesma não abria e quando era desligada não fechava totalmente. Foi necessário colocar uma tensão de 230V aos terminais da EV para que ela fechasse e voltou-se a testar o arranque da caldeira.

No segundo teste, optou-se por “bater” na EV e verificou-se que a mesma desbloqueava chagando-se assim à conclusão que esta tinha um bloqueio mecânico.

Posteriormente a válvula foi levada para o departamento de serralharia para reparação.

3.2.1.3 Central de alarme de incêndios

A empresa possuía uma central de deteção e alarme de incêndios, numa parte das instalações (naves de apoio, produção e acabamentos), que já se encontrava obsoleta. Houve então a necessidade de construir uma nova central com o objetivo de permitir apenas a deteção visual de incêndios e posterior alarme através de betoneiras. Durante o processo de remodelação foi necessário instalar novas sirenes, luzes de sinalização e placares informativos para assim permitir uma melhor cobertura da sinalização/informação de alarme por todas as instalações da empresa.

Quando iniciei o estágio o quadro de alarme de incêndios estava quase finalizado; faltava apenas a instalação no local e a programação do autómato.

Participei na instalação do quadro, na sua programação e no seu teste.

Posteriormente à implementação deste sistema, existem testes de operacionalidade do mesmo e por questões de segurança, com a regularidade de dois meses entre cada teste.

No primeiro teste depois da instalação constatou-se que um dos placares estava defeituoso; o placar foi retirado e enviado para reparação.

3.2.2 Equipamentos de processo/produção

3.2.2.1 Ventilador geral da secaria

As secarias são compostas por rolos por onde passa vapor e inseridos em cúpulas; esse vapor tem o objetivo de aquecer os rolos e, deste modo, secar o papel.

Para que a água não fique condensada dentro das cúpulas das secarias, que iriam deteriorar o papel pingando-o, estas estão equipadas com um ventilador geral e comum a toda a secaria/cúpulas.

Após uma das inspeções vibrométricas, os técnicos que efetuaram a inspeção periódica, comunicaram ao departamento de manutenção que o rotor do ventilador geral da secaria necessitava de ser equilibrado, o que se pode constatar no excerto do relatório que se pode ver na Figura 3.7, emitido por uma empresa externa que faz análise de vibração. Uma outra vertente, que eu presenciei, dos técnicos da inspeção vibrométrica é o equilíbrio de ventiladores. Posto isto foi programado uma intervenção no rotor do ventilador com o objetivo de equilibrar o mesmo.

Análise dos Resultados

Os níveis vibrométricos registados são, na generalidade, considerados Severos.

A análise efectuada aos elementos recolhidos nos apoios do ventilador, do lado da turbina, continua a revelar que os níveis vibrométricos são, sobretudo, influenciados pela amplitude da frequência de funcionamento do ventilador (25,73 Hz). Esta característica, ilustrada na Figura 9, está associada a desequilíbrio. Comparativamente à medição anterior, não se constatam alterações consideradas significativas.

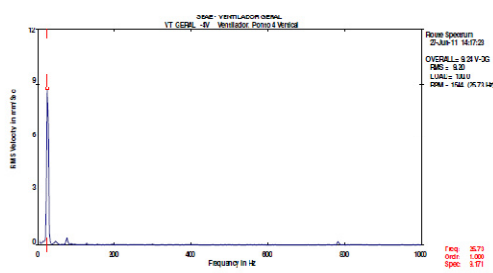


Figura 9 Espectro recolhido no apoio do ventilador, do lado da turbina, direcção vertical

Conclusões/Recomendações

Recomenda-se a equilibragem do rotor do ventilador.

Figura 3.7. Excerto do relatório da inspeção vibrométrica no ventilador geral

O técnico, com a ajuda de um aparelho específico cria um ponto de referência na poli da máquina e marca essa referência no interior do ventilador (uma das pás do ventilador). Inicialmente faz-se uma primeira leitura da vibração que funciona como uma referência para uma segunda leitura.

A segunda leitura é feita com um peso (a gramagem do peso é indiferente) para teste no local do ângulo indicado pelo aparelho de medida. A partir daí efetua-se o cálculo para o peso necessário e coloca-se esse peso novo no ângulo indicado pela máquina para se fazer uma terceira leitura.

Concluiu-se a intervenção com a análise da última leitura, que confirmou que o ventilador estava totalmente equilibrado e sem vibração.

No Anexo B encontra-se a parte relevante do relatório da inspeção periódica de vibrações.

3.2.2.2 Refinadores

Na Figura 3.8 pode-se ver um refinador “pilão”, por onde a pasta desintegrada é forçada a passar; cada uma das linhas, cobertura e revestimento, possui um refinador enquanto a linha do interior está equipada com dois refinadores. Isto acontece porque a linha do interior alimenta um total de quatro formas necessitando assim de processar mais ou menos caudal, mediante a gramagem do papel que está a ser fabricado. A massa proveniente dos tinões tem de estar constantemente sob pressão nas tubagens de entrada e saída dos refinadores; caso contrário o sistema não arranca com o objetivo de proteger o equipamento.

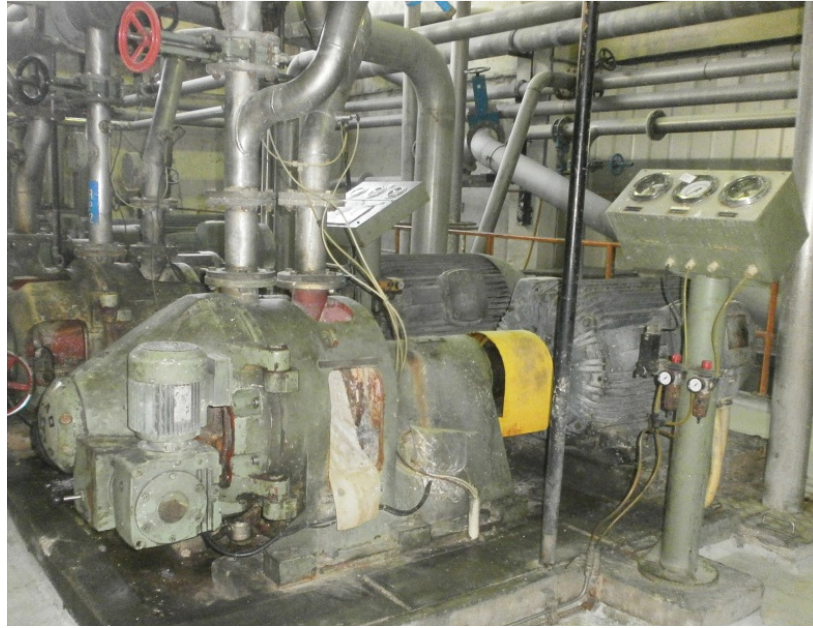


Figura 3.8. Refinador “pilão”

Foi comunicado pelo operador que um dos refinadores “pilão” não arrancava depois de ter sido parado. Começou-se por verificar o circuito de potência do motor e através do acionamento manual dos contactores constatou-se que estava em funcionamento. De seguida inspecionou-se o circuito de comando e verificou-se que existia uma interrupção nos terminais do pressostato que recebe o sinal da pressão na tubagem de entrada de massa. Inspeccionou-se o pressostato e verificou-se que este estava fora de escala; procedeu-se à afinação do mesmo e ficou em funcionamento.

Mais tarde foi necessário trocar este pressostato por um novo devido a avaria; a ocorrência anterior já era um indicador de que o equipamento não estava em perfeitas condições de funcionamento.

Na Figura 3.9 pode ver-se um transmissor de pressão e na Figura 3.10 mostra-se os sensores instalados na tubagem de entrada e os tubos de transmissão de ar do transmissor de pressão instalado na tubagem de saída da massa refinada; estes transmissores são utilizados para que o sistema tenha informação de que as tubagens de entrada e saída dos refinadores estão ou não sob pressão. Esta informação é retirada do transmissor de pressão por meio de tubagens de ar; a massa exerce pressão no transmissor, fazendo com que este

deixe passar mais ou menos quantidade de ar, dando assim a informação ao pressostato de que existe ou não condição para a operação do refinador.



Figura 3.9. Transmissor de pressão



Figura 3.10. Conjunto de transmissores de pressão

Em outro episódio de avaria tudo indicava que a causa da avaria fosse a mesma da anterior; no entanto, depois de uma análise minuciosa a todo o sistema chegou-se à conclusão que o pressostato estava em perfeitas condições de funcionamento. Foi-se investigar se os transmissores de pressão estavam a funcionar corretamente e constatou-se que não enviavam qualquer sinal para o pressostato.

Dado que o equipamento estava sob pressão e o mesmo não podia ficar fora de serviço muito tempo, colocou-se o pressostato fora de serviço, o que permitiu que o refinador arrancasse.

Para substituir o transmissor de pressão foi necessário colocar o refinador fora de serviço, quando não estava a ser necessário à produção, e conseqüentemente retirar toda a massa da tubagem permitindo assim a substituição do transmissor. Depois de efetuar a substituição do transmissor de pressão colocou-se o pressostato em serviço colocando assim o sistema em funcionamento.

3.2.2.3 Rampas de lavagem

A máquina de produção de papel da *Prado Karton S.A* possui algumas teias na sua zona húmida. Esta zona designa-se de húmida porque a massa que é injetada através das formas ainda não foi sujeita ao processo de secagem. As teias necessitam de ser lavadas constantemente durante o processo de produção; para este efeito existem rampas de lavagem de alta pressão como se demonstra na Figura 3.11 e que é designada por rampa *econo-jet*.



Figura 3.11. Rampa de lavagem de alta pressão (econo-jet)

Uma das teias na zona húmida começou a ficar manchada no sentido longitudinal apenas numa determinada zona; isto aconteceu porque a rampa *econo-jet* desta teia parou deixando os jatos de água estáticos.

Constatou-se através de inspeção visual que ambos os sensores indutivos ilustrados na Figura 3.12, que controlam o movimento da rampa estavam avariados. Depois de substituídos a rampa ficou em funcionamento.

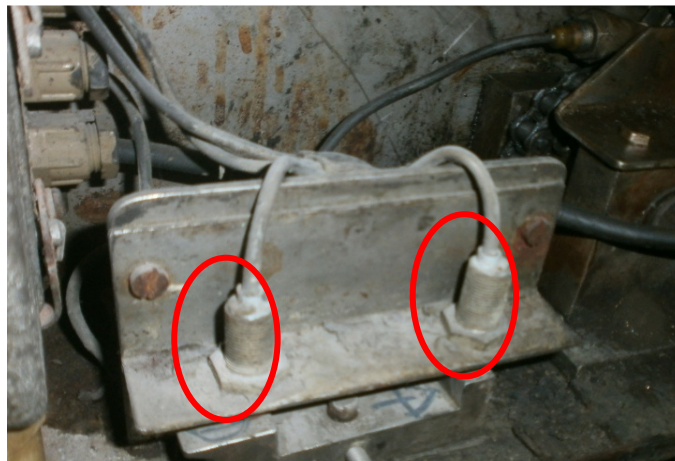


Figura 3.12. Sensores indutivos para movimentação da rampa

3.2.2.4 Scanner 2

O sistema de medição de parâmetros na folha de papel contínua é composto por dois *scanners*; um no final das prensas ilustrado na Figura 3.13 e outro no fim de máquina, imediatamente antes de o papel ser enrolado. Estes sistemas permitem medir valores como a gramagem, a humidade, o peso húmido prensado, a espessura, o revestimento, o peso seco e a humidade na prensa.

No *scanner 1*, são medidos parâmetros relacionados com a gramagem enquanto os restantes parâmetros (espessura, revestimento, etc.) são medidos no *scanner 2*. Na Figura 3.14 pode ver-se a parte superior e a parte inferior do *scanner 2* que são responsáveis por medir a espessura. Indicadores como a gramagem, a humidade e o peso húmido prensado são parâmetros que estão a ser controlados e ajustados constantemente, pelo sistema, de modo a que se possa garantir uma produção dentro dos valores do fabrico pretendido.

Qualquer um dos *scanners* possui um componente emissor radioativo que permite efetuar a leitura da gramagem, sendo este componente radioativo mais intenso no scanner um que no scanner dois. O *scanner 2* ainda está equipado com um sensor e micro-ondas que se pode ver na Figura 3.15; este elemento sensor está vocacionado para medir parâmetros no revestimento e é um elemento que emite bastante calor durante o seu funcionamento.



Figura 3.13. Scanner 1



Figura 3.14. Sensor de espessura do scanner 2



Figura 3.15. Sensor de revestimento do scanner 2

Por isso torna-se necessário manter os componentes vitais do *scanner* com temperaturas relativamente baixas; isso consegue-se através de dissipadores e serpentinas refrigeradas a água; em adição a isso o *scanner* é alimentado com azoto líquido para evitar condensações.

Foi dado a conhecer ao departamento de manutenção elétrica, pelo condutor de máquina, que o papel estava a aparecer com manchas/pingos de água e que tudo apontava para que estes proviessem do *scanner 2* (scanner do fim de máquina de produção).

Após uma curta inspeção visual ao *scanner* constatou-se que vertia água do sensor de revestimento. O sensor de revestimento foi retirado do *scanner* para se tentar perceber onde se localizava a fuga de água ficando o scanner em funcionamento mas sem a leitura do revestimento.

Já em oficina, o sensor de revestimento ilustrado na Figura 3.16, foi desmontado para aceder à “serpentina” que está agregada ao dissipador de calor e constatou-se que esta tinha uma rutura. Foi instalado um tubo novo no dissipador resolvendo assim o problema.

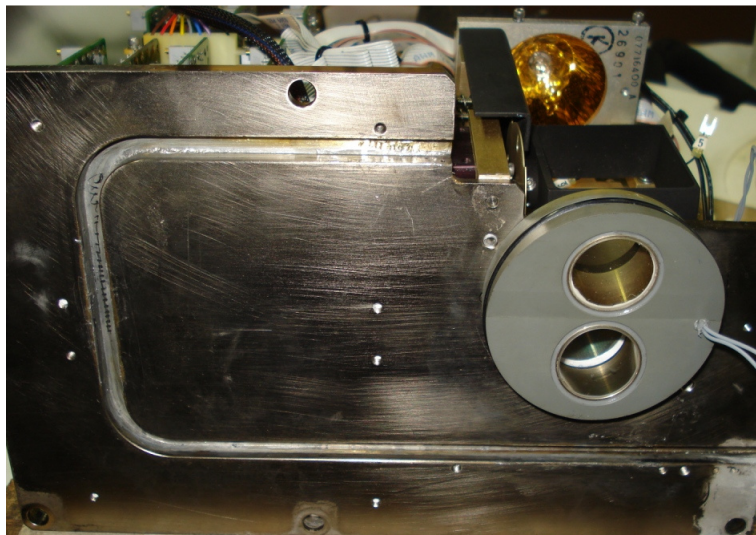


Figura 3.16. Dissipador da cabeça de leitura do revestimento

A tampa deste módulo do sensor também possui uma serpentina para dissipar calor; neste caso o calor dissipado também é proveniente da temperatura exterior (que tem tendência a ser quente). Esta serpentina estava na iminência de se romper, assim, também esta foi alvo de intervenção; neste caso houve a possibilidade de aproveitar parte da mesma sendo apenas necessário adaptar um pouco de tubo entre a ficha da tubagem de água de refrigeração e o início da serpentina.

3.2.3 Equipamentos de acabamentos

3.2.3.1 Cortadoras

O estágio teve início em uma das máquinas de acabamentos; uma cortadora de papel. Esta máquina processa bobines de papel cortando-as em folhas, mediante a especificação do cliente.

A máquina é composta por dois desenroladores, uma série de rolos que permitem esticar e retirar a curvatura ao papel, uma faca de corte dupla que é acionada por dois motores de CC, uma banda rápida seguida de uma banda lenta (estas “bandas” têm como objetivo sobrepor as folhas depois de cortadas) e por fim a “mesa” onde o papel é empilhado, já em folhas, em cima de uma palete.

A cortadora de papel 2 possui duas facas para o corte das folhas de papel; uma faca superior que se pode ver na Figura 3.17 e outra faca inferior ao papel a cortar.



Figura 3.17. Faca de corte superior

A Figura 3.18 mostra um dos motores das facas de corte transversal; estas facas são atuadas por dois motores independentes, que por sua vez são controlados por acionamentos também independentes, mas em sincronia um com o outro, podendo qualquer um deles ser “master” ou “slave” mediante as necessidades de manutenção. Para além do sincronismo dos dois motores o sistema mecânico das facas também possui encravamento mecânico entre elas, o que permite o funcionamento das duas facas com apenas um motor.



Figura 3.18. Motor da faca de corte transversal

Com o objetivo de poupar energia, cada um dos motores da faca de corte transversal são comandados através de quatro IGBTs e o sistema está construído para fazer travagem regenerativa. O sistema acelera o motor quando a faca desce, para que o corte seja efetuado na perfeição, e recupera energia que é armazenada em condensadores, quando a faca sobe. A energia regenerada é armazenada num total de 26 condensadores ligados em paralelo. O controlo destes processos é efetuado no quadro ilustrado na Figura 3.19.



Figura 3.19. Quadro do acionamento de um motor da faca da cortadora

Dado que surgiu o alarme de falha nos transístores de potência (IGBTs) na placa de comando de um dos motores, tornou-se necessário desmontar todos os componentes que estão à frente dos IGBTs, de modo a ter acesso aos mesmos. Primeiro que tudo foi necessário colocar todo o sistema de comando/acionamento do motor fora de serviço e passar o outro motor para *master*.

Na Figura 3.20 podemos ver parte de um bloco de comando que é composto por quatro IGBTs, uma placa de impulsos (comanda os IGBTs), um grupo de oito condensadores fisicamente colocados à frente dos IGBTs e logo de seguida uma placa de controlo. Para aceder ao IGBT danificado começou-se por desviar a placa de controlo, retirar os condensadores e de seguida a placa de impulsos; esta operação demorou algumas horas.



Figura 3.20. Condensadores e placa de impulsos

Confirmou-se que o IGBT estava danificado e foi instalado um novo.

Sem nenhuma razão aparente esta avaria repetiu-se mais algumas vezes. Foi decidido substituir todos os componentes do bloco de comando e reforçar algumas ligações de modo a garantir que não se voltaria a queimar um IGBT. Foi montado um bloco de raiz com componentes que estavam em armazém onde os cabos das ligações de potência foram reforçados. Posteriormente, em paragem, foi retirado o bloco de comando “velho” e instalado o bloco previamente montado em oficina. Esta ação resolveu a avaria em definitivo.

Outra das intervenções de manutenção em que participei na cortadora de papel 2 foi a troca de um motor/ventilador da faca de corte; este conjunto permite que se faça uma ventilação independente para cada motor. A ventilação é muito importante devido à temperatura elevada que os motores atingem.

Neste caso a avaria foi fácil de detetar porque o motor fazia muito barulho na zona do rolamento do lado do veio de transmissão. Como havia um conjunto de reserva bastou trocar; posteriormente o motor retirado foi reparado em oficina.

3.2.3.2 Plastificadora de paletes

A plastificadora de paletes que se pode ver na Figura 3.21 é composta por uma cadeia de tapetes, uma torre envolvedora que envolve e tapa a “paleta” e por fim um forno que serve para retratilar o plástico previamente enrolado.

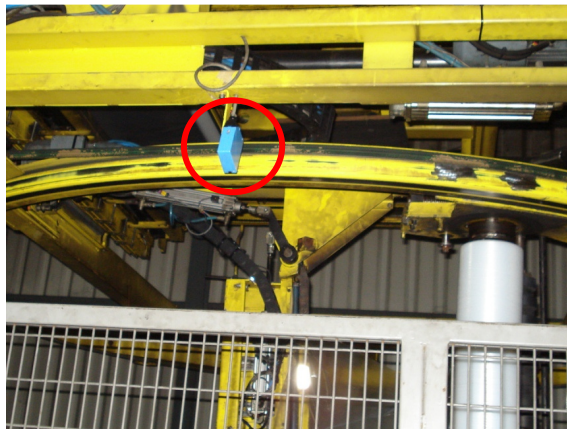
Este equipamento completa o processo de embalagem e por consequência o processo de produção de folhas; a partir daqui os produtos são armazenados para posterior expedição. Sendo a plastificadora um máquina com muitas partes móveis traz um desafio, quase diário, às equipas de manutenção.



Figura 3.21. Plastificadora de paletes

A plastificadora funciona em modo automático devido a CFEs; estas células estão situadas em locais em que a vibração devia ser mínima mas com o passar do tempo e com o aumento das folgas, provenientes do funcionamento normal, algumas células, dependendo da sua localização, estão sujeitas a mais vibração do que o esperado ficando assim desalinhasdas; em alguns casos as CFEs são mesmo deslocadas da sua posição original devido a avarias em partes móveis.

A plastificação de uma “paleta” é efetuada em três fases; na primeira fase a máquina coloca uma “tampa” de plástico por cima da paleta, na segunda fase a “paleta” é envolvida com plástico e na terceira e última fase o plástico é exposto a altas temperaturas de modo a retratilar o plástico. O plástico que envolve a paleta é recarregado quando o sistema deteta a falta de plástico na pinça; deteção efetuada através de uma CFE que se pode ver na Figura 3.22(a) e (b).



(a)



(b)

Figura 3.22. (a) Célula fotoelétrica na posição de deteção de falha. (b) Pormenor da célula fotoelétrica.

Foi comunicado pelo operador que a máquina era incapaz de proceder à recarga do plástico que envolve a “paleta”; depois de uma análise ao ciclo de operação da máquina constatou-se que a CFE não era atuada quando devia por ter o seu feixe desviado. Procedeu-se ao alinhamento da CFE colocando o sistema em funcionamento. Esta avaria aconteceu várias vezes durante o estágio.

A Figura 3.23 mostra o “disco carregador”, pelo meio do qual se efetua a recarga do plástico que envolve a “paleta”, e que é conseguida através de várias etapas; na primeira etapa é detetada a falha do plástico; de seguida o sistema coloca o mandril vazio na posição de descarga e espera até que o “disco carregador” rode até à posição de descarga; descarrega o mandril e provoca mais um pouco de rotação no “disco carregador” até chegar à posição em que o mandril novo fica alinhado com o seu recetor; na etapa seguinte

o sistema provoca a elevação do mandril novo e assim que possível roda o carregador para a posição inicial.



Figura 3.23. Carregador do plástico que envolve a paleta

Foi comunicado ao departamento de manutenção elétrica que o carregador do plástico que envolve a “paleta” não estava a carregar devido a uma falha de alinhamento. Como o carregador é uma peça móvel começou-se por verificar se este estava nivelado e constatou-se que estava empenado. Foi contactado o departamento de serralharia para colaborar nesta intervenção e deste modo proceder ao desempenho do “prato” carregador. Já com o “prato” em posição foi efetuado um teste e conclui-se que ainda não era possível efetuar a recarga pela mesma razão (alinhamento defeituoso); procedeu-se então ao realinhamento dos calços da célula magnética que se pode ver na Figura 3.24 que é responsável por parar o “prato” carregador nas posições corretas.

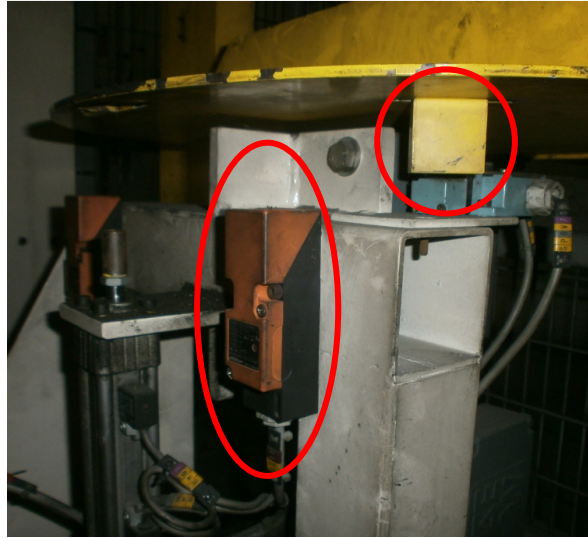
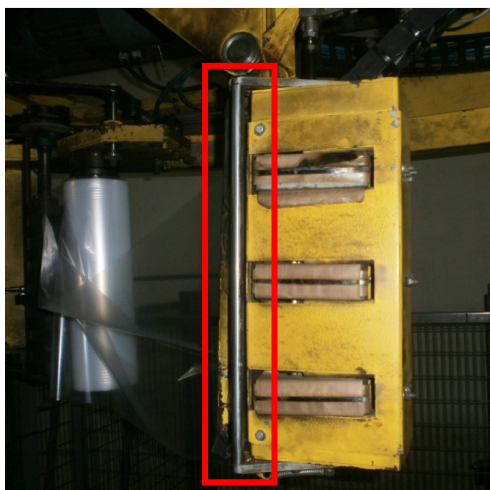


Figura 3.24. Conjunto célula magnética/calços do “prato” carregador

Como já se referiu anteriormente o processo de plastificação de uma “paleta” divide-se em três fases. A intervenção que vou descrever de seguida incide no final da segunda fase. O final da segunda fase de plastificação consiste em cortar o plástico do rolo de alimentação e ao mesmo tempo “soldar” o plástico na paleta de modo a que a ponta não se solte.

Foi comunicado ao electricista de turno que a pinça não soldava o plástico. Começou-se por verificar se o sistema efetuava todas as rotinas necessárias para efetuar colagem e concluiu-se que estava tudo a funcionar corretamente. A barra vertical que pode ver-se na Figura 3.25 (a) funciona como proteção/interruptor atuando o circuito das resistências apenas quando a pinça está encostada à “paleta”, também estava em perfeitas condições de funcionamento.

Dado que o plástico é soldado através de três resistências protegidas por uma tela resistente ao calor, mostradas na Figura 3.25 (a) e mais em pormenor na Figura 3.25 (b), o próximo passo foi medir a continuidade das ditas resistências concluindo-se assim que as mesmas estavam interrompidas; através da inspeção visual constatou-se que uma das resistências estava partida.



(a)



(b)

Figura 3.25. (a) Barra atuador e conjunto de resistências que soldam o plástico. (b) Pormenor das resistências.

Tornou-se necessário retirar a pinça com o objetivo de facilitar a substituição da resistência partida; aproveitou-se também para substituir as telas de proteção das resistências que estavam um pouco danificadas. Depois de efetuar as substituições necessárias e posterior montagem o sistema ficou em funcionamento. É de salientar que as telas de proteção das resistências são substituídas regularmente devido a estas se deteriorarem ao longo do tempo em consequência da elevada temperatura que as resistências atingem.

Esta parte do sistema (“pinça” para soldar e cortar o plástico) é um componente móvel que está constantemente sujeito a alguma trepidação durante o seu ciclo normal de trabalho. Com o passar do tempo as ligações entre as resistências e o quadro (terminais de ficha) vão alargando e é necessário fazer o seu reaperto.

3.2.3.3 Plastificadora de bobines

Tal como a plastificadora de paletes, a plastificadora de bobines que se pode ver na Figura 3.26 destina-se a embalar produto final; neste caso o produto final é bobines, em vez de papel cortado em folhas e empilhado em paletes.

Este equipamento quase não tem partes móveis em comparação com a plastificadora de paletes estando sujeito a menos desgaste e consequentemente está menos sujeito a intervenções para manutenção.



Figura 3.26. Plastificadora de bobines

Depois de plastificar uma bobine, o sistema ejeta-a através de bolhas pneumáticas. Estas bolhas são comandadas através de uma EV que está fixa no centro da plataforma rotativa. Ao contrário das bolhas que estão na parte móvel da plataforma, a EV está na parte central da plataforma que é imóvel (buraco central).

Foi comunicado pelo operador que, por vezes, no final do ciclo de plastificação o sistema não ejeta a bobine.

Começou-se por verificar se o sistema efetuava o ciclo completo e concluiu-se que o ciclo era efetuado mas os atuadores (bolhas comandadas pela EV) não atuavam. Tornou-se

necessário desmontar a parte central da plataforma rotativa a fim de verificar se a EV estava a funcionar e comprovou-se que estava em perfeitas condições de funcionamento. De seguida verificou-se se as escovas dos anéis de transmissão de energia para a EV estavam boas e chegou-se à conclusão que uma das escovas estava partida. Procedeu-se à sua substituição por uma escova fabricada em oficina ficando assim em funcionamento. Houve a necessidade de fabricar uma escova a partir de outra, porque não existiam escovas exatamente iguais em armazém e havia urgência na reparação da avaria.

Esta plastificadora envolve a bobine através de uma plataforma que produz movimento de rotação em torno da bobine e ao mesmo tempo força-a a rodar sobre si mesma.

Foi comunicado ao departamento de manutenção elétrica que a plataforma rotativa da plastificadora necessitava de ser empurrada para que começasse o ciclo de plastificação e que quando o peso da bobine era maior a plataforma arrancava mas voltava a parar.

Suspeitou-se que o problema estaria no motor mas como este está numa zona de difícil acesso foi necessário retirar todos os painéis situados ao nível do solo. Durante um teste, já com o motor à vista, constatou-se que existiam arcos elétricos em excesso junto às escovas do motor sendo retirado para intervenção em oficina; posteriormente verificou-se que havia escovas em fim de vida e escovas partidas. Devido à especificidade do motor tornou-se necessário adaptar escovas a partir das existentes em armazém resolvendo assim a avaria.

3.2.4 Quadros

A *Prado Karton, S.A.* possui, na sua rede elétrica, alguns postos de transformação que alimentam os quadros principais que por sua vez redirecionam a energia para os quadros dos equipamentos, máquinas, e as restantes infraestruturas fabris.

Os quadros elétricos fazem parte dos equipamentos que estão inseridos no plano anual de manutenção (paragem para manutenção); geralmente a manutenção nos quadros inclui:

limpeza de todos os componentes, inspeção dos componentes com partes móveis (contactores, magneto-térmicos e disjuntores) e reapertos.

Apesar de acontecer com menos frequência do que nos restantes equipamentos fabris, também nos quadros de baixa tensão, existem episódios que requerem a intervenção da manutenção.

3.2.4.1 Bateria de condensadores.

O modo de compensação do fator de potência instalado na empresa *Prado Karton, S.A.* é a compensação por sectores. Assim não só se consegue uma redução das correntes, das perdas e das quedas de tensão na instalação como se promove uma redução da potência reativa nos cabos de alimentação de cada um dos quadros parciais. Na Figura 3.27 pode ver-se uma das baterias de condensadores existentes na empresa.



Figura 3.27. Bateria de condensadores

Constatou-se através da leitura diária de energia que havia um gasto de energia reativa muito acima do normal. Como consequência realizou-se uma inspeção minuciosa a todas as baterias de condensadores da empresa. Esta inspeção revelou dois condensadores queimados em duas baterias de condensadores em dois quadros independentes.

Procedeu-se então à substituição dos condensadores regularizando assim o consumo de energia reativa.

3.2.4.2 Suporte de fusíveis/termografia

Os circuitos instalados nos quadros são maioritariamente protegidos por fusíveis, quer sejam motores ou qualquer outro tipo de circuito. Por questões de segurança, os fusíveis dos circuitos a intervir são retirados antes de qualquer intervenção.

Tal como os motores, também os sistemas mais antigos de compensação do fator de potência são protegidos por fusíveis.

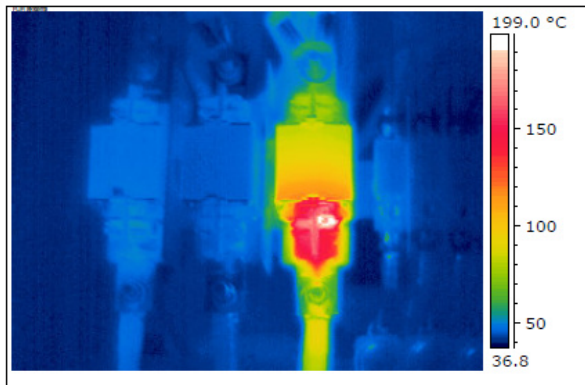
No relatório emitido por uma empresa externa que efetua inspeções de termografia vêm discriminados: critérios de avaliação utilizados na análise, o grau da intervenção a efetuar nos equipamentos analisados e a urgência com que as intervenções têm de ser feitas, tal como está ilustrado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Informação referente ao equipamento inspecionado

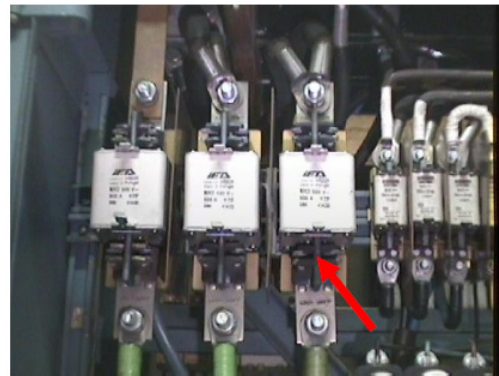
ÁREA: POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº 2

LOCALIZAÇÃO	Q.G.BT Nº 2 – Painele 7A		
CIRCUITO	Compensação do Factor de Potência		
EQUIPAMENTO	Fusível		
TEMPERATURAS	Fase esquerda: 51 °C Fase meio: 51 °C Fase direita: 199 °C		
ACÇÃO	Verificar pressão na maxila inferior.		
GRAU INTERVENÇÃO	4		Temperatura Ambiente: 26 °C
CARGA	IS:	IN:	IS/IN (%):
OBSERVAÇÕES	Informação dada na altura.		

A intervenção mais urgente foi a substituição da base de fusíveis do circuito de proteção da bateria de condensadores referentes ao posto de transformação nº 2. Este suporte apresentava uma grande fragilidade no contacto inferior do fusível mais à direita como se pode ver na Figura 3.28; o ponto quente surgiu devido à perda de força da mola que aperta a lâmina inferior do fusível.



(a)



(b)

Figura 3.28. (a) Ilustração do ponto quente. (b) Suporte de fusíveis.

Depois do suporte de fusíveis ter sido substituído o sistema ficou sob vigilância, assim garantiu-se que o problema ficou resolvido em definitivo.

No Anexo A encontra-se a parte relevante do relatório da inspeção termográfica.

3.2.5 Motores

Todos os motores da empresa *Prado Karton S.A.* estão inseridos no plano anual de manutenção preventiva/preditiva; por norma os motores cruciais são intervencionados na paragem anual enquanto os outros motores são intervencionados mediante as indicações da equipa de inspeção vibrométrica.

De um modo geral a manutenção/beneficiação de motores é sempre feita da mesma maneira.

Depois de os motores serem abertos o primeiro passo é verificar se as tampas têm folga na caixa do rolamento. Seguidamente a bobinagem é inspecionada com o objetivo de ver se o verniz que protege a bobinagem está em perfeitas condições (queimado ou estalado). No passo seguinte a bobinagem dos motores é medida com um mega ohmímetro para comprovar se a sua continuidade está em perfeitas condições.

Se o motor intervencionado possuir escovas, é necessário serrar as lâminas do coletor (espaço entre o cobre do coletor) e passar o mesmo com uma lixa fina com o objetivo de lhe retirar irregularidades. Na Figura 3.29 pode-se ver um coletor que necessitou de ser retificado e onde as lâminas estão a ser serradas. Ainda se torna necessário verificar o desgaste das escovas pelo menos duas vezes por ano.

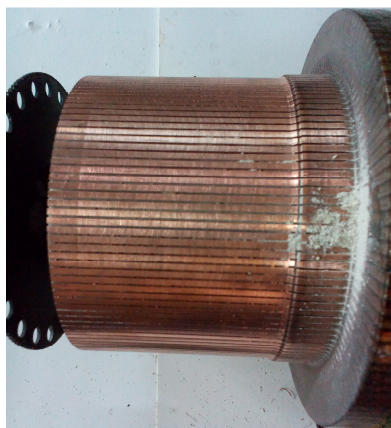


Figura 3.29. Coletor depois de ser retificado.

Por fim os rolamentos novos são instalados no rotor e as tampas fechadas.

Os rolamentos novos são aquecidos, com um aquecedor indutivo (eletroímã), ilustrado na Figura 3.30, a temperaturas entre os 120°C e os 140°C (dependendo do tipo de rolamento) de modo a serem instalados. Este método faz com que o rolamento passe pelo veio e seja colocado no local sem qualquer tipo de esforço mecânico.



Figura 3.30. Aquecedor indutivo [2]

Depois da intervenção segue-se a instalação na posição de operação do motor. Uma instalação correta obriga a que o motor seja perfeitamente alinhado com a bomba onde vai ser acoplado. Existem dois tipos de acoplamento: os acoplamentos em que o veio do motor está alinhado com o veio da bomba e os acoplamentos efetuados através de correias.

Para cada tipo de acoplamento existe uma máquina específica para alinhar os motores [3], com as bombas ou as correias o mais próximo possível da perfeição; na Figura 3.31 pode ver-se um técnico de manutenção a alinhar um veio de um motor e na mesma figura está ilustrado um equipamento para alinhar eixos de motores solidários com eixos de bombas. Na Figura 3.32 vê-se um aparelho para alinhar transmissões de movimento com correias.



Figura 3.31. Técnico a alinhar um veio de um motor [3][4]



(a)



(b)

Figura 3.32. (a) Alinhador de correias. (b) Alinhador de correias instalado [5]

3.2.5.1 Termístores integrados em motores

A maioria dos motores instalados na *Prado Karton S.A.* não possui qualquer sistema de proteção interno contra temperatura elevada (termístor); nem mesmo os sistemas de comando antigos estão preparados para esse efeito. No entanto em equipamentos mais recentes e também nos motores adquiridos nos últimos anos é prática comum os motores virem com termístores instalados.

Foi comunicado pelo operador da cortadora de papel 2 (mais recente) que esta parou sem razão aparente. Foi verificado através de um aparelho de medida que todo o sistema de comando dos motores da faca de corte estava em perfeitas condições de funcionamento (seria uma das causas para a máquina ter parado). De seguida verificou-se o restante sistema constatando-se que este estava funcional exceto o motor da banda lenta.

Começou-se por medir o motor para ver se não estava queimado e constatou-se que não; como o motor estava relativamente frio procedeu-se à medição do termístor para verificar se estava em bom estado e constatou-se que estava estragado. Procedeu-se ao *shunt* dos fios de ligação ao termístor colocando o sistema em funcionamento.

O termístor ficou fora de serviço e a partir desse momento a temperatura do motor começou a ser controlada pelo electricista de turno a cada turno.

3.2.5.2 Motor de refinador “pilão”

A Figura 3.33 mostra o motor de um dos refinadores “pilão” no qual participei na sua reparação. Este refinador, como o nome indica, refina a massa desintegrada e prepara-a para ser introduzida no sistema mediante o grau necessário para o fabrico corrente. Este motor foi intervencionado porque se constatou que ele vibrava muito e fazia demasiado barulho durante o funcionamento.

Visto que o motor deste equipamento é muito grande foi necessário utilizar um empilhador para fazer a sua manutenção; retirar as tampas e voltar a colocá-las.



Figura 3.33. Motor de um refinador “Pilão”

Um motor com esta envergadura (250 kW) tem a particularidade de trabalhar com um rolamento de roletes do lado da transmissão; com este tipo de rolamento o esforço mecânico no sentido longitudinal, imprimido pelo refinador, torna-se menos desgastante para o motor prolongando-lhe assim a vida útil de trabalho.

Para beneficiar este motor, dado os sintomas iniciais, começou-se por dar importância às caixas dos rolamentos. Constatou-se que era necessário trocar os rolamentos devido à fadiga do trabalho contínuo. Os rolamentos novos foram instalados e o motor foi instalado no local de operação.

3.2.5.3 Motor do ventilador da vareta do órgão de revestimento

Os órgãos de revestimento possuem, entre outros sistemas, dois motores que se pode ver na Figura 3.34 que atuam uma vareta. Esta vareta tem a finalidade de restringir a quantidade de “banho” aplicado na folha de papel; isso consegue-se pondo a vareta a rodar no sentido contrário ao sentido em que o papel passa. Os motores têm a particularidade de não ter ventilação própria; por isso têm um ventilador acoplado que garante a sua refrigeração.



(a)



(b)

Figura 3.34. Conjunto motor/ventilador da vareta: (a) Lado condução (b) Lado transmissão

O ventilador de um dos motores da vareta do primeiro órgão de revestimento produzia um barulho metálico durante o funcionamento. Este ventilador foi retirado para posterior manutenção e substituído por um novo.

Este equipamento tinha um dos apoios desfeito. Isto aconteceu porque os apoios são feitos de borracha e a mesma tinha estado exposta a óleo continuamente.

Na Figura 3.35 é possível ver um ventilador igual ao intervencionado; onde os apoios foram todos substituídos e que posteriormente foi enviado para armazém.

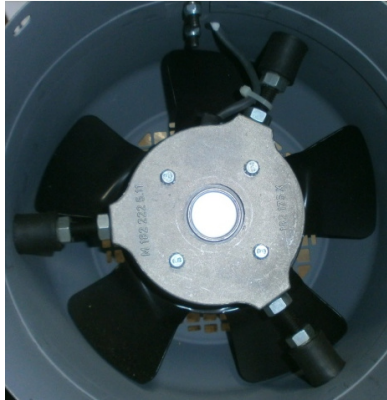


Figura 3.35. Ventilador do motor da vareta

3.2.5.4 Motor do pulper do interior

O motor do pulper do interior é o único motor da empresa onde o arranque progressivo se faz através de resistências (reóstato ilustrado na Figura 3.36), em série com a bobinagem do rotor e cobertas com eletrólito.

Este motor arranca com o reóstato no máximo e à medida que o motor ganha velocidade o reóstato vai diminuindo progressivamente o valor da resistência, até ao ponto em que o rotor fica em curto-circuito; nesta altura o motor fica a funcionar na sua velocidade nominal.



Figura 3.36. Reóstato de arranque do pulper do interior

Sendo um motor de rotor bobinado possui escovas de transmissão de energia; para além da intervenção bienal em que se segue o plano de manutenção de motores, torna-se necessário soprar o interior do motor pelo menos duas vezes por ano para retirar pó proveniente do desgaste das escovas.

Após a proteção térmica do pulper do interior ter disparado várias vezes, foi medida a sua bobinagem e constatou-se que o motor só tinha duas fases em vez das três espectáveis. Foi aberta a portinhola das escovas na tentativa de perceber o motivo da avaria. Constatou-se então que a barra de apoio dos contactos de um dos enrolamentos estava partida.

Resolveu-se o problema restabelecendo a ligação mas sem a barra de apoio; posteriormente o motor foi retirado e enviado para um reparador especializado.

3.2.5.5 Motor da bomba de água da caldeira

Cerca de 99% dos motores da instalação fabril são motores com montagem horizontal. Os motores que atuam as bombas do abastecimento de água às caldeiras fazem parte dos restantes 1% em que a montagem é feita na vertical e por cima da bomba como se pode ver na Figura 3.37. Uma bomba multicelular, tal como o nome indica, é composta por vários elementos de compressão de água. Quanto mais elementos compuserem a bomba mais pressão esta pode impor à água a bombeada.

Este tipo de montagem dificulta de tal modo uma intervenção, tanto na bomba como no motor, que é necessário desmontar todo o conjunto.



Figura 3.37. Bomba multicelular de abastecimento de água à caldeira

O térmico do motor havia disparado mais que uma vez de seguida; esse acontecimento levou à suspeita de que o motor estava queimado. Verificou-se a resistência Óhmica da bobinagem e constatou-se que a bobinagem do motor estava funcional. De seguida desmontou-se a proteção do acoplamento entre o motor e a bomba e verificou-se que o conjunto estava bloqueado.

As caldeiras possuem dois motores de abastecimento de água; um dos motores está em funcionamento enquanto o outro motor está modo de reserva. Nesta situação, o conjunto motor/bomba foi retirado de serviço ficando o conjunto de reserva em funcionamento.

O conjunto motor/bomba foi desmontado e posteriormente separado um do outro sendo o motor intervencionado no departamento de manutenção elétrica e a bomba intervencionada pelo departamento de manutenção mecânica.

A bomba foi desbloqueada e o motor necessitou de levar rolamentos novos.

3.2.5.6 Motor do cepo de uma faca da cortadora dois

Qualquer uma das máquinas de acabamentos possui facas de corte de papel; existem dois tipos de facas: as facas que cortam a folha no sentido transversal (comandadas por IGBTs) e as facas que cortam a folha no sentido longitudinal. No caso da cortadora 2, as facas de corte longitudinal que se podem ver na Figura 3.38 estão equipadas com cepos, ilustrados na Figura 3.39 por baixo das mesmas que acompanham a rotação da faca e deste modo facilitam o corte da folha continua.



Figura 3.38. Facas longitudinais pertencentes a cortadora 2



Figura 3.39. Conjunto motor/redutor de um dos cepos da cortadora 2

A manutenção corretiva iniciou-se depois de ser comunicado pelo operador da máquina que o motor de um dos cepos tinha parado. Procedeu-se ao rearme da proteção do motor e esta voltou a disparar. De seguida a caixa do motor foi aberta para tentar perceber a causa do disparo e constatou-se que o motor estava cheio de óleo.

A caixa redutora que está por cima do motor trabalha com óleo dentro e esse óleo foi escorrendo para dentro do motor devido à deterioração dos vedantes; tanto os vedantes do motor como da caixa redutora estavam deteriorados.

Visto que o motor tinha de ser aberto para limpar o óleo aproveitou-se e efetuou-se a sua manutenção na oficina de eletricidade; o redutor também foi intervencionado, mas pelo departamento de serralharia. Depois das intervenções em ambas as oficinas estarem concluídas o conjunto, já montado, foi levado para a cortadora e ficou em funcionamento.

3.2.6 Manutenção por entidades externas

A manutenção de alguns equipamentos existentes na *Prado Karton, S.A.* é feita por técnicos de empresas externas. Alguns componentes destes equipamentos requerem conhecimentos técnicos tão específicos que não se justifica ter uma ou mais pessoas exclusivamente para a sua manutenção. A manutenção dos restantes componentes é efetuada pelas equipas da empresa. Esses equipamentos são: as PRs, os disjuntores de 30000V e respetivos transformadores, os elevadores monta-cargas, os compressores e os secadores de ar.

3.2.6.1 Disjuntor de 30000 V

Na Figura 3.40 pode-se ver o disjuntor de 30000V que alimenta o posto de transformação número dois que foi alvo de uma reparação nas instalações da empresa especializada (Efacec) que intervém neste tipo de equipamento quando assim é necessário.



Figura 3.40. Disjuntor de 30000V para o PT2

Participei na remoção do dito disjuntor; essa remoção demorou cerca de dois dias. Foi necessário colocar um empilhador elétrico (que é mais pequeno do que um a gás) dentro do PT para ajudar na remoção do disjuntor. Para desligar os fios do disjuntor teve de se garantir que o seccionador estava aberto e as ligações na entrada do PT dois estavam abertas (seccionador de entrada aberto). A alimentação do PT dois passou a ser feita pelo anel que liga todos os PTs deixando assim o disjuntor disponível para intervenção. Seguidamente procedeu-se à desmontagem de todas as ligações do disjuntor e da extração do mesmo.

Dado que o disjuntor vinha separado em módulos a reinstalação do disjuntor foi levada a cabo pelos técnicos da empresa onde se deu a reparação (Efacec).

3.2.6.2 Pontes rolantes.

A empresa possui alguns sistemas capazes de elevar e movimentar cargas (PRs) entre 5t e 16T. Estes dispositivos servem essencialmente para movimentar as bobines que são retiradas da máquina de produção e para movimentar cilindros da secaria e formas (cilindros onde é formada a folha de papel) em cenários de manutenção.

Por norma, os eventos que requerem intervenção restringem-se a bloqueios de travões (“colagem” do travão) e avarias no circuito elétrico dos equipamentos.

Foi-me dada a possibilidade de participar na resolução de algumas avarias nas PRs; não diretamente mas dando apoio. Para aceder a qualquer uma das PRs foi necessário utilizar um “sistema” anti queda (arnês) visto que as mesmas estão a uma altura de 16 metros do chão.

Foi comunicado pelo operador que a PR de 5t estava bloqueada num dos extremos que a fazem movimentar no sentido longitudinal. Constatou-se que o impedimento ao movimento era o travão do motor. Para resolver a avaria, foi tido em conta que a zona em que a PR tinha sido parqueada era muito húmida; bastou desbloquear mecanicamente o travão e ficou em funcionamento.

Outra das intervenções de manutenção em que participei nas pontes rolantes foi na ponte rolante de 16t. A avaria nesta ponte provocou o disparo do disjuntor geral de alimentação às PRs. Deste modo e depois de alguns testes constatou-se que a avaria era um curto-circuito. Pela inspeção minuciosa ao circuito foi descoberto um contactor que tinha a carcaça de separação entre duas fases derretida. O contactor foi substituído por um novo resolvendo assim a avaria.

3.2.6.3 Forno da plastificadora de paletes.

A plastificadora de paletes da empresa possui um forno a gás que se pode ver na Figura 3.41; a manutenção das partes críticas do forno é efetuada por uma entidade externa.



Figura 3.41. Forno da plastificadora de "paletes"

O objetivo da temperatura dentro do forno da plastificadora não se mantinha, o que comprometia a retratilização do plástico em perfeitas condições. Havia várias hipóteses que poderiam estar a provocar a instabilidade. Uma delas seria o fim de curso de segurança que existe dentro do forno para proteção do operador; verificou-se que estava a funcionar corretamente. Depois de uma consulta ao técnico especializado e segundo a sua orientação foi substituído o relé que controla o sistema de distribuição do gás no forno resolvendo assim a avaria.

3.3 Eletrónica

Uma outra vertente da manutenção, neste caso manutenção correctiva, é a eletrónica. Durante o estágio participei em algumas reparações em equipamentos com componentes eletrónicos; inicialmente e em algumas situações com acompanhamento e passado algumas semanas já em autonomia.

3.3.1 Contador de vapor da linha do 8 bar.

A primeira reparação na qual estive envolvido foi no contador de vapor da linha de 8bar. A empresa possui duas linhas de vapor; uma linha com a pressão de 8 bar e outra linha, que alimenta a secaria da máquina de produção, com 3 bar de pressão.

Constatou-se, por inspeção visual, que este equipamento tinha alguns condensadores danificados. Os condensadores foram substituídos por novos colocando assim o equipamento em funcionamento.

3.3.2 Placa de controlo de amanadeira da cortadora dois.

Na Figura 3.42 pode ver-se um conjunto de barras verticais e na Figura 3.43 pode-se ver o grupo de chapas longitudinais, integrante das cortadoras de papel, que consertam o papel depois de cortado e que se designam de amanadeira.

O sistema faz com que as barras verticais se cheguem e afastem repetidamente ao papel no sentido do corte transversal e produz vibração nas chapas longitudinais; em adição a este sistema existe um sensor capacitivo que desce a “mesa” permitindo que as folhas caiam

sempre em cima das folhas anteriores e deste modo não ficarem dobradas nem ficarem “encavalitadas”.

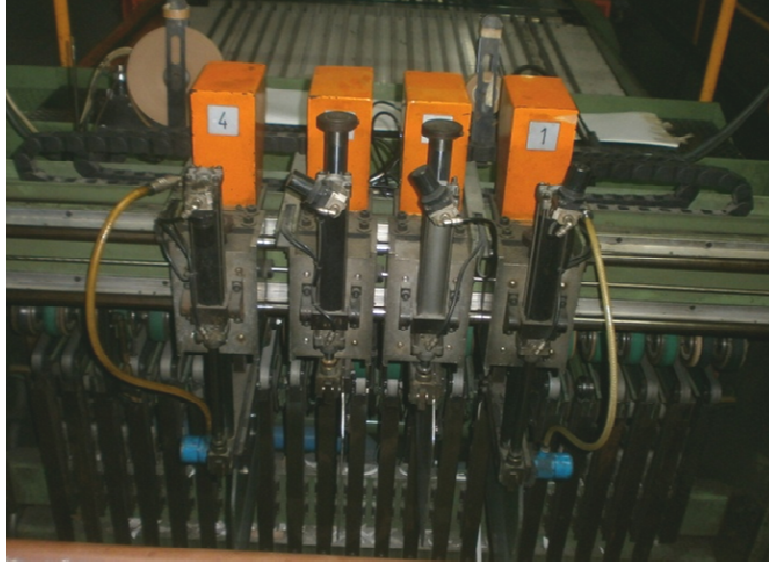


Figura 3.42. Amanadeira da cortadora 2 (barras verticais)



Figura 3.43. Amanadeira da cortadora 2 (chapas longitudinais)

Foi comunicado pelo operador da cortadora número 2 que a amanadeira desta máquina não estava a descer corretamente. Pensou-se que o problema estaria no sensor capacitivo e substituiu-se por um novo mas a avaria permaneceu. Posteriormente foi-se verificar a placa de comando da amanadeira e constatou-se que a placa de controlo tinha condensadores rebentados. A placa foi retirada para reparação em oficina; depois de substituir os condensadores testou-se e ficou em funcionamento.

3.3.3 Célula foto elétrica do *scanner* 2.

Qualquer um dos dois *scanners*, tem integrado no seu sistema uma CFE, como a que se pode ver na Figura 3.44, que permite fazer a deteção da quebra da folha continua. Este tipo de deteção é importante, para evitar eventuais danos no *scanner* provenientes da rotura do papel.



(a)



(b)

Figura 3.44. (a) Célula fotelétrica para deteção de falha do papel. (b) Pormenor da célula fotelétrica.

A CFE do *scanner 2* que deteta a presença de papel deixou de o fazer; isto fez com que o *scanner* se deslocasse para a posição de estacionamento e aí se mantivesse. Constatou-se pela inspeção à célula, no local, que havia um mau contacto num relé. Visto que a máquina não podia parar para substituir a CFE foi colocado um entalador por cima do relé, ilustrado na Figura 3.45, com o objetivo de o manter imóvel na sua posição. Oportunamente a CFE foi substituída por uma nova e a célula antiga foi reparada por mim ficando posteriormente em armazém.



Figura 3.45. Interior da célula fotolétrica do scanner 2

3.3.4 Fonte de alimentação ininterrupta (UPS)

Os sistemas de controlo/comando mais críticos na empresa *Prado Karton, S.A.* estão equipados com fontes de alimentação ininterrupta (UPS) ligadas em série com a sua alimentação. Esses equipamentos são: os sistemas de controlo da máquina de produção, os sistemas de controlo das caldeiras de vapor e a central de alarme de incêndios.

O departamento de manutenção elétrica foi informado que os monitores do sistema de controlo da máquina de produção se desligaram sozinhos. Começou-se por verificar se estava tudo bem com o computador de controlo e reparou-se que este não tinha corrente. Posto isto, procedeu-se à verificação da UPS que deveria estar ligada e constatou-se que esta estava desligada; foi ligada e ficou em funcionamento.

Passado algumas horas o mesmo sistema voltou-se a desligar. Após uma análise mais cuidada verificou-se que ambas as ventoinhas de refrigeração da UPS estavam paradas. Na primeira vez que o computador parou as ventoinhas já estavam paradas, mas ficamos com a ideia errada de que seria normal estas estarem paradas e que as mesmas fossem ligadas em escalões mediante a necessidade de ventilação da UPS. Colocou-se a UPS fora de serviço fazendo um *shunt* entre a entrada e a saída da UPS sendo esta foi levada para intervenção. Posteriormente constatou-se que o sistema da UPS parava por falta de ventilação. Substituíram-se as ventoinhas, e depois de se verificar através de testes de carga que a UPS estava em perfeitas condições de funcionamento a mesma foi reinstalada no local.

3.3.5 Iluminação de emergência

A rede de iluminação de emergência de empresa é composta por um largo número de armaduras de emergência. Essas armaduras necessitaram de intervenção regularmente a fim de preservarem a vitalidade das suas baterias e a integridade dos seus componentes. Apesar disto os circuitos e as baterias deterioram-se com alguma facilidade devido ao ambiente quente que se faz sentir em grande parte da instalação fabril; este ambiente quente é provocado pela alta temperatura necessária ao processo de secagem do papel.

Passei cerca de dois meses a inspecionar e a reparar as armaduras de emergência que se pode ver na Figura 3.46. Durante esse tempo cerca de 80% do dia era dedicado à intervenção nas armaduras de emergência.



Figura 3.46. Modelo antigo de armadura de emergência

Na maioria dos casos bastou trocar as baterias e/ou as lâmpadas fluorescentes (T5). Em alguns casos, a substituição de alguns componentes foi o necessário para colocar toda a armadura em perfeitas condições de funcionamento; em outros casos (destruição da “caixa”) teve de se substituir o conjunto por inteiro por uma armadura nova que se pode ver na Figura 3.47.



Figura 3.47. Modelo novo de armadura de emergência

Em caso de destruição da “caixa” da lâmpada de emergência, as placas ilustradas na Figura 3.48 eram aproveitadas para substituir em armaduras onde as placas não tinham reparação. Por norma, a avaria que inviabilizava a reparação das placas era similar em todas elas; era

impossível reparar a placa na sua totalidade porque o transformador sinalizado na Figura 3.48 não existia disponível no mercado.

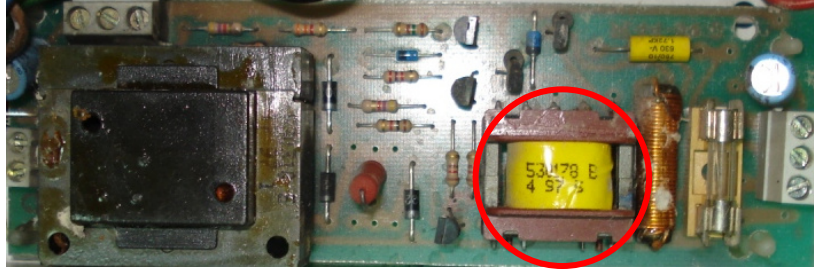


Figura 3.48. Placas de uma armadura de emergência

3.3.6 Placa de controlo da temperatura do scanner

A Figura 3.49 mostra a placa de controlo de temperatura, que equipa qualquer um dos *scanners* de medição de parâmetros no papel da máquina de produção; este tipo de controlo é muito importante porque os equipamentos estão inseridos num ambiente muito quente e é necessário manter a temperaturas relativamente baixas no seu interior de modo a preservar os seus componentes.

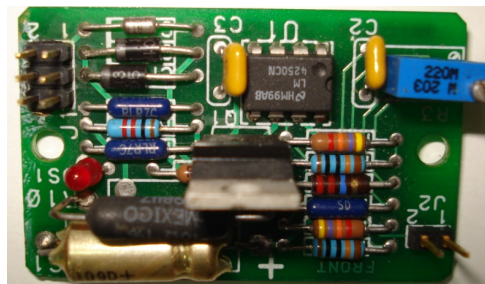
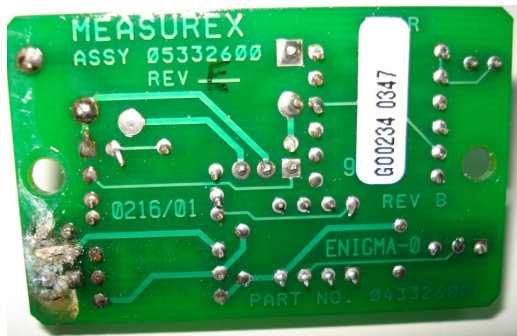


Figura 3.49. Placa de controlo de temperatura

Num dos controles de valores periódicos nos *scanners*, foi detetado que no *scanner* 1 a temperatura estava mais alta que o normal e, em vez de baixar, aumentava de dia para dia.

Começou-se por verificar se a água de refrigeração estava a circular e ao mesmo tempo verificou-se a alimentação do azoto; constatou-se que estava tudo em funcionamento, tanto a água como o azoto. De seguida verificou-se a placa que controla a refrigeração para verificar se estava em condições de funcionamento e constatou-se que uma das fichas estava calcinada e ainda tinha uma pista arrancada, como se pode ver na Figura 3.50.



(a)



(b)

Figura 3.50. (a) Parte de baixo da placa de temperatura. (b) Pormenor da ficha deteriorada

Dado que o *scanner 2* está localizado numa zona menos quente, foi-lhe retirada a placa de controlo de temperatura, para instalar no *scanner 1*.

A placa avariada foi reparada no mesmo dia e instalada no *scanner 2* assim que as condições de fabrico o permitiram.

3.3.7 Controlador das caldeiras de vapor

Na Figura 3.51 pode-se ver um controlador de uma das caldeiras de vapor onde o controlo é conseguido através de um sistema que apenas engloba relés, condensadores e díodos; este controlador é como uma caixa negra.

Uma das caldeiras deixou de funcionar e depois de alguma investigação constatou-se que a avaria se situava no controlador. Para que não houvesse dúvidas substituiu-se, por um novo, o controlador que estava em serviço e constatou-se que a avaria era proveniente do controlador.

O controlador foi aberto em laboratório e constatou-se através de algumas medições e por meio de inspeção visual que existia um relé danificado e um par de condensadores rebentados. Depois de os trocar os condensadores e reparar o relé o controlador foi testado e colocado novamente em serviço.



Figura 3.51. Controlador de uma caldeira

3.3.8 Telefone da rede de comunicação interna.

A rede de comunicação interna da *Prado Karton, S.A.* é composta por telefones fixos e telefones portáteis. Os telefones portáteis, devido à sua condição, estão sujeitos a muitas quedas, por vezes para dentro de água; mesmo o seu transporte pode provocar a deterioração externa e mesmo interna de alguns componentes. Os telefones fixos não são expostos aos mesmos riscos que os telefones portáteis, mas mesmo assim são alvo de alguma manutenção, nomeadamente em consequência de quedas.

Durante o estágio foi-me atribuída a pasta da manutenção dos telefones, tanto portáteis como fixos. De seguida farei referência a algumas avarias típicas, dos dois tipos de telefone.

3.3.8.1 Telefones fixos

A manutenção do sistema de comunicação fixo divide-se em duas partes; a parte interna (telefones) que compete à empresa *Prado Karton, S.A.* e a parte externa (central de comunicação) que compete à empresa fornecedora do serviço de comunicação.

Na maioria das vezes os telefones avariados chegaram até mim, para efetuar a sua manutenção, com problemas provenientes de quedas.

As avarias provenientes das quedas dos telefones tipicamente são o dessoldar dos componentes maiores e a quebra da placa como está ilustrado na Figura 3.52. Por norma depois de voltar a soldar os componentes no lugar os telefones ficam operacionais. Existem também as avarias por deterioração dos componentes. Nestes casos a substituição por componentes novos ou componentes usados de outros equipamentos resolve a avaria.

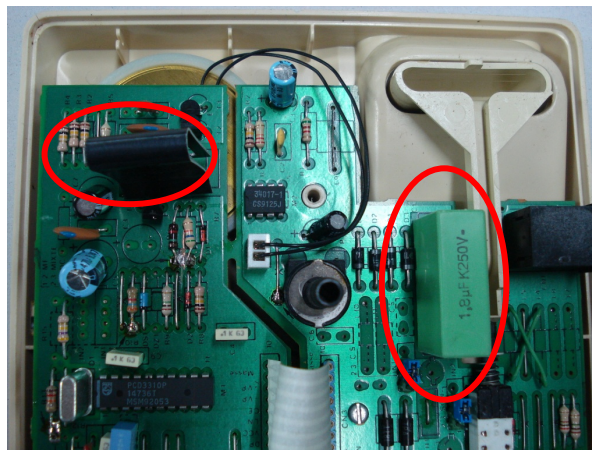


Figura 3.52. Placa de circuito impresso de um telefone fixo

3.3.8.2 Telefones portáteis

Como se pode ver na Figura 3.53, os telefones portáteis são bastante mais complexos do que os telefones fixos devido à tecnologia SMD que compõe cerca de 99% da sua construção. O universo de avarias num telefone portátil é muito maior do que num telefone fixo mas existem avarias similares provocadas pelas mesmas causas, nomeadamente a queda. Neste caso as quedas provocam avarias muito complicadas de resolver, visto que os componentes são muito difíceis de substituir.

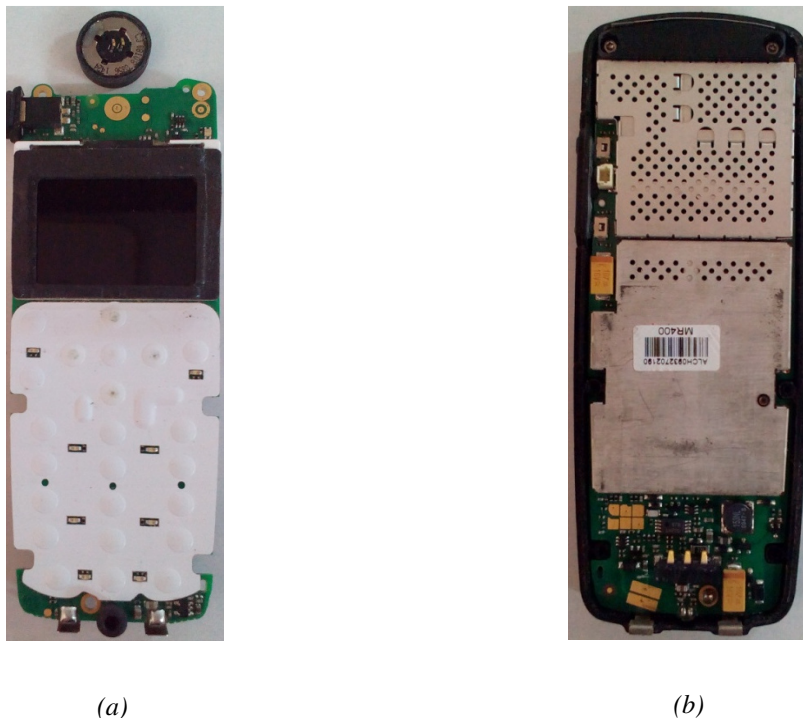


Figura 3.53. (a) Parte da frente do telefone portátil. (b) Parte de trás do telefone portátil

Foi comunicado, por um dos operadores, que o seu telefone portátil se desligava sozinho, durante o transporte no bolso.

Depois de inspecionar a placa do telefone constatei que a ficha que liga a bateria à placa, que se pode ver na Figura 3.54, tinha os contactos dessoldados e os pontos de apoio do “corpo” partidos; apesar dos pontos de “quebra” estarem a fazer contacto, havia falhas de

energia no telefone, quando o telefone era colocado em determinadas posições. Resumidamente, a ficha estava presa apenas pela tampa do telefone.

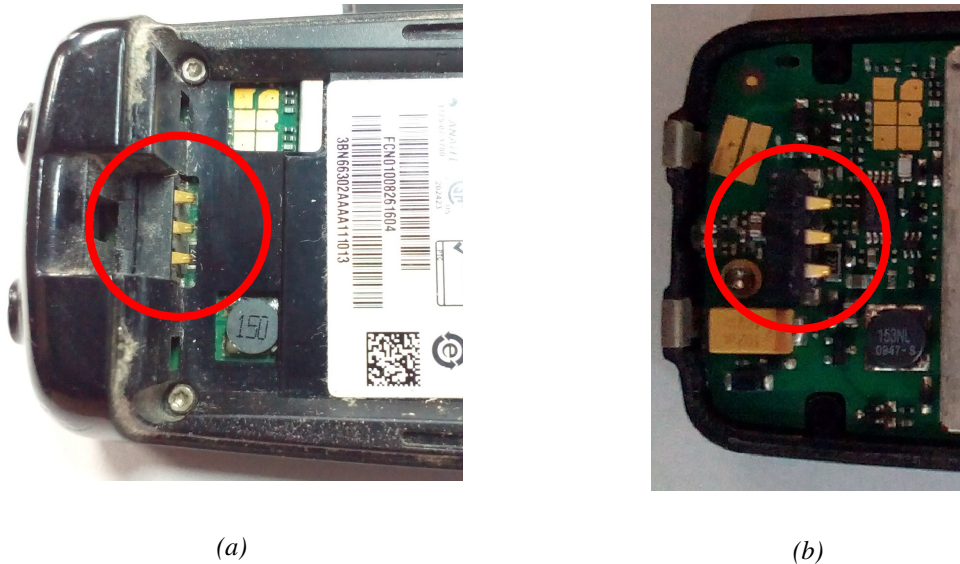


Figura 3.54. (a) Contactos entre a ficha e a bateria. (b) Pormenor dos contactos sem a tampa.

Para conter a avaria foi necessário reforçar todos os pontos de solda entre a ficha e a placa. Mais tarde constatei que este reforço se revelou ineficaz e tive de contornar o problema soldando fios diretamente entre a placa e a bateria. Este telefone perdeu a possibilidade de trocar a bateria mas ficou em funcionamento.

Num outro caso em que os sintomas eram idênticos, a mesma ficha tinha os pontos de apoio do “corpo” partidos na base da placa, mas apenas um dos contactos estava dessoldado. Esta situação foi mais simples de reparar, visto que o contacto que estava dessoldado era o que se encontrava mais acessível ao ferro de soldar.

Com a utilização e o passar do tempo os telefones portáteis têm a tendência a perder qualidade de som na coluna.

Surgiram algumas avarias em telefones portáteis devido a esse facto. Na Figura 3.55 pode-se ver os contactos da coluna, que são apenas de encosto e têm a tendência a perder o contacto provocando assim uma falha de som. Muitas vezes o reajuste da posição da coluna emissora de som e/ou a limpeza foi o suficiente para colocar o telefone em

funcionamento. No caso do microfone o mais comum é a perfuração do próprio componente; esta perfuração é feita por materiais que entram nos orifícios da carcaça do telefone. Nesta situação a substituição do microfone é a única maneira de resolver a avaria.

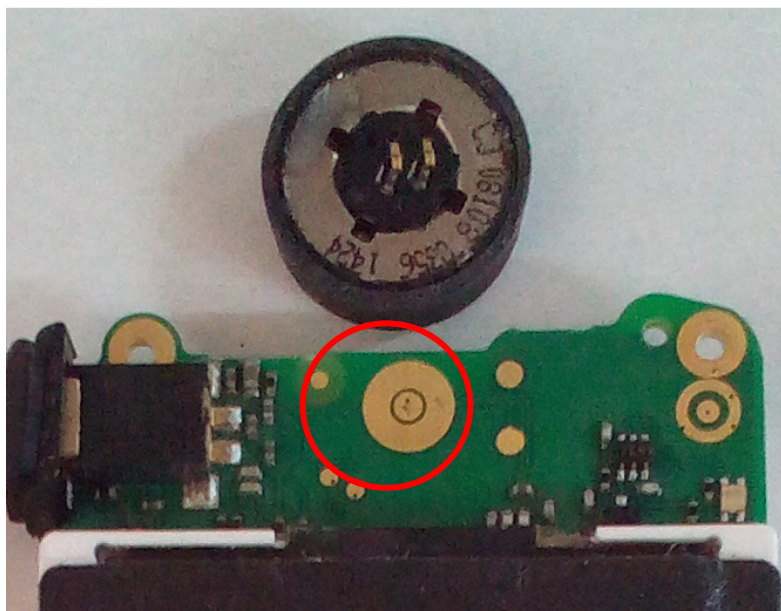


Figura 3.55. Coluna de som e pormenor das pistas de contacto

3.4 Equipamentos móveis

A empresa *Prado Karton, S.A.* está munida de alguns equipamentos elétricos de transporte de cargas; esses equipamentos são empilhadores e transportadores de bobines.

Qualquer um destes sistemas está inserido no plano de manutenção anual; dado que são equipamentos munidos de baterias também estão sujeitos a planos diários de manutenção. Essa manutenção passa pela inspeção dos níveis de eletrólito das baterias e também pela verificação regular da instalação elétrica do equipamento.

3.4.1 Transportador de bobines (BT)

Sendo um equipamento que necessita recarregar as baterias torna-se necessário que o início do processo de recarga seja efetuado pelo operador de equipamento; este processo implica retirar a ficha que fecha o circuito e colocar a ficha do carregador. Estas fichas são ligadas e desligadas varias vezes por dia (o fator humano é muito relevante neste processo) e estão sujeitas a alguma temperatura inerente à recarga. Com o uso contínuo, este tipo de ficha ilustrada na Figura 3.56, tem tendência a ficar deteriorada e os contactos retraem-se e deixam de fechar o circuito.

Durante o estágio colaborei em algumas substituições destas fichas e em algumas situações apenas na substituição dos contactos.



Figura 3.56. Ficha para fechar o circuito

Também colaborei na substituição de alguns módulos de baterias nos transportadores de bobines. A substituição de módulos de bateria faz-se apenas quando necessário e por norma são adquiridas baterias novas quando se junta o total de 12 módulos, sendo que, cada bateria é composta por 12 módulos de 2V cada, o que perfaz uma bateria com 24V como se pode ver na Figura 3.57.



Figura 3.57. Bateria de um transportador de bobines

Os transportadores de paletes movimentam-se tanto para a frente como para trás com duas velocidades; uma velocidade mais lenta para manobras e uma velocidade um pouco mais rápida para transportes em distância.

O circuito de comando faz atuar um ou mais relés de potência, que se pode ver na Figura 3.58 e atua-os mediante a direção e a velocidade do transportador. No grupo de relés de potência existe ainda um relé que comanda o sistema de elevação de carga.



Figura 3.58. Relés de potência do transportador de paletes

Foi comunicado pelo operador que um dos transportadores elétricos não se estava a movimentar, mas conseguia elevar a carga. Como existe sempre um equipamento destes de reserva e à carga, o transportador avariado foi levado para a oficina para se perceber o motivo da avaria, sendo o de reserva colocado em serviço.

Começou-se por verificar se os fins de curso do sistema de proteção/bloqueio estavam funcionais e constatou-se que sim. O sistema de proteção/bloqueio destina-se a bloquear o motor de movimentação quando o equipamento está parado ou então para proteção humana em caso de deslize do operador.

De seguida foi verificado o restante sistema de comando (placa eletrónica) e constatou-se que estava bom. Por fim verificou-se o circuito de potência e chegou-se à conclusão de que a avaria estava nos relés de potência que atuam o motor. Com o passar do tempo e o desgaste constante que é inerente ao trabalho os contactos vão ficando cada vez com menos superfície de contacto entre eles até ao ponto em que ficam carbonizados.

Procedeu-se à substituição do conjunto de contactos (fixos e móveis) e em seguida o sistema foi testado concluindo assim a intervenção.

Em outro equipamento igual a este, o nível de desgaste dos contactos foi de tal forma que foi necessário substituir todo o conjunto; foram substituídos os contactos móveis, os contactos fixos e o respectivo encapsulamento que também suporta os relés que atracam os contactos.

3.4.2 Empilhador elétrico

Tal como nos transportadores de bobines também os empilhadores elétricos possuem relés de potência para operar todas as funções da máquina. Dado que este equipamento se destina a elevar carga de peso considerável necessita de trabalhar com corrente elevada. Consequentemente os contactos dos relés de potência, que se podem ver na Figura 3.59, necessitam de ser robustos e com grande superfície de contacto para acoplamento entre eles.

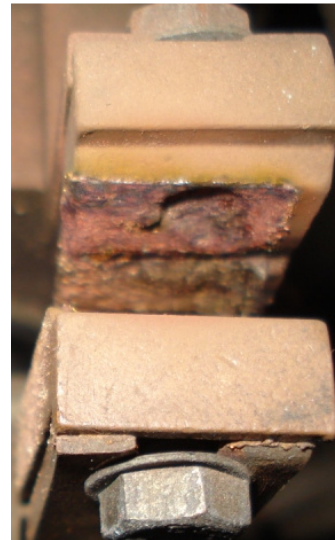


Figura 3.59. Contactos dos relés de potência do empilhador

Nestes equipamentos, a operação dos relés de potência é muito mais frequente do que os relés de potência dos transportadores de bobines e conseqüentemente o desgaste é também maior. Devido à construção dos terminais que podemos visualizar na Figura 3.60, é possível manter o acoplamento mesmo depois da superfície para esse efeito tenha desaparecido, mas com o risco do terminal ficar agarrado.



(a)



(b)

Figura 3.60. (a) Contacto em bom estado. (b) Contacto sem zona de acoplamento.

Um dos operadores de empilhador comunicou que o empilhador elétrico fazia um barulho estranho na zona da instalação elétrica de potência e que o dito barulho só cessava depois de desligar a ficha de alimentação da bateria. Começou-se por investigar a avaria nas condições que o operador reportou e constatou-se que um dos terminais dos contactos de

potência ficou colado no momento em que devia ter desatracado. Substituiu-se os terminais deteriorados colocando assim o sistema em funcionamento.

Os empilhadores elétricos, tais como os empilhadores movidos a gásóleo, possuem macacos hidráulicos impulsionados a óleo para movimentar cargas; dependendo do equipamento empilhador, as cargas podem ser movimentadas verticalmente e/ou horizontalmente sem que o empilhador se mova.

Foi comunicado pelo operador do empilhador que este não conseguia elevar determinada carga.

Começou-se por verificar se as válvulas que abrem e fecham o óleo para dentro dos macacos hidráulicos estavam a funcionar corretamente e constatou-se que sim. Ao mesmo tempo constatou-se que o motor da bomba do óleo não arrancava quando o circuito era ligado; verificou-se então todo o circuito do motor e chegou-se à conclusão de que o circuito estava funcional.

Posto isto o motor foi retirado e aberto; chegou-se à conclusão que este não trabalhava por ter as escovas totalmente gastas; para além disso o motor estava cheio de óleo. Em consequência do desgaste excessivo das escovas o coletor apresentava-se “cavado” e teve de ser retificado, depois de devidamente limpo. Após a retificação do coletor o mesmo teve de ser serrado para ficar com as lâminas sobressaídas. Posteriormente o motor foi montado e acoplado à bomba colocando assim o binómio motor/bomba em funcionamento.

3.5 Modernização de equipamentos

Durante o estágio colaborei em algumas atualizações de sistemas, essencialmente quadros elétricos. A modernização dos sistemas foi, de um modo geral, substituir os sistemas antigos de controlo através de relés por controlo através autómatos programáveis e também substituir alguns comandos locais por comandos remotos.

3.5.1 Quadros elétricos principais

3.5.1.1 Proteção/acionamento de equipamentos

Os quadros principais, entre outros equipamentos, são compostos por circuitos de comando, por circuitos de potência e pelas suas proteções.

Um dos componentes alvo de atualização/modernização nos quadros é a proteção dos circuitos de potência. Estas proteções são compostas essencialmente por elementos fusíveis que são retirados e substituídos por MTs do mesmo valor de corrente.

A Figura 3.61 mostra uma proteção com fusíveis, que ainda não foi atualizada, imediatamente ao lado de uma proteção já modernizada.

Por norma, a substituição das proteções é prioritária em equipamentos críticos à produção, e onde é necessária uma proteção eficaz; os equipamentos menos críticos e que não afetam diretamente a produção, ficam em segundo plano na programação das intervenções para atualização.

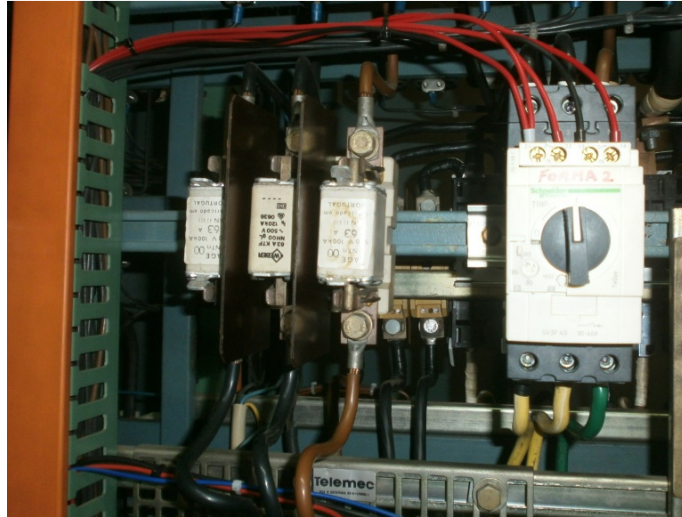


Figura 3.61. Proteção antiga e proteção recente

Outro componente muito importante é o sistema de arranque/comando de motores; nos sistemas mais potentes o arranque faz-se através do “arranque estrela triângulo”. Dado que o arranque estrela triângulo já está ultrapassado a atualização destes sistemas passa pela implementação de acionamentos de arranque progressivo, como se pode ver Figura 3.62; estes sistemas variam a frequência durante o arranque conseguindo assim um arranque suave, mais suave do que o prévio estrela triângulo.



Figura 3.62. Acionamento de arranque progressivo

A minha participação nestas atualizações passou pela colaboração na instalação das proteções e dos acionamentos e pelo acompanhamento na sua programação.

3.5.1.2 Bateria de condensadores

A Figura 3.63 mostra um dos quadros de baterias de compensação do factor de potência existentes na empresa *Prado Karton, S.A.* que foi sujeito a aumento de capacidade. O quadro novo foi apenas equipado com o circuito de potência dos componentes que vão aumentar a capacidade da bateria de condensadores já instalada; o comando destes sistemas ficou a cargo do quadro já instalado. A minha participação neste projeto foi quase total porque colaborei desde as planificações, passando pela instalação de alguns componentes, até à implementação.



Figura 3.63. Quadro para compensação do fator de potência

Na Figura 3.64 pode-se ver o disjuntor de proteção que foi instalado para proteger o novo quadro e que é independente do quadro antigo; a sua potência é suficiente para satisfazer as necessidades da instalação atual.



Figura 3.64. Disjuntor de proteção do novo módulo de baterias

Na Figura 3.65 mostra-se o quadro do módulo de bateria de condensadores implementados onde se pode verificar que, para além da proteção geral efetuada pelo disjuntor ilustrado anteriormente, cada circuito possui a sua proteção individual.



Figura 3.65. Novo quadro para compensação do fator de potência

3.5.2 Quadros de comando/potência

Os dois sistemas de tratamento de águas residuais da empresa (E.T.A.R.I.) foram sujeitos a modernização durante a paragem anual que coincidiu com o estágio.

Na Figura 3.66 pode-se ver o quadro que foi instalado na E.T.A.R.I. mais antiga. Este quadro foi equipado com circuitos de potência e comando, onde se incluiu um autómato S7-1200 e um ecrã táctil. Foi também adicionado um pequeno quadro com EVs para o comando de válvulas pneumáticas substituindo assim as antigas válvulas manuais.

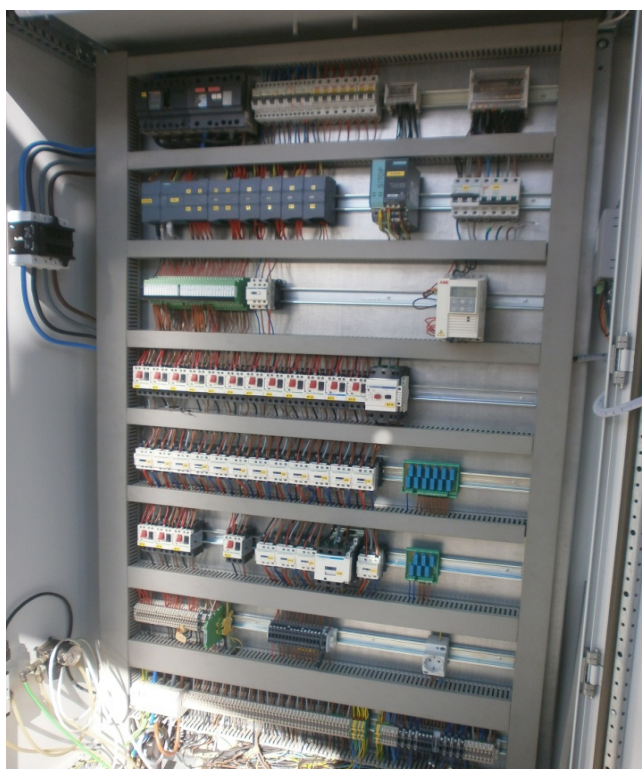


Figura 3.66. Novo quadro da E.T.A.R.I.

De notar que qualquer sistema que equipado com um ecrã táctil é sempre uma mais-valia para o operador do equipamento. Como se pode ver na Figura 3.67, o ecrã táctil permite ilustrar os equipamentos a comandar facilitando assim a operação do equipamento pelo operador.

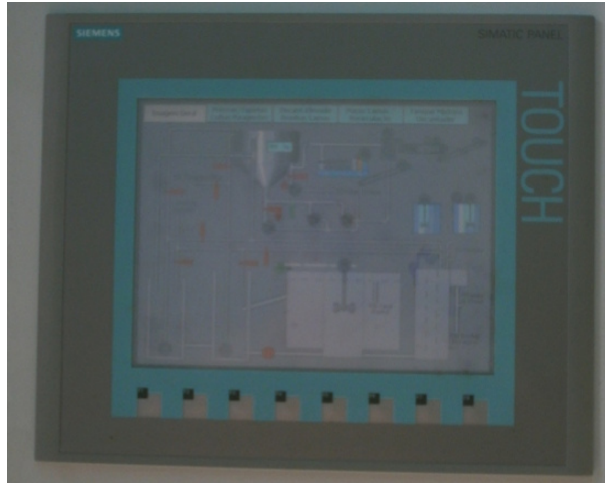


Figura 3.67. Ecrã táctil do novo quadro da ETARI

A Figura 3.68 mostra o quadro de potência com o qual foi equipada a E.T.A.R.I. mais recente (flutuador). A figura mostra apenas metade do quadro porque o interruptor de corte geral tem um bloqueio mecânico que não deixa abrir a porta quando o quadro está ligado.



Figura 3.68. Novo quadro da E.T.A.R.I. mais recente

O quadro de comando deste equipamento, que não sofreu qualquer intervenção, foi o primeiro quadro da empresa a ser equipado com um autômato da série S7 que pode ser visto na Figura 3.69.



Figura 3.69. Autômato que comanda a E.T.A.R.I. (flutuador)

Na Figura 3.70 pode-se ver a unidade de comando do motor do veio geral foi equipada com um autômato S7-1200. Este sistema ficou com alguns componentes que mesmo antigos são essenciais para o seu funcionamento.



Figura 3.70. Quadro da unidade de comando do motor do veio geral

Esses componentes são um relé motorizado e o sistema de proteção dos ventiladores dos motores das prensas e do motor geral. Estes sistemas de proteção são disjuntores térmicos e magnéticos independentes um do outro mas ligados em série, ao contrário do que se vê hoje em dia, como se ilustra na Figura 3.71. As proteções magnéticas possuem a particularidade de não necessitarem de rearme.



Figura 3.71. Proteção térmica e magnética

Participei na construção destes quadros instalando alguns componentes e fazendo parte da instalação elétrica dos mesmos. Uma parte muito importante na construção de qualquer quadro é a identificação. Se todos os componentes estiverem identificados e numerados a identificação de uma avaria no futuro é muito mais simples. Qualquer um dos quadros demorou alguns dias/semanas a serem montados.

Como complemento à implementação destes quadros foram passados novos cabos com o objetivo de comandar novos motores ou comandar os mesmos motores mas a partir de outro local. A passagem de cabos novos consome um tempo considerável dado que os cabos têm de passar, por vezes, por zonas de difícil acesso e necessitam de pelo menos uma equipa de três pessoas.

3.5.3 Pontes rolantes

Os sistemas PRs foram sujeitos a uma remodelação quase total. Foram retirados todos os comandos por cabo e instalados comandos à distância, como se pode ver na Figura 3.72. Esta acção foi facilitar a interação pessoa máquina visto ter libertado o operador da necessidade de estar junto da ponte para a comandar.

A minha participação nesta obra foi muito reduzida devido ao facto, referido anteriormente, que a intervenção neste equipamento é efectuada por técnicos de uma empresa externa.



Figura 3.72. Comando de ponte rolante

4 CONCLUSÕES

Os objetivos do estágio foram cumpridos, dado que, através deste tive contacto com os métodos de manutenção preventiva adotados pela empresa e também com os procedimentos para efetuar manutenção corretiva eficazmente.

No decorrer do estágio participei numa paragem anual onde tive a oportunidade de vivenciar todos os processos inerentes à manutenção preventiva, desde a planificação das intervenções até à sua execução, passando pelo aprovisionamento dos materiais necessários às intervenções preventivas. Em muitos casos, a quantidade mínima de *stock* dos materiais em armazém, para determinado equipamento está aquém do que é necessário para uma intervenção de manutenção preventiva, como é a paragem anual.

Através do estágio na *Prado Karton, S.A.*, pude constatar que para uma manutenção preventiva/preditiva eficaz é necessário haver programação das intervenções mas acima de tudo é essencial que existam métodos de análise periódicos; deste modo uma potencial avaria pode ser detetada no estado embrionário e nunca chegar a acontecer, e assim evitar custos desnecessários e elevados.

5 REFERÊNCIAS

5.1 Webgrafia

[1] Hiperligação – <http://www.pradocartonboard.com/>

[2] Hiperligação – http://www.fag.de/content.fag.de/en/products_services/maintenance_products/mounting_dismounting/thermal_tools/induction_heating_devices/induction_heating_devices.jsp

[3] Hiperligação – <http://www.skf.com/br/products/maintenance-products/alignment-tools/index.html>

[4] Hiperligação – <http://www.skf.com/br/products/maintenance-products/alignment-tools/shaft-alignment-tools/index.html>

[5] **SKF belt alignment tools TKBA 20**

Hiperligação – <http://www.skf.com/br/products/maintenance-products/alignment-tools/belt-alignment-tools/belt-alignment-tools-tkba-10-and-tkba-20/index.html>

6 ANEXOS

Anexo A – **PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA** Inspeção termográfica de 2011 em diversos equipamentos

Anexo B – **PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA** Equipamentos Com Periodicidade de 6 Semanas - 8ª Inspeção Periódica de 2010/2011 -

Os relatórios da análise de vibrações e da análise termográfica, que me foram facultados pela empresa *Prado Karton, S.A.* estão, no seu todo, em formato digital no CD anexo ao relatório em papel.

ANEXO A

DMC
Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda.



PRADO KARTON

Companhia de Cartão, S.A.

**PROGRAMA DE MANUTENÇÃO
PREDITIVA**
- Inspeção Termográfica de 2011 em Diversos
Equipamentos -

DMC
Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda.
Rua Rangel de Lima, Bloco B/Cave
3320-229 Pampilhosa da Serra
Tel.: 212418986
Fax: 212544109
e-mail: geral@dmc.pt
www.dmc.pt



1. ÂMBITO DO TRABALHO

1.1. INTRODUÇÃO

O Departamento Técnico da **DMC – Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda.** efectuou, de acordo com as acções anteriormente planeadas com a **PRADO KARTON - Companhia de Cartão, S.A.**, a Inspeção Termográfica de 2011 em Diversos Equipamentos. As acções foram efectuadas no dia 27 de Junho de 2011 e os resultados da inspeção realizada são apresentados neste relatório.

1.2. OBJECTIVO DAS INTERVENÇÕES

O objectivo da inspeção termográfica é a detecção e avaliação de componentes defeituosos dos equipamentos e sistemas eléctricos, que se manifestem através de aquecimentos pontuais de maior ou menor relevância. A monitorização da condição de funcionamento dos equipamentos eléctricos permite, em tempo útil, a detecção das anomalias em desenvolvimento e consequentemente, o diagnóstico das avarias e intervenções de manutenção recomendadas.

1.3. EQUIPAMENTO UTILIZADO

Para o desenvolvimento das acções de inspeção foram utilizados os seguintes equipamentos de medição e análise;

- Câmara Termográfica: ThermaCAM;
- Software de arquivo e análise: ThermaCAM Repórter;
- Computador portátil.



1.4. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO ADOPTADO

O critério de avaliação adoptado baseia-se, fundamentalmente, na diferença entre o valor de temperatura real medida no ponto quente e a temperatura ambiente no local de instalação do equipamento. A classificação da severidade das anomalias é efectuada de acordo com o seguinte critério:

Grau da Intervenção (G. I.)	Tipo de Intervenção
0	Equipamento em boas condições
1	Corrigir numa próxima paragem programada
2	Reparar na próxima paragem programada
3	Reparar com urgência
4	Intervencionar de imediato

www.dmc.pt



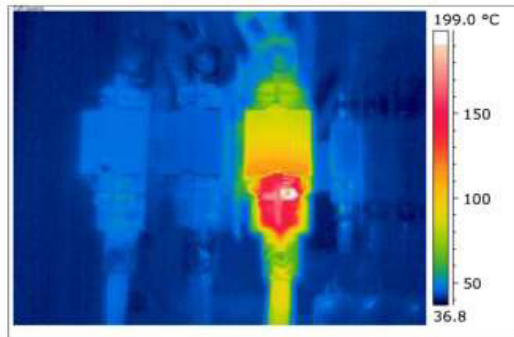
EQUIPAMENTO	OK	G. I.	OBSERVAÇÕES
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO N° 1			
Chegada MT - Exterior		2	Ver página 7
Cela chegada		2	Ver página 8
Cela para PT 2		2	Ver página 9
Cela para PT 4	✓		
Cela Geral	✓		
Cela de contagem e medida	✓		
Transformador MT/BT	✓		
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO N° 2			
Cela de entrada PT 1			
Cela para PT 3	✓		
Cela protecção ao TR 1	✓		
Transformador MT/BT 1	✓		
Cela protecção ao TR 2	✓		
Transformador MT/BT 2	✓		
Q.G.BT - PT 2		4	Ver páginas 10, 11, 12
Quadro Novo	✓		
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO N° 3			
Cela de entrada PT 4	✓		
Cela para PT 2	✓		
Cela protecção ao TR	✓		
Transformador MT/BT		3	Ver página 13
Q.G.BT - PT 3		2	Ver páginas 14 e 15
Quadro Novo		2	Ver página 16
Q. Condensadores 1		2	Ver página 17
Q. Condensadores 2		2	Ver páginas 18 e 19
POSTO DE TRANSFORMAÇÃO N° 4			
Cela de entrada PT 1	✓		
Cela saída para PT 2	✓		
Cela protecção ao TR	✓		
Transformador MT/BT	✓		
Q.G.BT - PT 4	✓		
Q. Máquina Siemens	✓		
Q. Bombas Condensados		2	Ver página 20
Q. Condensadores	✓		
Q. SIMOREGS	✓		

www.dmc.pt



ÁREA: POSTO DE TRANSFORMAÇÃO Nº 2

LOCALIZAÇÃO	Q.G.BT Nº 2 – Painel 7A		
CIRCUITO	Compensação do Factor de Potência		
EQUIPAMENTO	Fusível		
TEMPERATURAS	Fase esquerda: 51 °C Fase meio: 51 °C Fase direita: 199 °C		
ACÇÃO	Verificar pressão na maxila inferior.		
GRAU INTERVENÇÃO	4 Temperatura Ambiente: 26 °C		
CARGA	IS:	IN:	IS/IN (%):
OBSERVAÇÕES	Informação dada na altura.		



www.dmc.pt

ANEXO B

DMC
Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda.



PRADO KARTON

Companhia de Cartão, S.A.

PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

Equipamentos Com Periodicidade de 6 Semanas
- 8ª Inspeção Periódica de 2010/2011 -

DMC
Engenharia e Sistemas Ibéricos, Lda.
Rua Rangel de Lima, Bloco B/Cave
3320-229 Pampilhosa da Serra
Tel.: 212418986
Fax: 212544109
e-mail: geral@dmc.pt
www.dmc.pt

2.4. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO ADOPTADO

Os valores de alerta e alarme para avaliação da severidade vibratória, foram estabelecidos de acordo com a norma ISO 10816-1, tendo as máquinas sido classificadas de acordo com as suas características, nomeadamente, a potência do motor. Os valores de alerta e alarme, utilizados para avaliação das amplitudes do parâmetro *PeakVue*, foram definidos de acordo com a experiência dos técnicos da DMC em equipamentos similares.

TABELA II*
Critério de Avaliação da Severidade Vibratória
 Nível Global de Vibrações

mm.s ⁻¹ RMS	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV
0,28	BOM	BOM	BOM	BOM
0,45				
0,71				
1,12	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL
1,8				
2,8				
4,5	SEVERO	SEVERO	ACEITÁVEL	ACEITÁVEL
7,1	CRÍTICO	CRÍTICO	SEVERO	SEVERO
11,2				
18				
28	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO
45	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO	CRÍTICO

* Valores recomendados pela ISO 10816-1

2.5. EQUIPAMENTO UTILIZADO

Por forma a recolher os elementos necessários para a avaliação dos níveis vibrométricos em presença nas Máquinas, foram utilizados os seguintes equipamentos de medição e análise:

- Analisador/colector de dados : CSI modelo 2130 RBMconsultant Pro
- Acelerómetro : CSI A760GP
- Lâmpada estroboscópica : MONARCH
- Software Arquivo e Análise : CSI AMS Suite
- Computador portátil : Fujitsu/Siemens





3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1. CONCLUSÕES

No Anexo I do presente relatório, são apresentados os resultados da análise efectuada aos elementos recolhidos nas máquinas incluídas no programa de Manutenção Preditiva.

Em cada uma das máquinas referidas no Anexo I, está associado um código relativo à severidade da anomalia detectada. Na Tabela seguinte é apresentada a codificação utilizada para a caracterização dessa severidade.

Máquinas que estejam incluídas no Programa de Manutenção Preditiva mas que não sejam referidas no Anexo I, são máquinas cuja condição de funcionamento é considerada boa/aceitável.

GRAU DE SEVERIDADE DA ANOMALIA

GRAU	CONCEITO
1	Uma intervenção de manutenção elimina riscos muito elevados de falha iminente do equipamento
2	Uma intervenção de manutenção elimina riscos de falha do equipamento a curto prazo
3	Uma intervenção de manutenção diminui os riscos de desenvolvimento de anomalias no equipamento
4	Equipamento em condições aceitáveis ou em acompanhamento
!	Equipamento não inspeccionado

Fernando Cardoso
Director Técnico
DMC – Engenharia e
Sistemas Ibéricos, Lda.

www.dmc.pt



ÁREA: SECARIA – AEROTERMIA

Inspeção Vibrométrica		Severidade da Anomalia
Código Equipamento	VT GERAL	
Designação Equipamento	VENTILADOR GERAL	3
Análise dos Resultados		
<p>Os níveis vibrométricos registados são, na generalidade, considerados Severos.</p> <p>A análise efectuada aos elementos recolhidos nos apoios do ventilador, do lado da turbina, continua a revelar que os níveis vibrométricos são, sobretudo, influenciados pela amplitude da frequência de funcionamento do ventilador (25,73 Hz). Esta característica, ilustrada na Figura 9, está associada a desequilíbrio. Comparativamente à medição anterior, não se constata alterações consideradas significativas.</p>		
<p>The graph shows a sharp peak at 25.73 Hz. The y-axis is labeled 'MMF Velocity in mm/s²' and the x-axis is 'Frequency in Hz'. A data box on the right provides the following statistics: Peak Spectrum, 27 June 11, 16:11:23, OVERALL: 0.26 V.025, RMS: 0.20, LOAD: 1500, RPM: 1500 (25.73 Hz), Peak: 0.275, RMS: 0.200, Load: 0.171.</p>		
<p>Conclusões/Recomendações</p> <p>Recomenda-se a equilibragem do rotor do ventilador.</p>		

www.dmc.pt