



**Eduardo Gonçalves
Horta** **RELATÓRIO DE ATIVIDADE
PROFISSIONAL**

Dissertação submetida como requisito parcial para
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de
Produção**

Júri

Presidente - Doutor António Manuel Ramos
Pires, ESTSetubal/IPS

Orientador - Doutor Anibal Jorge de Jesus Valido,
ESTSetubal/IPS

Arguente – Doutor Nuno António Neves Nunes,
ESTSetubal/IPS

Janeiro de 2014

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo a descrição detalhada da minha atividade profissional, da evolução, das mais-valias e competências adquiridas, fazendo um enquadramento desta experiência com o âmbito do curso de Mestrado respetivo. A minha atividade profissional é preenchida maioritariamente na empresa SMC, sendo composta por várias etapas, desde um período de estágio inicial em Espanha até ao desempenho de funções de engenheiro no desenvolvimento de sistemas de automatização utilizando várias tecnologias, como, a pneumática, acionamentos elétricos, sistemas de comunicação, controlo de temperatura e de fluidos com aplicabilidade em vários sectores industriais como, o automóvel, alimentar, eletrónico, plásticos, processo contínuo etc.. O nível de responsabilidade das funções desempenhadas foi crescendo à medida que a experiência aumentava e os resultados da empresa cresciam, nesse seguimento abarco alguns projetos novos como, as auditorias energéticas a sistemas de ar comprimido e a participação na equipa Ibérica de Marketing de produto. São aprofundadas as principais responsabilidades e apresentam-se exemplos de projetos realizados. Em relação à evolução e ao âmbito da atividade como área de especialização, são ambos abordados numa reflexão crítica sobre este assunto. A principal conclusão deste trabalho recai na importância da experiência como forma de evoluir profissionalmente e a nível académico.

Palavras-chave: Automatização, atuadores elétricos, poupança energética, pneumática, processos produtivos, dimensionamento.

Abstract

The aim of the present work it's a detailed description of my professional activities, the evolution, advantages and acquired skills, making a framework for this experience with the scope of the respective Master. My occupation is mostly in the SMC company, and consists of several steps, from a period of early stage in Spain until the performance of duties as an engineer in the development of automation systems using various technologies, such as, pneumatics, electric drives, communication systems, temperature control and fluid with applicability in various industrial sectors such as the automotive, food, electronic, plastic, continuous process etc. The level of responsibility of the functions performed, was growing as the increased experience and results of the company grew, this leads to some new designs as energy audits to compressed air systems and participation in the Iberian team of Products Marketing. Deepened the main responsibilities and present examples of projects carried out. Regarding the evolution and scope of the activity area of expertise are both treated in a critical reflection on this subject. The main conclusion of this work lies in the importance of experience as a way to develop professionally and academically.

Keywords: automation, electrical actuators, energy saving, pneumatics, production processes, dimensioning.

Índice

Resumo	I
Abstract.....	II
Índice.....	III
Lista de Figuras.....	VI
Lista de Tabelas	VIII
Lista de Siglas e Acrónimos.....	IX
Capítulo 1 - Introdução	1
Capítulo 2 -Ordem Cronológica	2
2.1. Maio a Julho de 1996 - Estagiário em Automação Industrial	2
2.2. Setembro 1996 a Março de 2007 - Serviço técnico ao cliente / Engenheiro de Produto na empresa SMC Portugal	3
2.3. Janeiro a Junho de 2000 - Formador na Volkswagen / IEPF	5
2.4. Abril de 2007 a Julho de 2013 - Engenharia de Aplicações / Engenheiro de Produto na empresa SMC Portugal	5
2.5. Conclusão capítulo 2	6
Capítulo 3 – Principais responsabilidades e funções detalhadas	7
3.1. Projetos de sistemas de automação industrial	7
3.2. Auditorias Energéticas	9
3.3. Engenharia de Produto	10
3.4. Outros Projetos internos	11
3.4.1. Plano anual de Formação	11
3.4.2. Projeto de gestão de consultas de produtos especiais	12
3.5. Conclusão Capítulo 3.....	13
Capítulo 4 – Competências adquiridas e respetivas áreas científicas.....	14
4.1. Tecnologia Pneumática	14
4.1.1. Evolução histórica do ar comprimido.....	14
4.1.2. O sistema pneumático básico	15
4.1.3. Fundamentos Físicos.....	18
4.1.4. Compressão e distribuição do ar	24
4.1.5. Preparação do ar	29
4.1.6. Utilização do ar.....	29
4.1.7. Cálculo de Atuadores	36

4.1.8. Cálculo do consumo de ar	39
4.1.9. Válvulas de controlo direcional	40
4.2. Instrumentação e controlo de Flúidos.....	41
4.3. Sistemas “Cad”	42
4.4. Atuadores Eléctricos	42
4.5. “Energy Saving”	48
4.5.1. Pressão	50
4.5.2. Setorização	50
4.5.3. Monitorização.....	51
4.5.4. Qualidade do ar.....	51
4.6. Eletricidade Estática	52
4.7. Controlo de Temperatura.....	56
4.8. Segurança em Máquinas	58
4.9. Qualidade	59
Capítulo 5 – Exemplos de projetos.....	61
5.1. “Junction Boxes” para indústria Papeleira.....	61
5.2. Automatização de uma prensa para o sector automóvel	64
5.3. Auditoria energética em fábrica de componentes eléctricos.....	65
5.4. Sistema de limpeza automática de filtros em linha de montagem automóvel	66
5.5. Estação de linha de montagem flexível para indústria electrónica	67
5.6. Remoção de electricidade estática em linha de embalagem de medicamentos	68
5.7. Quadro de controlo de refrigeração de soldadura	69
Capítulo 6 - Reflexões.....	71
6.1. Análise Critica da evolução profissional.....	71
6.2. Relevância como atividade da especialidade de engenharia de produção.....	73
Capítulo 7 - Conclusão	76
Bibliografia.....	77
Anexos	78
Anexo I - Informação adicional de atuadores eléctricos.....	78
Anexo II - Relatório de auditoria energética.....	78
Anexo III - Informação sobre produtos para electricidade estática	78

Anexo IV - Informação adicional de produtos para segurança máquinas	78
Anexo V - Manual de qualidade da SMC.....	78
Anexo VI - Informação complementar dos projetos incluídos no Cap.5.....	78

Lista de Figuras

Figura 4.1 – Sistema de produção e distribuição de ar comprimido.....	16
Figura 4.2 – Gráfico de ilustração da sobrepressão e depressão.	19
Figura 4.3 – Lei de Boyle-Mariotte.	21
Figura 4.4 – Ilustração da Lei de Charles.....	22
Figura 4.5 – Ilustração da equação de Bernoulli.	23
Figura 4.6 – Gráfico típico de pressão e caudal.....	24
Figura 4.7 – Compressor de êmbolo de 1 etapa.	25
Figura 4.8 – Compressor de êmbolo de 2 etapas.	25
Figura 4.9 – Compressor de diafragma.....	25
Figura 4.10 – Compressor de palhetas.	25
Figura 4.11 – Turbo compressor radial.	25
Figura 4.12 – Compressor de parafuso.....	25
Figura 4.13 – Modelo de um sistema de compressão.....	26
Figura 4.14 – Quadro seletor de diâmetro da tubagem.....	28
Figura 4.15 – Conjunto de tratamento de ar.....	29
Figura 4.16 – Cilindro lineares.....	30
Figura 4.17 – Cilindro de simples efeito.	30
Figura 4.18 – Cilindro de duplo efeito.....	31
Figura 4.19 – Detalhe de sistema de amortecimento pneumático.....	31
Figura 4.20 – Cilindro de haste passante.....	32
Figura 4.21 – Cilindro tandem.	32
Figura 4.22 – Cilindro multiposicional de 4 posições.....	32
Figura 4.23 – Cilindro de impacto.....	33
Figura 4.24 – Cilindro de bloqueio.....	33
Figura 4.25 – Cilindro sem haste.....	33
Figura 4.26 – Cilindro de caixa de força.....	34
Figura 4.27 – Atuador rotativo de pinhão-cremalheira.	35
Figura 4.28 – Atuador rotativo de palheta.	35
Figura 4.29 – Pinça pneumática.....	35
Figura 4.30 – Várias possibilidades de montagem de cilindros.....	36
Figura 4.31 – Vedante tipo duplo lábio e tipo o-ring.	36
Figura 4.32 – Detalhe das diferentes áreas no avanço e no retorno.....	38

Figura 4.33 – Casos típicos de instabilidade em cilindros.....	38
Figura 4.34 – Símbolos e descrição de vários tipos válvulas.	41
Figura 4.35 – Exemplos de atuadores elétricos	44
Figura 4.36 – Atuador elétrico tipo mesa linear de fuso.	44
Figura 4.37 – Gráfico de seleção carga/velocidade.	46
Figura 4.38 – Composição da velocidade e aceleração.....	46
Figura 4.39 - Gráfico momento Mep(fletor) em função da massa da carga.	47
Figura 4.40 – Janela de parametrização do “ACTcontroller software”.	48
Figura 4.41 – Mecanismo de geração de eletricidade estática.....	52
Figura 4.42-Ganho de eletricidade estática num enrolador.....	54
Figura 4.43-Ganho de eletricidade estática na separação.....	54
Figura 4.44-Ganho de eletricidade estática em tubagem.....	54
Figura 4.45- Ionizadores tipo barra, unitário e com ventilação	55
Figura 4.46- Sensor, monitor e medidor portátil de eletricidade estática.....	55
Figura 4.47- Parâmetros que definem um chiller.....	56
Figura 4.48-Situações típicas para utilização de “chillers”.	57
Figura 4.49-Algumas aplicações industriais de “chillers”.....	58
Figura 4.50-Quadro de possíveis níveis de desempenho (PL).	58
Figura 4.51-Fluxo de procedimentos desde o pedido até à produção.....	60
Figura 5.1-Quadro 16 entradas.	62
Figura 5.2-Quadro de 32 entradas.	63
Figura 5.3-Quadro de 64 entradas.	63
Figura 5.4-Sistema de ajuste automático de batentes.	65
Figura 5.5-Conjunto de filtro com sistema automático de limpeza.	66
Figura 5.6-Foto de sistema de filtro com limpeza automática.	67
Figura 5.7-Conjunto de estação flexível.	68
Figura 5.8-Ionizador e “blister”.	69
Figura 5.9-Conjunto de RIP automático com extração de água residual.	70

Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Unidades Fundamentais.....	18
Tabela 4.2 – Unidades Compostas.	19
Tabela 4.3 – Índice de resistência.....	29
Tabela 4.4 – Combinações das variações de atuadores elétricos	43
Tabela 5.1 – Resultados da Auditoria	65
Tabela 6.1 – Resumo de mais-valias e âmbito da atividade profissional	75

Lista de Siglas e Acrónimos

CAD	<i>Computer aided design</i>
CETOP	<i>Comissão Europeia de Transmissões Óleo pneumáticas</i>
EN	<i>European Standards</i>
ESTSetúbal	<i>Escola Superior de Tecnologia de Setúbal</i>
ETC	<i>European Technical Centre, centro de I+D da SMC</i>
Ethernet IP	<i>Ethernet Industrial Protocol</i>
HIP	<i>Hall Installation Plate</i>
IEFP	<i>Instituto de Emprego e Formação Profissional</i>
IPS	<i>Instituto Politécnico de Setúbal</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KW	<i>Quilowatt</i>
PL	<i>Performance Level</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
Profibus DP	<i>Process Field Bus, Decentralized Peripherals</i>
RIP	<i>Robot installation Plate</i>
SMC	<i>Sintered and Metal Corporation, empresa fabricante de componentes para automatização.</i>

(ordenado alfabeticamente)

Capítulo 1 - Introdução

O presente trabalho pretende mostrar em detalhe a atividade profissional exercida ao longo de quase 17 anos. A minha atividade profissional inicia-se no mês de Maio de 1996, com um estágio na empresa SMC Espanha na cidade de Vitoria em Espanha, no seguimento desta etapa inicial continuo a minha atividade profissional nesta mesma empresa, mas agora já integrado na Sucursal de Portugal localizada em Alfragide. À medida que a empresa ia crescendo e as várias áreas de negócio se iam expandindo as minhas funções obrigatoriamente, iam-se ajustando às novas necessidades, e sempre na área técnica exerci várias funções distintas ao longo de vários períodos destes últimos anos. Entendi desta forma organizar o conteúdo deste trabalho, em primeira instância por ordem cronológica para situar no tempo cada função e responsabilidade exercida e na fase seguinte destacar por capítulo as funções, conhecimentos adquiridos e consolidados e por último fazer uma breve descrição de alguns projetos que entendi destacar como relevantes. O trabalho está assim estruturado em sete capítulos sendo o primeiro a introdução e o sétimo e último a conclusão, desde o segundo até ao quinto capítulo estão apresentados os principais detalhes da atividade profissional e no sexto capítulo reserva-se um espaço para fazer uma reflexão crítica sobre esta evolução e a sua relevância como atividade da especialidade da engenharia de produção.

Capítulo 2-Ordem Cronológica

2.1. Maio a Julho de 1996 - Estagiário em Automação Industrial

O início da minha atividade profissional deu-se em 1996, após um processo de recrutamento de 2 dias, fui selecionado para a vaga de engenheiro mecânico estagiário na empresa SMC Espanha, mais propriamente na sede Ibérica da SMC em Espanha na cidade de Vitoria no País Basco.

Como a minha principal atividade profissional foi realizada na empresa SMC, entendo como importante explicar o âmbito e a área de atividade desta empresa.

A empresa SMC é uma multinacional de origem Japonesa que está presente em praticamente todos os países industrializados do mundo com participações diretas ou através de representantes.

A sua área de negócio é a de fabrico e comércio de componentes para automatização industrial, e está organizada com várias fábricas de produção de componentes por todo o mundo. A sua origem é Japonesa e como tal, tem a sede em Tóquio no Japão, a nível mundial está organizada por mercados, ou seja mercado Europeu, Americano e Asiático, sendo que o continente Africano está englobado no mercado Europeu. Dentro de Europa existe um centro técnico, um logístico e um de marketing comuns para todos os países Europeus e em termos de unidades produtivas existem três fábricas de componentes específicos na Alemanha, Inglaterra e Itália mas cada subsidiária de cada País tem alguma autonomia para produção de componentes de utilização mais frequente como é o caso da SMC Espanha que produz várias séries de cilindros pneumáticos para Portugal e Espanha. A organização da SMC Espanha e Portugal está feita para garantir uma proximidade com os clientes, assim está dividida por escritórios comerciais e de projeto em zonas de maior densidade industrial. Em Portugal tem atualmente dois escritórios, um no Porto e outro em Lisboa onde garante o apoio comercial e técnico.

O projeto de expansão que a empresa levou a cabo fez com que a partir de 1995 a SMC deixasse de ser representada em Portugal por um representante nacional e passasse a ser representada diretamente pela própria SMC, neste caso através da SMC Espanha. Isto fez com que existisse a necessidade de criar uma estrutura em Portugal com área técnica, comercial e administrativa.

Sendo eu uma das pessoas selecionadas para integrar a área técnica, houve a necessidade de passar por um período de formação intensiva ao longo de 3 meses, e a melhor solução encontrada foi integrar-me diretamente na equipa técnica da SMC em Espanha.

Os pormenores da viagem foram preparados em 2 dias dada a necessidade de iniciar o programa intensivo de formação, os 3 meses seguintes (Maio a Julho) seriam de total dedicação ao enriquecimento na área de automatização industrial.

Após a minha chegada à empresa foi convocada uma reunião com os vários responsáveis de cada sector, onde fui apresentado como estagiário e futuro colega da nova equipa de Portugal, nesta reunião foi-me dada a liberdade total para me movimentar e perguntar qualquer questão que entendesse como pertinente a qualquer colaborador da SMC Espanha.

Fui instalado diretamente no seio da equipa técnica numa secretária junto à documentação utilizada pelos engenheiros desta equipa.

Dei-me conta que não existia um plano de formação preparado especificamente para a minha função e que o objetivo era eu perguntar aquilo que necessitasse de saber, de alguma forma iria depender de mim, da minha vontade e da minha pró-atividade sair ao fim destes 3 meses com os objetivos cumpridos, talvez por isso esta fase estivesse designada por estágio.

Ao longo destes 3 meses integrei-me neste departamento como se um membro da área técnica se tratasse, pedi trabalho, aceitei desafios e estudei sempre que foi necessário para conseguir entrar o mais rapidamente possível dentro do trabalho típico desta equipa.

Para além desta interação com os elementos deste departamento, movimentei-me várias vezes pela fábrica e pelos departamentos de montagem, produção, logística e armazém para entender como a empresa trabalhava num todo e perceber os fluxos de trabalho desde a chegada da encomenda do cliente, passando pelo processo de produção e finalizando com a saída do produto do armazém.

Esta preparação visou a minha futura integração na delegação da SMC em Lisboa que iniciou com departamento técnico no mês de Setembro do ano de 1996.

As mais-valias adquiridas neste estágio foram essencialmente a perceção de como funciona uma empresa multinacional, a organização e os procedimentos de trabalho de cada departamento, entender o ciclo de um pedido de um cliente, o que está por detrás desse pedido e que processos são postos em ação.

2.2. Setembro 1996 a Março de 2007 - Serviço técnico ao cliente / Engenheiro de Produto na empresa SMC Portugal

O período entre Setembro de 1996 e Março do ano 2007 abarca já o exercício da

atividade propriamente dita. Fui englobado no departamento técnico da SMC Espanha e Portugal passando a fazer parte de uma equipa de 15 pessoas todas com funções idênticas, em que a cada uma corresponde uma determinada área geográfica, no meu caso a área que me correspondia era de Coimbra e Castelo Branco (ambos incluídos) para sul.

Os cargos ocupados e as principais atividades e responsabilidades eram as seguintes:

1-Serviço técnico ao cliente

- Desenvolvimento de projetos e soluções técnicas de automatização para os diversos sectores industriais, ex. Automóvel, Eletrónico, Processo contínuo etc.

- Assessoria técnica e apoio em soluções de engenharia prestados diretamente nas unidades industriais dos clientes.

- Trabalho em colaboração com o ETC ("European Technical Centre") Centro de I+D Europeu em Inglaterra cuja função passa pela recolha e tratamento de todas as solicitações de produtos especiais, inovação de sistemas e aplicações para clientes de Portugal, implicando deslocações a Inglaterra. Responsável Ibérico pela melhoria deste processo.

Para além deste cargo de Serviço técnico ao cliente a partir do ano de 2000 acumulei com estas atividades mencionadas, outras distintas:

2-Engenheiro de Produto

- Membro da Equipa de Marketing de produto (a nível Ibérico) com responsabilidade direta sobre o lançamento de novos produtos no mercado e por ações de promoção de produtos dedicados.

- Apresentações de novos produtos e ações de formação nos principais clientes e rede de distribuição.

- Formador de tecnologia Pneumática e electropneumática e responsável pela implementação e gestão do plano de formação anual da SMC Portugal a clientes.

As mais-valias adquiridas durante este período foram a consolidação dos conhecimentos teóricos em tecnologia pneumática, conhecimentos de projeto de máquinas, conhecimentos dos processos produtivos de vários setores industriais, como por ex. o automóvel, eletrónico, alimentar, processo contínuo etc., conhecimento de várias tecnologias utilizadas em projeto como por ex., instrumentação, controlo de fluidos, hidráulica, máquina-ferramenta, sistemas "Cad" e sistemas de vácuo.

2.3. Janeiro a Junho de 2000 - Formador na Volkswagen / IEFP

Mantendo em simultâneo as minhas funções na empresa SMC, aceitei a título particular e em horário pós-laboral um projeto de formação profissional na área de produção automóvel.

Seis meses como formador na ação de formação para operadores de produção na Volkswagen-Autoeuropa. A carga horária é de 105 horas e os módulos são os seguintes:

- Técnicas de tratamentos de superfícies – Criação de manuais e formação aos operadores da linha de pintura e tratamentos superficiais da Volkswagen- AutoEuropa.

- Técnicas de montagem – Ergonomia, Higiene e segurança, preparação e treino de operações na linha de montagem da AutoEuropa. Elementos de origem elétrica, mecânica e ferramentas pneumáticas.

As mais-valias ganhas com esta etapa foram essencialmente os conhecimentos do sistema de pintura e seus processos existentes na Volkswagen e os conhecimentos ao nível dos conceitos de higiene e segurança no trabalho e ergonomia para os operadores de linha da Volkswagen.

2.4. Abril de 2007 a Julho de 2013 - Engenharia de Aplicações / Engenheiro de Produto na empresa SMC Portugal

No mês de Abril de 2007 e coincidindo com o início do ano fiscal 2007/08 da SMC, ocorreu uma reestruturação de toda a área técnica. Nessa alteração o departamento técnico dividiu-se em várias secções e criaram-se varias equipas especificas, no fundo, anteriormente a esta reestruturação, qualquer elemento do departamento técnico podia desempenhar qualquer tarefa técnica e com esta mudança passaram a existir equipas dedicadas exclusivamente a determinadas tarefas, por exemplo no que me diz respeito, eu fazia o levantamento das condições para realização de projetos, desenhava-os, geria os tempos de execução e implementava-os, com esta nova organização passo a deixar de desenhar, passando este trabalho para uma equipa então criada exclusivamente para o desenho de projetos.

O nome deste novo cargo passou a ser Engenheiro de Aplicações e as tarefas são as seguintes:

- Em termos de projetos mantêm-se as mesmas funções que anteriormente com exceção para a tarefa de desenhar.

- Auditorias energéticas às redes de ar comprimido. Com a criação do departamento de "Energy Saving" eu fiquei responsável na delegação de Lisboa por este novo projeto.

- Engenheiro de produto. Manteve-se o cargo com as mesmas funções já referidas anteriormente.

No campo técnico surgiram algumas áreas de atividade novas, como as aplicações com produtos de eletricidade estática, sistemas de secadores de ar comprimido, sistemas de controlo de temperatura e a área de maior crescimento de mercado dos últimos anos as aplicações com atuadores elétricos.

Com toda esta nova tecnologia à disposição e sem as funções de desenho a meu cargo, é natural que o número de projetos que levo a cabo aumente quase para o dobro a partir de 2007. Antes de 2007 o número de projetos feitos anualmente rondava uma média de 70, depois de Abril deste ano até 2013 essa média passa para 115 projetos anuais, as visitas técnicas a clientes passam de cerca de 60 anuais para 180 por ano. O conhecimento das aplicações industriais melhorou e isso faz com que os resultados da empresa também melhorem contrariando a crise que se sente desde 2008 em Portugal.

As mais-valias adquiridas com esta etapa são as seguintes: conhecimentos de auditorias energéticas em sistemas de ar comprimido, conhecimentos técnicos nas áreas de eletricidade estática, controlo de temperatura, atuadores de acionamento elétrico, sistemas de comunicação em série e sensórica industrial.

2.5. Conclusão capítulo 2

Este capítulo consistiu em explicar em função do tempo as várias etapas da minha atividade profissional, cada fase é marcada temporalmente e é descrita com algum detalhe as principais atividades desse período. No final de cada etapa foram indicadas as mais-valias correspondentes a esse período.

Capítulo 3– Principais responsabilidades e funções detalhadas

3.1. Projetos de sistemas de automação industrial

Pode-se considerar como sendo a minha principal função, o projeto, sem dúvida é a atividade à qual dedico mais tempo. Um projeto de automatização industrial surge normalmente da necessidade de um cliente, essa necessidade é passada através do departamento comercial à área técnica e avaliada a sua viabilidade, é depois negociada e transformada num projeto.

Para entender este fluxo de informação tenho de explicar um pouco como trabalha a SMC em termos de abordagem ao mercado. Cada escritório da SMC está organizado em três áreas de atuação: comercial, técnica e administrativa/logística. A equipa comercial é composta por vários elementos que visitam os clientes na procura de soluções técnicas, é por este meio que me chega a maior parte dos projetos e consultas de soluções de clientes novos. No entanto, nem todas me chegam desta forma, através da rede de distribuição também podem chegar algumas consultas, as quais posso atender diretamente, o mesmo pode acontecer em clientes habituais que já tenham um historial de trabalho.

A primeira fase do projeto passa normalmente por uma visita às instalações do cliente, onde se faz uma análise de todos os requisitos iniciais e se avalia a viabilidade de se poder ou não realizar. Normalmente depende da complexidade do projeto o tempo para elaborar a proposta, por exemplo, há situações em que se pode fazer um dimensionamento da solução logo nesse momento e com uma chamada telefónica pode-se obter uma noção dos custos envolvidos e nesses casos a conclusão da proposta pode logo ser entregue nesse momento. Na maior parte dos casos, há que trabalhar a proposta com tempo e acorda-se com o cliente uma data objetivo.

Estes projetos podem ser situações completamente novas, por exemplo, uma linha de enchimento de uma nova bebida que vai ser lançada, ou problemas de produtividade de produtos já existentes em que o diretor da produção pretende que o tempo de ciclo da máquina diminua para poder produzir mais, ou uma situação muito frequente que são as queixas dos clientes em relação à falta de qualidade dos seus produtos, em que o objetivo nestes casos é melhorar a sua qualidade, enfim cada caso é um caso diferente e tem de ser trabalhado

especificamente para o fim pretendido.

A nível técnico estes projetos envolvem sempre cálculos de dimensionamento de atuadores, válvulas e outros equipamentos, dependendo do projeto em si. Por ex. num projeto de manipulação de uma peça com movimento de agarrar a peça, movimentar verticalmente e depois horizontalmente, começa-se por analisar a geometria da peça em questão, de modo a definir qual a melhor forma de a manipular, pode-se optar por utilizar ventosas se a peça for plana e tiver área suficiente para que a força exercida pela ventosa seja superior cerca de 2 a 8 vezes o peso da peça. Outra opção é a peça ser manipulada através de uma pinça pneumática ou elétrica, que normalmente são usadas quando as ventosas não são a melhor solução ou, quando a peça necessite de uma centragem rigorosa. Uma vez definidos os elementos que seguram a peça, passa-se à fase seguinte que é o dimensionamento do atuador vertical que vai transportar a pinça ou ventosa, e no final dimensiona-se o atuador horizontal que transporta o atuador vertical e a pinça ou ventosa. A próxima fase passa pela seleção dos elementos de comando, electroválvulas e ejetores de vácuo se a manipulação for pneumática, e drivers caso se opte por uma manipulação elétrica. Na solução pneumática, todos os sinais provenientes dos sensores magnéticos dos atuadores são entradas para o autómato e os sinais de comando das bobines das electroválvulas são sinais de saída executados pelo programa que define os vários movimentos do sistema. Na solução elétrica depende um pouco do sistema de controlo utilizado, uma vez que se podem utilizar comandos por impulsos ou drivers de tabelas de pontos de posicionamento, em que em qualquer um dos casos, os sinais de posicionamento são dados pelo “encoder” de posição incorporado no motor elétrico dos atuadores.

Depois de seleccionados todos os componentes do sistema e pensar a sequencia de ações para todos os elementos, passa-se à fase de desenho. Os desenhos individuais dos componentes da SMC estão todos disponíveis para “download” em vários formatos de desenho em 3d e 2d no site geral da SMC. Assim, uma vez definida a sua referência, esta é usada para se fazer o respetivo “download”. Num projeto existem sempre componentes com desenhos disponibilizados para “download” e outros componentes como por ex. placas de adaptação, peças de estruturas, coberturas envolventes etc., em que é necessário o seu desenho por completo. Com o desenho finalizado podemos obter um orçamento já bastante rigoroso do custo total do projeto e assim é possível elaborar uma proposta comercial ao nosso cliente.

Na reunião de apresentação de uma proposta é muito frequente que hajam pequenas alterações pedidas pelo cliente e por vezes a proposta inicial tem de ser modificada. Em caso de a proposta ser aceite avançamos internamente com o processo de entrada de pedido. A encomenda de todos os componentes é registada no nosso sistema informático e é-nos dado um prazo de entrega automaticamente, o qual é de imediato informado ao cliente através de correio eletrónico. Em muitas situações o cliente pede um determinado tempo de entrega específico do projeto, o qual não corresponde ao prazo criado automaticamente pelo sistema informático, nesses casos, teremos de verificar qual o componente ou processo que está a limitar e contactar com os respetivos fornecedores para que seja abreviado e assim podermos

cumprir com o prazo pretendido.

A entrega do projeto é normalmente feita através de uma empresa de transportes dedicada para este tipo de situações, e nem sempre é requerida a nossa presença. A fase de implementação do projeto pode ser acompanhada por elementos da SMC caso a complexidade do projeto assim o exija, nestes casos é dada uma ação de formação previamente preparada ao número de pessoas que seja necessário. Em vários casos ocorrem pequenas adaptações que se detetam na fase de produção e que têm de ser corrigidas, entramos então no período de assistência pós-venda. Este acompanhamento é muito importante uma vez que nos permite obter um "feedback" da aplicação que nos servirá para outros projetos futuros similares que possamos vir a trabalhar.

O fluxo descrito é uma das possibilidades de execução de projetos por parte da SMC, no entanto existem outras formas de estes projetos chegarem aos clientes finais, como por exemplo através de integradores ou fabricantes de máquinas. A utilização destes canais normalmente tem a ver com a complexidade do projeto em si, uma vez que a SMC como fabricante de componentes de automatização industrial participa em projetos em que a participação de componentes SMC no valor total do projeto seja superior a 50%. Em situações em que esta fatia seja inferior temos uma série de empresas parceiras que trabalham em conjunto com a SMC e nesses casos damos toda a colaboração em termos da seleção dos componentes e todo o apoio técnico mas o projeto é encabeçado por estas empresas integradoras. Outro fator para que os projetos sejam canalizados para empresas integradoras tem a ver com a dimensão e a complexidade dos mesmos. Na área da programação de autómatos e comunicações não temos recursos dedicados pelo que damos preferência a empresas integradoras.

3.2. Auditorias Energéticas

Com a criação do departamento de "Energy Saving" passei a ter a meu cargo a gestão das auditorias energéticas na delegação de Lisboa.

A função principal deste projeto é rentabilizar um "Know-how" existente mas que de certa forma não está a ser totalmente aproveitado pela empresa. Na Indústria em geral as pessoas que desempenham cargos produtivos têm como principal objetivo produzir mais, normalmente nunca há muito tempo para refletir sobre outros assuntos que não tenham como consequência aumentar a produtividade. Nos últimos anos, talvez devido à crise nacional e internacional que assola toda a indústria é muito mais frequente o interesse das empresas industriais na redução dos custos. É precisamente aí que entra este projeto, o conceito baseia-se em tornar mais eficientes os equipamentos já existentes de forma a conseguir gerar poupanças para o cliente.

O ar comprimido é uma tecnologia que normalmente não é gerida de forma eficiente e eficaz e é precisamente com estas ineficiências que jogamos.

Inicialmente é feita uma apresentação ao cliente na qual são focados os quatro pilares essenciais (pressão, setorização, monitorização e qualidade do ar) e são dados exemplos concretos deste tipo de ações, o que torna mais fácil a compreensão das poupanças previstas em cada caso. Segue-se uma sessão livre de perguntas para que se esclareçam todas as dúvidas decorrentes da apresentação. Caso o cliente aceite avançar para a auditoria energética, será agendada uma visita de rotina às instalações para que seja feita uma análise prévia do trabalho requerido e dos recursos humanos e materiais necessários à auditoria. Depois desta análise marca-se a data, que dependendo da dimensão da empresa em questão pode ser de 1 a 3 dias.

Existem 3 níveis de auditorias, a de nível 1 trata-se de uma visita técnica, com um ou dois colaboradores, à fábrica completa anotando os principais pontos de consumo e de poupança e no final elabora-se uma memória descritiva com estes dados. A auditoria de nível 2 já é feita obrigatoriamente por 2 técnicos de poupança energética (eu sou um desses técnicos) em que a visita é efetuada com uma sequência determinada. Inicia-se pela sala dos compressores, depois verifica-se a rede de ar comprimido e no final faz-se uma análise às aplicações pneumáticas existentes. Os principais pontos de consumo e de possível melhoria são registados por fotografia. Neste nível de auditoria é usado um medidor de ponto de orvalho para analisar a qualidade do ar em vários pontos selecionados. O nível de fugas e de consumos neste nível 2 são dados pelo cliente, ou estipulados pelos tempos de carga/vazio do compressor. Por último, vem o nível 3 em que difere do nível 2 apenas no equipamento utilizado. Uma auditoria de nível 3 é feita com um caudalímetro intrusivo que nos vai possibilitar conhecer a variação dos consumos ao longo do dia, permitindo-nos igualmente saber o nível de fugas da fábrica. Tal como na auditoria de nível 2, a de nível 3 inclui um relatório detalhado da visita onde estão mencionados os dados relativos à sala de compressores com consumos e recomendações. Os fatos mais importantes são registados por fotografia sempre que sejam necessários. O relatório inclui um estudo feito a toda a fábrica desde a sala de compressores passando pela rede de ar e terminando com uma análise exaustiva às aplicações pneumáticas indicando os pontos suscetíveis de melhoria e a nossa recomendação de melhoria com um estudo de investimento com o retorno previsto.

Este relatório deve ser apresentado até um mês após a auditoria e deve ser discutido preferencialmente com o administrador da empresa em questão. Se o plano de investimento constante no relatório for aceite passamos à fase seguinte, ou seja, à implementação do sistema de poupança energética que em alguns casos pode levar um ou mais anos até ser concluído.

3.3. Engenharia de Produto

A empresa SMC aposta bastante em inovação e tem uma grande capacidade de engenharia, no entanto é necessário perceber o mercado para que se consiga ser eficaz no

que diz respeito ao lançamento de novos produtos. Para melhorar este processo foi criada uma equipa denominada Equipa de Marketing de Produto.

Os critérios para os colaboradores que constituem a referida equipa são os bons conhecimentos dos setores industriais das respetivas zonas, bons conhecimentos de toda a gama de produtos da SMC e que sejam dinâmicos e proativos.

Fui um dos elementos convidados a formar esta equipa e aceitei o desafio. Esta equipa tem a responsabilidade de decidir uma série de assuntos relacionados com os lançamentos de novos produtos a nível Ibérico e a promoção de outros produtos que não sendo novos têm potencial de venda superior às atuais vendas. Para além destas tarefas acresce ainda as funções de retorno de informação ao nível das aplicações de produtos na zona de atuação e a de responsável por novos produtos ao nível da sua promoção, acompanhamentos pós-venda e apresentação ao mercado na respetiva zona.

Existe uma periodicidade de reuniões para esta equipa de cerca de três meses, que normalmente ocorrem em Espanha na cidade de Vitoria no País Basco onde se localiza a sede Ibérica da SMC. Nestas reuniões são debatidos vários assuntos relacionados com ações de marketing para vários produtos e aplicações específicas e cabe-me a mim transmitir ao mercado na minha zona de ação todas estas informações.

3.4. Outros Projetos internos

3.4.1. Plano anual de Formação

Entre o ano de 2004 e 2006, devido a uma enorme vaga de solicitações de formação por parte de clientes tornou-se necessário criar uma equipa específica para esta finalidade. Assim fiquei responsável por esta equipa, e coube-me a mim toda a tarefa de colocar em andamento este processo. Inicialmente criei o conteúdo técnico das ações de formação, que basicamente foram dois módulos de tecnologia pneumática. O primeiro seria o nível mais acessível e o segundo já se tratava de um nível avançado, ambos com três sessões de 8 horas. Com toda a documentação gerada participei na contratação de um formador com o perfil adequado às pretensões da SMC.

Seguiu-se a elaboração de um plano anual de formação em que existem datas de formação nas instalações da SMC em Lisboa e no Porto e outras datas em salas de Hotéis devidamente preparadas para este fim em diversos locais no País. A minha responsabilidade englobou também a gestão dos custos envolvidos e faturação respetiva, toda a logística, reservas e transporte de materiais de simulação, reservas de Hotéis, documentação, questionários de satisfação e como é óbvio a promoção destas ações de formação.

3.4.2. Projeto de gestão de consultas de produtos especiais

De 2005 até 2008 aceitei o desafio de melhorar o processo de consultas de produtos especiais. Como já foi referido anteriormente no ponto 2.2 existem três centros de engenharia a nível mundial, um no Japão, outro no Estados Unidos e por último no continente Europeu mais propriamente em Inglaterra. Estes centros de engenharia destinam-se a desenvolver produtos especiais em função das necessidades dos clientes de cada um destes Continentes. O centro de engenharia de Inglaterra é o que dá o apoio a todo o continente Europeu e por essa razão a Portugal. Assim, qualquer solicitação de produto especial em Portugal será trabalhada por um engenheiro de aplicação, como é o meu caso, e depois de devidamente analisada e preparada é enviada uma consulta através de um sistema informático dedicado diretamente a uma equipa que está em Inglaterra específica para estes casos.

Este processo revelava-se pouco eficiente e os resultados não eram satisfatórios. Por estas razões havia a necessidade de tentar melhorar este processo, e depois de uma reunião do departamento de engenharia Ibérico, foi-me proposto este trabalho devido a ser o elemento com mais consultas realizadas e com o melhor rácio em toda a Península Ibérica.

Inicialmente solicitei todos os dados relativos a todas as consultas dos últimos anos e com esses dados fiz uma análise exaustiva, trabalhando-os a nível estatístico onde retirei algumas ilações, como por exemplo, o elevado número de projetos que era declinado após a consulta inicial. Solicitei então uma deslocação a Inglaterra para me reunir com as várias equipas que processam estas consultas para poder ouvir pessoalmente a sua opinião. Em Julho de 2005 desloquei-me a Inglaterra ao centro de engenharia em “Milton Keynes”, onde durante uma semana tive a oportunidade de me reunir com os responsáveis de cada departamento que se encontram divididos em: atuadores, elétrico, válvulas e tratamento de ar. As principais reclamações destes departamentos tinham a ver com formulários mal preenchidos, informação incompleta em relação aos projetos em questão e muita demora ou falta de respostas, quando existiam dúvidas. Como conclusão, existiam graves problemas de comunicação entre as pessoas que consultavam e as pessoas encarregues de levar a cabo estes projetos. O projeto de melhoria foi levado à direção da empresa e algumas ações foram implementadas, como por exemplo, o incentivo ao contacto telefónico para esclarecer dúvidas, formação em Inglês para alguns elementos com essa carência e a obrigatoriedade de dar “feed back” aos departamentos do ETC (“European Technical Centre”) sobre se o projeto ou produto especial foi ou não aplicado.

Com esta alteração aproveitou-se a situação para fazer alterações ao sistema informático que geria este processo, ficando mais completo a nível da informação introduzida e preparado para serem retiradas estatísticas a qualquer momento, para que desta forma se vá controlando todo o processo.

3.5. Conclusão Capítulo 3

A ideia base deste capítulo foi descrever com detalhe as principais funções e responsabilidades da minha atividade profissional, neste caso dividi estas funções em quatro áreas distintas (1-projetos de automação industrial; 2-auditorias energéticas; 3-engenharia de produto; 4-outros projetos internos) por entender serem as mais relevantes. Poderei assim concluir que apesar de as funções serem praticamente todas na mesma empresa, as suas áreas de intervenção são bastante variadas permitindo-me trabalhar áreas puramente técnicas como por ex. o projeto e as auditorias, e outras menos técnicas como a gestão e o marketing.

Capítulo 4– Competências adquiridas e respectivas áreas científicas

4.1. Tecnologia Pneumática

Os conhecimentos adquiridos e consolidados com esta atividade profissional durante este período estão maioritariamente relacionados com a área da tecnologia pneumática, sendo esta a principal atividade da empresa SMC, que se dedica ao fabrico de componentes para toda a área da automatização industrial mas tendo uma componente muito forte nos produtos de acionamento pneumático. Assim sendo, apresento de forma detalhada os conceitos teóricos que sustentam esta tecnologia.

4.1.1. *Evolução histórica do ar comprimido*

Na antiguidade, os Gregos, na sua busca pela verdade, foram cativados por quatro elementos que se apresentavam com relativa continuidade e abundância, estes eram: a água, o ar, o fogo e a terra.

Destes quatro elementos, um em particular, o ar, possuía pela sua natureza volátil e presença transparente, a mais fina expressão da matéria, Em grego, a palavra que significa alma é PNEUMA e em consequência a técnica que utiliza o ar como veículo para transmitir energia chama-se PNEUMÁTICA.

A partir dos gregos, o ar usou-se de diversas formas. Em alguns casos, tal como se apresenta na natureza, ou seja em movimento. A navegação à vela foi a mais antiga forma de aproveitamento da energia eólica. Mais tarde, os moinhos de vento transformaram-na em energia mecânica, permitindo em alguns casos mover engrenagens e em outros bombear importantes caudais de água uns quantos metros acima do nível do mar em que se estava a operar.

O ser humano, por exemplo, tem nos seus pulmões o compressor mais antigo da história, capaz de bombear 100 litros de ar por minuto com uma pressão entre 0,02 e 0,08 bar.

O conhecimento e a aplicação do ar comprimido tomou consistência a partir da 2ª metade do século XVII, quando o estudo dos gases era objetivo de cientistas como Torricelli, Pascal,

Mariotte, Boyle, Gay Lussac, etc...

Os sucessos mais notáveis surgidos no avanço do uso do ar comprimido pode resumir-se por ordem cronológica da seguinte forma:

1500 AC	Fole de mão e pé	Fundição não ferrosa
1688	Máquina de êmbolos	Papin
1762	Cilindro Soprante	Jonh Smeaton
1776	Protótipo Compressor	Jonh Wilkinson
1857	Perfuração Túnel	Mont Cenis
1869	Freio de ar para Ferro carris	Westinghouse
1888	Rede de distribuição de ar em Paris	Distribuição pneumática de correspondência em Paris

As investigações no campo das aplicações de ar comprimido não terminaram entretanto. Os robots, a manipulação, os autómatos programáveis e outras diversas aplicações continuam a aproveitar as vantagens da pneumática na nova geração tecnológica. Atualmente é possível realizar elevados ciclos de trabalho com uma vida bastante longa com componentes de tecnologia pneumática. Utilizando a eletrônica como comando, podemos obter soluções excelentes para muitos problemas de automatização industrial.

Setores industriais como: alimentar, montagem e manipulação, sistemas robotizados em indústrias de processo contínuo, são automatizados em grande parte, pneumaticamente pelas vantagens que esta tecnologia oferece, tais como:

- Compressibilidade, pois o ar pode ser armazenado em recipientes uma vez comprimido.
- Não tem características explosivas, após ser comprimido
- A velocidade dos atuadores é elevada (até 3 m/s)
- As mudanças de temperatura não alteram as suas prestações
- É uma tecnologia limpa (desde o ponto de vista macroscópico)
- O seu custo não é elevado
- Simplifica bastante a mecânica

Portanto, a pneumática, é uma tecnologia imprescindível como interface de potência entre a eletrônica de comando e o trabalho a desenvolver.

4.1.2. O sistema pneumático básico

Os cilindros pneumáticos, os atuadores rotativos e os motores de ar fornecem a força e o

movimento à maioria dos sistemas de controlo pneumático para fixar, mover, formar e processar os materiais.

Para acionar e controlar estes atuadores, requerem-se outros componentes pneumáticos, por exemplo unidades de acondicionamento de ar para preparar o ar comprimido e válvulas para controlar a pressão, o caudal e o sentido do movimento dos atuadores.

Um sistema pneumático básico, ilustrado na figura 4.1, é composto de duas secções principais:

O sistema de produção e distribuição do ar

O sistema de utilização do ar

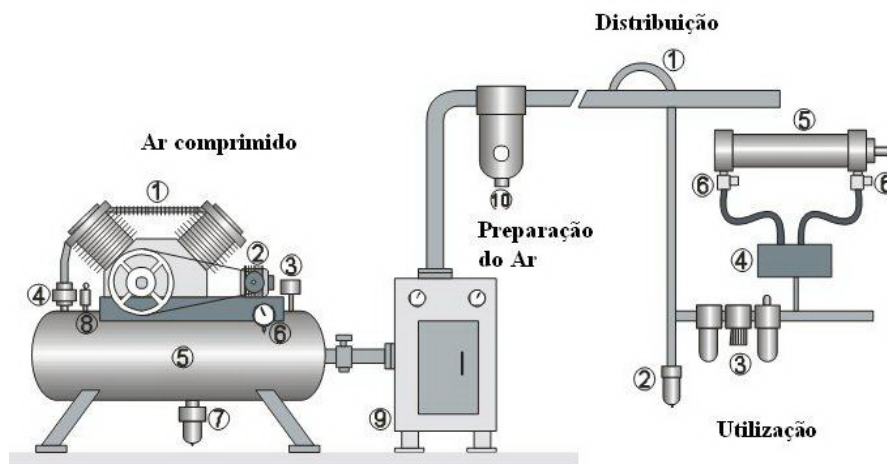


Figura 4.1 – Sistema de produção e distribuição de ar comprimido.

Os componentes e as suas funções principais são:

→ Sistema de produção e distribuição do ar

1-Compressor

O ar aspirado à pressão atmosférica comprime-se e entrega a pressão mais elevada ao sistema pneumático. Transforma-se assim a energia mecânica em energia pneumática.

2-Motor Elétrico

Fornece a energia mecânica ao compressor, transformando a energia elétrica em energia mecânica.

3-Pressostato

Controla o motor elétrico detetando a pressão no depósito. Regula a pressão máxima a que desliga o motor e a pressão mínima a que este volta a arrancar.

4-Válvula Antirretorno

Deixa passar o ar comprimido do compressor ao depósito e impede o seu regresso quando o compressor está parado.

5-Depósito

Armazena o ar comprimido. O seu tamanho está definido pela capacidade do compressor. Quanto maior o volume, mais largos são os intervalos de funcionamento do compressor.

6-Manómetro

Indica a pressão do depósito

7-Purga automática

Purga todos os condensados que se concentram no depósito sem necessitar de supervisão.

8-Válvula de Segurança

Expulsa o ar comprimido se a pressão no depósito sobe para cima da pressão permitida.

9-Secador de ar refrigerado

Arrefece o ar comprimido até poucos graus acima do ponto de congelação e condensa a maior parte da humidade do ar, o que evita ter água no resto do sistema.

10-Filtros de Linha

Ao encontrar-se na tubagem principal este filtro deve ter uma redução de pressão mínima e a capacidade de eliminar o óleo lubrificante em suspensão. Serve para manter a linha livre de pó, água e óleo.

→ Sistema de utilização

1-Purga do ar

Para o consumo, o ar é alimentado pela parte superior da tubagem principal para permitir que a condensação ocasional permaneça na tubagem principal, quando alcança um ponto baixo, uma saída de água desde a parte inferior da tubagem irá a uma purga automática eliminando assim os condensados.

2-Purga automática

Cada tubo descendente deve ter uma purga no seu extremo inferior. O método mais eficaz é uma purga automática que impede que a água caia no tubo no caso em que se descuide a purga manual.

3-Unidade de tratamento de ar

Acondiciona o ar comprimido para fornecer ar limpo a uma pressão ótima e ocasionalmente adiciona lubrificante para aumentar a duração dos componentes do sistema

pneumático que necessitam lubrificação.

4-Válvula Direcional

Proporciona pressão e põe em escape alternadamente as ligações do cilindro para controlar a direção do movimento.

5-Atuador

Transforma a energia potencial do ar comprimido em trabalho mecânico. Na figura 4.1 ilustra-se um cilindro linear, mas pode ser também um atuador rotativo ou uma ferramenta pneumática.

6-Controladores de Velocidade

- Permitem uma regulação fácil e contínua da velocidade do movimento do atuador.

4.1.3. Fundamentos Físicos

A superfície terrestre encontra-se totalmente cercada por uma camada de ar. Este ar que é de interesse vital é uma mistura gasosa de 78% de azoto, 21% de oxigénio e ainda vestígios de outros elementos como sejam, dióxido de carbono, árgon, hidrogénio, néon, hélio, cripton e xénon. Para a aplicação dos elementos pneumáticos, é necessário conhecer as leis naturais relacionadas com o comportamento do ar como gás comprimido e as medidas físicas que normalmente se utilizam.

Tabela 4.1 – Unidades Fundamentais.

Magnitude	Símbolo	Unidade Si	Nome
Massa	m	Kg	Quilograma
Comprimento	l	m	Metro
Tempo	t	s	Segundo
Temp.Absoluta	T	K	Grau Kelvin

Tabela 4.2 – Unidades Compostas.

Magnitude	Símbolo	Unidade Si	Nome
Ângulo	α	rad	Radiano
Área	A	m^2	Metro quadrado
Volume	V	m^3	Metro cúbico
Velocidade	v	m/s	Metro por seg.
Veloc.Ângular	ω	rad/s	Radiano por seg.
Aceleração	a	m/s^2	Metro por seg. quadrado
Inércia	J	m^2Kg	Metro quadrado vezes quilograma
Força	F	N	Newton
Trabalho	W	J	Joule
Potência	P	W	Watt

A unidade de Pressão no sistema internacional é o Pascal (Pa), mas devido ao facto de esta ser uma grandeza muito pequena, é muito frequente utilizarem-se outras unidades, nomeadamente o bar que embora não pertença a qualquer sistema, dá uma perceção mais real do fenómeno.

Considera-se a pressão atmosférica absoluta como ponto "zero", determinando qualquer diferença como Sobrepressão atmosférica = atm (pressão relativa) ou Depressão atmosférica = (vácuo).

O gráfico representado na figura 4.2 é uma ilustração da explicação anterior.

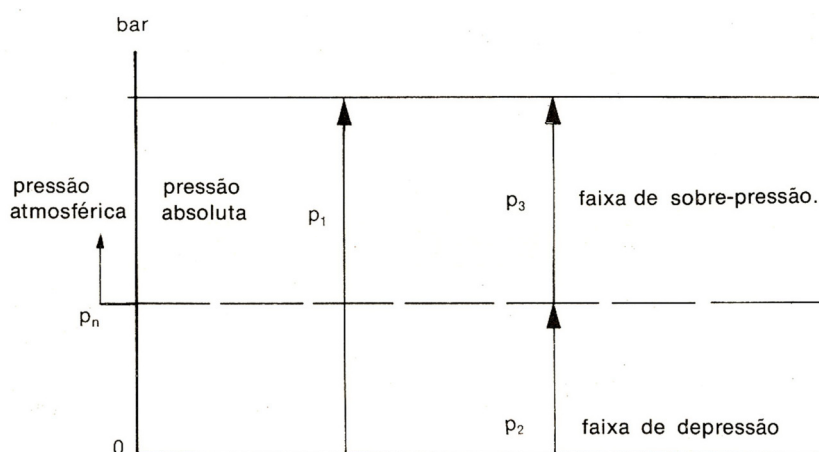


Figura 4.2 – Gráfico de ilustração da sobrepressão e depressão.

A pressão do ar não é sempre constante, mudando de acordo com a situação geográfica e as condições atmosféricas.

A faixa compreendida entre a linha do zero absoluto e a linha variável da pressão do ar

denomina-se faixa de depressão e a faixa que está acima dessa linha, denomina-se de sobrepressão.

Na prática geralmente são usados aparelhos de indicação que acusam a sobrepressão.

Com a ajuda das grandezas fundamentais apresentadas é possível explicar as principais características físicas do ar.

Compressibilidade do ar:

Como todos os gases, também o ar não tem forma definida. O ar altera a sua forma à menor resistência, ou seja adapta-se facilmente à forma do recipiente. O ar deixa-se comprimir mas tende sempre a expandir-se.

Pode-se então dizer que,

- ☛ O ar adapta-se à forma do recipiente;
- ☛ É facilmente compressível;
- ☛ Num reservatório pode-se acumular várias vezes a sua capacidade com ar comprimido, devendo respeitar-se o seu limite de resistência.

→ Lei de Boyle-Mariotte

$$PV = k \quad (4.1)$$

Onde:

P = Pressão

V = Volume

K = Constante

Logo temos:

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \text{Constante}$$

Esta lei diz que se a temperatura se mantiver constante, então o produto do volume pela pressão também é constante num dado instante.

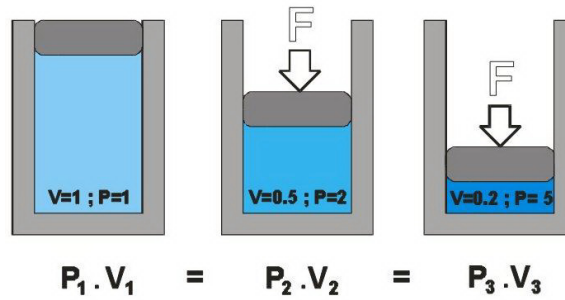


Figura 4.3 – Lei de Boyle-Mariotte.

Admitindo a Temperatura constante e o ar um gás perfeito temos:

Pela equação do estado dos gases perfeitos:

$$PV = nRT \quad (4.2)$$

Em que:

n = Mols de gás

R = Constante universal dos gases perfeitos [8,31447(2)J.mol⁻¹.K⁻¹]

T = Temperatura

Se admitimos a Temperatura constante $T_1=T_2$ e $n_1=n_2$, pois trata-se do mesmo recipiente, então:

$$n_1RT_1 = n_2RT_2$$

Influência da temperatura no volume de ar:

O aumento da temperatura no seio de um gás fornece-lhe energia. Esta energia excita as moléculas que tendem a afastar-se umas das outras, fazendo com que o volume do gás sofra alterações (aumente). Se o reservatório fosse por exemplo um balão deformável, primeiramente o aumento da temperatura deveria aumentar o volume até ao limite desse balão, quando o ar não pudesse expandir mais, então a pressão começava a elevar-se.

→ Lei de Charles

$$\frac{V}{T} = k \quad (4.3)$$

Em que :

k = Constante

V = Volume

T = Temperatura

Podemos deduzir que :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{ou} \quad V_1 T_2 = V_2 T_1 = \text{Constante}$$

Esta lei diz que a pressão constante, o volume ocupado por uma massa dada de gás, é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta.

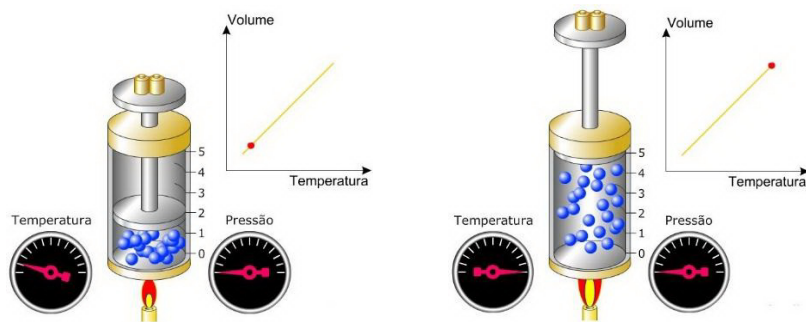


Figura 4.4 – Ilustração da Lei de Charles

→ Lei de Gay-Lussac

Com volume constante, a pressão absoluta de uma massa de gás determinada é diretamente proporcional à sua temperatura, ou seja:

$$\frac{P}{T} = k \quad (4.4)$$

Em que :

k = Constante

P = Pressão

T = Temperatura

Assim temos:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} = \text{Constante}$$

As relações anteriores combinam-se para proporcionar a equação geral dos gases perfeitos (4.2) nesta variante:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_3 V_3}{T_3} = \text{Constante}$$

→ Equação de Bernoulli:

Na dinâmica dos fluidos, o princípio de Bernoulli, afirma que, para um fluxo de fluido não-viscoso, um aumento na velocidade do fluido ocorre simultaneamente com a diminuição da pressão ou de uma diminuição da energia potencial do fluido.

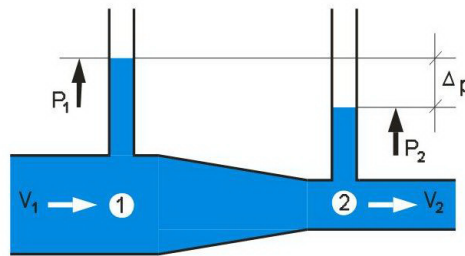


Figura 4.5 – Ilustração da equação de Bernoulli.

Que se expressa pela seguinte fórmula:

$$\frac{v^2}{2} + gh + \frac{P}{\rho} = \text{Constante} \quad (4.5)$$

Em que:

P = Pressão

g = Aceleração da gravidade

v = Velocidade do fluido

h = Altura com relação a um referencial

ρ = Massa específica do fluido

No caso dos fluidos compressíveis adota-se esta forma da equação, válida no entanto para velocidades do ar abaixo dos 330m/s aproximadamente.

$$\frac{v^2}{2} + gh + \epsilon + \frac{P}{\rho} = \text{Constante} \quad (4.6)$$

Sendo ϵ a energia termodinâmica por unidade de massa.

A equação pode ser simplificada da seguinte forma, comparando dois pontos de pressão P_1 e P_2 na mesma tubagem.

$$\frac{v_1^2}{2} \rho + P_1 = \frac{v_2^2}{2} \rho + P_2 = \text{Constante}$$

→ Pressão e caudal

A relação mais importante para os componentes pneumáticos é a que existe entre pressão e caudal.

Se não existe circulação de ar, a pressão em todos os pontos do sistema será a mesma, mas se existe circulação de um ponto para outro, quer dizer que a pressão no primeiro ponto é maior que no segundo, ou seja existe uma diferença de pressão. Esta diferença de pressão depende de três fatores:

- Da pressão inicial
- Do caudal de ar que circula
- Da resistência ao fluxo existente entre ambas as zonas

O gráfico da figura 4.6 ilustra a relação entre a pressão e o caudal para um orifício de passagem de 1mm². No primeiro exemplo indicado no gráfico, temos uma pressão de alimentação de 7 bar e um valor de caudal de 50l/min, com estes dois valores podemos calcular a queda de pressão para essa condição. O método consiste em traçar uma linha vertical desde o valor de caudal requerido (50l/min) até interseção a curva de pressão de 7 bar. Nesse ponto projetar horizontalmente uma linha até encontrar o limite do gráfico, neste caso o valor obtido é de 6,3bar, o que significa que nestas condições existe uma queda de pressão de 0,7bar.

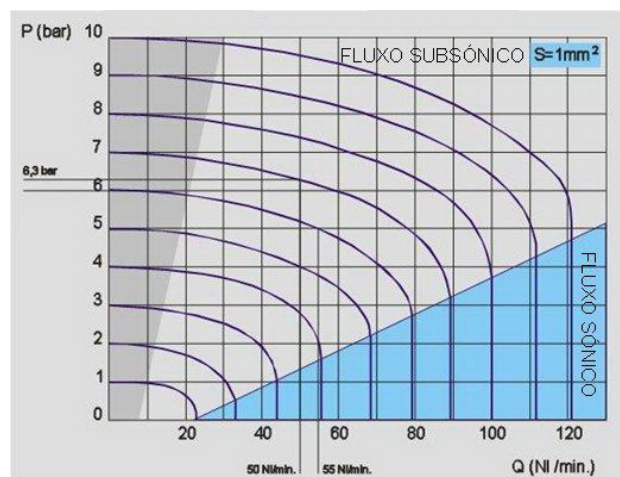


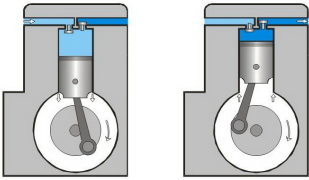
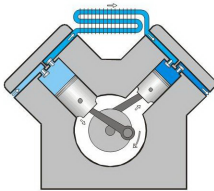
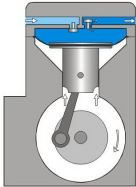
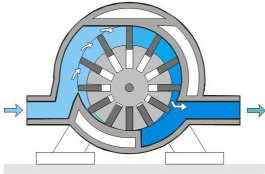
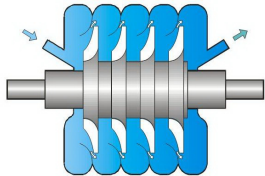
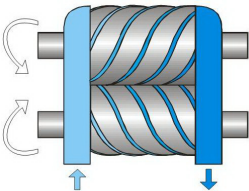
Figura 4.6 – Gráfico típico de pressão e caudal.

4.1.4. Compressão e distribuição do ar

O compressor é o coração de uma instalação de ar comprimido e o seu objetivo não é

mais do que elevar a pressão do ar admitido até à pressão necessária ao funcionamento de um dado conjunto de atuadores. A energia necessária à realização dessa função é fornecida mecanicamente através de um motor elétrico acoplado.

Existem basicamente duas famílias distintas de compressores: os volumétricos ou de fluxo intermitente e os dinâmicos ou fluxo contínuo. Nos compressores do tipo volumétrico, a compressão do ar dá-se pela redução física do volume de uma massa constante de ar em intervalos mais ou menos discretos, ou seja a compressão é efetuada atendendo à lei de Boyle. Já para os compressores dinâmicos, o fenómeno de compressão é devido à transmissão de energia cinética ao ar acelerando-o. As figuras 4.7, 4.8 e 4.9 mostram alguns exemplos de compressores do tipo volumétrico e as figuras 4.10, 4.11 e 4.12 mostram compressores do tipo dinâmicos.

	
<p>Figura 4.7 – Compressor de êmbolo de 1 etapa.</p>	<p>Figura 4.8 – Compressor de êmbolo de 2 etapas.</p>
	
<p>Figura 4.9 – Compressor de diafragma.</p>	<p>Figura 4.10 – Compressor de palhetas.</p>
	
<p>Figura 4.11 – Turbo compressor radial.</p>	<p>Figura 4.12 – Compressor de parafuso.</p>

Na figura 4.13 está ilustrado um modelo de um sistema de compressão:

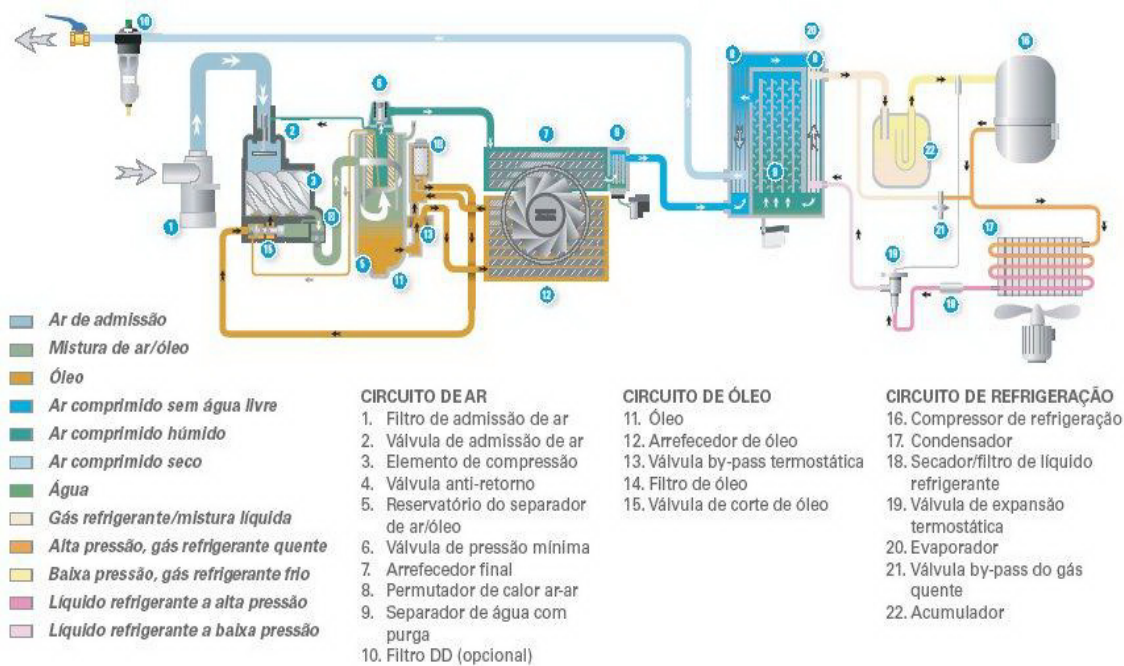


Figura 4.13 – Modelo de um sistema de compressão.

Para fazer chegar o ar comprimido aos pontos de consumo, colocam-se tomadas de ar de distribuição, de forma permanente.

Instalam-se válvulas de isolamento para dividir a linha de distribuição em secções, com o fim de limitar a área que deve ser desligada durante períodos de manutenção ou reparação.

Existem duas configurações de rede básicas: Final de linha morta e distribuição em anel.

→ Final em Linha morta

Para favorecer a drenagem, as tubagens de trabalho devem ter uma inclinação de cerca de 1% na direção do fluído e deverão ser adequadamente purgadas.

Em intervalos ajustáveis, a linha principal pode adquirir a sua altura original através de tubos curvos em ângulo reto e dispendo de uma derivação de purga no ponto mais baixo.

→ Distribuição em anel

Neste sistema, é possível alimentar o ar por dois lados a um ponto de consumo elevado, o que permite minimizar as quedas de pressão.

De qualquer forma, a água proveniente da condensação do ar comprimido deve ser canalizada para as zonas mais baixas da rede. Para esse efeito devem ser previstas tomadas de saída para a água com purgas automáticas.

→ Linhas secundárias

A menos que estejam instalados um “after-cooler” eficiente e um secador de ar, a linha de distribuição do ar comprimido atua como uma superfície refrigerante e a água e o óleo acumulam-se ao longo do seu comprimento.

As derivações da linha utilizam a parte superior da tubagem, para impedir que a água da tubagem principal entre nas linhas secundárias. No entanto, deverá purgar-se na parte inferior da tubagem.

Os pontos de purga devem estar previstos de derivações em ‘T’, instalados em pontos idóneos ao longo da rede, em cada ponto baixo. Devem purgar-se em intervalos regulares, ou então devem estar asseguradas as descargas através do uso de purgas automáticas.

As purgas automáticas são um pouco mais caras de instalar ao princípio, mas acabam por compensar, considerando as horas de trabalho que se poupam em relação ao funcionamento das purgas do tipo manual. Com a purga manual, a negligência acarreta problemas devido a uma contaminação da conduta principal.

→ Seleção do tamanho das tubagens principais de ar

O custo das tubagens de ar representa uma porção elevada do custo inicial de uma instalação de ar comprimido. Uma redução do diâmetro da tubagem, que faz baixar o custo inicial da instalação, provoca um aumento da queda de pressão no sistema, incrementando os custos de funcionamento. Este custo relativo a erros de dimensionamento é quase sempre bastante superior ao custo da opção inicial de uma tubagem de diâmetro superior.

Por outro lado, visto que os custos de mão-de-obra representam também grande parte do custo global e dado que este custo varia muito pouco com diferentes tamanhos de tubagem, o custo da instalação, por exemplo, de uma tubagem de diâmetro 25mm, é próximo ao de uma tubagem de 50mm de diâmetro, no entanto a capacidade de caudal de uma tubagem de 50mm é quatro vezes superior.

Num sistema de distribuição em anel de circuito fechado, o fornecimento por qualquer ponto de saída particular alimenta-se por duas derivações de tubagem.

Na hora de determinar o tamanho da tubagem, deverá ignorar-se esta alimentação dupla, estimando que, em qualquer momento o ar se fornece só por uma tubagem.

O tamanho da conduta de ar e das derivações calcula-se por limitação da velocidade do ar, o que normalmente se recomenda que seja de 6m/s, enquanto as linhas secundárias a uma pressão de aproximadamente 6 bar e poucos metros de comprimento podem funcionar a velocidades até 20m/s. A redução da pressão desde o compressor ao extremo da derivação da tubagem não deve superar os 0,3 bares. O quadro da figura 4.14 permite determinar o diâmetro da tubagem mais adequado.

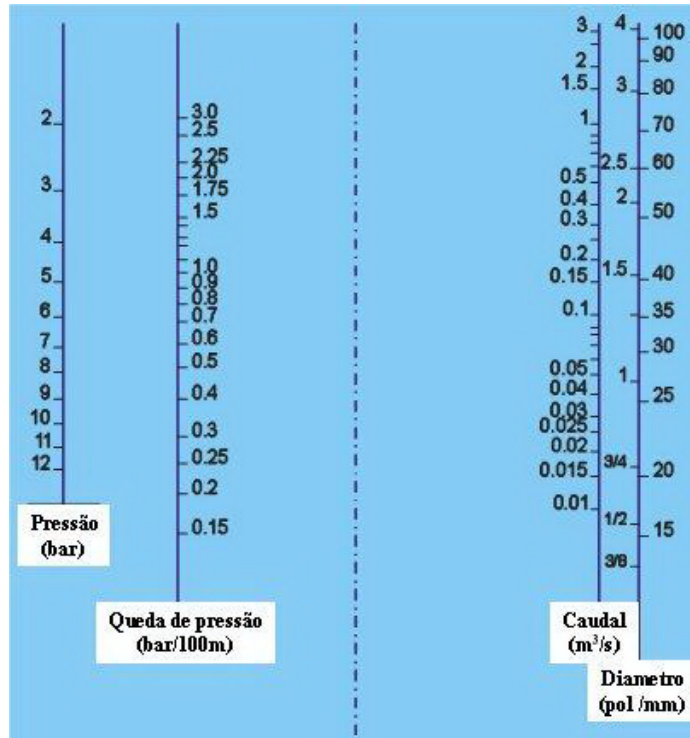


Figura 4.14 – Quadro seletor de diâmetro da tubagem.

Pode-se também calcular analiticamente a queda de pressão provocada pela resistência do ar na superfície da tubagem em função da sua distância, segundo a fórmula seguinte:

$$\Delta P = \frac{Bv^2}{RTD} LP \quad (4.7)$$

Em que:

ΔP = Queda de pressão [bar]

B = Índice de resistência, grau médio de rugosidade, variável com a quantidade de ar fornecida segundo tabela do índice de resistência 4.3.

P = Pressão [bar]

R = Constante do gás [29,27 para o ar]

T = Temperatura absoluta [K]

D = Diâmetro da tubagem [mm]

L = Comprimento da tubagem [m]

V = Velocidade do ar [mm/s]

G = Quantidade de ar fornecido [Kg/h]

Tabela 4.3 – Índice de resistência

G	β	G	β	G	β	G	β
10	2,03	100	1,45	1000	1,03	10000	0,73
15	1,92	150	1,36	1500	0,97	15000	0,69
25	1,78	250	1,26	2500	0,90	25000	0,64
40	1,66	400	1,18	4000	0,84	40000	0,595
65	1,54	650	1,10	6500	0,78	65000	0,555

4.1.5. Preparação do ar

O ar atmosférico contém em situações consideradas normais, pó e humidade. Depois da compressão, a humidade condensa-se no secador (se existir) e no depósito, mas sempre ficam algumas pequenas partículas de resíduos. Além destas partículas finas de óleo carbonizado, ficam também, resíduos da tubagem e outras matérias estranhas, como por exemplo, material de selagem desgastado e ao ficarem misturadas formam substâncias pastosas. Tudo isto pode produzir efeitos nocivos no equipamento pneumático, incrementando o desgaste das juntas e dos componentes, a deformação das juntas, a corrosão e degradação das válvulas.

Para eliminar estes contaminantes, é necessário limpar o ar o mais próximo possível do ponto de utilização. Uma unidade de tratamento do ar inclui a regulação da pressão e quando necessário a lubrificação.



Figura 4.15 – Conjunto de tratamento de ar.

4.1.6. Utilização do ar

Como já vimos anteriormente a energia proveniente do ar comprimido vai servir para provocar movimentos lineares, rotativos, sopros, sucção, etc., de acordo com a aplicação a que se destine.

Designam-se por elementos ou aparelhos pneumáticos aqueles que trabalham usando como fonte de potência a energia do ar comprimido.

A energia proveniente do ar comprimido será transformada, por cilindros pneumáticos em

movimentos retilíneos ou pelos motores pneumáticos ou atuadores rotativos em movimentos rotativos.

Em aplicações pneumáticas, o limite de aplicação de um cilindro está na imaginação do projetista, visto que até 30.000 Newton, muitas operações poderão ser executadas por uma força de vaivém pneumática, diretamente aplicada.

Veremos então quais os principais elementos pneumáticos de trabalho.



Figura 4.16 – Cilindro lineares.

→ Cilindros de simples efeito

Os cilindros de simples efeito são acionados por ar comprimido de um só lado, e portanto realizam trabalho num só sentido. O retorno efetua-se mediante a ação de uma mola ou através de força externa.

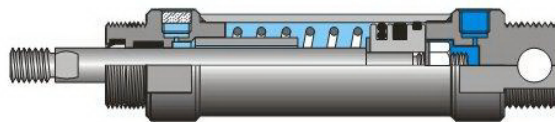


Figura 4.17 – Cilindro de simples efeito.

A força da mola é calculada para que o êmbolo do cilindro possa voltar à sua posição inicial, com uma velocidade suficientemente alta, mas sem impactos.

Nos cilindros de simples efeito o curso do êmbolo é limitado pelo comprimento da mola. Por esta razão, fabricam-se cilindros de simples efeito com curso até aproximadamente 100 mm.

Estes elementos são utilizados principalmente para fixar, expulsar, prensar, elevar, alimentar, etc..

→ Cilindros de duplo efeito

A força exercida pelo ar comprimido movimenta o êmbolo do cilindro de duplo efeito, realizando movimento nos dois sentidos. É produzida uma determinada força no avanço, bem como no retorno do êmbolo.

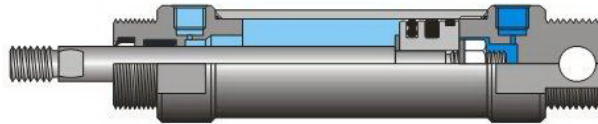


Figura 4.18 – Cilindro de duplo efeito.

→ Cilindros com amortecimento nos fins de curso

Quando são movimentados volumes grandes e pesados, aplicam-se cilindros com sistema de amortecimento para evitar impactos secos, que como se sabe contribuem negativamente para a duração da vida útil dos mesmos.

Antes de alcançar a posição final, um êmbolo de amortecimento interrompe o escape direto do ar, deixando somente uma passagem pequena, geralmente regulável.

Com o escape de ar restringido cria-se uma sobrepressão que, para ser vencida absorve grande parte da energia e resulta em perda de velocidade nos fins de curso. Invertendo o movimento do êmbolo, o ar entra sem impedimento pelas válvulas no cilindro, e o êmbolo pode, com força e velocidade total, retroceder.

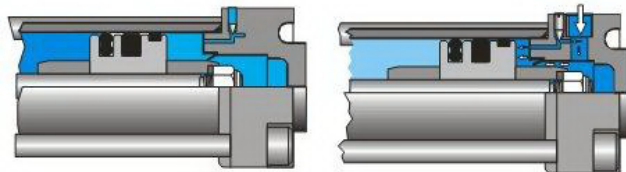


Figura 4.19 – Detalhe de sistema de amortecimento pneumático.

Dentro deste tipo de cilindros (duplo efeito) podemos ainda classificar uma grande variedade de atuadores para aplicações específicas.

→ Cilindros com dupla haste passante

Este cilindro de haste passante tem algumas vantagens.

A haste é melhor guiada devido a dois casquilhos de guia. Isto possibilita a admissão de uma ligeira carga lateral. Neste tipo de cilindros, a força obtida é igual em ambos os lados (mesma área de pressão).

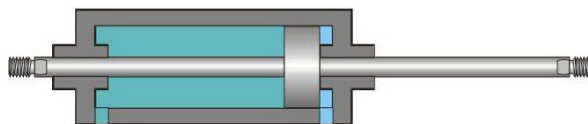


Figura 4.20 – Cilindro de haste passante.

→ Cilindros Tandem

Nesta construção, dois cilindros de duplo efeito formam uma só unidade. Desta forma, com cargas simultâneas nos dois êmbolos, a força é a soma das forças dos dois cilindros. O uso desta construção é muito útil quando se pretende obter grande força, mas não é possível o aumento do diâmetro do cilindro devido à falta de espaço.

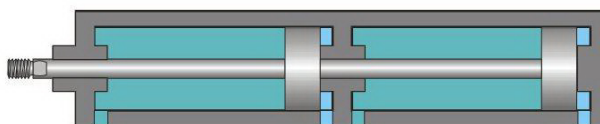


Figura 4.21 – Cilindro tandem.

→ Cilindros multiposicionais

O cilindro multiposicional é formado por dois ou mais cilindros de duplo efeito. Estes elementos estão, como ilustrado na fig.4.22, unidos um ao outro.

Os cilindros movimentam-se, conforme o lado de pressão, individualmente. Com dois cilindros de cursos diferentes obtém-se 4 posições.

Empregam-se para carregar estantes com esteira transportadora, acionar alavancas, etc..

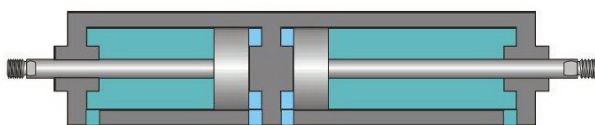


Figura 4.22 – Cilindro multiposicional de 4 posições.

→ Cilindros de Impacto

O uso dos cilindros pneumáticos convencionais na técnica de deformação, ou seja para partir, separar ou deformar qualquer peça diretamente com a força de um cilindro pneumático não é o mais conveniente.

Para desenvolver grandes energias cinéticas utilizam-se cilindros de impacto. Estes

cilindros percutores desenvolvem velocidades de 7,5 a 10 m/s (velocidade normal 1 a 2 m/s). Esta velocidade só pode ser alcançada por uma construção especial.

A energia destes cilindros é normalmente aplicada para prensar, rebarbar, rebitar, cortar, etc.

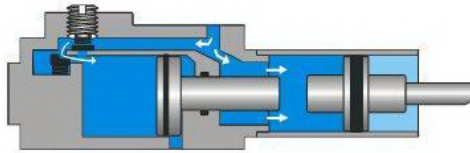


Figura 4.23 – Cilindro de impacto.

→ Cilindros de Bloqueio

Estes cilindros são constituídos por um sistema de bloqueio de ação pneumática acoplado diretamente no cilindro que lhe permite obter paragens intermédias com elevada força de retenção.

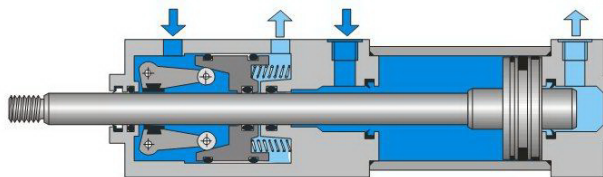


Figura 4.24 – Cilindro de bloqueio.

→ Cilindros sem Haste

Trata-se na essência de um cilindro de duplo efeito, que trabalha com um sistema interno de fita.

Utiliza-se na abertura e fecho de portas e para situações de grandes cursos com pequenas dimensões de construção.

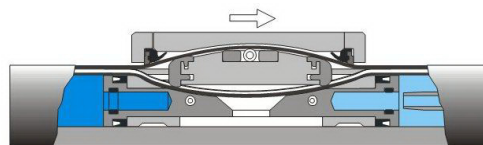


Figura 4.25 – Cilindro sem haste.

→ Cilindros de membrana plana

Estes cilindros também são conhecidos como "caixa de ar comprimido" ou "caixa de

força".

Uma membrana, que pode ser de borracha, de material sintético ou também metálico, assume a tarefa do êmbolo. A haste do êmbolo é fixada no centro da membrana. Neste caso a vedação deslizante não existe. Em ação existe somente o atrito, provocado pela dilatação da membrana.

Utiliza-se no fabrico de ferramentas e dispositivos, bem como em prensas de cunhar, rebitar e fixar peças em lugares estreitos.

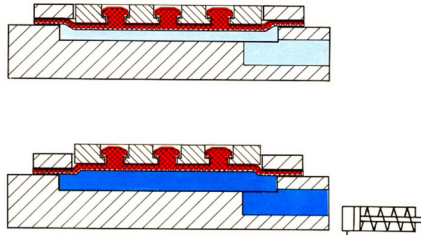


Figura 4.26 – Cilindro de caixa de força.

→ Atuadores Rotativos

Na execução com cilindros de duplo efeito, a haste do êmbolo tem um perfil dentado (cremalheira). A haste do êmbolo aciona com esta cremalheira uma engrenagem, transformando o movimento linear num movimento rotativo à esquerda ou direita. Sempre segundo a direção do curso.

Os campos de rotação usuais são vários, isto é, de 45°, 90°, 180°, 270° até 720°. Um parafuso de regulação possibilita porém a determinação do campo de rotação parcial, dentro do total.

O momento de torção depende da pressão, da área do êmbolo e da relação de transmissão. O acionamento giratório emprega-se para virar peças, curvar tubos, regular instalações de ar condicionado, acionamento de válvulas de fecho e válvulas de borboleta, etc.

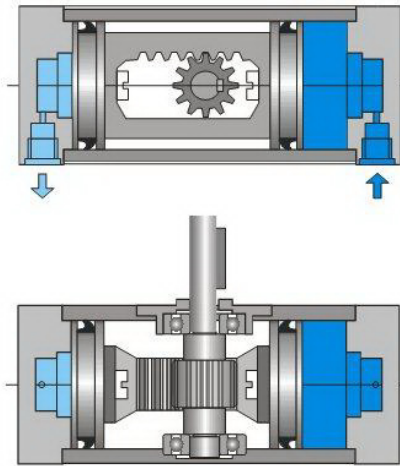


Figura 4.27 – Atuador rotativo de pinhão-cremalheira.

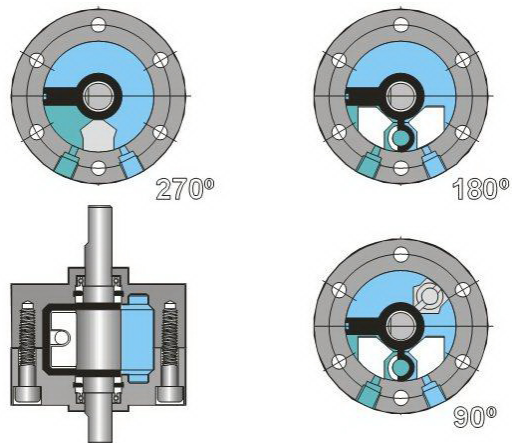


Figura 4.28 – Atuador rotativo de palheta.

→ Pinças pneumáticas

Estes atuadores são constituídos por um cilindro pneumático em que o movimento linear da haste vai proporcionar um deslocamento angular ou paralelo dos dedos da pinça permitindo fixar, agarrar e prensar peças.

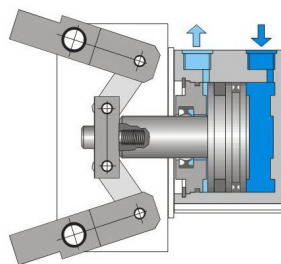


Figura 4.29 – Pinça pneumática.

→ Tipos de fixação de cilindros lineares

A escolha do tipo de fixação depende da aplicação e a sua montagem nos dispositivos pode ser feita de várias formas:

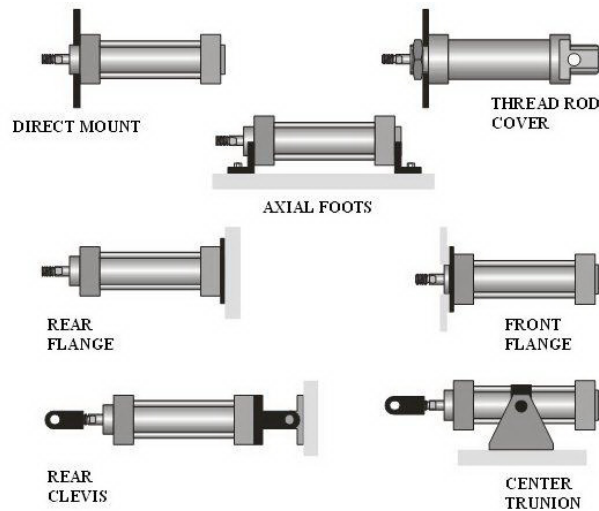


Figura 4.30 – Várias possibilidades de montagem de cilindros.

→ Tipos de vedantes

Os vedantes têm grande importância no funcionamento dos cilindros porque são eles os responsáveis pelo impedimento do ar passar de uma câmara do cilindro, para a outra e com o avanço do êmbolo permitem que o cilindro tenha mais ou menos atrito em função da sua configuração.

A figura 4.31 apresenta os dois tipos mais usados industrialmente.

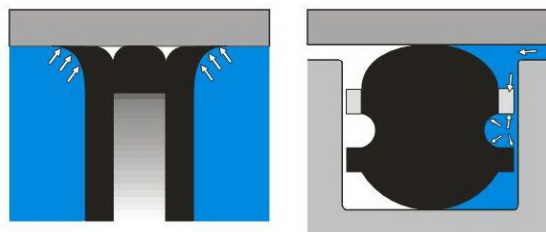


Figura 4.31 – Vedante tipo duplo lábio e tipo o-ring.

4.1.7. Cálculo de Atuadores

O cálculo de atuadores pneumáticos é muito variável dependendo do tipo de atuador em questão. Por exemplo para um atuador rotativo o mais importante seria o binário que o atuador

tem disponível e a energia cinética admissível que por sua vez dependeria da inércia e da velocidade da peça a rodar. Para uma pinça pneumática o mais importante seria, no caso de esta ser de abertura linear a força de retenção que dependeria da distância de fixação da peça. Como o tipo de atuador mais comum é o cilindro linear, decidi apresentar a forma de cálculo para este tipo.

A força do êmbolo depende, da pressão do ar, do diâmetro do cilindro e da resistência de atrito dos elementos vedantes.

Nos cilindros lineares existem essencialmente dois tipos de forças:

Força teórica (F)

Força efetiva ou real (F_n)

$$F = PA \quad (4.8)$$

Em que,

F = Força

P = Pressão

A = Área do êmbolo

→ *Cilindro de Simples efeito*

$$F_n = PA - (F_r + F_f)$$

Em que:

F_r = Força de resistência do Atrito

F_f = Força de resistência da Mola

→ *Cilindro de duplo efeito*

Avanço

$$F_n = PA_1 - F_r$$

Recuo

$$F_n = PA_2 - F_r$$

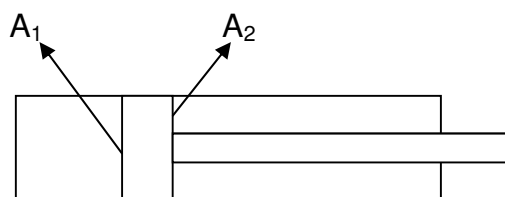


Figura 4.32 – Detalhe das diferentes áreas no avanço e no retorno.

Para além do cálculo da força do cilindro, existem outros cálculos importantes para o seu dimensionamento. O fenómeno da instabilidade pode ocorrer com cilindros de cursos relativamente grandes. Existem quatro situações típicas (a: encastrado-encastrado móvel, b:articulado-articulado, c:encastrado-articulado, d:encastrado-encastrado) deste fenómeno em função dos tipos de apoio do cilindro, como mostra a figura 4.33.

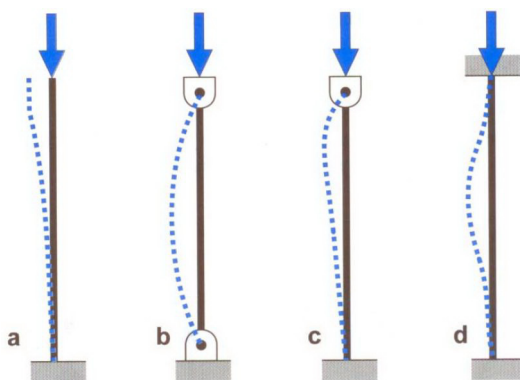


Figura 4.33 – Casos típicos de instabilidade em cilindros.

A expressão que define a força que o cilindro pode suportar sem instabilizar é a seguinte:

$$F_k < \frac{\pi^2 EJ}{4L^2} \quad (4.9)$$

Em que :

F_k = Força máxima [N]

E = Módulo de elasticidade do aço ao carbono = 210000 N/mm²

J = Momento de inércia [mm⁴]

L = Distância entre apoios [mm]

O comprimento equivalente depende do tipo de apoios. Sendo L a distância entre apoios

(comprimento do cilindro), tem-se:

a: encastrado-encastrado movel – $L_e=2L$

b: articulado-articulado – $L_e=L$

c: encastrado-articulado – $L_e=0,7L$

d: encastrado-encastrado – $L_e=0,5L$

4.1.8. Cálculo do consumo de ar

É importante conhecer o consumo de ar da instalação, para podermos dimensionar o sistema de produção e para saber quais as despesas de energia, e neste caso em particular para ajudar a saber quanto podemos poupar.

Existem duas formas para expressar o consumo de ar de um cilindro ou de um sistema pneumático. A primeira é o consumo médio por hora, que se utiliza para calcular o custo da energia como parte do preço de custo do produto. A segunda forma é o consumo máximo do cilindro, que se usa para calcular o tamanho correto da válvula e do sistema de tratamento de ar.

Quando o êmbolo se encontra num dos pontos finais, o volume é igual a zero. Quando o cilindro realiza o avanço de um curso, entra dentro da sua câmara uma quantidade de ar capaz de encher a sua câmara até alcançar a pressão relativa de trabalho. Assim podemos concluir que o consumo de um cilindro é igual ao produto entre o volume de um cilindro e o valor da pressão absoluta.

O consumo de um cilindro pneumático, numa só manobra, é dado por:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} LP \quad (4.10)$$

Em que:

Q = Caudal [l/curso]

D = Diâmetro do cilindro [dm]

L = Curso do cilindro [dm]

P = Pressão absoluta [bar]

Se ao valor obtido por esta expressão adicionarmos mais uma manobra, obtemos o consumo de ar comprimido por ciclo de trabalho. Seguindo este raciocínio, se multiplicarmos o valor do consumo por ciclo pelo número de ciclos que ocorrem durante um minuto, obtemos o

valor do consumo por minuto, ou seja o número de litros por minuto.

Esta forma de cálculo dá-nos o caudal médio por unidade de tempo.

No entanto, na realidade este valor de caudal varia à medida que a haste do cilindro se vai movimentando e atinge um caudal máximo ou caudal de ponta no momento em que o cilindro atinge a velocidade máxima. Para dimensionar o tamanho da válvula que controla um cilindro temos de calcular esse caudal máximo, e assim podemos garantir que o caudal máximo da válvula é superior ao do cilindro.

Cálculo do caudal máximo de um cilindro:

$$Q_n = 1.41 \left(\frac{\pi D^2 v (P + 1,013) 60}{4 \cdot 10^6} \right) \quad (4.11)$$

Em que:

Q_n = Caudal máximo [l/min]

D = Diâmetro do cilindro [dm]

v = Velocidade do cilindro [mm/s]

P = Pressão de trabalho [bar]

4.1.9. Válvulas de controlo direcional

A válvula de controlo direcional determina a passagem do ar por entre as suas vias, abrindo, fechando ou mudando as suas ligações internas.

As válvulas definem-se em função do número de vias, número de posições, a sua posição em repouso (não ativada) e do seu método de ativação.

Em relação ao número de vias e de posições podemos ter válvulas 5/2, 3/2, 2/2, etc. O primeiro algarismo indica o número de vias enquanto o segundo se refere ao número de posições.

→ Simbologia

Para a simbologia dos elementos de alta pressão adotou-se a notação CETOP (Comissão Europeia de Transmissões Óleo Pneumáticas) por ser de uso quase geral. Esta simbologia lógica pode ser também utilizada em pneumática de baixa pressão e hidráulica, sendo também muito divulgada em eletrónica. Dos numerosos elementos existentes só estão representados na figura 4.34 os que são considerados mais úteis e por isso, mais utilizados, de forma a permitirem a compreensão dos circuitos.

Símbolo	Descrição	Símbolo	Descrição
	Válvula direccional de 2/2 vias, posição normal fechada		Válvula direccional de 4/2 vias
	Válvula direccional de 2/2 vias, posição normal aberta		Válvula direccional de 4/2 vias, posição neutra fechada
	Válvula direccional de 3/2 vias, posição normal fechada		Válvula direccional de 4/2 vias, posição de expulsão fechada
	Válvula direccional de 3/2 vias, posição normal aberta		Válvula direccional de 5/2 vias
	Válvula direccional de 3/3 vias, posição neutra fechada		Válvula direccional de 5/3 vias, posição central fechada

Figura 4.34 – Símbolos e descrição de vários tipos válvulas.

4.2. Instrumentação e controlo de Fluidos

A indústria de processo contínuo é outro dos destinos alvo dos produtos fabricados pela SMC. Apesar destes produtos serem igualmente de acionamento pneumático enquadram-se numa filosofia de trabalho completamente distinta. Enquanto um atuador pneumático trabalha com condição de aberto ou fechado, o mesmo já não se passa nos atuadores utilizados na indústria de processo que muitas vezes trabalham com condições de abertura percentual ou modulada.

Durante este período trabalhei as seguintes áreas de conhecimento:

Seleção de electroválvulas de fluidos - em função do fluido de trabalho têm que existir uma série de compatibilidades entre esse fluido e a membrana da válvula e o corpo da mesma. Existem tabelas próprias de cada fabricante onde constam as principais compatibilidades entre materiais do corpo, da membrana e o respetivo fluido e quando essa compatibilidade não está documentada terei de recorrer a uma consulta interna aos nossos especialistas de produto.

Seleção de caudal de válvulas e bombas de fluidos - neste caso temos de conhecer o fluido em questão, e para cada fluido existe um valor máximo de caudal que varia com a pressão de trabalho. Nos catálogos deste tipo de produtos consta um gráfico típico que relaciona a pressão de trabalho com o valor de caudal onde se pode fazer a respetiva seleção.

Projeto, seleção e afinação de sistemas de conjunto posicionador com atuador - Quando a abertura das válvulas de processo é feita de forma controlada, ou seja através de um sinal de entrada analógico, é muito frequente recorrer a um posicionador. Para afinar estes conjuntos compostos por atuador da válvula e posicionador, é necessário em primeira instância fazer

coincidir os dois pontos de partida e de chegada tanto da abertura da válvula como o sinal analógico de entrada do posicionador, a esta operação chama-se afinação do zero. Como a relação de abertura da válvula pode não coincidir com a relação de entrada de sinal no posicionador há a necessidade de fazer esta afinação que se chama de afinação do ganho. Estas duas variáveis estão relacionadas entre si e ao variarmos a primeira afetamos a segunda e vice-versa. Assim, o melhor método a seguir é em primeira instância afinar o ponto de origem dos dois equipamentos zero e depois o ganho, verificar se o zero aumentou ou diminuiu e afiná-lo novamente, depois afinar o ganho novamente de forma positiva se o zero aumentou ou de forma negativa se o zero diminuiu e assim sucessivamente até estar totalmente afinado. A seleção de um conjunto de válvula, atuador e posicionador requer em primeiro lugar selecionar a válvula adequada, a sua compatibilidade com o fluido a veicular, depois vem a seleção do atuador que é feito através da característica da válvula e da sua pressão de trabalho e por fim selecionamos o posicionador, que é um conjunto universal e adaptável através de vários “kits” existentes para esse fim.

Seleção de várias válvulas de função para aplicações de processo - Esta componente da instrumentação tem a ver com o conhecimento das várias soluções de válvulas de função e sua aplicabilidade a nível industrial. As válvulas de função estudadas são por exemplo, válvula de bloqueio, inversora de sinal, amplificadora de caudal, seletora de pressão entre outras.

4.3. Sistemas “Cad”

Durante o período de estágio em Espanha frequentei um curso de desenho assistido por computador mais concretamente de “Autocad”. Este era nesta altura o “software” utilizado pela empresa SMC para os projetos de sistemas de automatização. A versão trabalhada foi a do “Autocad 14” e o curso teve a duração de 24 horas e foi lecionado na Academia Azul na cidade de Vitoria em Espanha.

Entre o ano de 1996 e 2007 utilizei o “Autocad” com versões mais atualizadas para o desenho dos projetos que até então me cabia a mim realizar. A partir do ano de 2007 e com a criação da equipa dedicada ao desenho deixei de usar de forma assídua esta ferramenta de desenho, no entanto com a criação desta nova equipa também o “software” de desenho mudou e desde de 2007 que se usa o “Solidworks” como “software” oficial de desenho e eu obviamente uso para consulta e visualização.

4.4. Atuadores Elétricos

Uma das grandes tendências do mercado industrial dos últimos anos é a crescente aposta em sistemas flexíveis que de alguma forma se adaptam à constante mudança provocada pelos cada vez mais curtos tempos de vida dos produtos, nomeadamente na indústria das novas

tecnologias que acabam por afetar outros setores industriais, como o automóvel, por exemplo.

Um dos produtos de automatização com maior aumento de procura é o atuador elétrico.

Um atuador elétrico não é mais do que um motor elétrico que aciona através de uma transmissão mecânica a movimentação linear ou rotativa de uma haste ou carro. Existem diversos tipos de atuadores elétricos, cada um com a sua aplicabilidade específica, dependendo de vários fatores como por ex. a velocidade, aceleração, força, carga a transportar, número de pontos de paragem, precisão da paragem, posição de montagem etc.

Um atuador elétrico pode ser classificado por tipo de motor, transmissão, construção e por tipo de controlo. A tabela em baixo mostra-nos as várias combinações existentes que possibilitam a definição de um modelo específico de atuador elétrico:

Tabela 4.4 – Combinações das variações de atuadores elétricos

Tipo de Motor		Corrente continua	Passo a passo	Servomotor	Bobina móvel
Travão	sim	o	o	o	
	não	o	o	o	
Tipo de encoder	absoluto		o	o	
	incremental		o	o	o
	sem encoder	o	o		
Transmissão	Correia		o	o	
	Fuso	o	o	o	
	Bobine móvel				o
Driver	tabela de pontos		o	o	o
	impulsos		o	o	
Construção	haste linear	o	o	o	
	mesa linear	o	o	o	o
	rotativo		o		
	pinça		o		

Apresento alguns dos atuadores elétricos mais usados em termos de aplicações industriais:

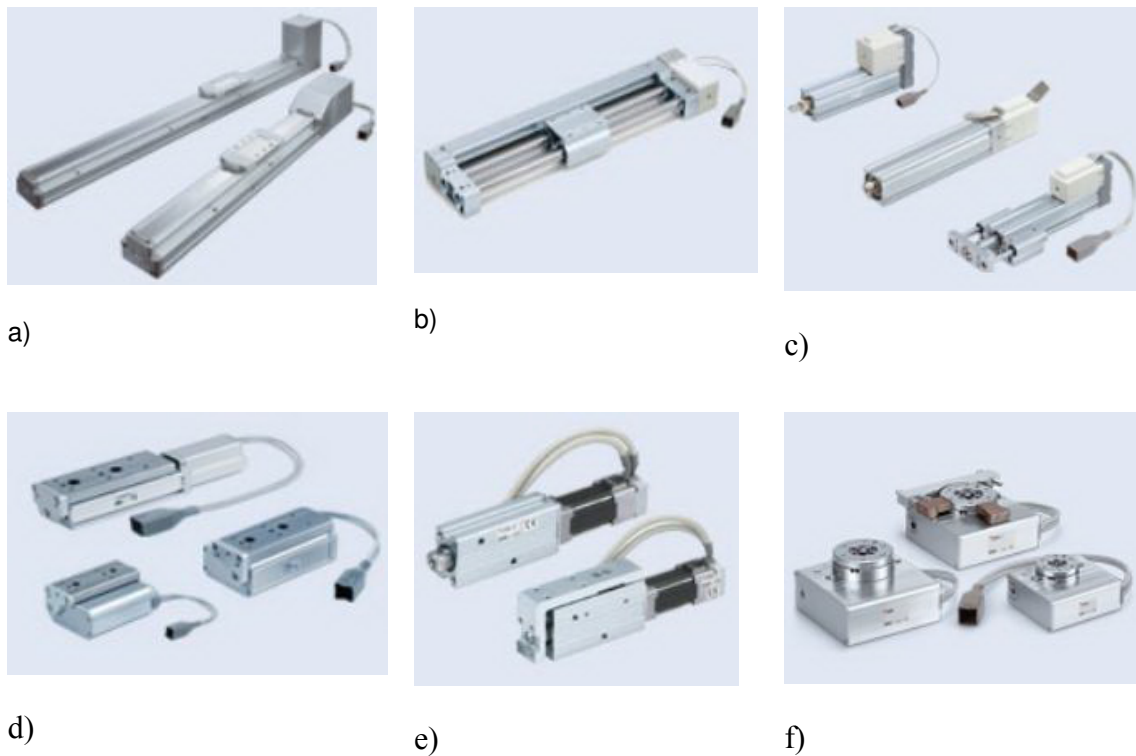


Figura 4.35 – Exemplos de atuadores elétricos

a)Atuador sem haste, b) Atuador de arraste magnético, c)Cilindro linear, d)Mesa linear, e)Cilindro compacto, f) Atuador rotativo.

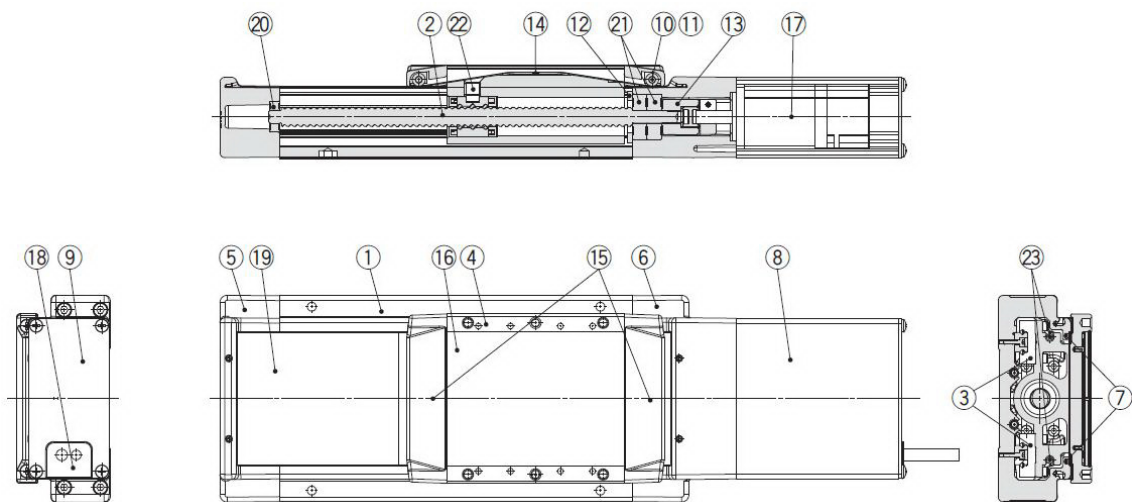


Figura 4.36 – Atuador elétrico tipo mesa linear de fuso.

Em relação às aplicações com atuadores elétricos entramos numa nova dimensão a nível de potencialidades relativamente às aplicações com atuadores pneumáticos. As principais vantagens dos atuadores elétricos são as seguintes:

- Poupança energética; os movimentos elétricos são acionados por motores elétricos de uma determinada potência que comparativamente com os consumos de atuadores pneumáticos equivalentes acabam por ser bastante mais económicos.

- Mais silenciosos; um dos benefícios em utilizar motores elétricos em vez de atuadores pneumáticos prende-se com a questão do ruído, é fácil entender que um atuador pneumático devido ao escape de ar comprimido produza ruídos elevados. Esse fenómeno não acontece nos acionamentos elétricos e acaba por ser um fator decisivo quando se pretende reduzir ou controlar a poluição sonora industrial.

- Possibilidade de atingir posições intermédias precisas; enquanto os atuadores pneumáticos apenas podem estar em duas posições, conseguir posições intermédias é possível utilizando uma válvula 5/3 mas sem grande precisão.

- Possibilidade de controlo da velocidade, aceleração e desaceleração; na tecnologia pneumática consegue-se controlar velocidade utilizando reguladores de caudal mas não se consegue controlar aceleração nem desaceleração.

- Flexibilidade em adaptar-se a outras aplicações; consegue-se configurar o atuador elétrico para fazer outro curso de trabalho, com outras condições dinâmicas que ele esteja dimensionado. Com um atuador pneumático temos um curso de trabalho fixo e sem possibilidade de mudança.

Em relação ao dimensionamento de um sistema com atuadores elétricos, temos vários passos pela frente. Inicia-se com uma análise da aplicação para decidir qual a série de atuadores elétricos que melhor encaixam na aplicação. O primeiro passo da seleção do atuador correto é identificar as condições de trabalho, peso a manipular, esforços externos existentes, tempo de ciclo, curso, orientação de montagem etc. O passo seguinte é verificar a velocidade aproximada através de um gráfico típico dos atuadores elétricos.

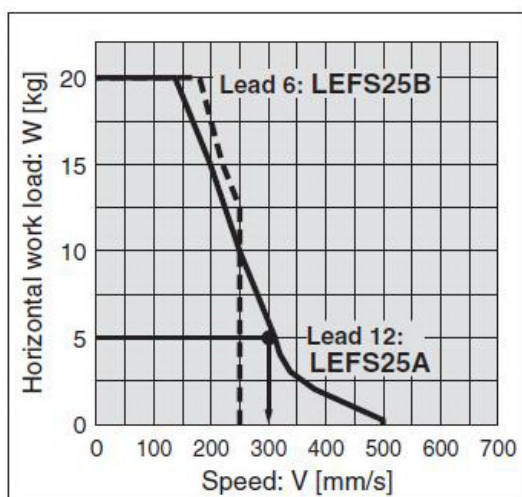


Figura 4.37 – Gráfico de seleção carga/velocidade.

O próximo passo é verificar o tempo de ciclo do atuador de acordo com os requisitos iniciais, que é composto da seguinte forma:

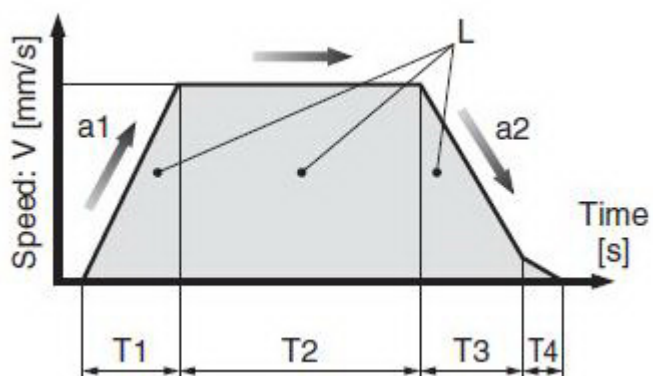


Figura 4.38 – Composição da velocidade e aceleração.

Em que:

L : Curso [mm]

V : Velocidade [mm/s]

a_1 : Aceleração [mm/s^2]

a_2 : Desaceleração [mm/s^2]

T_1 : Tempo de aceleração [s]

T_2 : Tempo de velocidade constante [s]

T_3 : Tempo de desaceleração [s]

T_4 : Tempo de estabilização [s]

O tempo de ciclo corresponde à seguinte expressão:

$$T = T1 + T2 + T3 + T4 \quad (4.13)$$

Em que:

$$T1 = \frac{\Delta v}{a1} [s]$$

$$T2 = \frac{L - 0,5v(T1 + T3)}{v} [s]$$

$$T3 = \frac{\Delta v}{a2} [s]$$

$T4 = 0,2 [s]$ Considera-se 0,2s como referência.

$v =$ Velocidade [mm/s]

Por último analisam-se os momentos admissíveis tendo em conta o peso da carga, a geometria e a localização do centro de massas em relação ao centro do carro do atuador.

Existem três gráficos, um para cada tipo de momento admissível, momento torsor, fletor e fletor transverso, na figura 4.39 podemos ver um exemplo de um destes tipos de gráfico, neste caso para o momento fletor.

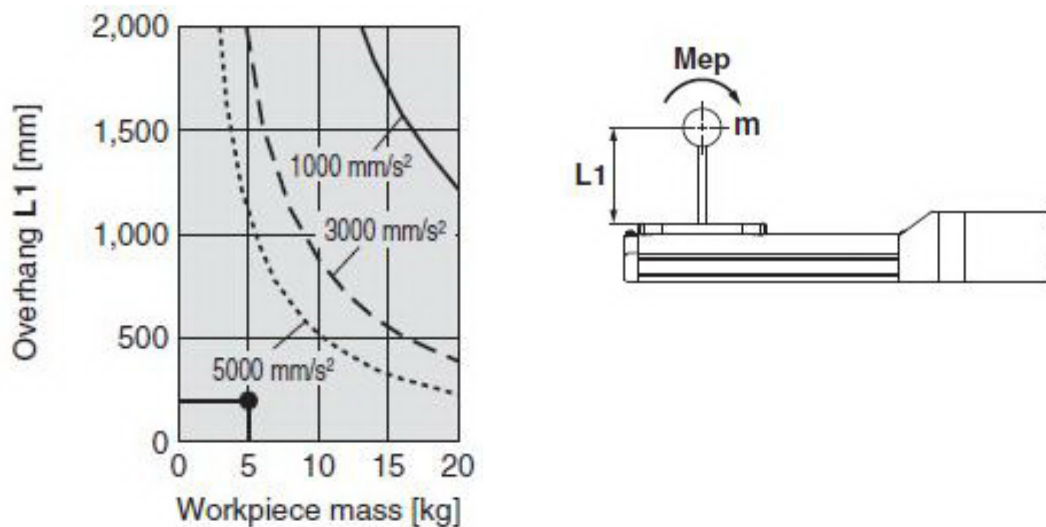
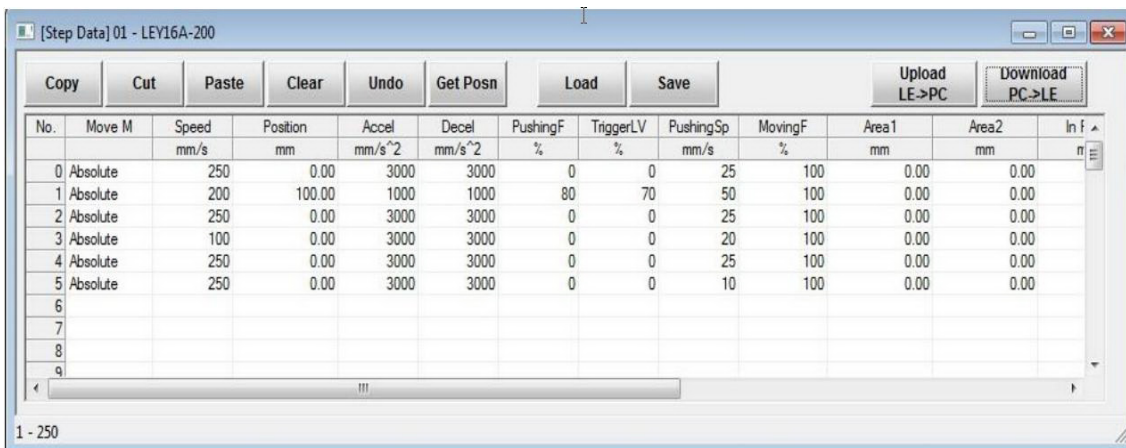


Figura 4.39 - Gráfico momento Mep(fletor) em função da massa da carga.

Com este procedimento de seleção é possível dimensionar mecanicamente um atuador elétrico neste caso desta série específica. Existe um “software” que nos permite selecionar o modelo correto de uma maneira mais simplificada. Trata-se do “Electric Actuator Software” que

permite inclusive criar um gráfico personalizado para cada aplicação específica.

Depois de selecionado o modelo há que programar a sequência de trabalho desejada. Existe um “software” de programação onde poderemos carregar todos os pontos de paragem, velocidade, aceleração, desaceleração, força, saídas de sinal entre paragens, etc. Apresento uma imagem de uma janela do “ACTcontroller software”, com a figura 4.40.



The screenshot shows a software window titled "[Step Data] 01 - LEY16A-200". It features a menu bar with options: Copy, Cut, Paste, Clear, Undo, Get Posn, Load, Save, Upload LE->PC, and Download PC->LE. Below the menu is a table with the following data:

No.	Move M	Speed mm/s	Position mm	Accel mm/s ²	Decel mm/s ²	PushingF %	TriggerLV %	PushingSp mm/s	MovingF %	Area1 mm	Area2 mm	In f
0	Absolute	250	0.00	3000	3000	0	0	25	100	0.00	0.00	n
1	Absolute	200	100.00	1000	1000	80	70	50	100	0.00	0.00	
2	Absolute	250	0.00	3000	3000	0	0	25	100	0.00	0.00	
3	Absolute	100	0.00	3000	3000	0	0	20	100	0.00	0.00	
4	Absolute	250	0.00	3000	3000	0	0	25	100	0.00	0.00	
5	Absolute	250	0.00	3000	3000	0	0	10	100	0.00	0.00	
6												
7												
8												
9												

Figura 4.40 – Janela de parametrização do “ACTcontroller software”.

Depois de a tabela estar programada, deve-se guardar o programa no driver e o atuador está pronto a ser acionado por um PLC. Pode-se fazer um teste executando os pontos da tabela diretamente do PC em modo de monitorização.

Este método de seleção mostrado refere-se apenas a uma série de atuadores elétricos com motor passo a passo, para outras séries distintas e nomeadamente com motores de outros tipos como servomotores por exemplo, o procedimento de seleção é diferente.

Dada a quantidade de informação e conceitos teóricos que sustentam esta tecnologia é praticamente impossível dar neste trabalho uma abrangência detalhada desta área tecnológica.

Para mais detalhes, incluo no Anexo-I informação técnica detalhada de uma série específica de atuadores elétricos da SMC, onde consta o método de seleção e todas as especificações técnicas.

4.5. “Energy Saving”

O ar comprimido é um fluido de utilização quase generalizada em todo o universo das empresas industriais, em operações tão variadas como o controlo e a instrumentação, acionamentos pneumáticos, sopros, limpezas, etc.; muito embora se trate duma forma cómoda e segura de “transmitir” energia a um processo, o seu custo é normalmente mais elevado do que a utilização direta de energia elétrica ou hidráulica.

A produção de ar comprimido é normalmente assegurada por compressores elétricos, do

tipo alternativo (pistão) ou rotativo (parafuso, palhetas, etc.), com potências que podem ir, desde a unidade, até várias dezenas de quilowatts. É frequente encontrarem-se instalações, em que o consumo elétrico dos compressores de ar, representa mais de 20% do consumo global de eletricidade.

Face aos elevados custos energéticos deste fluido, a sua utilização racional deverá constituir uma preocupação dos técnicos das empresas, manifestada através do acompanhamento regular, quer das condições em que o mesmo é produzido, quer da forma como ocorre a sua distribuição e utilização nos equipamentos.

Hoje em dia, devido ao estado cada vez menos saudável em que se encontra o nosso planeta é usual que a nível industrial se comece a dar mais atenção a assuntos como o tratado de Quioto, aquecimento global, normas ISO 14000, etc.

Seguindo esta linha de pensamento temos de tornar compatíveis expressões como “aumento da produtividade”, “diminuição da poluição” e também, porque não, “inovação”? É neste sentido que surge o departamento de “energy saving”.

O objetivo deste projeto é demonstrar que através de conhecimentos adquiridos e aplicando técnicas e soluções de engenharia industrial pode-se conseguir uma otimização do sistema pneumático de uma empresa tornando-a mais competitiva e permitindo uma redução dos seus níveis de poluição.

As características dos compressores, em conjunto com as horas de funcionamento e o preço do kW/h vai-nos permitir determinar o custo energético de cada metro cúbico de ar que utilizamos na fábrica.

É importante realçar que este custo é unicamente devido ao consumo elétrico dos compressores, sem entrar em linha de conta com outro tipo de custos indiretos, como por exemplo, custos associados a paragens produtivas.

Basicamente, o custo total do ar comprimido inclui o custo da instalação e a sua amortização, o custo de manutenção do compressor e as suas instalações e o custo energético da eletricidade que se consome na produção.

Para obter uma instalação de ar comprimido mais eficiente energeticamente, consideram-se duas frentes de ação muito diferenciadas, mas ao mesmo tempo inter-relacionadas.

a) Poupança na Produção:

Garantindo o fornecimento de caudal e pressão necessários aos vários processos da fábrica, desenvolvemos ações de maneira a que se otimizem os consumos energéticos de potência nos motores dos compressores.

b) Poupança na Utilização:

Este é o principal objetivo de estudo, no qual se realizam uma série de indicações e propostas de melhoria, com o objetivo de otimizar ao máximo o consumo de ar comprimido do processo produtivo da fábrica. Só quando estivermos convencidos de que já não estamos a “desperdiçar” uma parte do ar que produzimos, faz sentido entrar na otimização energética da produção de ar comprimido (Compressores).

Para buscar a otimizar a utilização do ar comprimido, trabalhamos com quatro estratégias básicas que são a pressão, a sectorização, a monitorização e a qualidade do ar.

4.5.1. Pressão

A pressão é a uma forma de acumular energia no fluido. A energia que se consome no compressor é utilizada na elevação da pressão do ar, e esta pressão é a que mais tarde poderemos converter em trabalho.

Quando se realiza um trabalho a uma pressão maior do que a necessária, estamos a consumir alguma energia de que não necessitamos (mas que foi paga), e que já não se poderá utilizar noutro trabalho produtivo.

Este é o motivo pelo qual devemos trabalhar sempre à mínima pressão necessária.

Se trabalharmos a menor pressão, consumimos menos litros de ar (por cada unidade de bar a menos obtemos uma redução de 12% no consumo energético), e isso já é uma primeira poupança, mas além disso, se conseguimos que a pressão necessária na nossa rede de distribuição seja menor, obteremos uma segunda poupança, já que o compressor terá que alcançar uma pressão menor, e por isso consumirá menos energia (aproximadamente 7% menos por cada bar de pressão).

Por isso, um primeiro aspeto é comprovar se um determinado trabalho se pode realizar com uma pressão menor.

4.5.2. Setorização

Setorizar significa dividir. Na poupança energética em ar comprimido a setorização desenvolve-se em 2 ações:

- Setorizar por pressões, toda a Fábrica, linha ou máquina.
- Setorizar a fuga em momentos não produtivos.

A setorização por pressões baseia-se em dar a cada elemento a pressão mínima de atuação. A maioria das máquinas dispõem de pressões gerais. Atendendo que a cada 1 bar de

redução corresponde uma diminuição de consumo de 12%, as possibilidades de poupança são elevadas.

A sectorização de fugas em momentos não produtivos está baseada no corte do fornecimento de ar a uma instalação quando esta não está a produzir.

4.5.3. Monitorização

A monitorização do consumo de ar é muito importante em diferentes pontos de vista.

Em qualquer processo de otimização – melhoria, é necessário conhecer a situação atual, e poder compará-la de forma objetiva com as situações conseguidas depois de diferentes atuações.

Esta é a única maneira de poder quantificar a conveniência ou não de certas intervenções.

Com uma correta monitorização podemos conhecer o consumo de ar por horas de produção, e assim avaliar o grau de poupança conseguido.

Além disso, a monitorização permite-nos outro tipo de análise muito importante, como o diagnóstico de novos consumos ou consumos anómalos.

As fugas vão aparecendo com o passar do tempo, e uma correta monitorização permite-nos identifica-las e dessa forma corrigi-las, evitando consumos desnecessários.

Uma última possibilidade que a monitorização permite é a imputação muito mais precisa dos custos de fabricação nos pontos onde realmente se consome, assim como um conhecimento real do consumo de ar em cada processo.

4.5.4. Qualidade do ar

Um ar em más condições é uma fonte de desperdício por vários motivos:

- O surgimento de partículas, água, etc., provoca avarias e mau funcionamento dos elementos.

- Uma má conservação dos filtros provoca consideráveis perdas de pressão, com o conseqüente custo energético. É muito importante manter uma correta manutenção dos filtros a fim de reduzir as referidas quedas de pressão.

Incluo no Anexo-II o relatório de uma auditoria energética efetuada, para complementar a informação aqui deixada.

4.6. Eletricidade Estática

Ao nível da indústria existem diversas aplicações e problemas que podem ser resolvidos com um determinado grau de dificuldade, no entanto alguns destes problemas devido ao desconhecimento geral das pessoas em algumas áreas da tecnologia persistem ao longo do tempo e as suas resoluções tardam em aparecer. Os problemas relacionados com a eletricidade estática são um exemplo deste tipo de situações. Normalmente quando surge um problema desta natureza, não se sabe muito bem o que fazer nem a quem recorrer, em primeiro lugar é preciso identificar o problema como sendo de eletricidade estática, o que nem sempre é fácil, e depois encontrar soluções o que mais uma vez se torna complicado. A SMC trabalha praticamente todos os setores industriais e através dos técnicos e engenheiros que contactam com a indústria, apercebeu-se desta lacuna no mercado e desenvolveu uma gama de produtos específicos para esta área. Como no mercado o acesso não era fácil a este tipo de produtos e muitas vezes as soluções existentes nem eram completas, a SMC desenvolveu uma gama com várias soluções de ionizadores e com a sensórica associada para conseguir uma solução completa.

Tal como o nome indica os problemas relacionados com a eletricidade estática provêm de materiais maus condutores eletricamente que num determinado momento do seu processo de fabrico acumulam carga elétrica, provocando depois reações não desejadas em momentos não controlados.

Para que se entenda melhor este fenómeno apresento em seguida algumas considerações sobre este assunto.

Todos os objetos no seu estado natural, possuem capacidade de gerar eletricidade estática. Eles podem ser do mesmo material ou de materiais diferentes, e podem estar no estado sólido, líquido ou gasoso. Um relâmpago, por exemplo, é um tipo de eletricidade estática gerada pelo atrito entre as partículas de vapor congeladas numa nuvem. Quando um gás ou líquido flui através de um tubo ou mangueira, também produz eletricidade estática. Tal eletricidade pode causar uma série de problemas em todos os setores industriais, como uma explosão quando o interior de um tanque está a ser limpo, menor eficiência em processos de produção, ou a corrupção de dispositivos semicondutores. Então, qual é a causa da geração de eletricidade estática? A figura 4.41 mostra este efeito.

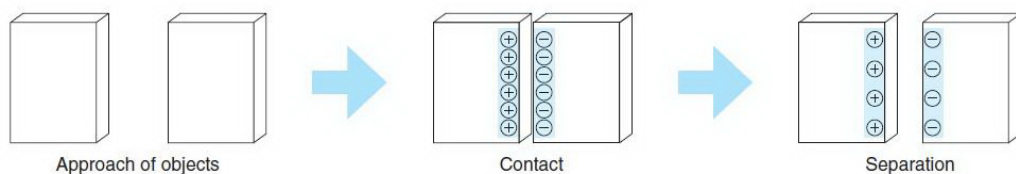


Figura 4.41 – Mecanismo de geração de eletricidade estática.

- Carregamento por contacto

Cada objeto é uma combinação de átomos. Um átomo tem um núcleo que consiste em elétrons de carga negativa e de prótons carregados positivamente. Sob condições normais, o número de elétrons e os prótons são os mesmos num átomo, mantendo um estado estável eletricamente neutro (0 V). O carregamento por contacto é um fenômeno em que dois objetos se aproximam, fazem contato, e tornam-se carregados positivamente ou negativamente. Por outras palavras, os elétrons nos átomos começam a mover-se devido ao contato. Quando os elétrons negativos se soltam de um objeto, o objeto torna-se carregado positivamente. Estes elétrons movem-se para outro objeto, e esse objeto torna-se carregado negativamente. É deste modo que a eletricidade estática é gerada. Durante este período, os elétrons movem-se de um objeto em que se encontram fracamente ligados para um objeto no qual estão fortemente ligados, resultando na separação de cargas elétricas ao longo da zona de contacto, como mostrado na figura 4.41.

Não existe qualquer definição absoluta do mecanismo do movimento dos elétrons, e considera-se que se um objeto se torna carregado positivamente ou negativamente depende da prioridade de energia entre os dois objetos em contato.

- Geração de eletricidade estática em situações da vida real.

A eletricidade estática é gerada por vários fenômenos tais como o atrito entre uma película e um rolo de enrolamento, a separação de uma fita adesiva, a deformação ou a quebra dos objetos ou partículas carregadas. Como mostrado na figura 4.41, a eletricidade estática é gerada em muitos locais de vários processos em instalações industriais, e as principais causas devem-se à repetida fricção entre objetos e à separação rápida de dois objetos em equilíbrio.

O contato entre objetos do mesmo material não gera choques elétricos. No entanto, os objetos do mesmo material poderão estar carregados pelo atrito se eles são diferentes no tamanho, ou se as suas características superficiais são diferentes (por exemplo áspera e suave). Isto é chamado de atrito assimétrico. Um exemplo de atrito assimétrico é o fenômeno em que as partículas de gelo de diferentes tamanhos numa nuvem geram uma descarga eletrostática, ou relâmpago, por fricção.

Principais fatores na geração de eletricidade estática

1. Quando os objetos produzem atrito

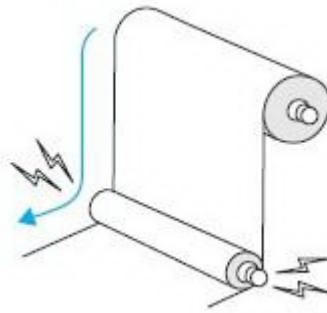


Figura 4.42-Ganho de eletricidade estática num enrolador

2. Quando objetos em contato são separados.

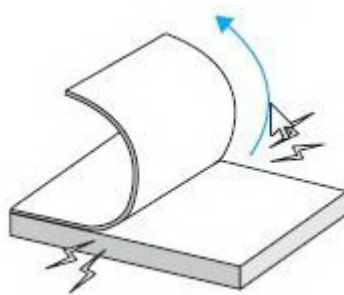


Figura 4.43-Ganho de eletricidade estática na separação.

3. Quando o gás ou o líquido flui através de um tubo ou mangueira

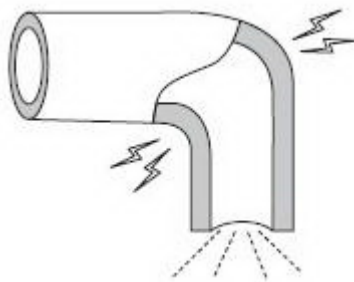


Figura 4.44-Ganho de eletricidade estática em tubagem.

Em instalações industriais, o atrito e separação podem ocorrer repetidamente numa vasta gama de situações que são absolutamente inimagináveis na rotina diária. Como resultado, grandes quantidades de eletricidade estática são gerados nos processos descritos acima.

Em relação aos produtos utilizados para equilíbrio da eletricidade estática, apresento em seguida as principais soluções.

Em termos de equipamentos para o equilíbrio da eletricidade estática, temos os

ionizadores, que podem ter ar comprimido para deslocar os iões até às peças ou podem simplesmente estar equipados com um ventilador para esse efeito. Existem modelos tipo barra, desenvolvidos para aplicações em tapetes, rolos e filmes de plástico para embalagem industrial e modelos unitários para aplicações mais localizadas e individualizadas, na figura 4.45 estão imagens dos três modelos mais utilizados.



Figura 4.45- Ionizadores tipo barra, unitário e com ventilação

As diferenças entre eles são as seguintes, o modelo tipo barra tem vários bicos de ionização e aplica-se essencialmente em zonas com dimensões de 300mm até 2000mm e tem a possibilidade de trabalhar com ar comprimido para um alcance até distâncias de 2 metros ou sem ar comprimido para atuar próximo da peça a ionizar, tem também a opção de trabalhar com ou sem sensores. Em caso de trabalhar com sensor, o tempo de resposta de eliminação de eletricidade estática diminui. O modelo unitário trabalha só com um bico de ionização, necessita sempre de ar comprimido e aplica-se em zonas de áreas reduzidas. Por fim o modelo com ventilação utiliza-se quando não é possível utilizar ar comprimido e em zonas de área reduzida.



Figura 4.46- Sensor, monitor e medidor portátil de eletricidade estática

Para além dos ionizadores existem outros produtos periféricos que são de importância vital em projetos desta natureza. Os vários sensores podem trabalhar em conjunto com o modelo tipo barra, isolados ou em conjunto com o monitor e basicamente permitem-nos saber

a carga estática de uma zona ou de uma peça. O medidor portátil é quase obrigatório para identificar as cargas estáticas das zonas a trabalhar e abrem caminho para a solução.

No Anexo-III inclui informação sobre os produtos utilizados para solucionar problemas de eletricidade estática.

4.7. Controlo de Temperatura

Desde o lançamento de produtos como os “chillers” em 2009, passei a trabalhar na seleção e dimensionamento destes equipamentos em aplicações de controlo de temperatura.

De uma forma resumida, um controlador de temperatura é uma máquina através da qual circula um líquido, que é enviado em circuito fechado desde o controlador até à máquina que se pretende aquecer ou arrefecer a uma temperatura pré-ajustada. Durante o processo de trabalho essa máquina aquece ou arrefece o fluido e como está em circuito fechado esse fluido retorna ao controlador onde se vai aquecer ou arrefecer novamente até à temperatura objetivo. A finalidade de um “chiller” é enviar o fluido a uma temperatura controlada e constante até à máquina ou processo com o objetivo de controlar a temperatura.

Na figura 4.47 temos um esquema representativo do circuito efetuado pelo fluido recirculante desde o “chiller” até à máquina. As temperaturas de entrada e de saída na máquina representadas respetivamente por T1 e T2, a pressão [P] e o caudal [F] são os parâmetros que necessitamos para calcular a capacidade de refrigeração do “chiller”.

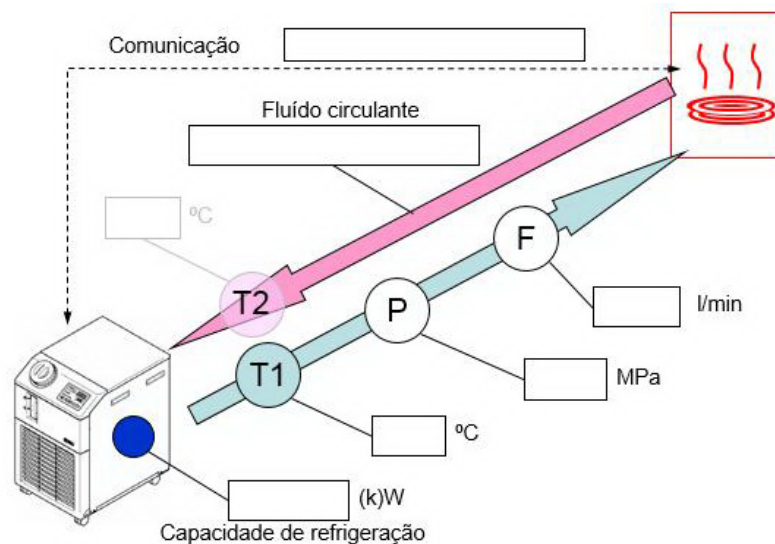


Figura 4.47- Parâmetros que definem um chiller

Cálculo da capacidade de refrigeração:

$$Q(W) = \frac{\Delta T(F \cdot \rho) C_e}{60} \quad (4.12)$$

Onde:

$$\Delta T = (T_2 - T_1) \text{ [}^\circ\text{C]}$$

F = Caudal do fluido recirculante [l/min]

ρ = Densidade do fluido recirculante a T1 [Kg/m³]

C_e = Calor específico do fluido a T1 [Kj/KgK]

Para se poder seleccionar um “chiller” temos de saber qual a sua capacidade de refrigeração, que pode ser calculada usando a expressão (4.12).

Existem várias opções nos “chillers” nomeadamente ao nível do controlo e da comunicação. As potências de refrigeração são muito variáveis e podem ir de 1 KW até os 25 KW.

Nas figuras 4.48 e 4.49 apresentam-se respetivamente duas situações onde é vantajoso usar “chillers”, e alguns exemplos de aplicações com “chillers”.

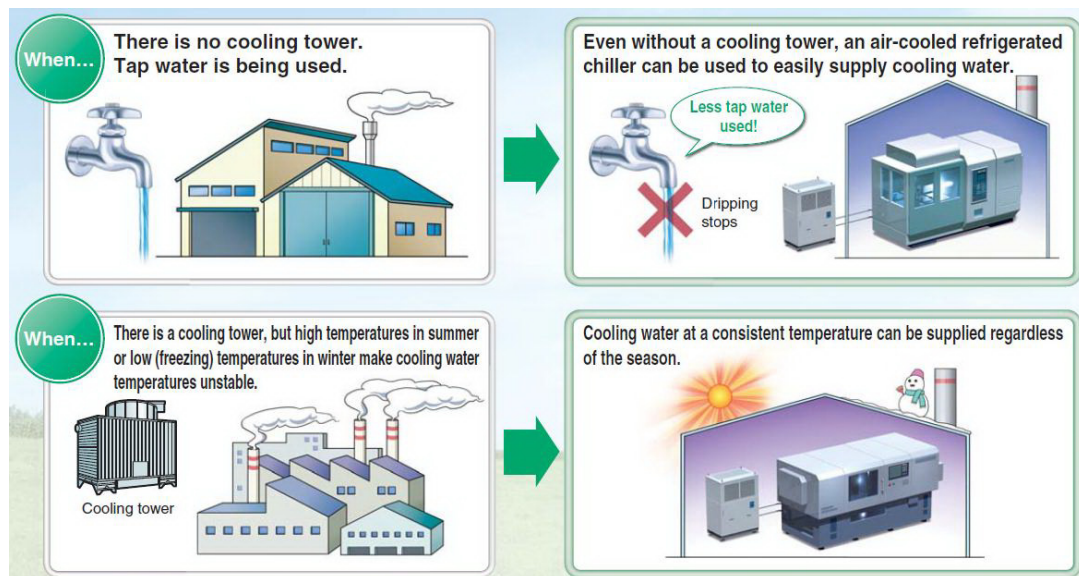


Figura 4.48-Situações típicas para utilização de “chillers”.

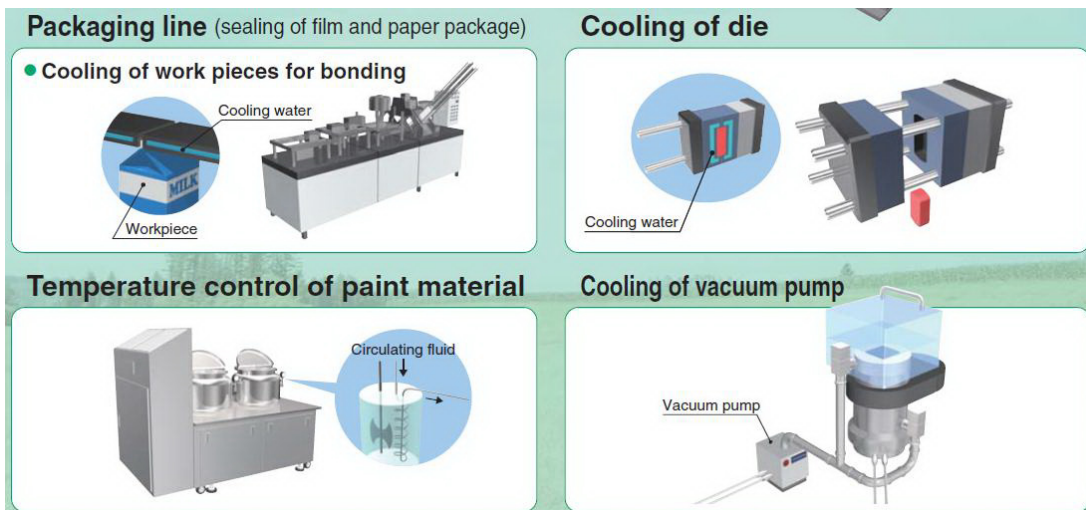


Figura 4.49-Algumas aplicações industriais de “chillers”.

4.8. Segurança em Máquinas

No âmbito da nova normativa máquinas (EN ISO 13849-1 dentro da diretiva 2006/42/CE) que entrou em vigor a partir de janeiro de 2012, que substitui a norma EN 954-1, que é aplicável a novas máquinas e modificações de máquinas existentes.

Para quantificar os riscos e selecionar uma determinada arquitetura do sistema de controlo baseamo-nos no termo “Nível de prestação” ou “PL-Performance level”.

O sistema ou arquitetura de controlo que selecionamos classifica-se em cinco categorias dependendo do seu funcionamento. O objetivo é que o PL conseguido seja superior ao requerido.

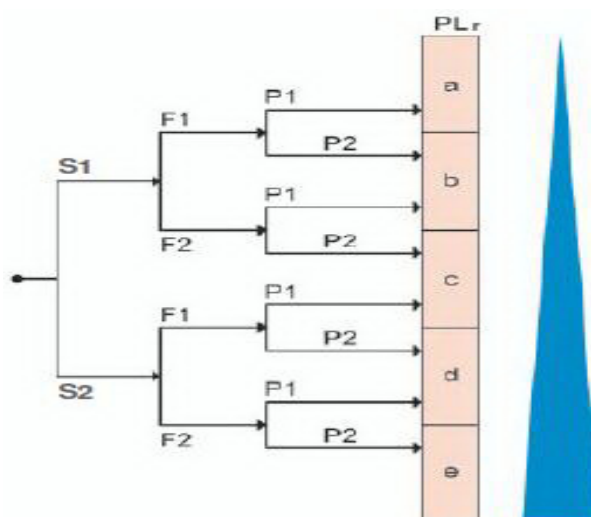


Figura 4.50-Quadro de possíveis níveis de desempenho (PL).

O S1 e S2 definem a gravidade da lesão (S1-leve, S2-séria);

O F1e F2 definem a frequência de exposição (F1- não frequente, F2- frequente);

O P1 e P2 definem a possibilidade de evitar o risco (P1-raramente possível, P2-possível);

O objetivo é chegar a um PLr¹ (“performance level” requerido) determinado sendo que um PLRa tem menor risco associado do que um PLRe.

As máquinas que tenham tecnologia pneumática, atuadores elétricos ou até algum acionamento hidráulico podem ser afetadas por esta normativa. Neste caso, sendo a SMC fornecedor destes sistemas, quando os componentes são fornecidos a integradores de soluções de automação mesmo que não tenhamos participação direta no projeto, entendemos que esta informação deve ser partilhada. Em relação a este assunto temos informado os nossos clientes através de seminários técnicos de forma que os fabricantes de máquinas se adaptem rapidamente a este novo conceito da norma para poderem enfrentar o mercado de forma segura.

No Anexo-IV deste relatório inclui informação com o objetivo de ser um complemento a este tema.

4.9. Qualidade

A empresa SMC está certificada com a normativa ISO9000, tanto ao nível da sede como das delegações, no caso da delegação de Lisboa estamos abrangidos pelos procedimentos e registos ao nível da criação e gestão de projetos. Entre os anos de 1996 e 2007 fui o responsável de qualidade na delegação de Lisboa. A partir de 2007 com a passagem do desenho para a equipa em Espanha, já referida anteriormente no ponto 2.4, toda a gestão dos arquivos relativos a projeto passou a estar na sede da SMC em Espanha.

No referido período cabia-me cumprir e fazer cumprir todos os procedimentos de qualidade e acompanhar os auditores externos nas auditorias realizadas anualmente.

Os procedimentos de qualidade estavam documentados por registos constantes no manual de qualidade, que se distribuíam pelas várias funções na empresa da seguinte forma:

¹ PLr – “performance level” requerido.

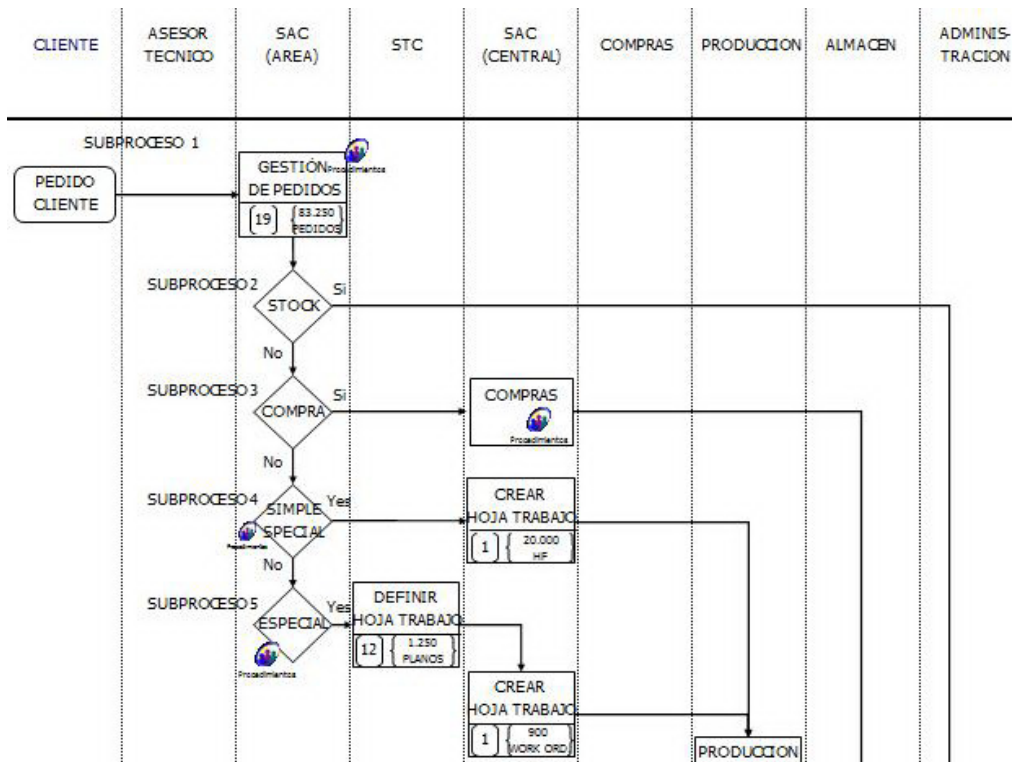


Figura 4.51-Flujo de procedimientos desde o pedido até à produção.

No Anexo-V está incluído o manual de qualidade da SMC, para dar alguma informação adicional que seja de interesse no âmbito deste assunto.

Capítulo 5– Exemplos de projetos

Neste capítulo apresentam-se alguns projetos realizados como forma de mostrar o tipo de trabalho desenvolvido. A escolha desta amostra de sete projetos tem como objetivo dar uma ideia dos projetos típicos da minha atividade profissional e sua aplicabilidade nos respetivos setores industriais, mostrando os benefícios para os processos produtivos de cada um deles.

Para mais informação sobre cada projeto, incluí no Anexo-VI documentação pormenorizada sobre estes trabalhos.

5.1. “Junction Boxes” para indústria Papeleira

Trata-se de um projeto de fornecimento dos quadros electropneumáticos de comando mais conhecidos por “junction boxes “ para a uma fábrica de produção de papel.

O projeto consistiu no desenvolvimento de uma solução nova de “junction box”, ou seja uma caixa onde se centraliza o controlo dos equipamentos de automatização exteriores de apoio a uma determinada área. Todos os sinais de entradas e saídas analógicas e digitais provêm desta caixa que comunica com o processo através de uma rede de profibus².

Este projeto iniciou-se 4 anos antes da implementação da nova fábrica de papel em 2009, com uma série de reuniões e apresentações da solução da SMC para este tipo de equipamento.

Durante estes 4 anos existiram uma série de avanços e recuos que fizeram com que apenas a poucos meses antes da obra se iniciar houvesse uma decisão favorável.

Em Dezembro de 2008 começou-se a desenhar estas “Junction Boxes” de acordo com os requisitos do cliente e com as inovações que propusemos.

No início do ano de 2009 houve a necessidade de me deslocar à Finlândia, e à empresa de projeto, onde se decidiam os pontos relativos ao projeto geral de toda a nova fábrica e a aprovação quer da disposição quer do tipo de materiais que iriam equipar estes quadros. Durante 3 dias discuti com os projetistas desta empresa a melhor solução para a realização deste projeto. No final conseguimos convencê-los das mais-valias da nossa solução e o projeto teve o seguimento devido.

² PROFIBUS (“Process Field Bus”) é um padrão para a comunicação de “bus” de campo em tecnologia de automação e foi promovido pela primeira vez em 1989 pelo BMBF (departamento alemão de Educação e Pesquisa) e então usado pela Siemens.

Nas figuras 5.1,5.2 e 5.3, pode-se ver as disposições dos três modelos desenvolvidos, com proteção IP55 e pressurizados internamente para que não haja entrada de partículas como poeiras e outras sujidades para o quadro.

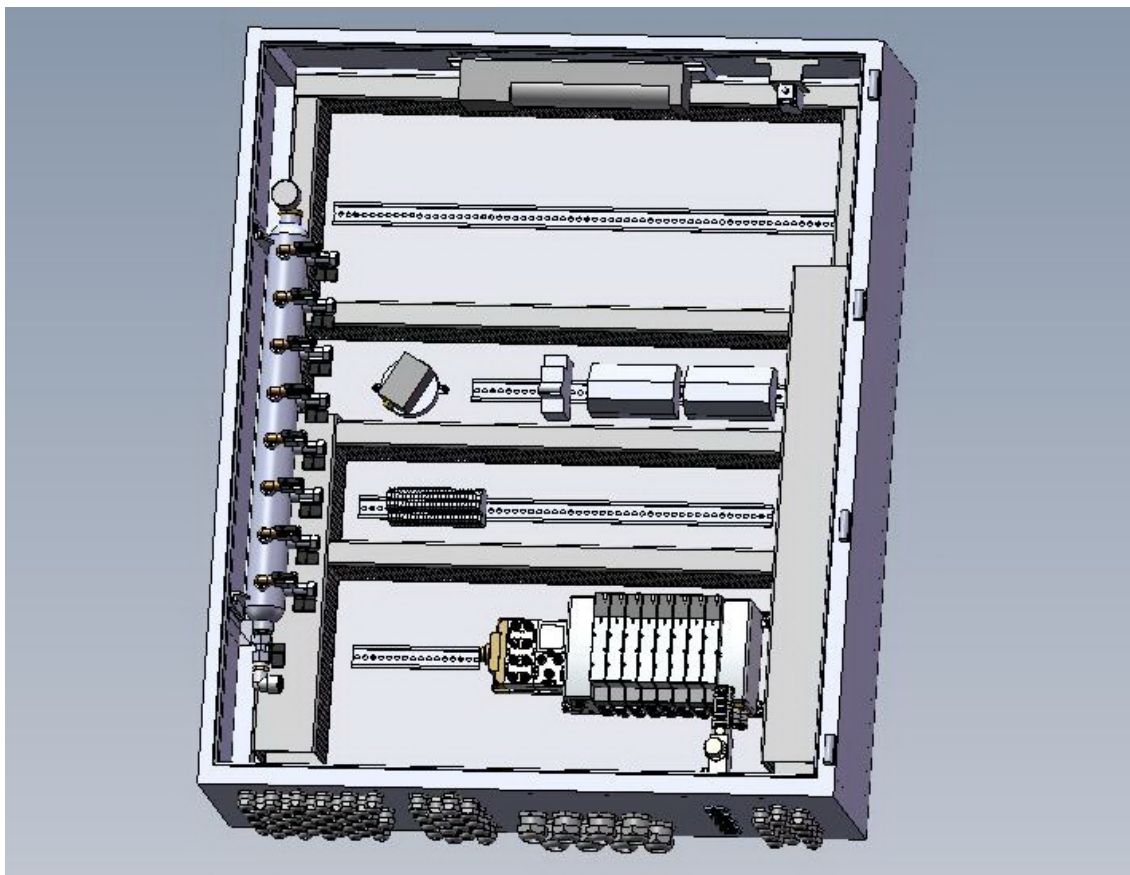


Figura 5.1-Quadro 16 entradas.



Figura 5.2-Quadro de 32 entradas.

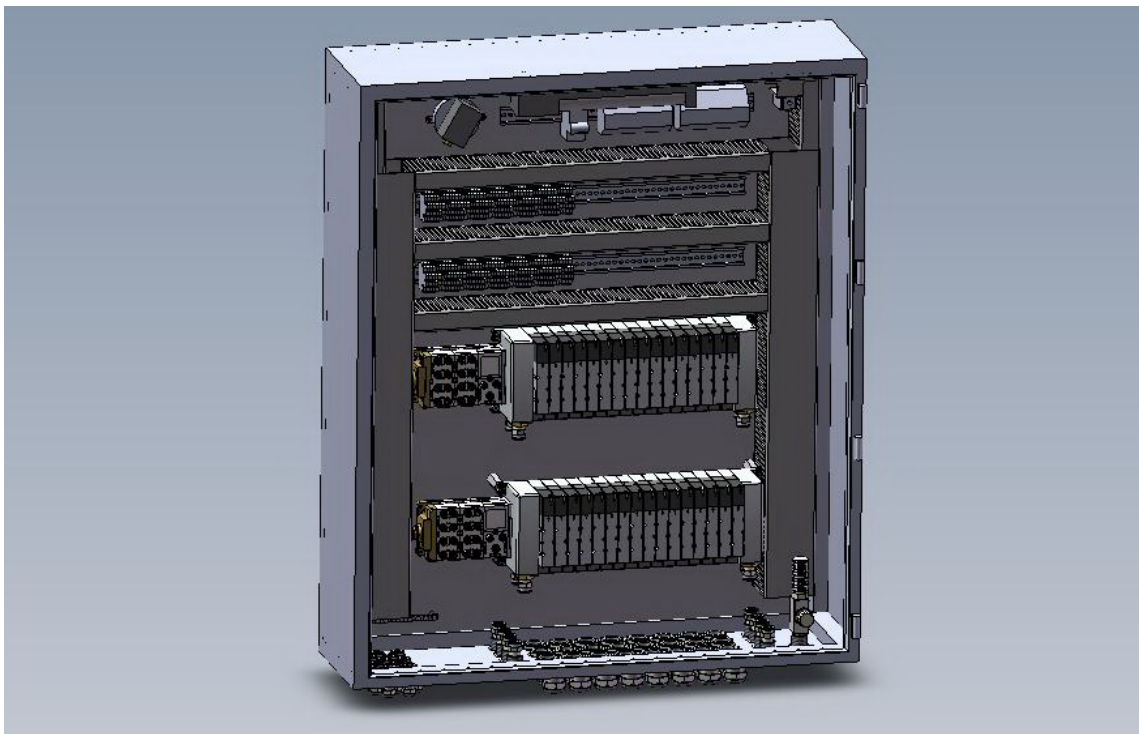


Figura 5.3-Quadro de 64 entradas.

Os três modelos abarcam todas as especificidades da fábrica em questão em termos da quantidade de sinais, que poderia variar entre 16, 32 ou 64 entradas disponíveis. No total foram fornecidos 60 quadros dos vários tipos.

Os benefícios desta solução são a utilização de uma solução compacta e fiável com electroválvulas de vedação metal-metal que garantem um tempo de vida superior a 200 milhões de ciclos, fácil acesso para manutenção (deixando espaços específico para este fim), instalação de placas de corte intermédio de pressão para que em caso de intervenção para troca de electroválvulas ou de algum atuador, não seja necessário a despressurização de todo o quadro e comunicação em “profibus” com recolha de todos os sinais periféricos diretamente no bloco de electroválvulas.

5.2. Automatização de uma prensa para o sector automóvel

O Problema existente era o ajuste dos batentes quando era necessário mudar o tipo de produto (chapas de várias dimensões). Em concreto sempre que mudava o tipo de chapa a fabricar era necessário uma paragem para afinação dos batentes e do sensor de metal. Esta operação demorava entre 10 a 20 minutos uma vez que obrigava a uma paragem de intervenção interna com a segurança garantida para os operadores intervenientes. O espaço era também um problema devido a ser bastante restringido.

A solução passou por desenvolver conjuntos constituídos por 2 cilindros batentes especiais. Estes cilindros batentes passam a ter movimentação através de atuadores elétricos. Para estes atuadores poderem suportar o impacto no momento da paragem das chapas, houve a necessidade de guiar todo o conjunto e instalar travões pneumáticos para assegurar a posição de paragem no momento do choque com as chapas. Para o posicionamento do sensor, utilizou-se um outro atuador elétrico com uma mesa linear pneumática para ajuste da posição do detetor de metais.

Como benefícios conseguiu-se que o ajuste dos batentes e do sensor passasse a ser automático, o que fez reduzir o tempo de mudança de chapa para cerca de 2 minutos.

O controlo dos atuadores passou a ser feito externamente a partir de um PLC, tornando desnecessário o acesso ao interior da prensa.

Na figura 5.4 estão indicados os principais componentes desta aplicação.

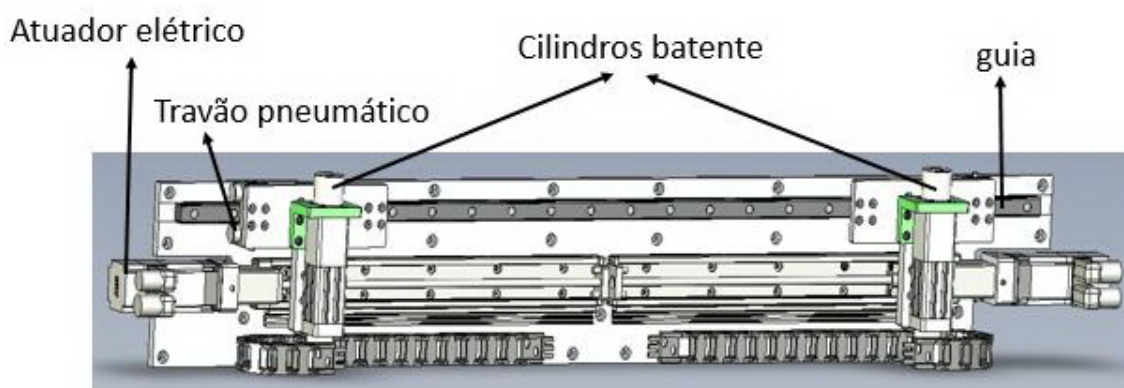


Figura 5.4-Sistema de ajuste automático de batentes.

5.3. Auditoria energética em fábrica de componentes elétricos

Em janeiro de 2010 realizou-se uma auditoria de 3 dias ao sistema de ar comprimido de uma fábrica de componentes elétricos. Este resumo mostra o trabalho realizado, os pontos de alto consumo encontrados na rede de ar comprimido, as áreas que se podem melhorar e a forma como se pode conseguir essa melhoria. Também se realizou uma estimativa da poupança potencial e do retorno do investimento.

A tabela 5.1 mostra as poupanças que se podem conseguir nas respetivas áreas de intervenção.

Tabela 5.1 – Resultados da Auditoria

Área de possível melhoria	Poupança anual estimada	Ação a tomar	Custo Implementação	Retorno do investimento
Baixar pressão de trabalho nos vários sectores	60000€	Ajustar reguladores de pressão e Modificar parâmetros dos compressores	Sem custos	< 1 ano
Melhorar aplicações de sopro e limpeza	40000€	Instalar bicos de sopro + reduzir pressão + modificar distâncias do sopro	5000 €	< 1 ano
Setorizar linhas	15000€	Válvulas sectorização 1"≈2" (300€) + Instalação (200€) + Instalação elétrica (100€)	15000 €	1 ano supondo sectorizar 25 linhas das quais 5 com fugas
Reparar fugas	35000€	2 dias trabalho + materiais (tubo, racords,...)	15000 €	< 1 ano
Totais	≈ 150000 €		≈ 35000 €	<1 ano

5.4. Sistema de limpeza automática de filtros em linha de montagem automóvel

No final de uma linha de montagem de automóveis existe uma operação de lavagem com água industrial. Pretende-se instalar filtros para que a água seja limpa antes de entrar em contacto com o automóvel. Pretende-se igualmente um sistema que seja autónomo em termos de manutenção.

Assim projetou-se uma instalação com dois filtros de água com sistema de autolimpeza incorporado. O circuito inclui pressostatos diferenciais para detetar as quedas de pressão entre a entrada e a saída do filtro, a fim de monitorizar o estado de colmatção (filtro obstruído) dos elementos filtrantes. No caso de um dos elementos estar de facto colmatado, existe uma ligação de “bypass” que com a abertura e fecho de umas electroválvulas que permitem que não seja interrompida a alimentação de água, tornam possível em simultâneo um filtro estar em função de limpeza e o outro assegurar a passagem de água.

Quando o filtro entra em modo de limpeza automático, é gerado um fluxo inverso dentro do filtro e um cilindro pneumático é atuado abrindo a malha filtrante, de modo a facilitar a limpeza do elemento filtrante. Assim que é restabelecida a limpeza, as impurezas resultantes são canalizadas para um coletor específico de armazenamento destes resíduos. As figuras 5.5 e 5.6 mostram respetivamente, um desenho e uma fotografia do conjunto.

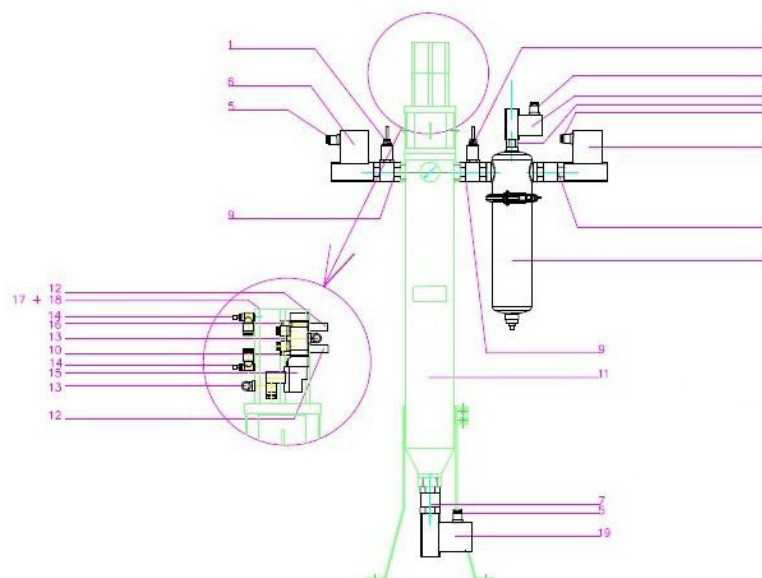


Figura 5.5-Conjunto de filtro com sistema automático de limpeza.

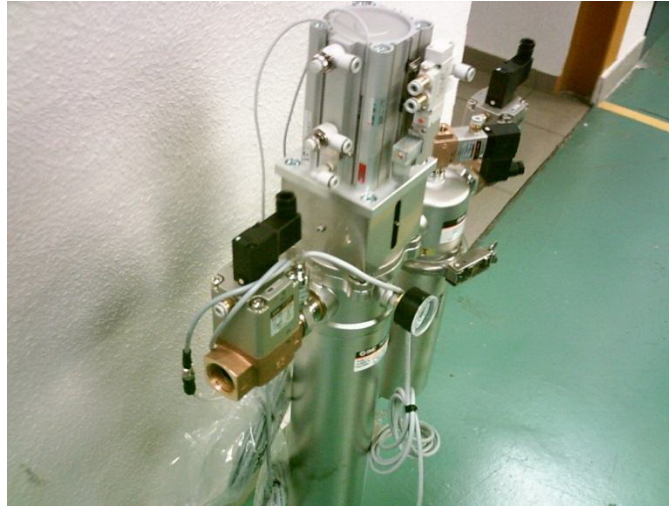


Figura 5.6-Foto de sistema de filtro com limpeza automática.

5.5. Estação de linha de montagem flexível para indústria eletrónica

Numa fábrica de componentes eletrónicos existe um problema de constante mudança de várias estações de montagem devido à grande variedade de produtos e ao cada vez mais curto tempo de vida dos produtos das novas tecnologias.

A equipa de engenharia desta empresa idealizou um sistema totalmente flexível de montagem, para que a linha de fabrico pudesse trabalhar com esse conceito era necessário aplicar este conceito ao nível da estação de trabalho. A nossa colaboração neste projeto foi o desenvolvimento de uma célula flexível de montagem que fosse universal para qualquer produto desta fábrica.

O conceito passa por um sistema de três eixos constituídos por três atuadores elétricos programáveis por um protocolo de comunicação em Ethernet Ip³. Numa linha flexível existem várias operações distintas a serem executadas: aparafusamento, inspeção, testes elétricos entre outras. A estação é sempre a mesma e os atuadores estão programados em função do trabalho a desempenhar, o que significa que podem entrar produtos distintos um a seguir ao outro, que a estação se vão ajustando automaticamente ao produto em questão. A figura 5.7 mostra o desenho de um desses conjuntos.

³ Ethernet / IP é uma rede de Ethernet industrial proveniente da Rockwell Automation.

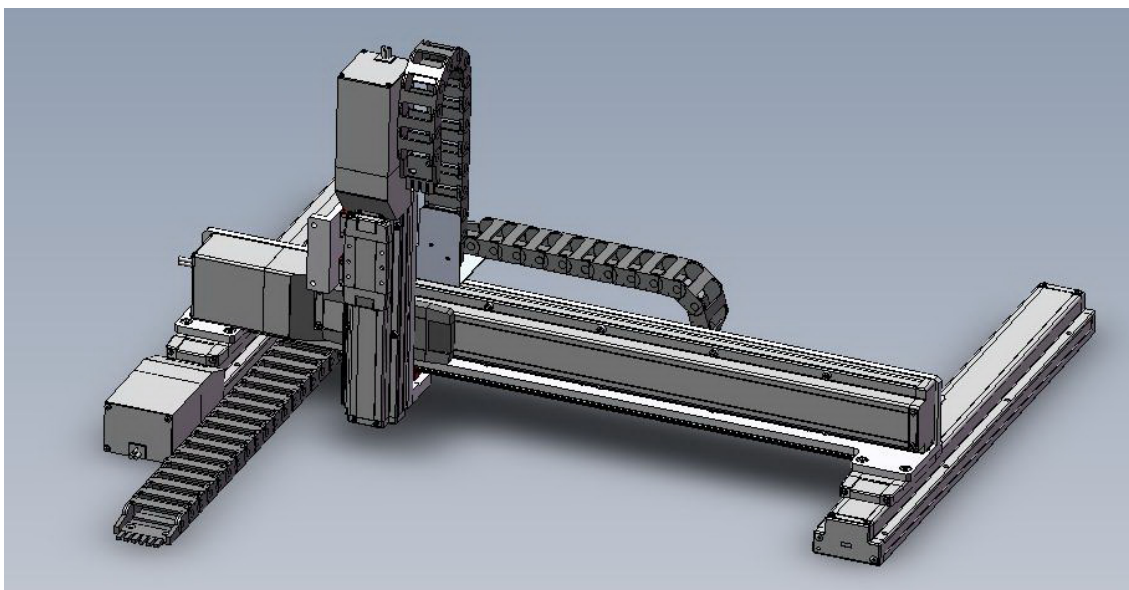


Figura 5.7-Conjunto de estação flexível.

5.6. Remoção de eletricidade estática em linha de embalagem de medicamentos

Na indústria farmacêutica, numa linha de embalagem de comprimidos existiam problemas de aderência dos comprimidos ao “blíster”, o que provocava a constante paragem na estação seguinte, na qual havia uma inspeção de qualidade através de uma câmara de visão. O produto era rejeitado pelo facto dos comprimidos simplesmente serem repelidos para fora do “blíster”. Este problema atrasava frequentemente a produção e muitas vezes havia que processar o produto de forma manual, o que provocava atrasos na entrega das encomendas e as multas consequentes.

Depois de uma análise cuidadosa e de uns testes específicos identificou-se o problema como sendo devido à eletricidade estática provocada pela fricção do “blíster” e do material de que é feito o comprimido ser mau condutor elétrico.

A solução passou pela instalação de um ionizador na zona de deposição do comprimido no respetivo “blíster” com um sensor de medição de eletricidade estática na zona anterior para que a carga dos iões fosse a correta para equilibrar iónicamente o produto.

O resultado foi os comprimidos estabilizarem dentro do blister e assim passarem à próxima fase de inspeção satisfatoriamente permitindo continuar com o processo automaticamente. A figura 5.8 mostra uma fotografia do sistema de ionização.



Figura 5.8-Ionizador e “blister”.

5.7. Quadro de controlo de refrigeração de soldadura

Em sistemas de soldadura utilizados frequentemente na indústria automóvel, são normalmente usadas estações RIP⁴ e HIP⁵ para fazer o controlo do abastecimento de ar comprimido e da recirculação de água para refrigeração do sistema de soldadura dos “robots”.

Para essa função desenvolvemos uns painéis de controlo com todas as funções de controlo incorporadas com a vantagem de termos também o controlo do caudal e temperatura da água. Como se poderá ver na figura 5.9 o painel inclui um sistema automático de recolha da água, em caso de ser necessária durante uma paragem para manutenção ou outra intervenção. Este sistema é feito através de uma bomba pneumática que é acionada por uma electroválvula incluída no painel. Outra mais-valia deste conjunto é o facto de o caudalímetro já incorporar sensor de temperatura, o que permite no mesmo painel, termos a leitura da pressão, caudal e temperatura.

⁴ RIP “robot installation plate”, platina de comando de produtos periféricos ao “Robot” instalada no corpo do “robot”.

⁵ HIP “hall installation plate”, platina de comando de produtos periféricos ao “Robot” instalada fora da célula do “robot”.

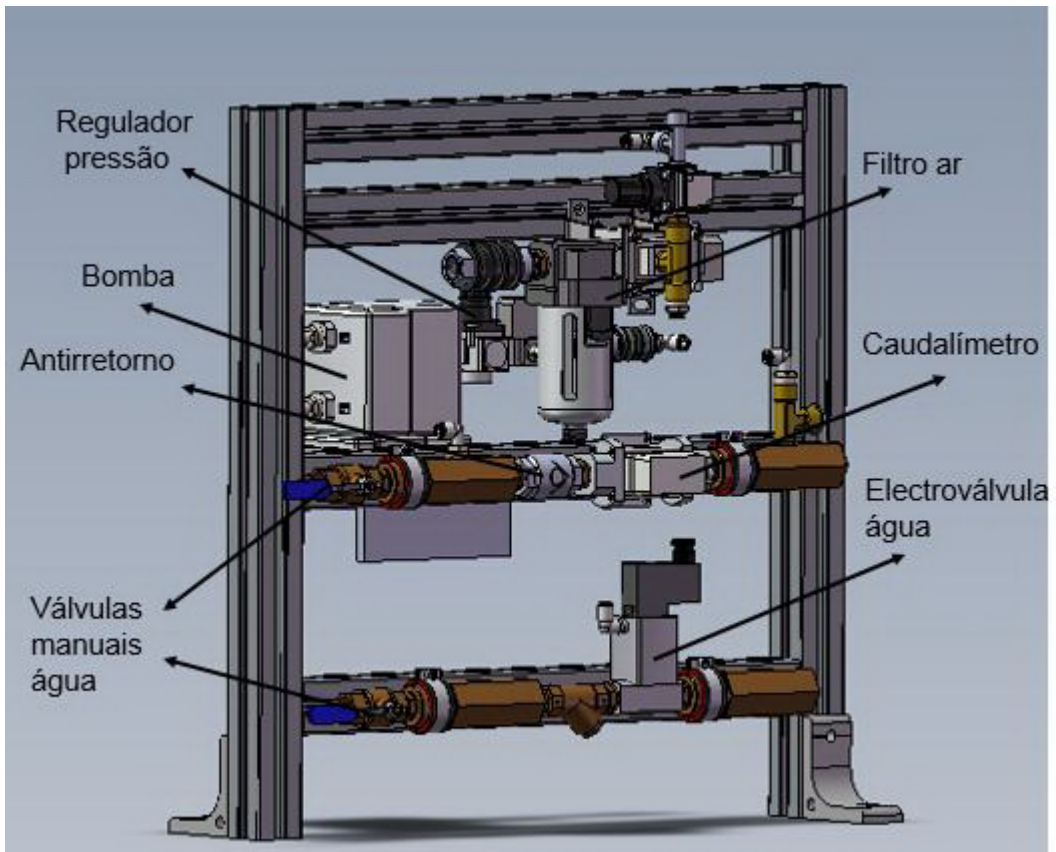


Figura 5.9-Conjunto de RIP automático com extração de água residual.

Capítulo 6- Reflexões

6.1. Análise Crítica da evolução profissional

- Fase inicial de estágio – 1996

O período de início de atividade profissional fica marcado por bastante aquisição de informação e de conhecimento sendo considerada por parte dos responsáveis da empresa SMC como uma fase de avaliação em que o resultado final teria de ser a integração a nível de relacionamento pessoal com as pessoas dos vários sectores da SMC Espanha e obviamente a aquisição de determinados conceitos básicos que permitissem o desempenho das funções para as quais havia sido contratado.

Em minha opinião considero que o curso de Engenharia de Produção Mecânica recém-concluído foi decisivo neste desfecho uma vez que permitiu obter uma boa performance em áreas que envolviam o cálculo mecânico, “Autocad” e eletricidade e dessa forma cumprir satisfatoriamente as tarefas para as quais havia sido contratado.

Uma das componentes que em minha opinião foi igualmente de extrema importância foi a da comunicação, saber comunicar, debater, perguntar e escutar é sem dúvida uma das variáveis para o sucesso a nível profissional. No meu caso fui colocado numa empresa em Espanha com colegas espanhóis sem nunca ter tido a oportunidade de aprender a língua castelhana. Por essa razão entendo que a comunicação e a facilidade em criar relacionamentos interpessoais são fatores com muita importância neste tipo de situações e neste caso em concreto penso que foi um ponto positivo.

Num contexto de aprendizagem intensiva foi notória a falta de consolidação destes conhecimentos. Faltou-me nesta fase toda a experiência necessária para aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos. Existiam mais dúvidas do que certezas, e um dos pormenores que sobressaía nesta altura era como usar os termos mais corretos do vocabulário utilizado neste mundo dos automatismos, já que toda esta informação foi-me transmitida em castelhano e onde eu a iria aplicar seria em Portugal.

- Período de trabalho desde 1996 até 2013

Inicialmente a minha atividade centralizava-se essencialmente no escritório, o atendimento que prestava via telefone abarcava o esclarecimento de dúvidas técnicas aos clientes e por cálculos de dimensionamento de sistemas pneumáticos. Os conhecimentos que trazia da fase de estágio estavam desta forma a ser aplicados. Apesar de trabalhar com bastante insistência toda a componente teórica de física e mecânica existiam sempre dúvidas que não poderiam ser explicadas com cálculos, como por exemplo, qual a mínima velocidade a

partir da qual um cilindro linear deixa de ter uma velocidade constante? Na realidade este facto pode ser calculado, mas na prática basta rodar o regulador de caudal instalado no cilindro até que a velocidade baixe e deixe de ser constante. Trata-se de algo fácil de descobrir com um equipamento destes por perto mas extremamente difícil de calcular certamente de forma teórica. Durante os primeiros anos de atividade foi evidente a falta de experiência de campo, a minha segurança passava sempre por questionar colegas mais experientes do departamento técnico em Espanha e assim colmatar a minha falta de certezas em alguns pontos.

Com o passar do tempo tanto, os termos técnicos foram ficando mais familiarizados como a falta da componente prática também foi sendo ultrapassada. Na realidade foi de uma forma natural, que cada vez mais fui saindo do escritório, e a presença nas unidades industriais dos clientes começou a ser frequente.

A partir sensivelmente do ano 2000 passei a estar perfeitamente autónomo para fazer um levantamento inicial de uma solicitação de um cliente e liderar toda a operação desde a recolha dos requisitos iniciais até à entrega e implementação do projeto.

Obviamente que o nível de responsabilidade também foi subindo à medida que a empresa ia crescendo. A faturação da empresa SMC no ano em que me iniciei rondava os 250000€ (na altura 50 000 000 escudos) e no último ano fiscal foi de cerca de 6000000€, e foi sempre em crescimento. Esse crescimento contínuo permitiu que pudesse-mos aceitar projetos de maior envergadura e nesses casos quase sempre fui eu a liderá-los.

A entrada para a equipa de marketing de produto é uma prova de reconhecimento do trabalho realizado. Normalmente este cargo é ocupado por engenheiros de campo com bastante experiência. Neste caso tive o privilégio de poder contribuir com opiniões para tomada de decisões de marketing para toda a Península Ibérica.

Em 2007 com a criação da equipa de “energy saving” a nível Ibérico aceitei ficar como responsável por este departamento na delegação de Lisboa. Desde então liderei ativamente 24 auditorias energéticas que foram realizadas a clientes.

Ao longo destes últimos 17 anos adaptei-me e estive sempre atualizado à evolução tecnológica da indústria. A introdução de cerca de 52 produtos novos por ano em média fizeram-me evoluir ao nível do “know-how” tecnológico e abriram caminho para o conhecimento em novos sectores industriais e novas aplicações.

As áreas técnicas trabalhadas foram várias e com conceitos distintos entre si. Como exemplo posso indicar os conceitos da tecnologia pneumática, em que se trabalham leis da física e termodinâmica, e os conceitos da tecnologia dos atuadores elétricos onde os conhecimentos de eletrónica e programação passam a ser bastante utilizados. Outro exemplo desta variedade de conhecimentos é a área da eletricidade estática que a única parte em comum com as outras tecnologias é o fato de ser aplicada na indústria. Os conhecimentos de todas estas áreas tecnológicas dão-me uma visão global sobre as aplicações de automatismos a nível industrial bastante rica.

Não será descabido fazer algumas referências a produtos ligados ao setor automóvel, como os quadros para controlo de refrigeração da soldadura, as servo-pinças de soldadura por pontos, os cilindros “clamp” e os centradores para os “jigs” de soldadura. A tão grande variedade de conhecimentos trabalhados até hoje e os diferentes setores industriais para os quais trabalho fizera com que sentisse a motivação necessária, e para que nunca tivesse mudado de área de trabalho ao longo destes últimos 17 anos.

6.2. Relevância como atividade da especialidade de engenharia de produção

Neste ponto interessa fazer um enquadramento da minha atividade profissional com o âmbito do curso de mestrado em engenharia de produção. Neste sentido e socorrendo-me da informação contida no “site” do IPS nomeadamente na página da ESTSetubal, onde se refere que este Mestrado visa, o projeto e industrialização de produtos e tem como áreas centrais de conhecimento o desenvolvimento de produto, os processos produtivos e a logística industrial, constituindo uma oportunidade para os licenciados em engenharia que pretendam desenvolver e aprofundar conhecimentos sobre as tecnologias e os métodos de gestão de produção, numa perspetiva de aplicação integrada e de globalização dos mercados.

Em termos de competências o mestrado em engenharia de produção aprofunda as competências inerentes ao grau de Licenciatura, com o intuito de melhorar o desempenho profissional e o desenvolvimento de competências, com especial enfoque nas áreas de Conceção, seleção, aquisição, instalação e exploração de equipamentos; gestão eficiente de projetos e recursos; organização e gestão de processos de fabrico e montagem de componentes; planeamento e controlo de produção; Integração de sistemas de informação e de apoio à produção e à gestão logística dos processos; Sistemas integrados da Qualidade, Ambiente, Segurança, Higiene e saúde no trabalho.

Em termos de enquadramento parece relativamente fácil encaixar a minha atividade profissional no âmbito do curso de engenharia de produção e se pretendermos ser mais específicos podemos mesmo identificar as áreas de conceção, seleção, aquisição, instalação e exploração de equipamentos, gestão eficiente de projetos e recursos, organização e gestão de processos de fabrico e montagem de componentes.

A minha atividade profissional está essencialmente englobada na área de projeto, e dos processos produtivos. De uma forma bastante objetiva posso dizer que praticamente todo o trabalho que desenvolvo tem como objetivo final o aumento da produção de um determinado produto. Um projeto de um qualquer automatismo tem sempre como objetivo facilitar uma determinada operação, torná-la mais rápida, mais económica ou produzi-la com melhor índice de qualidade. De uma forma geral automatizam-se os processos para se conseguir um aumento da produtividade e de repetibilidade produtiva.

A tabela 6.1 mostra de uma forma compacta e organizada as principais ideias que eu considero como chave, no que respeita ao entendimento da minha atividade profissional como sendo uma mais-valia no âmbito do curso de mestrado em engenharia de produção.

Tabela 6.1 – Resumo de mais-valias e âmbito da atividade profissional

Função / Área tecnológica	Mais-valias e competências adquiridas	Âmbito da especialidade de engenharia de produção
Projetos de sistemas de automação	<p>-processos produtivos de vários sectores industriais, como: automóvel, alimentar, eletrónico, processo contínuo, farmacêutico, plásticos, metalomecânico, tratamento de águas etc.</p> <p>-conceitos de projeto de máquinas</p> <p>-conhecimentos de várias tecnologias, como: Pneumática, hidráulica, eletrónica industrial, atuação elétrica, controlo de fluídos, controlo de temperatura, eletricidade estática, robótica, sistemas de comunicação em série, sensória industrial, sistemas de vácuo, sistemas de “Cad”, poupança energética, máquinas ferramenta, instrumentação, autómatos programáveis.</p>	<p>- Projeto de sistemas de produção</p> <p>- Desenvolvimento de produtos</p> <p>- Otimização dos processos industriais</p> <p>- Gestão projetos</p> <p>- Conceção, seleção, aquisição, instalação e exploração de equipamentos e montagem de componentes.</p> <p>- Projeto e industrialização de produtos</p> <p>- Automação e Controlo Industrial</p>
Auditorias Energéticas	<p>-produção de ar comprimido</p> <p>-economia energética</p> <p>-gestão de recursos</p> <p>-gestão de áreas de negócio</p> <p>-capacidade de apresentações em público</p> <p>-projeto, dimensionamento eficiente e cálculos de consumos energéticos</p>	<p>- Gestão eficiente de projetos e recursos</p> <p>- Otimização dos processos industriais</p>
Atuadores elétricos	<p>-tecnologia de acionamentos elétricos, motores elétricos, transmissão etc.</p> <p>-sistemas de controlo de motores elétricos</p> <p>-sistemas de comunicação para controlo de motores elétricos</p> <p>-sistemas flexíveis de produção</p> <p>-programação de atuadores elétricos</p> <p>-cálculo e dimensionamento de aplicações com atuadores elétricos</p>	<p>- Projeto de sistemas de produção</p> <p>- Desenvolvimento de produtos</p> <p>- Otimização dos processos industriais</p> <p>- Gestão projetos</p> <p>- Conceção, seleção, aquisição, instalação e exploração de equipamentos e montagem de componentes.</p> <p>- Projeto e industrialização de produtos</p>
Eletricidade estática	<p>-tecnologia de eletricidade estática</p> <p>-processos produtivos industria plásticos, alimentar, eletrónica e fotovoltaica</p>	<p>- Otimização dos processos industriais</p> <p>- Conceção, seleção, aquisição, instalação e exploração de equipamentos e montagem de componentes.</p>
Equipa de marketing de produto	<p>-marketing de produto</p> <p>-aplicações industriais de produtos de automação</p>	<p>- Desenvolvimento de produtos</p> <p>- Projeto e industrialização de produtos</p>

Capítulo 7- Conclusão

O objetivo deste trabalho é demonstrar que a minha atividade profissional e o nível das responsabilidades exercidas são equivalentes ou superiores em termos de competências adquiridas aos de um estudante que obtém o grau de mestre com os atuais planos de estudo.

Segundo o decreto-lei nº.74/2006, é possível a obtenção do grau de Mestre por alunos que tenham concluído a licenciatura pré-Bolonha num curso da mesma área de estudos e que apresentem nesta mesma área uma experiência profissional considerada relevante.

Como conclusão final considero a atividade profissional exercida como estando no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia de Produção. As competências ganhas com esta atividade juntamente com os conhecimentos adquiridos na Licenciatura pré-Bolonha em Engenharia Industrial permitem-me estar num nível relativamente elevado de conhecimentos teóricos e práticos no âmbito da engenharia de produção.

Bibliografia

Keyence, Electrostatic Handbook Volume one, Avebury House, 219-225 Avebury Boulevard, Milton Keynes, MK9 1AU, U.K. Fax : 01908 696777 E-mail : ukinfo@keyence.co.uk

Neumática, SMC International Training. Paraninfo Thomson Learning. E-mail: clientes@paraninfo.es

Novais, José Maria de Almeida. “Ar comprimido Industrial”. Fundação Calouste Gulbenkian

Novais, José Maria de Almeida. “Método Sequencial para Automatização Pneumática”.
Fundação Calouste Gulbenkian

Mais informação sobre referências pode ser consultada em:

<http://www.smcworld.com/doc/2008/e/webcatalog/index12.htm>

<http://www.smcworld.com/doc/2008/e/webcatalog/index21.htm>

<http://www.smcworld.com/doc/2008/e/webcatalog/index17.htm>

http://www.smc.eu/portal/WebContent/corporative/industries/pulp_and_paper/pulp_and_paper.jsp

http://www.smc.eu/portal/WebContent/corporative/content/energy_saving09/audits_service.jsp?tree_options=tree_products.js&tree_state=3&tree_highlighted_node=53200

http://www.smc.eu/portal/WebContent/corporative/content/campaigns/Ionizers/ionizers.jsp?tree_options=tree_products.js&tree_state=2&tree_highlighted_node=51989

Anexos

Anexo I - Informação adicional de atuadores elétricos

Anexo II - Relatório de auditoria energética

Anexo III - Informação sobre produtos para eletricidade estática

Anexo IV - Informação adicional de produtos para segurança máquinas

Anexo V - Manual de qualidade da SMC

Anexo VI - Informação complementar dos projetos incluídos no Cap.5