

MANUAL DO ALUNO

DISCIPLINA TECNOLOGIAS APLICADAS

Módulos 1 e 2

República Democrática de Timor-Leste
Ministério da Educação



FICHA TÉCNICA

TÍTULO

MANUAL DO ALUNO - DISCIPLINA DE TECNOLOGIAS APLICADAS
Módulos 1 e 2

AUTOR

JORGE FLÁVIO

COLABORAÇÃO DAS EQUIPAS TÉCNICAS TIMORENSES DA DISCIPLINA
XXXXXXX

COLABORAÇÃO TÉCNICA NA REVISÃO
XXXXXXXXXX

DESIGN E PAGINAÇÃO

UNDESIGN - JOAO PAULO VILHENA
EVOLUA.PT

IMPRESSÃO E ACABAMENTO
XXXXXX

ISBN

XXX - XXX - X - XXXXX - X

TIRAGEM

XXXXXXXX EXEMPLARES

COORDENAÇÃO GERAL DO PROJETO
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO DE TIMOR-LESTE
2013



Índice

Higiene e Segurança no Trabalho	7
Apresentação.....	8
Introdução	8
Objetivos de aprendizagem	8
Âmbito de conteúdos	9
Organização industrial e profissional	10
Introdução	10
Ramos da indústria elétrica e eletrónica	11
Atividades profissionais na indústria elétrica e eletrónica	14
Atividades propostas	28
Segurança no Trabalho	32
Considerações gerais sobre segurança no trabalho	32
Definição.....	32
Acidentes de trabalho.....	33
Prevenção	34
Análise de Riscos	35
Equipamentos de Proteção Individual.....	37
Equipamentos de Proteção Individual mais utilizados:	37
Sinalização	39
Sinais de perigo	39
Sinais de proibição.....	39
Sinais de obrigação	39
Sinais de emergência	40
Condições de trabalho	41
Iluminação	41
Ruído	42
Radiações eletromagnéticas.....	43
Ambiente térmico.....	44
Eletricidade.....	45
Consequências de um choque elétrico:.....	45

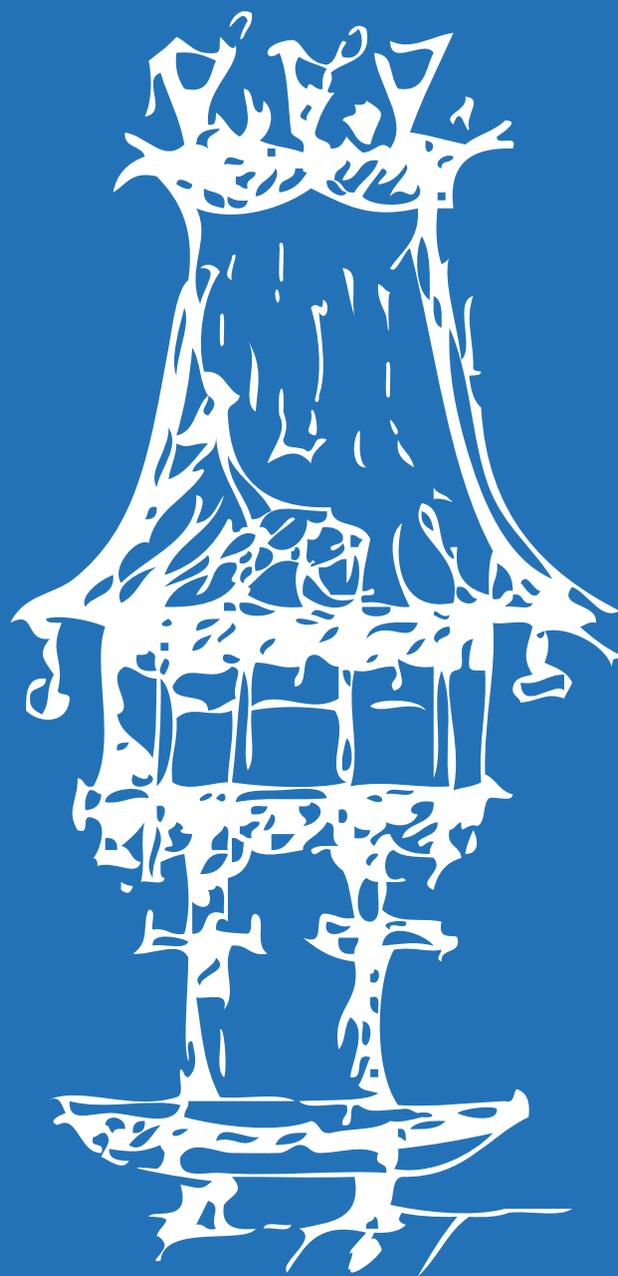


Ergonomia	47
Modelo Ergonómico	48
Prevenção e segurança	51
Medidas de prevenção	52
Segurança	52
Ferramentas e aparelhos de medida	53
Noções de socorrismo	55
Atividades propostas	60
A qualidade	64
O sistema de garantia da qualidade. O sistema ISO	65
Os sistemas de normalização.....	68
O manual da qualidade	70
Os procedimentos do sistema da qualidade.....	71
Os planos de qualidade	71
Atividades propostas	72
Bibliografia	73
Instalações Elétricas	75
Apresentação.....	76
Introdução	76
Objetivos de aprendizagem	76
Âmbito de conteúdos	77
Materiais utilizados na Indústria Elétrica e Eletrónica	78
Apresentação.....	78
Classificação geral dos materiais	79
A forma e a função dos materiais e aparelhagem	80
A escolha dos materiais	84
Propriedades e grandezas características dos materiais elétricos.....	85
Principais materiais condutores	87
Principais materiais isoladores	90
Materiais magnéticos	94
Materiais semicondutores: Bandas de energia, junção P-N	96
Atividades propostas	106



Especificação geral dos condutores e cabos elétricos	107
Introdução	107
Indicação para a escolha correta da especificação	108
Regulamentação e normas	126
Constituição dos condutores e cabos	129
Características particulares dos condutores e cabos	132
Nomenclatura de condutores e cabos elétricos	137
Identificação e utilização dos condutores e cabos elétricos	139
Atividades propostas	141
Representação Esquemática	146
Apresentação.....	146
Circuitos de iluminação	146
Instalações Elétricas.....	149
Estudo, conceção e montagem de circuitos elétricos.....	152
Planeamento, programação e execução dos circuitos elétricos	153
Esquemas de instalação.....	153
Canalizações à vista	160
Canalizações embebidas.....	162
Instalações Elétricas	169
Apresentação.....	169
Montagem de circuitos de iluminação	169
Bibliografia	186







Higiene e Segurança no Trabalho

Módulo 1

Apresentação

Este módulo tem caráter teórico-prático, por isso deverá decorrer, em parte, em ambiente laboratorial ou ofical de modo a permitir que os alunos possam desenvolver competências na área da organização industrial e profissional, na da higiene, segurança e saúde no trabalho e na da qualidade.

Introdução

A abordagem deste módulo de Higiene e Segurança no trabalho leva-nos a um melhor entendimento dos vários tipos de ambientes existentes no mercado assim como a melhor escolha deste tipo de equipamento de segurança para que se ajuste às crescentes mudanças de tecnologias.

Objetivos de aprendizagem

- Organização Industrial e Profissional:
 - Identificar os ramos das atividades da indústria Elétrica e Eletrónica.
 - Conhecer as profissões e níveis de qualificação inserida na indústria Elétrica e Eletrónica.
 - Conhecer Regulamentos e Normas aplicáveis à indústria Elétrica e Eletrónica internacionais (RSIUUE, NP, etc.).
- Higiene, Segurança e Saúde no Trabalho (HSST):
 - Identificar tipos de riscos.
 - Conhecer os riscos de contacto com a corrente elétrica.
 - Conhecer medidas práticas de proteção contra contactos diretos e indiretos.
 - Aplicar regras de prevenção.
 - Conhecer e utilizar equipamentos de proteção individual (EPI).
 - Identificar sinalização de segurança.
 - Manipular corretamente ferramentas e aparelhos de medida.
 - Conhecer princípios gerais de socorrismo.



- A Qualidade:
 - Compreender o conceito de Qualidade.
 - Conhecer as principais características do sistema de garantia de qualidade ISO.
 - Identificar os principais requisitos das normas de Qualidade.
 - Indicar os itens do manual da Qualidade.

Âmbito de conteúdos

- Organização Industrial e Profissional:
 - Ramos da Indústria Elétrica e Eletrônica.
 - Atividades Profissionais na Indústria Elétrica e Eletrônica.
 - Regulamentos e Normas.
- Higiene, Segurança e Saúde no Trabalho:
 - Regras de Higiene e Segurança.
 - Tipos de risco.
 - Equipamentos de proteção individual.
 - Segurança no local de trabalho.
 - Ferramentas e aparelhos de medida.
 - Iluminação.
 - Ruído.
 - Riscos elétricos.
 - Noções de socorrismo.
- A Qualidade:
 - O sistema de garantia da Qualidade. O sistema ISO.
 - Os sistemas de normalização.
 - O Manual da Qualidade.
 - Os procedimentos do sistema.
 - Os planos de Qualidade.



Organização industrial e profissional

Introdução

A organização industrial é o estudo do trabalho nas empresas que se destinam à produção de bens e serviços.

É um conjunto de procedimentos que buscam a transformação de matérias-primas e mão de obra em bens de consumo, com vista a servir um mercado consumidor cada vez mais exigente e seletivo em preço, qualidade, rapidez e novas tecnologias.

A partir de 1920, com o crescimento dos conflitos entre nações em disputa por poder e riqueza, o Homem passou a ter necessidade de gerar bens em quantidades cada vez maiores para atender à crescente atividade económica do planeta.

Este foi também um período marcante da sociologia internacional, caracterizado por uma consciencialização dos trabalhadores quanto ao seu papel no desenvolvimento industrial e das economias dos países.

Foi também período de conflitos laborais entre patronato e trabalhadores, que levou a um novo tipo relações no mundo do trabalho e que veio a ser fundamental para o desenvolvimento de setores como sejam por exemplo, a medicina do trabalho e a higiene e segurança no trabalho.

Estas transformações foram também responsáveis pelo aparecimento e crescimento de áreas como a da qualidade, originadas na necessidade de produzir mais e melhor, como fator de competitividade e crescimento.

Hoje em dia, verifica-se que o mundo teve picos de desenvolvimento em tempos de guerra e de reconstrução nos períodos pós-guerra.

Foram épocas em que as fábricas procuraram organizar-se para atender às necessidades de produção, obrigadas a fornecer grandes quantidades de todo o tipo de produtos, em tempos muito curtos.

Foi a partir da 2ª Grande Guerra Mundial que o Homem mais acelerou as atividades económicas gerando novas tecnologias, tendo como principal fator facilitador o computador, quer como fonte de gestão de informação, quer como elemento economizador de tempo.



A figura seguinte (publicada pelo Federal Reserve Board) mostra a oscilação irregular do desempenho industrial nos últimos oitenta anos.



Fig. 1 – Teoria dos ciclos económicos

As crises económicas que afetam hoje grande parte dos países (e agora sem a existência de grandes guerras, mas sim com um grande número de conflitos de menor dimensão) voltam a criar a necessidade de incrementar as atividades económicas, provavelmente com uma mudança de paradigma social, que conduza a novos modelos de sociedade. Neste aspeto, os jovens países em vias de desenvolvimento, como Timor Leste, podem ter uma grande oportunidade de se afirmarem numa nova dinâmica internacional de reconstrução e transformação da economia mundial.

Ramos da indústria elétrica e eletrónica

A Engenharia Eletrotécnica é o ramo da engenharia que lida com o estudo e a aplicação da eletricidade, do eletromagnetismo e da eletrónica.

Modernamente, separa-se a eletrónica, incluindo-a na chamada Engenharia Eletrónica, acompanhando o crescimento e o desenvolvimento da eletrónica em todo o mundo.



É também usual a separação em duas grandes áreas, a das correntes “fortes” (ou da eletricidade, habitualmente associada às médias e altas tensões), e a das correntes “fracas” (ou da eletricidade em baixa tensão e especialmente da eletrónica).

No que concerne à energia elétrica (ou eletrotécnica), ela compreende basicamente a produção de energia (hidroelétrica, termoelétrica, novas energias, com destaque para as não poluentes ou limpas), a transmissão ou transporte (linhas de transmissão de muito alta tensão, MAT, e alta tensão, AT), a distribuição (linhas de média tensão, MT e baixa tensão, BT), e a utilização de energia, na área habitacional e na área industrial (controlo e automação, máquinas elétricas, etc.).



Fig. 2 – Transporte de energia elétrica

O ramo da eletrónica engloba as telecomunicações (telefone fixo e móvel, rádio, televisão, internet), a informática e a eletrónica em geral.



Fig. 3 – Produção de placas eletrónicas



Embora a classificação e designação das áreas de atividade e das profissões não seja uniforme em todos os países, podemos distinguir as seguintes áreas de especialização, onde os técnicos de eletricidade e eletrônica poderão encontrar as suas oportunidades de inserção no mundo do trabalho:

Sistemas de energia elétrica, ou sistemas de potência – Estudos de produção, transporte e distribuição de energia elétrica; planeamento, confiabilidade, estabilidade e proteção de sistemas elétricos e utilização de técnicas computacionais aplicadas aos sistemas de potência;

Sistemas de eletrônica – Desenvolvimento de circuitos eletrônicos destinados a aquisição de dados como temperatura, humidade, pressão, entre outros e transmissão de dados por radiofrequência, etc.;

Sistemas de microeletrônica – Projeto, fabricação e teste de circuitos integrados (IC), para integração em sistemas de computação, telecomunicações, entretenimento entre outros;

Sistemas de eletrônica de potência – Estudos de dispositivos eletrônicos de potência, acionamento de máquinas elétricas, controlo de motores, simulação digital de máquinas e conversores, e cargas elétricas especiais;

Sistemas de telecomunicações – Estudos de sistemas de áudio e vídeo, antenas e propagação de ondas eletromagnéticas, micro-ondas, telefonia analógica e digital, fibras óticas, processamento analógico e digital de sinais, telecomunicações por satélite e redes de comunicações;

Sistemas de computação – Estudos de sistemas operacionais para integração em computadores, projeto e programação de sistemas digitais, redes digitais, computação gráfica e CAD, ciência dos computadores e análise de sistemas computacionais;

Sistemas de automação e controlo – Estudos de controlo de processos industriais por computador, controlo ótico, sistemas inteligentes para automação industrial, robótica, inteligência artificial, controlos adaptativos e não-lineares.

Sistemas biomédicos – Especificação e gestão da utilização de equipamentos médicos e assistenciais em hospitais, clínicas e laboratórios, além de projeto e construção desses mesmos tipos de aparelhos e sistemas.



Atividades profissionais na indústria elétrica e eletrônica

Se reunirmos em quatro grandes áreas (eletricidade, telecomunicações, eletrônica e automação industrial) as especialidades anteriormente descritas, poderemos encontrar entre os principais empregadores de técnicos, empresas com os seguintes tipos de atividades:

a. Área da eletricidade

- Produção e distribuição de energia elétrica;
- Construção civil;
- Construção metalomecânica;
- Fabrico e comércio de equipamento elétrico;
- Montagem de instalações de utilização de energia elétrica;
- Instituições públicas ou privadas de fiscalização.

Globalmente, este tipo de empresas é gerador do conjunto de profissões que a seguir se descreve:

- Instalador de instalações de energia elétrica;
- Instalador de instalações de distribuição e produção de energia elétrica;
- Fiscal de instalações elétricas;
- Desenhador projetista de instalações elétricas;
- Assistente de equipamentos elétricos.

b. Área das telecomunicações

- Instalador de instalações de telecomunicações;
- Fabrico e comércio de equipamentos de telecomunicações;
- Operadores de serviços de telecomunicações;
- Instituições públicas ou privadas de fiscalização.

Globalmente, este tipo de empresas é gerador do conjunto de profissões que a seguir se descreve:

- Instalador de instalações de telecomunicações;
- Reparador de equipamentos de telecomunicações;
- Fiscal de instalações de telecomunicações.

c. Área da eletrônica

- Produção de equipamentos de áudio e vídeo;



- Produção de equipamentos eletrônicos diversos;
- Comercialização de equipamento de áudio e vídeo;
- Comercialização de equipamento eletrônico diverso;
- Prestação de serviços de reparação e assistência de equipamentos.

Globalmente, este tipo de empresas é gerador do conjunto de profissões que a seguir se descreve:

- Instalador de equipamentos de áudio e de vídeo;
- Instalador de equipamentos eletrônicos;
- Reparador de “*hardware*” de equipamentos eletrônicos;
- Técnico-comercial de venda de equipamentos de áudio e vídeo;
- Técnico-comercial de venda de equipamentos eletrônicos.

d. Área da automação industrial

- Produção e distribuição de energia elétrica;
- Comércio e fabrico de equipamentos elétricos;
- Empresas com processos de produção automatizada.

Globalmente, este tipo de empresas é gerador do conjunto de profissões que a seguir se descreve:

- Instalador de sistemas automáticos;
- Operador de comando e regulação;
- Programador.

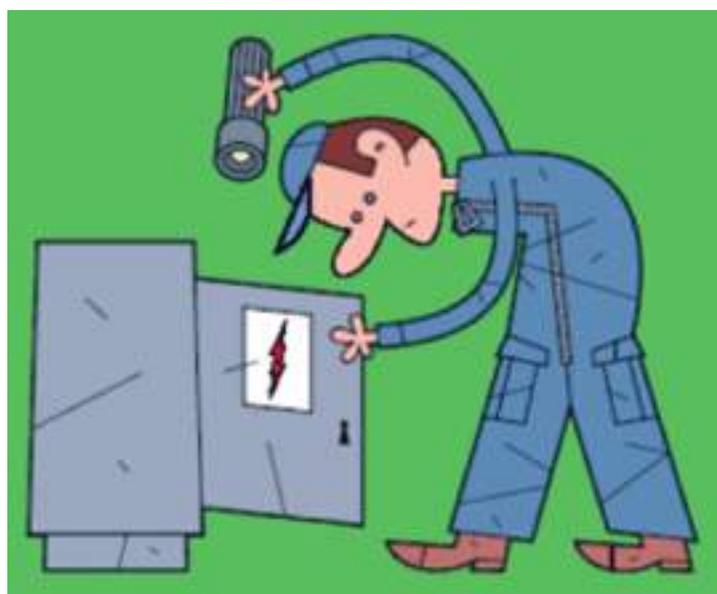


Fig. 4 – Técnico de eletricidade e eletrônica



A estruturação dos níveis de qualificação profissional varia entre os diversos países dependendo de diversos aspetos, desde os culturais, a aspetos tecnológicos, passando fundamentalmente pelo estágio de desenvolvimento do país e pelas fases de implementação dos processos de qualificação.

Mas, de um modo geral, em eletricidade e eletrónica, poderemos sempre falar em dois níveis de qualificação correspondentes a dois tipos de funções: o engenheiro (com qualificação de nível superior) e o técnico (com qualificação de nível médio).

O engenheiro é o profissional dedicado ao desenvolvimento e à aplicação de um conjunto de conhecimentos científicos necessários à pesquisa, ao projeto e à implementação de sistemas diversos, utilizados para efetuar o processamento da energia elétrica e da informação na forma de sinais elétricos digitais e analógicos.

Nestas funções, são considerados os aspetos de qualidade, confiabilidade, custo e segurança, bem como os de natureza ecológica e de ética profissional.

O campo de trabalho é vasto e inclui empresas de energia elétrica e telecomunicações, escritórios de projetos e consultoria, firmas de montagem e manutenção de instalações elétricas e de telecomunicações, indústrias diversas e empresas comerciais de pequeno e grande porte, manutenção de equipamentos e componentes elétricos e eletrónicos, hospitais, empresas de radiodifusão e televisão, informática, etc.

As perspetivas quanto ao progresso são excelentes e tendem a uma melhoria das oportunidades de trabalho, dada a grande demanda de serviços nessas áreas e aos grandes investimentos, públicos e privados, que serão feitos nos próximos anos.



Fig. 5 – Engenheiro em acompanhamento de obra



Geralmente, o engenheiro é um técnico na interpretação do termo, que exerce a sua profissão exclusivamente como tal, no início da carreira.

Esse período leva em média de quatro a cinco anos, após sua inserção no mercado de trabalho, dependendo ainda de cada situação profissional em concreto.

A partir do momento em que, além de suas funções técnicas, se passa a envolver em funções administrativas como as de custos, compras, vendas, gestão de recursos humanos e gestão financeira, passa então a ser mais um administrador, ou melhor, um engenheiro sênior, ocupando cargos de supervisão, gerente e diretor de empresa.



Fig. 6 – Trabalho em eletricidade (baixa tensão)

O técnico é confrontado com duas grandes áreas para a sua atividade: Áudio e Vídeo.

Este técnico irá exercer a sua atividade nos domínios do projeto, da execução e da reparação de equipamentos eletrónicos, trabalhando de forma mais autónoma, propiciando em muitos casos a criação do próprio emprego.

De salientar também a montagem e ensaio, nos chamados “edifícios inteligentes”, de sofisticados equipamentos de deteção e controlo de incêndios, de intrusão e de iluminação, como sejam células fotoelétricas, sensores diversos, contactores, etc.





Fig. 7 – Trabalho em automação industrial

Na área do transporte de eletricidade, nas ditas “autoestradas da eletricidade”, através das quais se faz o encaminhamento da energia elétrica para as redes de distribuição (subestações), este profissional cuida da vigilância, manutenção e conservação dos equipamentos.

Um profissional desta área deve estar preparado para trabalhar em todo o tipo de espaços físicos e sob as mais variadas, e mesmo adversas, condições climáticas.



Fig. 8 – Técnico a trabalhar em sistemas de telecomunicações



O constante contacto com cabos elétricos em tensão, principalmente para quem trabalha com cabos e linhas de alta tensão, tem de ser feito segundo rigorosas regras de segurança, sempre na adoção de comportamentos seguros.



Fig. 9 – Técnico a trabalhar em linhas de alta tensão

Seja qual for a área escolhida, esta é seguramente uma daquelas em que se prevê maior expansão do mercado de trabalho em todo ao mundo.

Regulamentos e normas internacionais

A normalização entende-se como o processo de formulação e aplicação de regras para o tratamento ordenado de uma atividade específica, para o benefício e com a cooperação de todos os interessados e, em particular, para a promoção da economia global, levando na devida conta as condições funcionais e requisitos de segurança.

Neste contexto, a atividade da normalização caracteriza um processo dinâmico que envolve a participação das partes interessadas e daquelas que por ela são afetadas (produtores, fornecedores, consumidores, institutos de pesquisa, universidades, governos, entre outras), organizando as atividades pela criação e utilização de regras ou normas, visando contribuir para o desenvolvimento económico e social.

A normalização proporciona os meios necessários para estabelecer a adequada comunicação entre clientes e fornecedores, permitindo a eliminação de barreiras



técnicas e comerciais, bem assim como a redução da variedade de produtos e a sua respetiva verificação de qualidade.

Como objetivos básicos da normalização, podemos apontar:

- Economia global, em termos de esforço humano, materiais, força na produção e troca de mercadorias;
- A proteção do interesse do consumidor por intermédio da adequada e contínua qualidade de mercadorias e serviços;
- A segurança, saúde e proteção da vida;
- O fornecimento dos meios de expressão e comunicação entre as partes interessadas.

Os impactos mais visíveis da normalização situam-se ao nível da economia, da produção e do consumo.

Resumidamente, poderemos apontar:

- a. Impactos na economia
 - Melhor qualidade, quantidade e regularidade de produção;
 - Maior equilíbrio entre a oferta e a procura;
 - Aumento da competitividade nos mercados internos;
 - Redução de litígios;
 - Crescimento das produtividades nacionais.
- b. Impactos na produção
 - Eliminação de desperdícios;
 - Padronização da documentação técnica;
 - Redução de custos;
 - Aumento da produtividade;
 - Situação clara em termos concorrenciais, evitando assim a concorrência desleal.
- c. Impactos no consumo
 - Acesso a dados técnicos padronizados;
 - Redução dos preços de venda finais;
 - Padronização de pedidos;
 - Possibilidade de comparação objetiva entre produtos, processos e serviços;



- Redução de prazos de entrega;
- Garantia da qualidade, regularidade, segurança e integridade.

Poderemos também analisar os impactos da atividade de normalização através da sua importância social, técnico-científica, económica e ambiental:

- a. Impacto social – A normalização viabiliza um conjunto de instruções capazes de induzir e assegurar maior uniformidade do trabalho, gerando assim melhoria da qualidade da atividade laboratorial, menor desgaste físico e psicológico do trabalhador e melhor nível de segurança dos recursos humanos e dos equipamentos.

A normalização está inserida na sociedade não só como geradora de benefícios, mas também, como instrumento de proteção e segurança do consumidor e do meio ambiente.

De forma global, a normalização estabelece requisitos técnicos para a proteção da vida humana, da saúde e do meio ambiente em que se insere o trabalhador.

- b. Impacto tecnológico – A normalização representa a formalização, consolidação e universalização do acesso à tecnologia disponível, de um país.

Assim, as normas constituem um retrato do desenvolvimento tecnológico num dado mercado e desempenham o papel de instrumentos facilitadores das relações comerciais, com exigências mínimas aos requisitos técnicos e características, de um produto ou serviço.

Este é um aspeto de menor visibilidade pública, mas de extrema importância para o trabalho dos técnicos e para a correta integração e funcionalidade dos sistemas.

- c. Impacto científico – A atividade científica fundamenta-se essencialmente na investigação experimental, fortemente dependente de técnicas de calibração e de um acervo de instruções técnicas (normas).

O processo de integração do conhecimento requer padronização de procedimentos e normalização, características que afetam diretamente a lógica do processo de inovação tecnológica, pré-condição para a melhoria de produto, processos e serviço.



d. Impacto económico – Este é certamente o mais visível, já que a normalização constitui-se em atividade tecnológica que induz expressivos ganhos na competitividade industrial.

Esses impactos manifestam-se quer pela via da sistematização da produção e da prestação de serviços, quer pela redução de perdas e desperdício, e de melhor controlo metrológico dos processos, padronizando o mercado em níveis internacional, regional e nacional, constituindo-se numa linguagem única entre fornecedor e consumidor, aumentando a qualidade de bens e serviços e o comércio entre as nações.

e. Impacto ambiental – A normalização consolida, organiza e disponibiliza metas sociais como a proteção da saúde, da segurança e do meio ambiente, estimulando melhores práticas, para subsidiar o desenvolvimento de instruções (consensuais e/ou regulamentadoras) para verificação de riscos dos fatores ambientais.

Os benefícios da normalização situam-se também ao nível do desenvolvimento industrial e comercial de um país, servindo como base para melhorar a qualidade da gestão de empresas nas fases de projeto e fabricação de produtos, na prestação de serviços, aumentando a competitividade nos mercados em níveis nacional, regional e internacional, induzindo redução de custo da produção e do produto final, preservando ou melhorando sua qualidade.

Os benefícios da normalização podem ser de duas naturezas, quantitativa e qualitativa, a seguir caracterizadas:

a. Qualitativos – São benefícios que ao serem observados não podem ser diretamente medidos ou são de difícil mensuração.

Analisa-se o valor agregado, os motivos da ocorrência e os fatores intervenientes, conforme a seguir exemplificado:

- Utilização adequada de recursos;
- Disciplina na produção;
- Uniformidade do trabalho;
- Registo do conhecimento tecnológico;
- Melhoria ao nível das capacidades pessoais;



- Controlo dos produtos e processos;
 - Segurança dos recursos humanos e dos equipamentos;
 - Racionalização do uso do tempo.
- b. Quantitativos – São benefícios que ao serem observados podem ser mensurados, admitindo formulação matemática nas suas observações e conclusões, conforme a seguir caracterizado:
- Redução do consumo e do desperdício;
 - Especificação e uniformização de matérias-primas;
 - Padronização de componentes e equipamentos;
 - Redução de variedades de produtos;
 - Disponibilização de procedimentos para cálculos e projetos;
 - Melhoria da produtividade;
 - Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
 - Eficácia da comunicação entre pessoas e empresas.

Os documentos normativos são documentos que estabelecem regras, diretrizes ou características para as atividades ou os seus resultados.

Um documento normativo engloba documentos tais como normas, especificações técnicas, códigos de prática e regulamentos.

Considera-se “documento” qualquer meio que contenha informação registada.

Regulamento (sob a responsabilidade do Estado e controlado por uma autoridade por ele designada), entende-se como um documento normativo que visa estabelecer regras de carácter obrigatório e que é adotado por uma autoridade.

Regulamento Técnico (sob a responsabilidade do Estado e controlado por uma autoridade por ele designada), entende-se como um documento normativo que visa estabelecer requisitos técnicos, seja diretamente, seja pela referência ou incorporação do conteúdo de uma norma, de uma especificação técnica ou de um código de prática.

Um regulamento técnico pode ser complementado por diretrizes técnicas, estabelecendo alguns meios para verificação da conformidade com os requisitos do regulamento.

O regulamento técnico (RT) exhibe forma e conteúdo tecnicamente semelhante ao da norma técnica, diferenciando-os o carácter legal (a norma é voluntária e o regulamento



técnico é compulsório), dessa forma impondo exigências e punição ao não cumprimento do último.

No caso da norma técnica, pela natureza intrínseca do seu caráter voluntário, a opção de utilizá-la ou não reflete uma decisão essencialmente de gestão, relacionada diretamente ao atendimento das expectativas geradas pelos clientes.

Os regulamentos técnicos, quando divergentes das normas internacionais e/ou inadequadamente utilizados, podem constituir-se em barreiras técnicas.

Os Regulamentos devem ater-se, de acordo com o Acordo sobre Barreiras Técnicas (TBT – Organização Mundial do Comércio) aos objetivos considerados legítimos, ou seja, diretamente destinados a assegurar que os produtos ou serviços fornecidos nesses mercados atendam a requisitos de segurança de pessoas e bens, saúde, segurança sanitária e fitossanitária, prevenção da concorrência desleal, proteção do meio ambiente, segurança nacional, entre outros.

Os Estados-membros, signatários do TBT, comprometem-se a restringir a emissão de regulamentos técnicos aos assuntos relacionados com objetivos legítimos.

No contexto desse acordo, de cada vez que um país adotar um regulamento técnico que diverge de uma norma internacional, esse mesmo país deve notificar essa intenção aos demais países membros da Organização Mundial do Comércio.

No que concerne à prática da normalização/regulamentação, a tendência da regulamentação técnica é cada vez mais a de recorrer às normas técnicas e vem-se acentuando nos últimos anos, como estratégia para eliminar obstáculos desnecessários ao mercado (tanto para as empresas nacionais quanto para as externas) e ao desenvolvimento da tecnologia.

A emissão da regulamentação técnica é, habitualmente, da responsabilidade do Estado. Norma Técnica (NT) é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que contém para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características, para atividades ou seus resultados, visando a obtenção de um bom grau de ordenação num dado contexto.

A norma técnica estabelece um compromisso de interesse mútuo entre as partes envolvidas, é aprovada por um organismo reconhecido (organismo de normalização), quer a nível nacional, regional, ou internacional, o qual atua segundo os chamados princípios básicos da normalização.



A norma técnica aplica-se a produtos, serviços, processos, sistemas de gestão e recursos humanos, estabelecendo requisitos de qualidade, desempenho ou segurança relacionados com a sua utilização.

Podem, ainda:

- Estabelecer procedimentos;
- Padronizar formas, dimensões, tipos ou usos;
- Estabelecer classificações ou terminologias e glossários;
- Estabelecer a maneira de medir ou determinar características, a exemplo dos convencionais métodos de ensaio.

Os níveis de normalização classificam-se como internacionais (ISO, IEC, etc.), regionais (CEN, para a União Europeia; COPANT, para as Américas, etc.), nacionais (organismos nacionais de normalização, como IPQ para Portugal, ABNT no Brasil, AFNOR para França; AENOR para Espanha), podendo também existir ao nível empresarial (normas internas das organizações).



Fig. 10 – Níveis de normalização

Normas internacionais – São normas estabelecidas por um organismo internacional de normalização, para aplicação em escala mundial.

As normas internacionais são reconhecidas pela Organização Mundial do Comércio, como base para o comércio internacional e o atendimento a uma norma internacional, significa contar com as melhores condições para ultrapassar eventuais barreiras técnicas.



Os principais organismos internacionais de normalização são a ISO, IEC e a ITU, a seguir caracterizadas:

- ISO significa *International Organization for Standardization*;
- IEC significa *International Electrotechnical Commission*;
- ITU significa *International Telecommunication Union*.

A *International Organization for Standardization* (ISO), criada em 1947, é o principal fórum internacional de normalização, reunindo hoje organismos nacionais de normalização de mais de 140 países membros, operando segundo a lógica do “*single voice*”, ou seja, admitindo um único organismo representante por país membro (que é a entidade mais representativa da normalização no país).

Com sede em Genebra (Suíça), a ISO é uma organização não-governamental, sem fins lucrativos, que busca estabelecer o consenso na elaboração de normas internacionais, por meio da conciliação dos interesses de fornecedores, consumidores, governos, comunidade científica e demais representantes da sociedade civil organizada.

A *International Electrotechnical Commission* (IEC) é um organismo internacional de normalização dedicado ao setor de eletricidade, eletrônica e telecomunicações.

Criado em 1906, em Londres (Reino Unido), e tendo-se posteriormente instalado em Genebra (Suíça), em 1947, é o mais antigo organismo internacional de normalização em funcionamento.

A *International Telecommunication Union* (ITU), sediada em Genebra (Suíça), entrou em funcionamento em 1 de janeiro de 1934 e é uma organização internacional estabelecida no âmbito do sistema da Organização das Nações Unidas (ONU), sendo o organismo em que governos e iniciativa privada coordenam as redes de serviços globais de telecomunicações. Contribuindo para a atividade da normalização internacional, outras organizações internacionais com outras atividades específicas, participam também do esforço internacional de elaboração de normas ou recomendações técnicas.

Por entre as mais reconhecidas, destacam-se:

- BIPM, *Bureau International des Poids et Mesures*;
- BISFA, *International Bureau for the Standardization of Man-Made Fibres*;
- CAC, *Codex Alimentarius Commission*;
- CCSDS, *Consultative Committee for Space Data Systems*;



- CIB, *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*;
- IATA, *International Air Transport Administration*.

As normas regionais são estabelecidas por um organismo regional de normalização integrado por um grupo de países, muitas vezes vinculados a um determinado bloco económico (CEN, para a União Europeia, AMN para o Mercosul, etc.), ou a um acordo comercial (NAFTA, ALCA etc.).

Por entre os mais dinâmicos, destacam-se:

- ASAC, *Asian Standards Advisory Committee*;
- PASC, *Pacific Area Standards Congress*;
- ASMO, *Arab Organization for Standardization and Metrology*;
- CEN, *European Committee for Standardization*;
- CENELEC, *European Electrical Standards Coordinating Committee*;
- AMN, *Associação Mercosul de Normalização*;
- COPANT, *Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas*;
- ICAITI, *Instituto da Centro-América de Investigação e Tecnologia Industrial*.

Alguns desses organismos regionais de normalização, como são os casos dos organismos europeus, têm os seus trabalhos muito desenvolvidos, enquanto outros tem uma atuação mais discreta.

A maioria desses organismos regionais de normalização participam como membros correspondentes da ISO e da IEC.

As normas nacionais são normas resultantes do consenso entre os interesses do governo, das indústrias, dos consumidores e da comunidade científica de uma determinada nação. São editadas por um organismo nacional de normalização, reconhecido como autoridade no referido país, tendo assim competência para adotá-las.

Indicam-se, a seguir, alguns conceituados organismos nacionais de normalização:

- SCC (Canadá), *Standards Council of Canada*;
- ABNT (Brasil), *Associação Brasileira de Normas Técnicas*;
- IRAM (Argentina), *Instituto Argentino de Normalización*;
- AENOR (Espanha), *Asociación Española de Normalización y Certificación*;



- AFNOR (França), *Association Française de Normalisation*;
- BSI (Reino Unido), *British Standards Institution*;
- DIN (Alemanha), *Deutsches Institut für Normung*.

As normas de empresas são documentos técnicos restritos à área de atuação da organização, resultantes da padronização e otimização de diversos setores internos de uma empresa ou grupo de empresas, com o propósito de orientar as compras da empresa e outras transações comerciais, o processo de fabricação, as vendas e outras operações.

Atividades propostas

QUESTÕES DE REVISÃO:

1. O que é uma organização industrial?
2. Em que áreas de especialização podem os técnicos de eletrônica encontrar as suas oportunidades de inserção no mundo do trabalho?
3. Que tipos de profissões podem os técnicos, encontrar dentro das áreas de eletrônica?
4. Que tipos de profissões podem os técnicos, encontrar dentro das áreas das telecomunicações?
5. Que tipos de profissões podem os técnicos, encontrar dentro das áreas da eletrônica?
6. Que tipos de profissões podem os técnicos, encontrar dentro das áreas da automação industrial?
7. Quais os principais níveis de funções (qualificações) que podemos encontrar na área da eletricidade e eletrônica?



8. Quais as duas grandes áreas que se deparam ao técnico para o exercício do seu trabalho?
9. O que se entende por normalização?
10. Quais os objetivos básicos da normalização?
11. Onde se mais se fazem sentir os impactos da normalização?
12. O que são documentos normativos?
13. O que é um regulamento?
14. O que é um regulamento técnico?
15. Em termos de obrigatoriedade de cumprimento, como se relacionam as normas e os regulamentos técnicos?
16. O que é uma norma técnica?
17. Em termos da sua aplicação geográfica, que tipos de normas existem?
18. O que significa a sigla ISO?
19. O que significa a sigla IEC?



TRABALHO DE GRUPO:

20. Organizados em grupos com composição e número de elementos a determinar pelo professor, pretende-se que os alunos desenvolvam o seguinte:

TRABALHO DE GRUPO – PROFISSÕES EM ELETRICIDADE E ELETRÓNICA

1 – INTRODUÇÃO

Após o estudo realizado na primeira parte do módulo, é importante proceder a um trabalho de reflexão e de síntese sobre os assuntos abordados, com vista a uma perfeita compreensão dos mesmos e ao enriquecimento dos conhecimentos adquiridos.

Esta etapa visa permitir ao futuro técnico ficar dotado de uma mais ampla visão sobre as opções que se lhe deparam para a inserção no mundo do trabalho.

2 – OBJETIVOS

Os objetivos para este trabalho são os seguintes:

- a. Identificar as diferentes profissões na área da eletricidade e eletrónica.
- b. Compreender as diferenças funcionais ente cada uma delas.
- c. Promover a inter-relação pessoal.

3 – RECURSOS NECESSÁRIOS

- Computador com acesso à internet;
- Biblioteca da escola.

4 – PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

- a. Elaborar uma lista de profissões nas áreas da eletricidade e eletrónica;
- b. Elaborar uma tabela comparativa com a descrição de funções sobre cada uma delas;
- c. Preparar um debate na turma sobre o assunto.



5 – TABELA DE COMPARATIVA DE PROFISSÕES

A tabela de características a elaborar, deverá contemplar no mínimo, os seguintes aspectos:

- Enumeração das profissões;
- Descrição de funções de cada uma;
- Outros aspectos relevantes.



Segurança no Trabalho

Considerações gerais sobre segurança no trabalho

A indústria sempre esteve associada à vertente humana, mas esta nem sempre é tratada como a sua componente preponderante.

Até meados do século 20, as condições de trabalho nunca foram levadas em conta, sendo sim importante a produtividade, mesmo que tal implicasse riscos de doença ou mesmo à morte dos trabalhadores. Para tal contribuía dois fatores, uma mentalidade em que o valor da vida humana era pouco mais que desprezível e uma total ausência por parte dos Estados de leis que protegessem o trabalhador.

Apenas a partir das décadas de 50 / 60, surgem as primeiras tentativas sérias de integrar os trabalhadores em atividades devidamente adequadas às suas capacidades.

Atualmente existe preocupação que permite uma proteção eficaz de quem integra atividades industriais, ou outras, devendo a sua aplicação ser entendida como o melhor meio de beneficiar simultaneamente as Empresas e os Trabalhadores na salvaguarda dos aspetos relacionados com as condições ambientais e de segurança de cada posto de trabalho.

Definição

A higiene e a segurança são duas atividades que estão intimamente relacionadas com o objetivo de garantir as condições de trabalho capazes de manter um nível de saúde dos colaboradores e trabalhadores de uma Empresa.

Segundo a O.M.S. - Organização Mundial de Saúde, a verificação de condições de Higiene e Segurança consiste “num estado de bem-estar físico, mental e social e não somente a ausência de doença e enfermidade”.

A higiene do trabalho propõe-se combater, dum ponto de vista não médico, as doenças profissionais, identificando os fatores que podem afetar o ambiente do trabalho e o trabalhador, visando eliminar ou reduzir os riscos profissionais (condições inseguras de trabalho que podem afetar a saúde, segurança e bem estar do trabalhador).



A segurança do trabalho propõe-se combater, também dum ponto de vista não médico, os acidentes de trabalho, quer eliminando as condições inseguras do ambiente, quer educando os trabalhadores a utilizarem medidas preventivas.

Para além disso, as condições de segurança, higiene e saúde no trabalho constituem o fundamento material de qualquer programa de prevenção de riscos profissionais e contribuem, na empresa, para o aumento da competitividade com diminuição da sinistralidade.

Acidentes de trabalho

O que significa acidente?

Se procurarmos num dicionário poderemos encontrar “Acontecimento imprevisto, casual, que resulta em ferimento, dano, estrago, prejuízo, avaria, ruína, etc.”

Os acidentes, em geral, são o resultado de uma combinação de fatores, entre os quais se destacam as falhas humanas e falhas materiais.

Vale a pena lembrar que os acidentes não escolhem hora nem lugar. Podem acontecer em casa, no ambiente de trabalho e nas inúmeras locomoções que fazemos de um lado para o outro, para cumprir nossas obrigações diárias.

Quanto aos acidentes do trabalho o que se pode dizer é que grande parte deles ocorre porque os trabalhadores se encontram mal preparados para enfrentar certos riscos.

Definição de acidente de trabalho

Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução da capacidade para o trabalho, permanente ou temporária.

Lesão corporal é qualquer dano produzido no corpo humano, seja ele leve, como, por exemplo, um corte no dedo, ou grave, como a perda de um membro.

Perturbação funcional é o prejuízo do funcionamento de qualquer órgão ou sentido. Por exemplo, a perda da visão, provocada por uma pancada na cabeça, caracteriza uma perturbação funcional.

Um acidente de trabalho pode levar o trabalhador a ausentar-se da empresa apenas por algumas horas, o que é chamado de acidente sem afastamento. É o que ocorre,



por exemplo, quando o acidente resulta num pequeno corte no dedo e o trabalhador retorna ao trabalho em seguida.

Outras vezes, um acidente pode deixar o trabalhador impedido de realizar suas atividades por dias seguidos, meses, ou de forma definitiva. Se o trabalhador acidentado não retornar ao trabalho imediatamente ou até no dia seguinte, temos o chamado acidente com afastamento, que pode resultar na incapacidade temporária, ou na incapacidade parcial e permanente, ou, ainda, na incapacidade total e permanente para o trabalho.

Prevenção

A Prevenção é certamente o melhor processo de reduzir ou eliminar as possibilidades de ocorrerem problemas de segurança com o trabalhador, assim, a prevenção consiste na adoção de um conjunto de medidas de proteção, na previsão de que a segurança física do operador possa ser colocada em risco durante a realização do seu trabalho.

Nestes termos, pode-se acrescentar que as medidas a tomar no domínio da higiene industrial não diferem das usadas na prevenção dos acidentes de trabalho.

Um qualquer posto de trabalho representa o ponto onde se juntam os diversos meios de produção (Homem, Máquina, Energia, Matéria-prima, etc.) que irão dar origem a uma operação de transformação, daí resultando um produto ou um serviço.

Para a devida avaliação das condições de segurança de um Posto de Trabalho é necessário considerar um conjunto de fatores de produção e ambientais em que se insere esse mesmo posto de trabalho.

Para que a atividade de um operador decorra com o mínimo de risco, têm que se criar diferentes condições passivas ou ativas de prevenção da sua segurança.

Os principais aspetos a levar em conta num diagnóstico das condições de segurança (ou de risco) de um Posto de Trabalho, são os seguintes:

- **O LOCAL DE TRABALHO**
Acesso fácil e rápido com piso aderente e sem irregularidades?
- **MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS**
O técnico transporta cargas pesadas durante muito tempo?
- **POSIÇÕES DE TRABALHO**
O técnico trabalha de pé muito tempo?



- CONDIÇÕES PSICOLÓGICAS DO TRABALHO
O técnico realiza muitas horas extra?
- RUÍDOS E VIBRAÇÕES
Sentem-se vibrações ou ruído intenso?
- ILUMINAÇÃO
A iluminação é natural?
- TÉCNICO DE SOCORRO
Existe alguém com formação em primeiros socorros?

Análise de Riscos

O que é um Risco?

É qualquer situação capaz de provocar uma lesão ou um atentado contra a saúde.

Identificar todos os riscos possíveis:

Atribuir a cada um deles um grau de probabilidade

- Improvável;
- Possível (mas não muito provável);
- Provável;
- O Inevitável (a longo prazo).

Atribuir a cada um deles um grau de perigosidade

- Catastrófico;
- Eventualmente perigoso;
- Pouco perigoso.

Tomar medidas que eliminem ou atenuem todos os riscos Catastróficos e Eventualmente Perigosos (independentemente do seu grau de probabilidade), bem como os Pouco Perigosos (caso o seu grau de probabilidade seja Provável ou Inevitável).

Seguir os resultados das ações tomadas (avaliação).



Tipos de Riscos

1. Riscos de acidentes

Qualquer fator que coloque o trabalhador em situação vulnerável e possa afetar a sua integridade e o seu bem-estar físico e psíquico. Exemplos de risco de acidente: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, reparação inadequada, armazenamento inadequado, etc.

2. Riscos ergonômicos

Qualquer fator que possa interferir nas características psicofisiológicas do trabalhador, causando desconforto ou afetando a sua saúde. São exemplos de risco ergonômico: o levantamento de pesos excessivos, ritmo excessivo de trabalho, monotonia, repetibilidade, postura inadequada de trabalho, etc.

3. Riscos físicos

Consideram-se agentes de risco físico as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, calor, frio, pressão, humidade, radiações ionizantes e não-ionizantes, vibrações, etc.

4. Riscos químicos

Consideram-se agentes de risco químico as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo do trabalhador pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores, ou que seja, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contacto ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

5. Riscos biológicos

Consideram-se como agentes de risco biológico as bactérias, vírus, fungos, parasitas, entre outros.



Equipamentos de Proteção Individual

Definição:

Equipamentos de Proteção Individual - São equipamentos destinados a protegerem individualmente cada trabalhador, devendo pois ser usados como acessórios de segurança por cada trabalhador, sempre que se justifique.

Quando se devem utilizar:

Só devem ser utilizados como complemento das seguintes medidas, que devem sempre ser tomadas antes de se usar o equipamento de proteção individual, nomeadamente:

- Conceção correta dos locais e postos de trabalho;
- Formação adequada dos trabalhadores sobre regras de higiene e segurança a usar no posto de trabalho;
- Utilização de sinalização adequada sobre higiene e proteção nos locais de trabalho.

A Proteção Coletiva dos Trabalhadores é feita através das medidas utilizadas aquando do projeto e construção das instalações e postos de trabalho.

A Proteção Individual é feita a cada trabalhador nos casos em que tal se justifique e só deve ser implementada depois de tentar resolver o problema de outra forma, nomeadamente através da modificação do processo de trabalho, da substituição dos materiais e produtos utilizados, etc.

Equipamentos de Proteção Individual mais utilizados:

Capacete de segurança

Utiliza-se particularmente nos estaleiros onde há máquinas em manobras, edifícios em construção, transportes de materiais pesados e destina-se a atenuar as consequências dos riscos contra a queda de objetos ou pancadas sofridas.



Sapatos ou Botas de segurança

Têm palmilha e biqueira de aço, para evitar ferimentos e esmagamento dos pés.



Luvas apropriadas

Para os trabalhos a executar (manipulação de ferro e de aço, manipulação de produtos químicos, etc.)

Óculos de Proteção

Apropriados a cada caso para evitar projeções de limalhas, faúlhas, líquidos cáusticos, etc.



Máscaras Respiratórias

Apropriadas para locais que contêm gases, fumos, poeiras, etc.

Protetores Auriculares e Tampões Auditivos

Para proteção dos ouvidos onde o ruído é intenso, nomeadamente em fábricas de corte e laminação de metais.



Sinalização

Sinais de perigo

Indicam situações de risco potencial de acordo com o pictograma inserido no sinal. São utilizados em instalação, acessos, aparelhos, instruções e procedimentos, etc..

Têm forma triangular, o contorno e pictograma a preto e o fundo amarelo.



Sinais de proibição

Indicam comportamentos proibidos de acordo com o pictograma inserido no sinal. São utilizados em instalação, acessos, aparelhos, instruções e procedimentos, etc.. Têm forma circular, o contorno vermelho, pictograma a preto e o fundo branco.



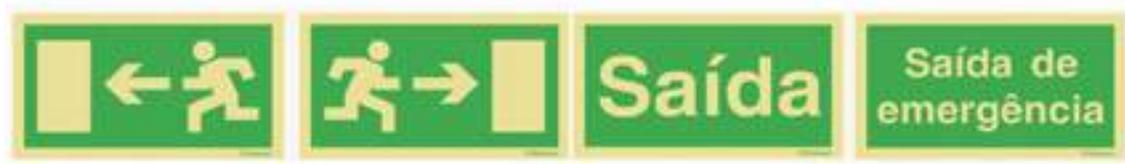
Sinais de obrigação

Indicam comportamentos obrigatórios de acordo com o pictograma inserido no sinal. São utilizados em instalação, acessos, aparelhos, instruções e procedimentos, etc.. Têm forma circular, fundo azul e pictograma a branco.



Sinais de emergência

Fornecem informações de salvamento de acordo com o pictograma inserido no sinal. São utilizados em instalações, acessos e equipamentos, etc.. Têm forma retangular, fundo verde e pictograma a branco.



Condições de trabalho

Atualmente existem necessidades de higiene e segurança no trabalho com importância vital para o bom funcionamento do mesmo. Existem fatores laborais que podem condicionar o estado de saúde e de segurança do trabalhador, segundo os setores de atividade, ocupações profissionais, etc. Alguns dos fatores mais importantes a ter em conta são:

- Iluminação;
- Ruído;
- Radiações Eletromagnéticas;
- Ambiente Térmico;
- Eletricidade;
- Descarga Electrostática;
- Ergonomia.

Iluminação

A iluminação constitui um fator de risco que deve ser adequadamente seguido. Uma iluminação correta num local de trabalho é condição imprescindível para a obtenção de um bom ambiente de trabalho, proporcionando dessa forma um aumento de produtividade, motivação, desempenho geral, etc. A inobservância deste ponto resulta normalmente em consequências mais ou menos graves, tais como: danos visuais, menor produtividade e aumento do número de defeitos não detetados.

A iluminação ideal é aquela que é fornecida pela luz natural. Contudo por razões de ordem prática, o seu uso é bastante restrito, havendo necessidade de recorrer à luz artificial. A qualidade da iluminação artificial de um ambiente de trabalho depende fundamentalmente de quatro fatores:

- A sua adequação ao tipo de atividade prevista;
- Da limitação do encandeamento;
- Da distribuição conveniente das lâmpadas;
- Da harmonização da cor da luz com as cores predominantes no local.



Algumas das consequências de uma iluminação incorreta:

- Fadiga Ocular;
- Dores de cabeça;
- *Stress*;
- Posturas incorretas;
- Menor motivação;
- Menor produtividade;
- Maior probabilidade de ocorrência de acidentes.

Assim e para evitar as consequências de uma iluminação incorreta, as fontes de luz devem estar localizadas de modo a evitar reflexos e sombras na superfície de trabalho. As luminárias devem ficar posicionadas 30 graus acima da linha de visão e atrás do trabalhador, para evitar ofuscamentos e reflexos.

Ruído

Quando uma pessoa se encontra num ambiente de trabalho e não consegue ouvir perfeitamente a fala das pessoas no mesmo recinto, isso é uma primeira indicação de que o local é demasiado ruidoso. Os especialistas no assunto definem o ruído como todo som que causa sensação desagradável ao homem.

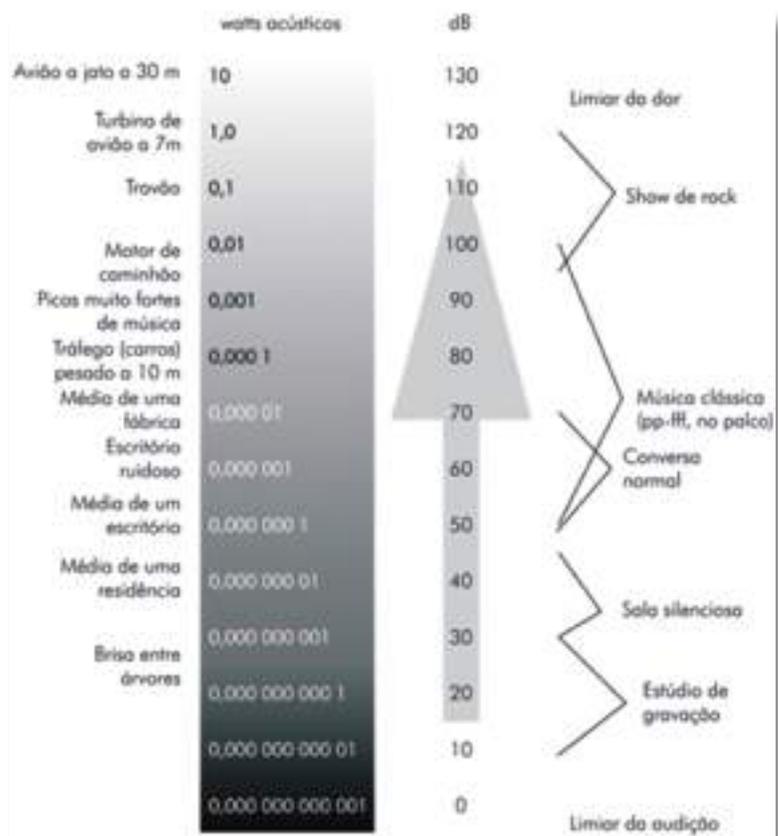


Fig. 11 - Ruído



As consequências da exposição ao ruído no Homem são cumulativas, ou seja, os efeitos causados pela exposição de ontem somam-se aos de hoje e amanhã e assim, progressivamente, o sistema auditivo vai-se deteriorando.

O ruído é um som desagradável e indesejável que contribui para o mal-estar das pessoas expostas e em situações mais graves provoca surdez.

Para medir o ruído utiliza-se um instrumento denominado medidor de pressão sonora e a unidade usada como medida é o decibel ou abreviadamente **dB**, na figura 11 estão representados exemplos do nível de decibéis atingidos por alguns sons do conhecimento geral.

Radiações eletromagnéticas

Embora relativamente recente, a tecnologia associada à comunicação móvel adquiriu uma forte expansão, sendo consensuais as vantagens associadas à sua utilização, designadamente ao nível da sociedade em geral e dos meios profissionais em particular. Associada à crescente utilização dos telefones móveis, vulgarmente designados por telemóveis, assistiu-se à profusão das antenas de estações base (que efetuam transmissão e receção dos sinais), indispensáveis para uma boa cobertura da área de serviço e à sua adequada utilização.

Além das considerações de ordem estética e paisagística por vezes envolvidas, as inquietações dos cidadãos centram-se sobretudo nos potenciais efeitos adversos na saúde das radiações emitidas por essas antenas.

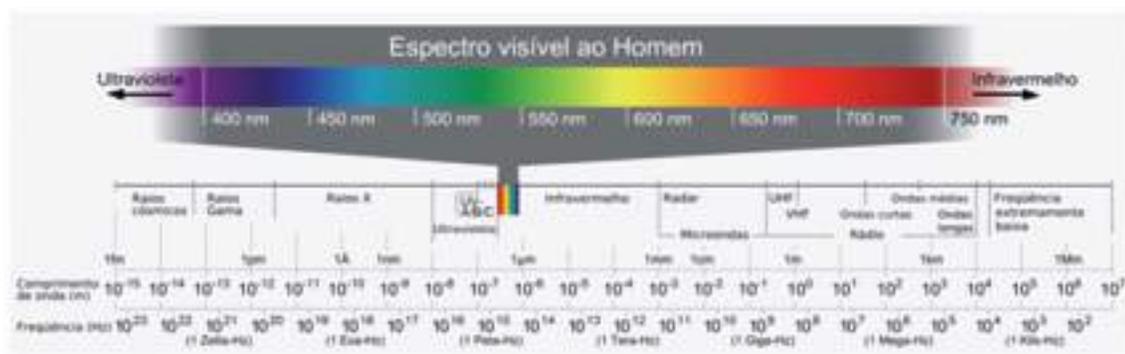


Fig. 12 – Espectro da Luz



O espectro da radiação eletromagnética estende-se desde a eletricidade (linhas de transporte, distribuição e consumo de eletricidade – muito alta, alta, média e baixa tensões), passando pelas radiofrequências (banda de frequências em que operam os telemóveis) e micro-ondas (usadas pelos fornos de micro-ondas), radiação infravermelha, luz visível, radiação ultravioleta (conhecida pelos riscos associados às prolongadas exposições ao Sol) até às radiações ionizantes, como é o caso dos raios X (utilizados em exames médicos de diagnóstico).

A exposição da generalidade das pessoas aos campos eletromagnéticos ocorre todos os dias e das formas mais variadas. Os equipamentos correntes como os eletrodomésticos nas cozinhas, os micro-ondas, os ecrãs dos computadores antigos, os sistemas de segurança nas lojas, as redes de transporte de energia, as estações de rádio e de televisão, os seus respectivos aparelhos, os radares, entre outros, contribuem para uma exposição permanente às radiações eletromagnéticas.

Ambiente térmico

Frio ou calor em excesso, ou a brusca mudança de um ambiente quente para um ambiente frio ou vice-versa, também são prejudiciais à saúde.

Nos ambientes onde há a necessidade do uso de fornos, maçaricos etc., ou pelo tipo de material utilizado e características das construções (insuficiência de janelas, portas ou outras aberturas necessárias a uma boa ventilação), toda essa combinação pode gerar alta temperatura prejudicial à saúde do trabalhador.

A sensação de calor que sentimos é proveniente da temperatura resultante existente no local e do esforço físico que fazemos para executar um trabalho.

A temperatura resultante é função dos seguintes fatores:

- Humidade relativa do ar;
- Velocidade e temperatura do ar;
- Calor radiante (produzido por fontes de calor do ambiente, como fornos e maçaricos).



A unidade de medida da temperatura adotada é o grau Celsius, abreviadamente °C. De um modo geral, a temperatura ideal situa-se entre 21°C e 26 °C enquanto a humidade relativa do ar deve estar entre 55% a 65%, e a velocidade do ar deve ser cerca de 0,12m/s.

Os ambientes térmicos podem ser classificados como:

- Quentes (fundições, cerâmicas, padarias);
- Frios (armazéns frigoríficos, atividades piscatórias);
- Neutros (escritórios).

Logicamente que as situações mais preocupantes ocorrem em ambientes térmicos frios e quentes ou sobretudo quando as duas possibilidades existem na mesma empresa ou no mesmo posto de trabalho, podendo assim existir o Stress Térmico, que em geral está relacionado com o desconforto do trabalhador em condições de trabalho em que a temperatura ambiente é muito elevada, podendo-se conjugar uma humidade baixa e uma circulação de ar deficiente.

Eletricidade

No que respeita à Eletricidade, onde podemos ter a nossa primeira verificação técnica, temos de nos lembrar de alguns pontos importantes. Para começar as canalizações elétricas, aparelhagem e quadros elétricos devem ser adequados aos ambientes em que virão a ser utilizados, particularmente quando se trata de locais com ambientes corrosivos, molhados, húmidos, poeirentos, com riscos de incêndio ou de explosão, sujeitos a altas temperaturas.

Consequências de um choque elétrico:

- Convulsão;
- Paragem respiratória;
- Asfixia;
- Queimaduras;
- Fibrilação ventricular;
- Electrocução.



Não toque em elementos nus (fios, terminais, etc.) de uma instalação elétrica.

Verifique se os isolamentos estão em bom estado e tenha cuidado com:

- Não danificar o isolamento dos condutores;
- Não crie pontos nus;
- Não puxe pelos cabos para desligar os aparelhos.

Mantenha os fios, cabos e outras peças condutoras bem ligadas e apertadas nos terminais, evitando assim faíscas e sobreaquecimentos.

Verifique se são respeitadas as distâncias de segurança:

- Entre fios condutores, nas tubagens; entre disjuntores e diferenciais, nos quadros elétricos.
- Se todos os circuitos têm no quadro elétrico de onde saem os seus próprios órgãos de proteção.
- Os circuitos possuem um condutor de proteção – fio de terra – e se as tomadas possuem polo de terra.
- Os órgãos de proteção e comando devem interromper os condutores de fase. Nunca devem cortar somente o neutro.

Em ambientes de riscos especiais deve trabalhar sempre com:

- Tensões reduzidas, inferiores a 25 V;
- Transformadores de isolamento de segurança;
- Equipamentos de trabalho de dupla proteção elétrica.

Nunca reparar um aparelho elétrico sem antes o desligar da energia e o comprovar com um busca-pólos.

Utilize sempre um aparelho elétrico em condições de segurança.

Com aparelho e pavimento bem secos, utilizador com os pés e mãos secas, com vestuário e calçado seco.



Ergonomia

A palavra “Ergonomia” surgiu da junção de duas palavras Gregas: “*ergon*” que significa trabalho e “*nomos*” que significa leis. Hoje em dia, a palavra é usada para descrever a ciência de “conceber uma tarefa que se adapte ao trabalhador e não forçar o trabalhador a adaptar-se à tarefa”. Também é chamada de Engenharia dos Fatores Humanos e ultimamente, também se tem preocupado com a Interface Homem-Computador. A preocupação com a ergonomia está-se a tornar um fator essencial na medida que o uso de computadores evolui.

A Ergonomia pode ser aplicada em vários setores de atividade: ergonomia industrial, hospitalar, escolar, transportes, sistemas informatizados, etc.. Em todos podem ocorrer intervenções ergonômicas para se melhorar significativamente a eficiência, a produtividade, a segurança e saúde nos postos de trabalho.

A Ergonomia atua em todas as frentes de qualquer situação de trabalho ou lazer, desde o *stress*, físicos nas articulações, músculos, nervos, tendões, ossos, etc., até aos fatores ambientais que possam afetar a audição, visão, conforto e principalmente a saúde.

Ergonomia é uma disciplina científica que aborda a compreensão das interações entre os seres humanos e os elementos de um sistema. Aplica teorias, princípios, dados e métodos a projetos que visam otimizar o bem-estar humano e o desempenho dos sistemas.



Modelo Ergonómico

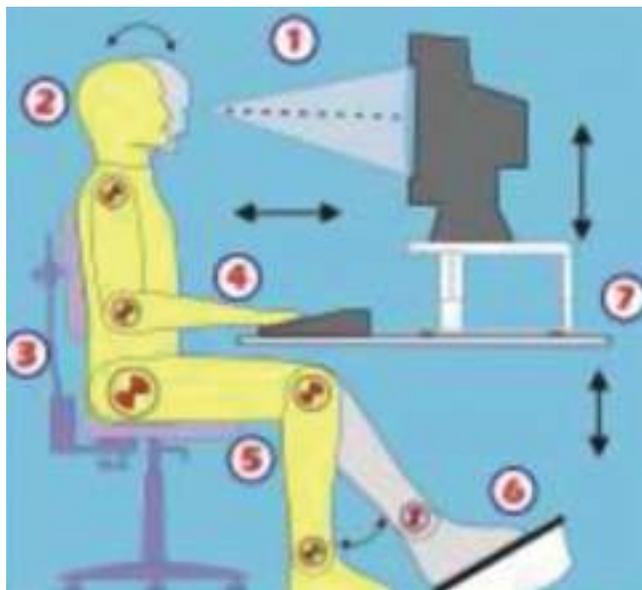


Fig. 13 – Modelo ergonomicamente correto

1. Deve manter o centro do ecrã ao nível dos olhos e distanciado do monitor entre os 45 e 65 cm.
2. Mantenha sempre a cabeça e o pescoço em posição reta, somando a isto, mantenha os ombros relaxados.
3. Mantenha a região lombar das costas apoiada no encosto da cadeira.
4. Mantenha o cotovelo junto ao corpo e não exageradamente projetado para a frente.
5. Não deixe que a sua perna fique rente à cadeira, o correto é que exista um espaço livre entre a perna e a cadeira para auxiliar na irrigação sanguínea desta região e diminuir a sobrecarga do coração no bombeamento que ocorre quando a perna está em contacto direto com a cadeira.
6. Utilize um apoio para os pés para corrigir o distanciamento da coxa em relação a cadeira, prefira o apoio para os pés com mobilidade para auxiliar o bombeamento sanguíneo, pois no calcanhar existe uma bomba sanguínea que atua como “segundo coração” enviando o sangue de volta para o coração.
7. Nivele a altura do monitor através de um suporte e da mesa o que permite a perfeita adaptação do conjunto à altura dos olhos do utilizador do posto de trabalho.



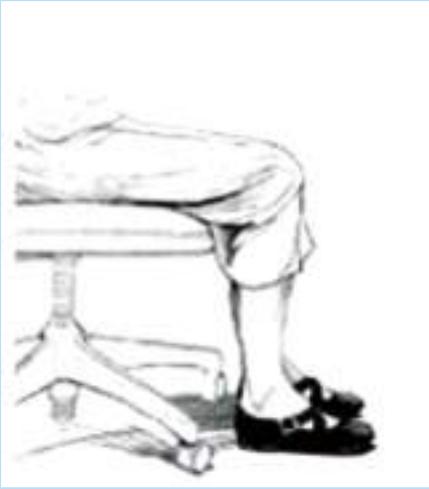
Posição Sentado	
Errado	Certo
	
Não inclinar demasiado para a frente	Apoiar corretamente as costas na cadeira
	
Não balance os pés nem comprima as coxas.	Descanse os pés firmemente no chão

Fig. 14 – Posições certas e erradas



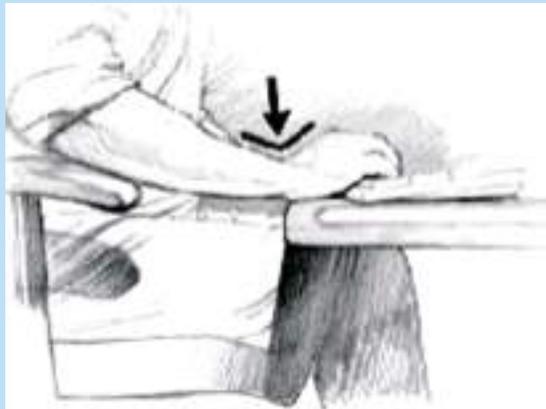
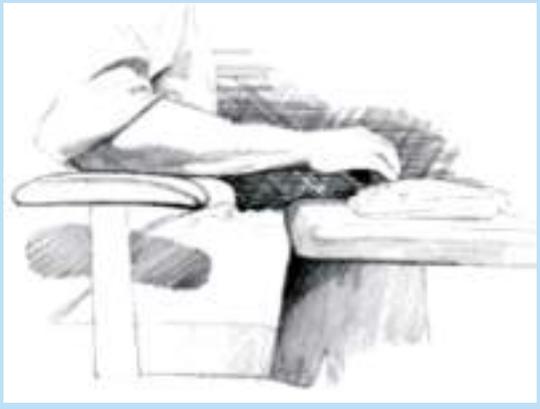
Ombros, Braços, Pulsos e Mãos	
Errado	Certo
	
<p>Não apoie as palmas das mãos nem dobre os pulsos acentuadamente para baixo enquanto está a escrever.</p>	<p>Mantenha os pulsos numa posição confortável e neutra.</p>
	
<p>Não dobre acentuadamente os pulsos para dentro</p>	<p>Mantenha os pulsos numa posição confortável e neutra.</p>

Fig. 15 – Posições certas e erradas



Prevenção e segurança

As ferramentas designam-se por utensílio, ou dispositivo, que fornece uma vantagem mecânica ou mental para facilitar a realização de tarefas diversas.

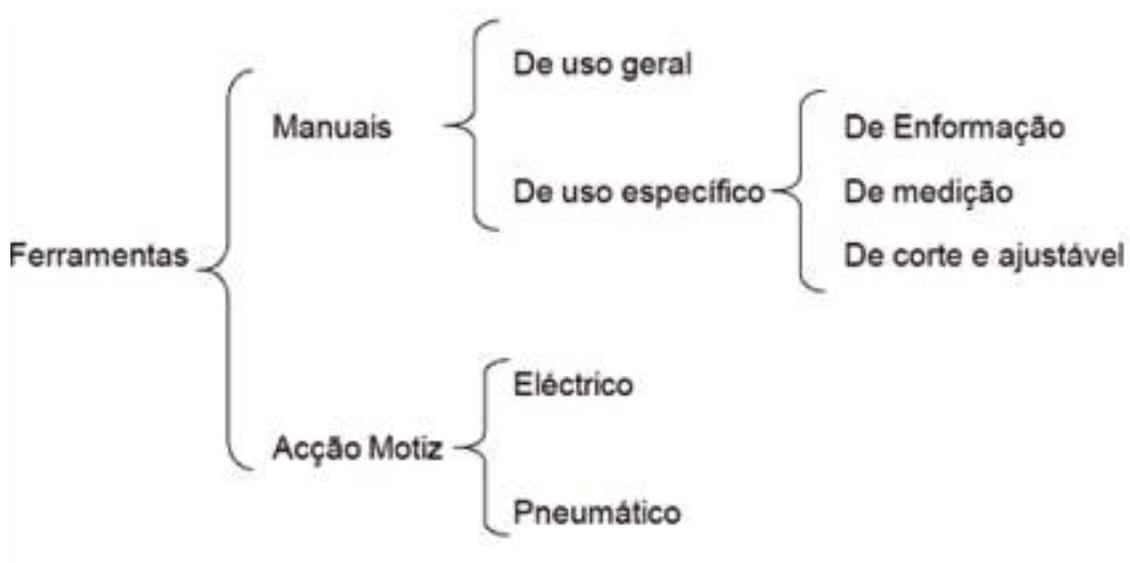


Fig. 16 – Classificação de ferramentas

As ferramentas manuais utilizam a força própria do operador para funcionarem. Este grupo é constituído por uma grande variedade de ferramentas de mão que são, em geral, de utilizações múltiplas.

As ferramentas de acionamento motriz utilizam-se manualmente, mas dispõem de alimentação eléctrica ou pneumática.

A utilização destas ferramentas evita que o trabalhador realize um esforço considerável, proporcionando uma maior regularidade e eficácia no trabalho e conseguindo maior rapidez nas operações.

Os riscos mais frequentes de acidente podem ser:

- Entaladela;
- Esmagamento;
- Electrocução;
- Cortes / Perfuração;
- Projeções de fragmentos ou partículas;
- Queimaduras;



- Pancadas com objetos ou ferramentas;
- Sobre esforços;
- Queda de objetos;
- Ruído;
- Vibrações.

Medidas de prevenção

Verificar periodicamente o estado de conservação das ferramentas.

As ferramentas não podem ser usadas para fins diferentes daqueles para os quais foram concebidas.

As ferramentas são guardadas em locais adequados.

Respeitar a capacidade das ferramentas e não forçá-las.

As ferramentas deverão ser ergonomicamente compatíveis com o utilizador, possuírem resistência suficiente.

Sinalizar e isolar a área de trabalho de forma adequada.

Devem ser verificadas periodicamente, no sentido de serem detetadas anomalias que lhe diminuam a resistência ou se tornem perigosas para o utilizador.

Ao manusear ferramentas portáteis a força deve ser distribuída pela maior área possível da mão.

As ferramentas que apresentem deficiências devem ser substituídas o mais brevemente possível.

As ferramentas devem ser resistentes, apropriadas ao trabalho e mantidas em bom estado de conservação e limpeza. As ferramentas devem estar em bom estado de conservação, nomeadamente no que diz respeito às superfícies de trabalho.

Segurança

Em caso de acidente e se houver sangramento, tente estancar a ferida e encaminhar o ferido imediatamente para o posto médico.

Faça com que o seu local de trabalho seja confortável, proporcionando maior estímulo e consequentemente mais cuidado com as atividades a desenvolver.



Procure organizar o local de trabalho, ou seja, deixe os objetos nos seus devidos lugares e bem guardados o que impede as improvisações, logo a diminuição de acidentes.

Esteja sempre bem informado quanto aos riscos e cuidados envolventes nas suas atividades e as formas de proteção disponíveis para diminuir esses riscos.

Se trabalhar muitas horas sentado, mantenha uma postura adequada.

Faça pequenas pausas a cada duas horas.

Ferramentas e aparelhos de medida

Por entre os aparelhos de medida utilizados em SHST, merecem destaque os seguintes:

- Sonómetros, para medição dos níveis de ruído;



Fig. 17 – Sonómetro de ruído

- Dosímetros, para medição das quantidades de ruído absorvidas;



Fig. 18 – Dosímetro de ruído



- Vibrômetros ou acelerômetros, para medição das quantidades de vibrações absorvidas;



Fig. 19 – Vibrômetro ou acelerômetro

- Termômetros, para medição de temperaturas;



Fig. 20 – Termômetro

- Higrômetros, para medição dos níveis de humidade;



Fig. 20 – Higrômetro



- Anemómetros, para medição da velocidade do ar;



Fig. 21 – Anemómetro

- Equipamento de análise de contaminantes químicos.



Fig. 22 – Conjunto para medição de contaminantes químicos

Noções de socorrismo

O suporte básico de vida assenta na manutenção das funções vitais do sinistrado, conhecidas no meio por A,B,C.

- “A” (“Airway”) – Desobstrução da via aérea.
É fundamental manter desobstruídos os canais de respiração, nem que para isso seja necessário fazer uma traqueotomia no local.



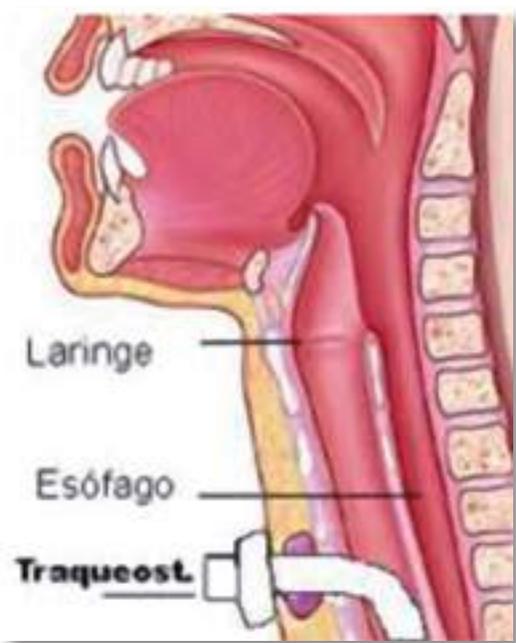


Fig. 23 – Traqueotomia

- “B” (“Breathing”) – Manter a ventilação adequada.
Pode ser necessário fazer ventilação artificial, de modo a fazer chegar oxigénio aos pulmões.



Fig. 24 – Ventilação

- “C” (“Circulation”) – Manter o batimento cardíaco.
Pode ser necessário executar a compressão cardíaca externa.





Fig. 25 – Compressão cardíaca externa

Para além do referido ABC, existem ainda mais duas situações de urgência: As situações de ocorrência de hemorragia (H) e a de envenenamento (E).

No caso de ocorrência de uma hemorragia, é necessário estancá-la tão rápido quanto possível.

O envenenamento pode ocorrer por via gasosa ou por via líquida.

Deve ser feito acompanhamento rapidamente, mesmo recorrendo ao contacto telefónico, caso não haja nenhum médico ou enfermeiro próximos.

Quando se tratar de acidentes com a corrente elétrica, as principais consequências de uma eletrização são as seguintes:

- Tetanização (contração muscular por ação dos centros nervosos);
- Fibrilação ventricular ou auricular;



- Paragem respiratória;
- Queimaduras.

Em qualquer dos casos, deve ser eliminado o contacto do sinistrado com as partes em tensão e proceder ao socorro da vítima, tendo em atenção o que foi dito relativamente à necessidade de manter os sinais vitais, particularmente respiração e batimento cardíaco. Será sempre aconselhável existirem em todas as empresas ou organizações, equipas de primeiros socorros, ou mesmo equipa médica.

Dependendo dos meios humanos disponíveis, poderão ter um maior ou menor grau de utilização os equipamentos indicados de seguida.



Fig. 26 – Armário e mala de primeiros socorros



Fig. 27 – Maca



A maca para transporte de doentes, pode ser de muita utilidade, para além de ser um equipamento de preço relativamente acessível.

Mais caro, mas bastante mais versátil é o plano duro, associado aos dispositivos de proteção cervical.



Fig. 28 – Plano duro e proteção cervical



Fig. 29 – Desfibrilador



Atividades propostas

QUESTÕES DE REVISÃO:

1. A SHST deverá ser vista como um custo ou um investimento?
2. Quais os principais objetivos da SHST?
3. Como classificou Heinrich os custos associados aos acidentes?
4. O que é um acidente de trabalho?
5. O que é uma doença profissional?
6. Como se podem definir as incapacidades de trabalho, resultantes de acidente ou doença profissional?
7. Segundo Heinrich na sua teoria do dominó, quais os fatores determinantes para a ocorrência de um acidente?
8. O que se entende por perigo?
9. O que se entende por risco?
10. Como é possível quantificar a probabilidade e a severidade numa avaliação de risco?
11. Ao intervencionarmos os locais de trabalho para reduzir ou eliminar o risco de um acidente, que prioridades de procedimentos devemos adotar?
12. Que medidas podem ser adotadas para limitar/eliminar o risco e para envolver o risco?
13. Que medidas podem ser adotadas para afastar o Homem?
14. Que medidas podem ser adotadas para proteger o Homem?



15. Que riscos conhece, associados a agentes físicos?
16. Quais os riscos associados à movimentação de cargas?
17. Que critérios devem ser adotados para a escolha de um EPI?
18. Que tipos de sinalização de segurança existem?
19. Quais as situações que implicam socorro urgente, num acidente?

TRABALHO DE GRUPO:

20. Organizados em grupos com composição e número de elementos a determinar pelo professor, pretende-se que os alunos desenvolvam o seguinte:

TRABALHO DE GRUPO – SHST**1 – INTRODUÇÃO**

Após o estudo realizado na primeira parte do módulo, é importante proceder a um trabalho de reflexão e de síntese sobre os assuntos abordados, com vista a uma perfeita compreensão dos mesmos e ao enriquecimento dos conhecimentos adquiridos.

Esta etapa visa permitir ao futuro técnico criar a consciência necessária sobre o tipo e níveis de risco a que estará sujeito durante a sua participação no mundo do trabalho.

Visa também proporcionar a toda a comunidade escolar alguma sensibilização sobre as questões da segurança, higiene e saúde no trabalho.

2 – OBJETIVOS

Os objetivos para este trabalho são os seguintes:

- a. Identificar os riscos a que estão sujeitos os técnicos de eletricidade.
- b. Adotar procedimentos de prevenção em matéria de riscos laborais.
- c. Sensibilizar a comunidade escolar.



3 – RECURSOS NECESSÁRIOS

- Computador com acesso à internet;
- Biblioteca da escola;
- Papel ou cartão para a elaboração dos cartazes.

4 – PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

- a. Construir painéis (cartazes) sobre riscos e procedimentos de segurança em matéria de riscos elétricos, em número a determinar pelo professor, de acordo com as necessidades e disponibilidades da escola;
- b. Organizar sessões de sensibilização sobre riscos elétricos, a outras turmas de cursos ligados à eletricidade e eletrónica;
- c. Elaborar um relatório final de síntese sobre o trabalho efetuado.

5 – CARTAZ SOBRE RISCOS ELÉTRICOS

O cartaz a elaborar deverá contemplar no mínimo, os seguintes aspetos:

- Identificação do risco;
- Equipamentos de proteção individual a usar;
- Procedimentos de prevenção;
- Procedimentos de emergência;
- Outros aspetos relevantes.

TRABALHO DE GRUPO:

21. Organizados em grupos com composição e número de elementos a determinar pelo professor, pretende-se que os alunos desenvolvam o seguinte:

TRABALHO INDIVIDUAL – FICHAS DE SEGURANÇA

1 – INTRODUÇÃO

Após o estudo realizado na primeira parte do módulo e na sequência do trabalho anterior, é importante proceder a um trabalho de reflexão e de síntese sobre os assuntos abordados, com vista a uma perfeita compreensão dos mesmos e ao enriquecimento dos conhecimentos adquiridos.



Esta etapa visa permitir ao futuro técnico ficar dotado de uma mais ampla visão sobre a problemática associada à segurança, higiene e saúde no trabalho.

2 – OBJETIVOS

Os objetivos para este trabalho são os seguintes:

- a. Identificar os locais com riscos mais elevados na escola.
- b. Identificar os riscos associados a esses locais.
- c. Construir fichas de segurança dos locais.

3 – RECURSOS NECESSÁRIOS

- Computador com acesso à internet;
- Biblioteca da escola;
- Papel para a elaboração das fichas.

4 – PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

- a. Identificar os locais com riscos mais elevados na escola;
- b. Avaliar os riscos presentes em cada um desses locais;
- c. Definir os procedimentos de prevenção;
- d. Definir os procedimentos de emergência;
- e. Construir as fichas.

5 – FICHAS DE SEGURANÇA DOS LOCAIS

As fichas de segurança a elaborar, deverão contemplar no mínimo, os seguintes aspectos:

- Indicação do local;
- Indicação dos riscos presentes;
- Indicação dos procedimentos de prevenção para cada risco;
- Indicação dos procedimentos de emergência para cada risco;
- Outros aspectos relevantes.



A qualidade

As normas para a certificação de qualidade, são já mundialmente reconhecidas como referência para a especificação dos requisitos mínimos na implementação e verificação de sistemas da qualidade de empresas de bens e/ou serviços.

A qualidade é uma questão de sobrevivência de qualquer empresa, seja ela de grande prestígio, idade e setor.

Se refletirmos sobre o que são as expectativas do cliente será fácil de concluir que estas expectativas estão em permanente evolução, e confrontam-se com o mercado, em geral altamente competitivo, em termos de novos produtos e/ou serviços.

A função Qualidade tem como objetivo a máxima satisfação do cliente, ao menor custo. Os seus meios principais são as ações de prevenção, desenvolvidas por todos os serviços da empresa: administrativa, comercial, técnica, produção, inspeção, etc..

Mas se a qualidade é do interesse de todos, é preciso evitar que se torne na responsabilidade de ninguém.

É por isso que se cria um serviço de gestão da qualidade, para impulsionar as ações dos outros serviços neste domínio, reunir os resultados e estabelecer objetivos.

O serviço da qualidade trabalha em relação íntima com todos os outros serviços.

Este não é um serviço que exista para suprir uma mão de obra insuficiente ou quadros que não sejam qualificados.

Existe com eles, ao mesmo nível que eles, para ajudar na melhoria contínua dos seus processos e serviços.

Deteta, porque tem meios para o fazer, quando qualquer coisa não corre bem.

Investiga com eles qual é o tipo de reação que se pode ter perante determinado incidente, e é o responsável da qualidade que tem a responsabilidade de intervir e de alertar os serviços interessados, ou de entrar em contacto com os clientes para achar o que se deve fazer a fim de remediar a falha.

A certificação é indispensável porque é um fator de credibilidade e poderá ser também um fator de competitividade.

A certificação pode ser o resultado da exigência de alguns clientes, mas pode também ser consequência de exigências regulamentares ou estatutárias.



O sistema de garantia da qualidade. O sistema ISO

A documentação do Sistema da Qualidade baseia-se em cinco níveis:



Fig. 30 – Documentação do sistema da Qualidade

Nível 1 (Manual da Qualidade) – É o documento que determina a Política da Qualidade, a estrutura, responsabilidades e organização de todo o Sistema de Garantia da Qualidade implementado na empresa.

Nível 2 (Procedimentos) – São os documentos que descrevem a forma de levar a cabo as atividades, e os controlos que se aplicam a todas aquelas atividades relevantes para a Garantia da Qualidade.

Nível 3 (Instruções de Trabalho) – As instruções de trabalho são documentos nos quais se descreve o modo de proceder com o pormenor que as situações concretas exigem, aplicáveis a um posto de trabalho ou função específica.

Nível 4 (Plano da Qualidade) – O plano da Qualidade possibilita de forma adequada e fácil, localizar no e através do tempo, o conjunto de atividades relevantes para a Qualidade, cuja execução é possível prever, e que, de forma geral, devem acontecer num determinado período.



Nível 5 (Registos) – Os registos são o conjunto de impressos, ou modelos que contêm os dados, através dos quais, se evidencia de forma objetiva a Qualidade que se faz dia a dia, fase a fase, tarefa a tarefa.

ISO 9000:1987 – Essa primeira norma tinha estrutura idêntica à norma britânica BS 5750, mas era também influenciada por outras normas existentes nos Estados Unidos da América e por normas de defesa militar (as “*Military Specifications*” - “MIL SPECS”). Subdividia-se em três modelos de gestão da qualidade, conforme a natureza das atividades da organização:

- ISO 9001:1987 – Modelo de garantia da qualidade para “*design*”, desenvolvimento, produção, montagem e prestadores de serviço (aplicava-se a organizações cujas atividades eram voltadas para a criação de novos produtos).
- ISO 9002:1987 – Modelo de garantia da qualidade para produção, montagem e prestação de serviço - compreendia essencialmente o mesmo material da anterior, mas sem abranger a criação de novos produtos.
- ISO 9003:1987 – Modelo de garantia da qualidade para inspeção final e teste - abrangia apenas a inspeção final do produto e não se preocupava como o produto era feito.

ISO 9000:1994 – Esta norma continha os termos e definições relativos à norma ISO 9001:1994.

Não é uma norma certificadora, apenas explicativa, dos termos e definições da garantia da qualidade.

ISO 9001:1994 – Esta norma tinha a garantia da qualidade como base da certificação.

A norma tinha os seguintes requisitos:

- 4.1 Responsabilidade da direção (trata do papel da direção de topo, na implementação do sistema da Qualidade);
- 4.2 Sistema da qualidade (descreve a documentação que compõe o sistema da qualidade);
- 4.3 Análise do contrato (trata da relação comercial entre a empresa e os seus clientes);
- 4.4 Controlo da conceção e projeto (trata da conceção e desenvolvimento de novos produtos para atender aos clientes);



- 4.5 Controlo dos documentos e dados (trata da forma de controlar os documentos do sistema da qualidade);
- 4.6 Compras (trata da qualificação dos fornecedores de materiais e/ou serviços e do processo de compras);
- 4.7 Produto fornecido pelo cliente (trata da metodologia para assegurar a conformidade dos produtos fornecidos pelo Cliente para incorporar ao produto final);
- 4.8 Histórico (trata da história desde o início do fabrico do produto ou da prestação do serviço);
- 4.9 Controlo do processo (trata do processo de produção dos produtos da empresa);
- 4.10 Inspeção e ensaios (trata do controlo da qualidade que é realizado no produto ou serviço);
- 4.11 Controlo de equipamentos de inspeção, medição e ensaio (trata do controlo necessário para a calibração/verificação dos instrumentos que inspecionam, medem ou ensaiam a conformidade do produto);
- 4.12 Situação da inspeção e ensaios (trata da identificação da situação da inspeção do produto ou serviço em todas as etapas da sua produção);
- 4.13 Controlo do produto não conforme (trata da metodologia de controlo para os produtos fora de especificação);
- 4.14 Ação corretiva e preventiva (trata das ações necessárias para as não conformidades identificadas de forma a evitar que aconteça e a sua repetição);
- 4.15 Manuseamento, armazenamento, embalagem, preservação e expedição (trata dos cuidados com o produto acabado até a sua expedição para o cliente);
- 4.16 Controlo dos registos da qualidade (trata da metodologia do controlo dos registos da qualidade para facilitar a sua identificação e recuperação);
- 4.17 Auditorias internas da qualidade (trata da programação das auditorias internas da qualidade);
- 4.18 Formação (trata do levantamento das necessidades de formação e da programação das respetivas formações);
- 4.19 Serviços após - venda (trata dos serviços prestados após venda);
- 4.20 Técnicas estatísticas (trata da utilização de técnicas estatísticas na empresa);



ISO 9001:2000 – Para solucionar as dificuldades da anterior, esta norma combinava as 9001, 9002 e 9003 numa única, doravante denominada simplesmente 9001:2000.

ISO 9000:2005 – Foi a única norma lançada nesse ano, descrevendo os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e definindo os termos com ela relacionados.

ISO 9001:2008 – Esta nova versão foi elaborada para apresentar maior compatibilidade com a família da ISO 14000, e as alterações realizadas trouxeram maior compatibilidade para as suas traduções e conseqüentemente, um melhor entendimento e interpretação de seu texto.

As normas foram elaboradas por meio de um consenso internacional acerca das práticas que uma empresa deve tomar a fim de atender plenamente os requisitos de qualidade total.

A ISO 9000 não fixa metas a serem atingidas, pelas organizações a serem certificadas, sendo as próprias organizações quem estabelecem essas metas.

Uma organização deve seguir alguns passos e atender a alguns requisitos para ser certificada.

Dentre esses podem-se citar:

- Padronização de todos os processos-chave da organização, processos que afetam o produto e conseqüentemente o cliente;
- Monitorização e medição dos processos de fabricação para assegurar a qualidade do produto ou serviço, através de indicadores de desempenho e desvios;
- Implementação e manutenção dos registos adequados e necessários para garantir a construção do histórico do processo;
- Inspeção de qualidade e meios apropriados de ações corretivas, quando necessário;
- Revisão sistemática dos processos e do sistema da qualidade para garantir sua eficácia.

Os sistemas de normalização

O alargamento do mercado é, na maioria dos casos, um processo imprescindível para a sobrevivência das empresas, a prazo.



A criação de uma identidade própria perante o mercado (marcas), a garantia perante terceiros dos atributos reconhecidos da sua oferta (certificação) e a defesa dos seus produtos relativamente à concorrência (proteção do “*design*” e/ou modelos) são ferramentas importantes para que as empresas operem com segurança nos mercados internacionais.

O objetivo da normalização é o estabelecimento de soluções, por consenso das partes interessadas, de utilização comum e repetida, para problemas reais ou potenciais, tendo em vista a obtenção de uma otimização de processos e resultados.

Podemos definir “Norma” como sendo um conjunto de regras, diretrizes ou características, estabelecidas por consenso e aprovadas por um organismo de normalização reconhecido, aplicáveis numa atividade ou nos seus resultados (produtos e/ou serviços).

De um modo geral, as normas não são de aplicação obrigatória, mas, funcionam como garantia dos atributos ou dos resultados de determinada atividade.

Existem, no entanto, algumas normas obrigatórias, com caráter coercivo, estabelecido através de lei geral ou de referência exclusiva num regulamento.

As normas harmonizadas ou equivalentes são aquelas que, incidindo sobre o mesmo assunto, são aprovadas por organismos com atividade normativa distinta.

Estas normas asseguram a intermutabilidade de produtos, processos ou serviços, ou o entendimento mútuo dos resultados ou, ainda, das informações fornecidas, de acordo com estas normas.

Já as normas idênticas são aquelas que coincidem quanto ao conteúdo e quanto à apresentação.

Entende-se por “Acreditação” o procedimento através do qual, o organismo nacional de acreditação reconhece a competência técnica a uma entidade para executar atividades específicas de avaliação da conformidade e passar o respetivo certificado.

O Organismo de Certificação ou Entidade Certificadora é uma entidade independente e devidamente acreditada para realizar atividades de certificação de produtos, serviços, sistemas de gestão, etc., num determinado âmbito, e segundo um ou vários referenciais normativos.

A “Certificação da Conformidade” é um documento, emitido de acordo com regras de um sistema de certificação, que garante que um produto, processo ou serviço, devidamente identificado, está em conformidade com uma norma ou outro documento normativo específico aplicável.



Designa-se por “Norma Internacional” a que é adotada por uma organização internacional que desenvolve atividades de normalização, ou, especificamente, por uma organização internacional de normalização e colocada à disposição do público.

Como organismos de normalização globais, podemos referir:

- ANSI – *The American National Standards Institute*;
- BSI Group – *British Standards*;
- NIST – *National Institute of Standards and Technology*;
- OASIS – *Organization for the Advancement of Structured Information Standards*;
- ISO – *International Organization for Standardization*;
- WSSN – *World Standards Services Network*.

São organismos de normalização setorial:

- ECMA International – *Standardizing Information and Communication Systems*;
- ERO – *European Radiocommunications Office*;
- IEC – *International Electrotechnical Commission*;
- IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*;
- ITU - T - ITU – *Telecommunication Standardization Sector*;
- ASTM International – *American Society for Testing and Materials*;
- IHS – *The source for Critical Information and Insight*.

O manual da qualidade

Como foi dito anteriormente, o Manual da Qualidade é um documento que determina a Política da Qualidade, a estrutura, responsabilidades e organização de todo o Sistema de Garantia da Qualidade implementado na organização.



Fig. 31 – Manual da Qualidade



A título de exemplo, indica-se a seguir a estrutura básica de um Manual da Qualidade, podendo naturalmente conter um mais alargado leque de conteúdos.

- Apresentação;
- Política da Qualidade;
- Objetivos;
- Definições;
- Estrutura Organizacional;
- Matriz de responsabilidade.

Os procedimentos do sistema da qualidade

É o conjunto de documentos que descrevem a forma de levar a cabo as atividades, e os controlos que se aplicam a todas as atividades relevantes para a Garantia da Qualidade. Os resultados obtidos com a aplicação dos procedimentos do sistema de qualidade deverão constar dos registos da qualidade.

Os planos de qualidade

Os planos da Qualidade possibilitam de forma adequada e fácil, localizar no tempo e ao longo do tempo, o conjunto de atividades relevantes para a Qualidade, cuja execução é possível prever, e que, de forma geral, devem acontecer num determinado período temporal.

Na sua constituição devem dar corpo às diretrizes contidas nas normas da qualidade, devendo ser constituídos por ações a executar, estratégias e metodologias, metas temporais com calendarizações intermédias e a indicação dos responsáveis pela coordenação e pela implementação de cada uma das metas definidas.



Atividades propostas

QUESTÕES DE REVISÃO:

1. A que se referem concretamente as normas da série ISO9000?
2. Quais os níveis em que deve estar organizada a documentação de um sistema de qualidade?
3. Que conteúdos devem existir no Manual da Qualidade?
4. Que conteúdos devem existir no Plano da Qualidade?
5. Que conteúdos devem existir nos Registos da Qualidade?



Bibliografia

FREITAS, Coelho; FREITAS, Castro, *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica, 10.º Ano*. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica. Edições ASA. (s.d.).

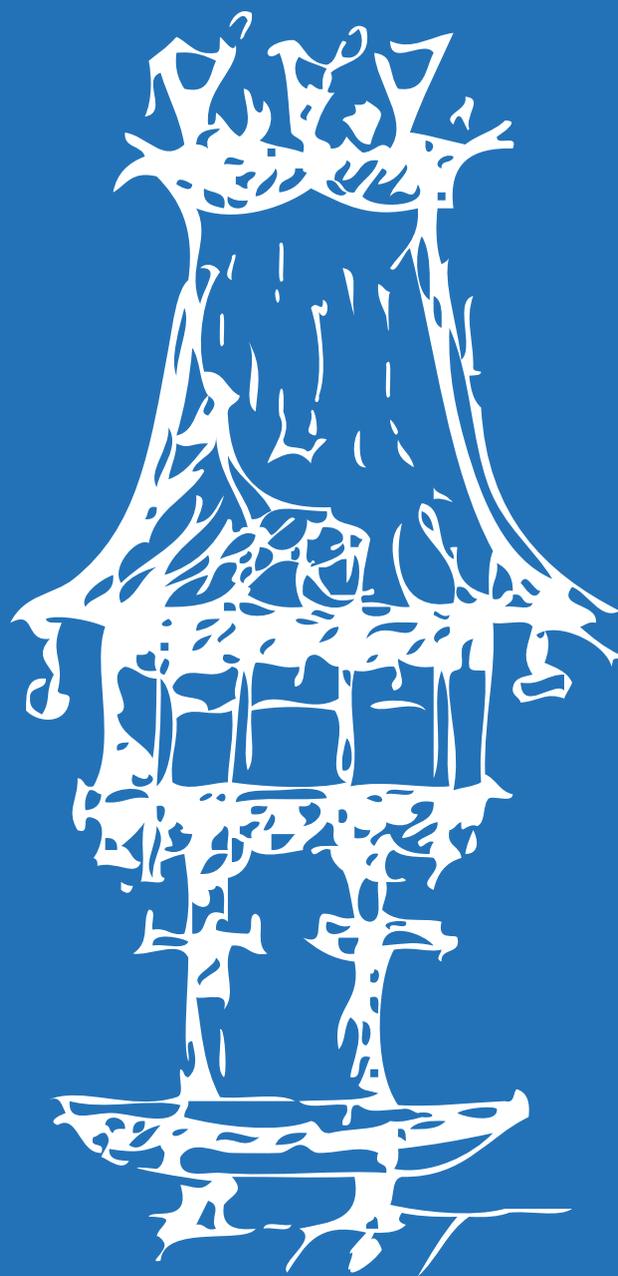
MATIAS, José, *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica, 10º Ano*. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica. Didáctica Editora. (s.d.).

PIRES, A. Ramos, *Qualidade. Sistemas de Gestão da Qualidade*. Edições Sílabo. (s.d.).

Profissões. Guia de Caracterização Profissional, Vol. IV. Direcção Geral do Emprego e Formação Profissional. (s.d.).

Regulamento de Segurança de Instalações de Energia Eléctrica e Telefones. Porto Editora. (s.d.).







Instalações Elétricas

Módulo 2

Apresentação

Este módulo tem caráter teórico-prático, pelo que deve decorrer em ambiente laboratorial ou oficial de modo a permitir ao aluno verificar e comprovar os conhecimentos adquiridos relativos aos materiais usados na indústria elétrica e eletrônica, à concepção e realização de instalações elétricas e à proteção de instalações e pessoas.

Introdução

A abordagem deste módulo de Instalações Elétricas leva-nos a um melhor entendimento dos vários tipos de ambientes existentes no mercado de trabalho assim como a melhor escolha deste tipo de equipamento para que se ajuste às crescentes evoluções de tecnologias.

Objetivos de aprendizagem

- Materiais utilizados na Indústria Elétrica e Eletrônica (IEE):
 - Conhecer os materiais mais usados na indústria Elétrica e Eletrônica e respetivas aplicações.
 - Caracterizar os diversos tipos de materiais mais usados na IEE pelas suas propriedades elétricas e mecânicas.
 - Relacionar as características dos materiais com as suas aplicações.
- Representação esquemática:
 - Identificar os diversos tipos de esquemas.
 - Interpretar e desenhar esquemas elétricos, respeitando as normas do desenho esquemático.
- Instalações Elétricas:
 - Escolher o tipo de canalização em função do local.
 - Conhecer o conceito de potência instalada.
 - Compreender a necessidade da subdivisão das instalações de utilização.
 - Descrever uma canalização a partir da sua designação simbólica pela consulta de tabelas.



- Proteção de Instalações e Pessoas:
 - Identificar anomalias de funcionamento dos circuitos e os efeitos que produzem.
 - Conhecer os diferentes tipos de aparelhos de proteção e suas aplicações.
- Circuitos de Iluminação, Sinalização e Alarme:
 - Interpretar esquemas elétricos de circuitos de iluminação, sinalização e alarme.
 - Aplicar regras e normas na execução dos trabalhos, ligando corretamente a aparelhagem no circuito.

Âmbito de conteúdos

- Materiais utilizados na Indústria Elétrica e Eletrônica:
 - Propriedades gerais dos metais.
 - Metais ferrosos.
 - Materiais não ferrosos (condutores, ligas resistentes, isolantes, semicondutores).
- Representação Esquemática:
 - Esquemas unifilares e multifilares.
 - Realização de esquemas.
- Instalações Elétricas:
 - Instalações de utilização elétrica e telecomunicações (potência instalada, subdivisão das instalações, canalizações).
 - Proteção de instalações e pessoas.
 - Circuitos de iluminação, sinalização e alarme.



Materiais utilizados na Indústria Elétrica e Eletrônica

Apresentação

Observa-se que em todos os segmentos da vida diária se encontra a presença de materiais, como seja nos transportes, na habitação, no vestuário, nos meios de comunicação, processamento de dados, comércio, lazer, produtos alimentares, artigos de saúde, ensino, produção e transporte de energia, entre muitos outros.

Assim, o conhecimento e a capacidade de produzir e manipular os materiais afeta de modo direto o nível de bem-estar da população.

O desenvolvimento de um povo está diretamente relacionado com a sua habilidade em produzir e manipular os materiais.

Nos nossos dias, podemos apontar o silício como o material base para a fabricação de componentes eletrônicos, lembrando que os equipamentos eletrônicos estão presentes na maioria da atividade humana, seja nos transportes (rodoviários, aéreos, ferroviários, marítimos, etc.) nas comunicações, informática, controlo de processos industriais, medicina, instrumentos de análise e de pesquisa de diversas áreas, desporto, e muitas outras.

É difícil imaginar uma atividade que não tenha alguma dependência, se não direta, pelo menos indireta, com algum sistema ou equipamento eletrônico.

Como dependência indireta entenda-se a produção de utensílios usados numa determinada atividade, a análise de resultados dessa atividade, o transporte e/ou comercialização de bens, entre muitos outros exemplos.

Como consequência, a eletrónica tornou-se no maior mercado mundial (maior que a indústria automóvel, a indústria química, etc.).

Todas as aplicações eletrónicas são, no entanto, baseadas em materiais, sendo o silício (semicondutor) o mais importante destes. Também o germânio é utilizado de modo mais corrente, mas em muito menor escala que o silício.

Mesmo assim, os outros materiais usados em engenharia elétrica e eletrónica (eletrotécnica), são também fundamentais e imprescindíveis e devem ser objeto de atenção no estudo dos materiais elétricos.



O principal objetivo destes materiais é fornecer o conhecimento básico e/ou os fundamentos sobre os diversos materiais usados na engenharia eletrotécnica.

No campo desta engenharia, destacam-se as aplicações de materiais metálicos nas diversas formas de geração de energia elétrica, como sejam a eólica, a solar, as termoelétricas, ou as hidroelétricas.



Fig. 1 – Aplicação de materiais na construção de cabos elétricos

Classificação geral dos materiais

A classificação dos materiais faz-se tendo em conta as suas propriedades mais relevantes e o tipo de aplicação que se pretende para os mesmos.

Assim, os materiais encontrados na matéria e que se utilizam nas diversas aplicações eletrotécnicas, dividem-se em:

- Materiais condutores (incluem-se aqui as resistências e os supracondutores);
- Materiais isoladores;
- Materiais semicondutores;
- Materiais magnéticos.



Na figura seguinte, apresenta-se esta classificação de modo mais detalhado.



Fig. 2 – Classificação geral dos materiais

Atendendo ao facto de poderem ser encontrados nos três estados da matéria, como exemplos destes tipos de materiais, podem referir-se (como condutores e como isoladores):

- Materiais no estado sólido (cobre – condutor; vidro – isolador);
- Materiais no estado líquido (mercúrio – condutor; óleo mineral – isolador);
- Materiais no estado gasoso (ar bastante húmido – condutor; ar seco – isolador).

De entre as diversas propriedades que podem referir-se, destaca-se a resistividade de cada material, podendo referir-se para cada um dos principais grupos:

- Materiais condutores: Valores entre 10^{-4} e $10^2 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- Materiais isoladores: Valores entre 10^{14} e $10^{26} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- Materiais semicondutores: Valores entre 10^4 e $10^{10} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

A forma e a função dos materiais e aparelhagem

A forma dada aos materiais resulta de um compromisso entre a função que se pretende para esse material e os custos necessários à obtenção dessa forma.

O mesmo raciocínio é feito quando se tratar de aparelhagem, elétrica ou eletrónica.



A sua forma será determinada por um conjunto de condicionantes de ordem técnica, de acordo com o comportamento que se pretenda de um determinado tipo de material ou materiais, moldada por aspetos de ordem funcional.

Por exemplo, um mesmo tipo de aparelho construído para ser utilizado como ferramenta portátil ou móvel, ou para colocação fixa numa bancada de trabalho, terá necessariamente formatos diferentes, embora possa apresentar o mesmo tipo de características eletrotécnicas.

O outro parâmetro determinante será o seu custo.

Habitualmente, os preços irão subindo, à medida que as especificações técnicas sejam mais rigorosas (elevadas).

Resultará daqui um compromisso entre estes dois aspetos, conforme se indica na figura seguinte.

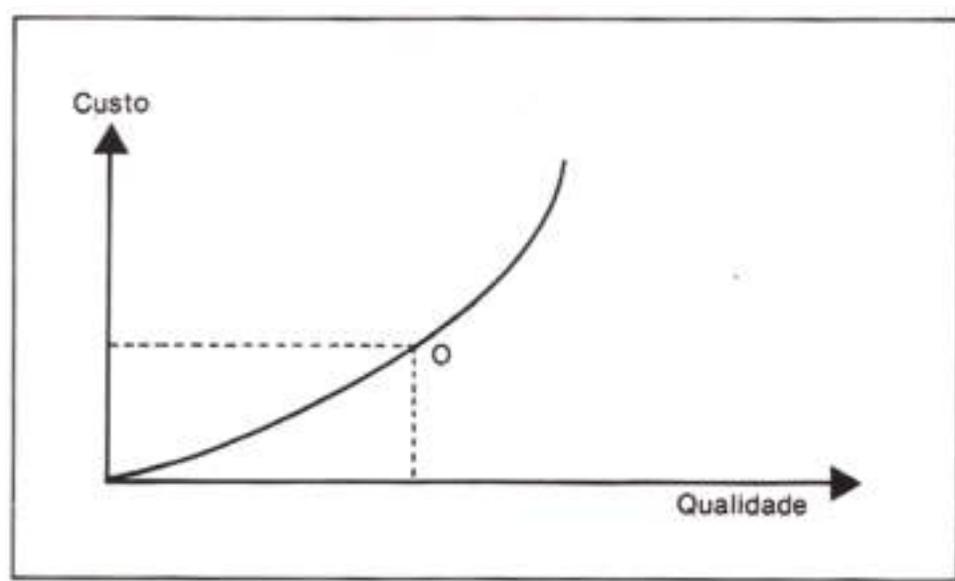


Fig. 3 – Escolha custo versus qualidade

O ponto **O** será aquele que corresponde à escolha ideal.

Esta escolha corresponderá ao melhor compromisso entre os custos necessários à sua produção, comercialização e operações de manutenção, e o nível de qualidade ou especificações que se pretendam.

Entre as diversas aplicações dos materiais, dois grupos destacam-se pelo tipo de exigências a que estão sujeitos, e que se prendem essencialmente com os níveis de tensões elétricas e intensidades de corrente que irão suportar. Eles são o grupo de



aplicações em eletricidade (poderemos chamar-lhe “correntes fortes”) e o grupo de aplicações em eletrónica (poderemos chamar-lhe “correntes fracas”).

Ao nível das “correntes fortes” podemos tomar como exemplo as instalações de produção de energia elétrica, onde se destaca o uso do aço para a construção das pás e eixo das turbinas (devido à elevada resistência mecânica).

Já nos geradores (estátor, rotor, coletores, barras estatóricas, etc.), destaca-se o uso do cobre eletrolítico (devido às suas propriedades elétricas).

Na etapa de transformação (em que há elevação da tensão), para a construção dos transformadores, destaca-se o uso de materiais isolantes sólidos (papel termicamente estabilizado, madeira, resinas, etc.), isolantes líquidos (óleo mineral isolante) e isolantes gasosos (SF_6 , ar sintético muito seco, nitrogénio e CO_2 como meio de extinção).

Materiais ferromagnéticos são também utilizados para fabricação do núcleo, destacando-se as chapas de aço silício laminado a frio, sendo o cobre usado para os enrolamentos de transformadores e máquinas elétricas.

Nas subestações, os meios isolantes mais utilizados (ver figura seguinte), são o ar natural ou comprimido e o SF_6 , assim como a porcelana, o vidro e os polímeros.



Fig. 4 – Exemplos de isoladores

Nas linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica, além do uso do vidro, da porcelana e dos polímeros para o isolamento, é usado o aço galvanizado para a construção das estruturas. As linhas são construídas de ligas de alumínio, aço e cobre,



devido a apresentarem características como resistência mecânica e boa condutividade (ver figura seguinte).



Fig. 5 – Isolador em linha de transporte de energia

Tanto para as referidas “correntes fortes” como para as “correntes fracas”, são utilizados diversos tipos de materiais, de acordo com as características necessárias ao bom funcionamento e integração destes nas diversas aplicações.



Fig. 6 – Diversos tipos de aplicações de material isolante



A escolha dos materiais

De acordo com o que já foi referido, a escolha dos materiais baseia-se num conjunto de necessidades em função da aplicação em causa e das propriedades apresentadas por cada um desses materiais.

Deste modo, deveremos entrar em linha de conta com as propriedades seguintes.

- Condutibilidade elétrica;
- Nível de isolamento elétrico;
- Calor libertado por efeito Joule, enquanto conduz a corrente;
- Estabilidade do valor da resistividade com a temperatura e a intensidade de corrente;
- Imunidade a agentes atmosféricos ou químicos;
- Boa resistência a esforços de tração, compressão, torção, ou dobragem;
- Baixo peso;
- Resistência a choques (pancadas secas);
- Flexibilidade mecânica;
- Elasticidade;
- Valor do seu ponto de fusão;
- Condutividade com a temperatura;
- Imunidade a agentes atmosféricos ou químicos;
- Boa resistência a esforços de tração, compressão, torção, ou dobragem;
- Baixo peso;
- Resistência a choques (pancadas secas);
- Características gerais com a temperatura;
- Flexibilidade mecânica;
- Elasticidade;
- Valor do seu ponto de fusão;
- Condutividade com a temperatura.



Propriedades e grandezas características dos materiais elétricos

Podemos caracterizar os materiais por várias propriedades que lhes conferem um conjunto de diferenças, necessárias à sua perfeita diferenciação e que se irão relacionar com a função para os quais serão selecionados.

Enumerando estas propriedades, encontramos o seguinte conjunto de definições:

- a. Condutibilidade elétrica – Propriedade que os materiais têm de conduzirem a corrente elétrica, com maior ou menor facilidade.
O material com melhor condutibilidade é a prata.
- b. Rigidez dielétrica – É a tensão máxima por unidade de comprimento, que se pode aplicar aos isolantes, sem romper as suas características isolantes (expressa-se em kV/cm ou em kV/mm).
O material com melhor rigidez é a mica.
- c. Condutibilidade térmica – Propriedade que os materiais têm de conduzirem com maior ou menor facilidade o calor.
Normalmente, os bons condutores térmicos também são bons condutores elétricos, o que pode ser uma vantagem ou uma desvantagem.
Como bons condutores térmicos temos a prata e o cobre.
- d. Maleabilidade – Propriedade que os materiais têm de se deixar reduzir a chapas, (exemplos: ouro e prata).
- e. Ductilidade – Propriedade que os materiais têm de se deixar reduzir a fios, ou à fieira (exemplos: ouro, prata, cobre e ferro).
- f. Tenacidade – Propriedade que os materiais têm de resistir à tensão de rotura, por tração ou compressão.
A tensão de rotura é expressa em kg/mm^2 , (exemplos de materiais tenazes: bronze silicioso, cobre duro).
- g. Maquinabilidade – Propriedade de os materiais se deixarem trabalhar por qualquer processo tecnológico, através de máquinas-ferramentas, (exemplo: ferro).
- h. Dureza – Propriedade de os materiais riscarem ou se deixarem riscar por outros, (exemplos de materiais duros: diamante, quartzo).



- i. Densidade – É a relação entre o peso da unidade de volume de um dado material e o peso de igual volume de água destilada a 4,1 °C, à pressão normal, (materiais condutores mais pesados: prata, mercúrio).
- j. Permeabilidade magnética – Propriedade de os materiais conduzirem com maior ou menor facilidade as linhas de força do campo magnético, (exemplos: ferro-silício, aço, ferro-fundido, etc.).
- k. Elasticidade – Propriedade de retomarem à forma primitiva, depois de deformados por um esforço momentâneo.
- l. Dilatabilidade – Propriedade de aumentarem de comprimento, superfície ou volume, por ação do calor.
- m. Resiliência – Propriedade de os materiais resistirem à rotura, por pancadas “secas”.
- n. Resistência à fadiga – É o valor limite do esforço sobre um material, resultante da repetição de manobras.
Cada manobra vai progressivamente provocando o “envelhecimento” do material, perdendo progressivamente as suas propriedades.
- o. Fusibilidade – Propriedade de os materiais passarem do estado sólido ao líquido, por ação do calor.
Tem interesse conhecer o ponto de fusão de cada material, para sabermos quais as temperaturas máximas admissíveis na instalação onde o material está integrado.
- p. Resistência à corrosão – Propriedade que os materiais têm de manter as suas propriedades químicas, por ação de agentes exteriores, (atmosféricos, químicos, etc). Tem importância nos materiais expostos e enterrados (linhas, cabos ao ar livre ou enterrados, contactos elétricos, etc).



Principais materiais condutores

Os materiais condutores em termos de eletricidade são aqueles que apresentam uma grande apetência (ou que opõem pouca resistência), à passagem ou atravessamento pela corrente elétrica.

Os metais são bons condutores porque os eletrões se encontram mais afastados dos núcleos atômicos e têm por isso grande mobilidade.

Estes eletrões designam-se por eletrões livres, movimentando-se desordenadamente no interior dos metais.

Contudo, ao fechar-se um circuito elétrico, estes eletrões organizam-se de imediato num movimento ordenado, formando uma corrente elétrica.

Existem também soluções que são boas condutoras. Somente as soluções que são formadas por iões e por sais é que são boas condutoras de corrente elétrica.

Assim quando se fecha o circuito elétrico, os iões movimentam-se organizadamente, dirigindo-se os iões negativos para o eléctrodo positivo e os iões positivos para o eléctrodo negativo.

Este movimento organizado constitui a corrente elétrica no líquido.

Por entre os diversos materiais condutores existentes, salientam-se pelas suas propriedades e pela habitual utilização para este efeito, os seguintes:

- Cobre (cobre duro e o cobre macio);
- Alumínio;
- Prata;
- Ouro;
- Carvão.

Na tabela seguinte, apresenta-se uma relação das principais características dos materiais condutores e ligas condutoras.



CONDUTORES E LIGAS CONDUTORAS	COMPOSIÇÃO	RESISTIVIDADE A 20°C (Ω.mm ² /m)	COEFICIENTE DE TEMPERATURA (°C ⁻¹)	DENSIDADE (A 20°C)	TEMPERATURA DE FUSÃO (°C)	TENSÃO DE ROTURA (Kg/mm ²)	APLICAÇÕES
Cobre macio	Cobre	0,0172	0,00393	8,89	1080	25	Condutores, contactos
Cobre duro	Cobre (+ estanho ou silício)	0,0179	0,0039	8,89	1080	37	Linhas aéreas
Alumínio	Alumínio	0,0282	0,0040	2,70	657	15 a 20	Cabos e linhas aéreas
Prata	Prata	0,016	0,0036	10,50	960	28	Contactos, fusíveis
Bronze silicioso	Cobre + estanho + zinco + silício	0,025	0,002	8,90	900	70	Linhas aéreas
Latão	Cobre + zinco	0,085	0,001	8,40	940	22	Contactos, terminais
Almelec, Aldrey	Alumínio + magnésio + silício	0,0323	0,0036	2,70	660	30	Cabos e linhas aéreas
Mercúrio	Mercúrio	0,962	0,0009	13,60	-39	-	Contactos, interruptores

Fig. 7 – Principais características dos condutores e ligas condutoras



Na tabela seguinte, apresenta-se uma relação das principais características das ligas resistentes.

LIGAS RESISTENTES	COMPOSIÇÃO	RESISTIVIDADE A 20°C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	COEFICIENTE DE TEMPERATURA ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	DENSIDADE (A 20°C)	TEMPERATURA DE FUSÃO ($^{\circ}\text{C}$)	TEMPERATURA DE FUNC. IONAMENTO ($^{\circ}\text{C}$)	APLICAÇÕES
Mailhehort	Cobre + zinco + níquel	0,30	0,0003	8,5	1290	400	Reóstatos
Constantan	Cobre + níquel	0,49	0,0002	8,4	1240	400	Resistências padrão
Manganina	Cobre + manganês + níquel	0,42	0,00002	8,15	910	500	Resistências de precisão
Ferro-níquel	Ferro + níquel + crómio	1,02	0,0009	8,05	1500	500	Resistências de aquecimento
Níquel-crómio	Níquel + crómio	1,04	0,00004	8,0	1475	1000	Resistências de aquecimento
Grafite	Carvão	0,5 a 4	-0,0004	2,25	-	-	Resistências para fornos de alta temperatura,
Carvão amorfo	Carvão	32 a 65	-0,0004	2,25	-	-	escovas para motores, eléctrodos para soldadura, resistências para eletrónica

Fig. 8 – Principais características das ligas resistentes



Principais materiais isoladores

Os materiais isoladores, em termos de eletricidade, são aqueles que apresentam uma grande resistência à passagem ou atravessamento por parte da corrente elétrica.

Pode-se dizer que são materiais maus condutores ou isoladores aqueles que não se deixam atravessar pela corrente elétrica e que, portanto, dificilmente a conduzem.

Por entre os diversos materiais isoladores existentes, salientam-se pelas suas propriedades e pela habitual utilização para este efeito, os seguintes:

- Mica;
- Porcelana;
- Vidro;
- Plásticos;
- Borracha;
- Carvão.

Na tabela seguinte, apresenta-se uma relação das principais características dos materiais isolantes minerais.



MATERIAIS ISOLANTES (MINERAIS)					
MATERIAL	RESISTIVIDADE A 20°C (MΩ.cm)	RIGIDEZ DIELÉTRICA (KV/mm)	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO (°C)	PROPRIEDADES	APLICAÇÕES
Mica	10^7	100 - 200	500 - 600	Suporta temperaturas e tensões muito elevadas.	Suportes para resistências de aquecimento; isolante das lâminas do coletor das máquinas elétricas.
Porcelana	$> 10^5$	35	-	Estável ao longo do tempo; porosa; recoberta de esmalte, torna-se impermeável.	Base para terminais; isolante para linhas.
Vidro	$> 10^6$	10 - 40	200 - 250	Elevada resistência mecânica.	Tubo para lâmpadas fluorescentes e incandescentes.
Quartzo	$> 10^{18}$	20 - 30	-	Suporta temperaturas elevadas.	Lâmpadas de vapor de mercúrio.
Óleos	$10^7 - 10^{18}$	10 - 25	60 - 200	Devem ser isentos de impurezas; incombustíveis.	Isolante para transformadores, disjuntores, etc.
Amianto	10^9	3	200 - 250	Resiste a temperaturas elevadas; absorve a humidade.	Isolante de condutores, apoios para resistências.
OUTROS: Fibrocimento, mármore, breu, etc.					

Fig. 9 – Principais características dos materiais isolantes (minerais)



Na tabela seguinte, apresenta-se uma relação das principais características dos materiais isolantes orgânicos.

MATERIAIS ISOLANTES (ORGÂNICOS)					
MATERIAL	RESISTIVIDADE A 20°C (MΩ.cm)	RIGIDEZ DIELÉTRICA (KV/mm)	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO (°C)	PROPRIEDADES	APLICAÇÕES
Borracha natural	10 ⁸	20 - 30	-	Elástica; resistente; muito sensível à oxidação e agentes exteriores	Isolador de condutores; luvas; tapetes isoladores.
Neopreno	-	10 - 15	-	Borracha sintética; grande resistência à penetração da água e grande duração.	Isolamento de condutores.
Chartterton	-	-	-	Funde facilmente.	Enchimento de caixas para cabos subterrâneos.
Algodão	> 10 ³	5 - 10	-	Muito flexível na sua forma.	Fios e fitas para cobrir condutores e bobinas de máquinas elétricas.
Papel impregnado	10 ⁶	7 - 8	100	Barato; higroscópico.	Isolante de cabos subterrâneos.
OUTROS: Ebonite, verniz, cartão, madeira.					

Fig. 10 – Principais características dos materiais isolantes (orgânicos)



Na tabela seguinte, apresenta-se uma relação das principais características dos materiais isolantes plásticos.

MATERIAIS ISOLANTES (PLÁSTICOS)					
MATERIAL	RESISTIVIDADE A 20°C (MΩ.cm)	RIGIDEZ DIELÉTRICA (KV/mm)	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO (°C)	PROPRIEDADES	APLICAÇÕES
Polietileno	10^{18}	40	60 – 80	Resistente à ação solar e dos ácidos; grande resistividade.	Suporte de enrolamentos; caixas para rádio e televisão; isolamento de condutores.
Policloreto de Vinilo	$10^2 - 10^5$	30 - 50	70 - 105	Não é inflamável; resiste às ações químicas.	Isolamento de condutores; fabrico de tubos.
Poliestireno	10^{10}	55	80 - 90	Resina sintética, facilmente moldável; bastante resistente.	Fabrico de placas e caixas com alto poder isolante, difusores para aparelhagem de iluminação.
Resina epóxi (araldite)	$10^9 - 10^{10}$	20 – 45	80 - 120	Pode ser facilmente moldada, produzindo diversos aparelhos e peças; boa resistência mecânica e isolante.	Isolador de suporte travessia; para-raios; caixas para cabos.
Resina fenólica (baquelite)	$> 10^{12}$	10 - 20	120	Inalterável aos agentes exteriores; grande resistividade.	Fabricação de peças para aparelhagem elétrica.

Fig. 11 – Principais características dos materiais isolantes (plásticos)



Na tabela seguinte, apresenta-se uma relação das principais características dos materiais isolantes gasosos.

MATERIAIS ISOLANTES (GASOSOS)					
MATERIAL	RESISTIVIDADE A 20°C (MΩ.cm)	RIGIDEZ DIELÉTRICA (KV/mm)	TEMPERATURA MÁXIMA DE UTILIZAÇÃO (°C)	PROPRIEDADES	APLICAÇÕES
Ar	10 ⁸	3	Sem limite	Isolante barato; humidifica com facilidade.	Como isolante natural na extinção de arco elétrico em aparelhagem de proteção.
OUTROS: Azoto e hexafluoreto de enxofre.					

Fig. 12 – Principais características dos materiais isolantes (gasosos)

Materiais magnéticos

A capacidade de certos materiais - nomeadamente o ferro, o níquel, o cobalto e algumas de suas ligas e compostos - de adquirir um alto e permanente momento magnético é de grande importância para a engenharia eletrotécnica. As aplicações de materiais magnéticos são muitas e fazem uso de quase todos os aspetos do comportamento magnético.

Existe uma variedade extremamente grande de diferentes tipos de materiais magnéticos e é importante saber primeiro porque, estes e somente estes materiais, possuem propriedades magnéticas e em seguida, saber o que leva a comportamentos diferentes nestes materiais.



As pesquisas por materiais magnéticos com melhores características são motivadas pela possibilidade de redução nas dimensões dos equipamentos e de diminuição de limitações no desempenho, devido à saturação e perdas magnéticas.

Para a melhor compreensão dos materiais magnéticos, serão analisados seguidamente alguns conceitos e definições necessários.

Materiais magnéticos – São aqueles que têm permeabilidade magnética maior que a do ar.

Permeabilidade magnética – É a propriedade que estes materiais têm de “conduzirem” as linhas de força do campo magnético.

Por entre os diversos materiais magnéticos existentes, salientam-se pelas suas propriedades e pela habitual utilização, os seguintes:

- Ferro macio.
- Aço.
- Ferro fundido.
- Aço vazado.
- Cobalto.
- Níquel.

Apresenta-se de seguida uma relação das principais características importantes às funções em que são utilizados, para os diversos materiais magnéticos.

Ferro macio – Trata-se de ferro quase puro, com uma pequena percentagem de carbono. É utilizado no fabrico de núcleos e armaduras para eletroímãs, fios, chapas, veios e parafusos.

Aço – É uma liga de ferro e carbono, em que a percentagem de ferro e carbono varia entre 0,3 e 1,5 %.

O aço silicioso (2 a 5% de silício) é utilizado no fabrico de chapas magnéticas para os circuitos das máquinas de corrente alternada.



Ferro fundido (ou coado) – É uma liga de ferro e carbono, em que a percentagem deste é superior a 2,5%, tendo permeabilidade magnética inferior à do ferro macio e do aço. É utilizado no fabrico de carcaças e tampas para máquinas elétricas, caixas para instalações elétricas e outras aparelhagens para instalações elétricas.

Aço vazado – O aço vazado contém menos carbono que o ferro fundido e tem maior permeabilidade.

É utilizado no fabrico de carcaças para alguns motores.

Cobalto – É o metal mais tenaz que se conhece.

É utilizado em todas as situações em que os materiais sejam submetidos a grandes esforços.

É utilizado no fabrico de aços e de corantes.

Níquel – Não se altera quando exposto ao ar.

Por isso, é bastante utilizado no revestimento de outros metais, como proteção, principalmente contra a corrosão.

Materiais semicondutores: Bandas de energia, junção P-N

Os semicondutores possuem propriedades elétricas, que são intermédias entre aquelas apresentadas pelos condutores elétricos e as apresentadas pelos isolantes.

São compostos por materiais específicos e similares aos dos materiais cerâmicos.

Os materiais cerâmicos são compostos por elementos químicos metálicos e não-metálicos, como por exemplo, óxidos, nitretos e carbetos.

A grande variedade de materiais que se enquadra nesta classificação inclui cerâmicos que são compostos por minerais argilosos, cimento e vidro.

Estes materiais são tipicamente isolantes à passagem de eletricidade e calor (não possuem eletrões livres para a condução), apresentam boa resistência a altas temperaturas e a ambientes adversos (alta estabilidade química) e são abrasivos (mais resistentes do que os metais e polímeros).



Em relação ao comportamento mecânico, os cerâmicos são duros, porém muito quebradiços.

Além disso, as características elétricas destes materiais são extremamente sensíveis à presença de minúsculas concentrações de átomos de impurezas, concentrações que podem ser controladas ao longo de regiões espaciais muito pequenas.

Os semicondutores tornaram possível o advento dos dispositivos e circuitos integrados eletrônicos, que revolucionaram totalmente as indústrias de produtos eletrônicos e de computadores.

No caso dos semicondutores de Silício (Si), estes apresentam também propriedades mecânicas excelentes, o que os torna utilizáveis em dispositivos micromecânicos (micromotores, microinjetores, microsensores, etc).

Os materiais semicondutores mais utilizados são:

- Silício;
- Germânio;
- Selênio.

De entre estes, o silício e o germânio são os semicondutores mais utilizados, com uma maior predominância do silício face ao germânio, por ser mais estável termicamente.

Quando puros têm uma condutividade muito baixa, comportando-se como isoladores.

É portanto necessário, que apresentem determinadas impurezas, na sua constituição (como o antimônio, o fósforo, o boro, o índio, etc.), para assim se tornarem materiais semicondutores.

Nesta situação dizemos que se encontram dopados.

Para uma melhor compreensão do funcionamento dos semicondutores, é importante abordar alguns conceitos relativos à constituição atômica da matéria.

Começaremos então pelo estudo do conceito de bandas de energia.

A matéria que se pode encontrar no estado sólido, líquido ou gasoso é constituída por moléculas e estas podem ainda ser subdivididas em partículas menores, que são os átomos.

O exemplo representado na figura seguinte mostra a decomposição de uma molécula de água em dois átomos de hidrogénio e um átomo de oxigénio.





Fig. 13 – Exemplo de constituição atômica da matéria

Na sua estrutura, o átomo é basicamente formado por três tipos de partículas elementares, os elétrons, os prótons e os neutrões.

Os prótons e os neutrões encontram-se no núcleo do átomo, enquanto os elétrons giram em órbitas eletrônicas à volta do núcleo do átomo (ver figura seguinte).

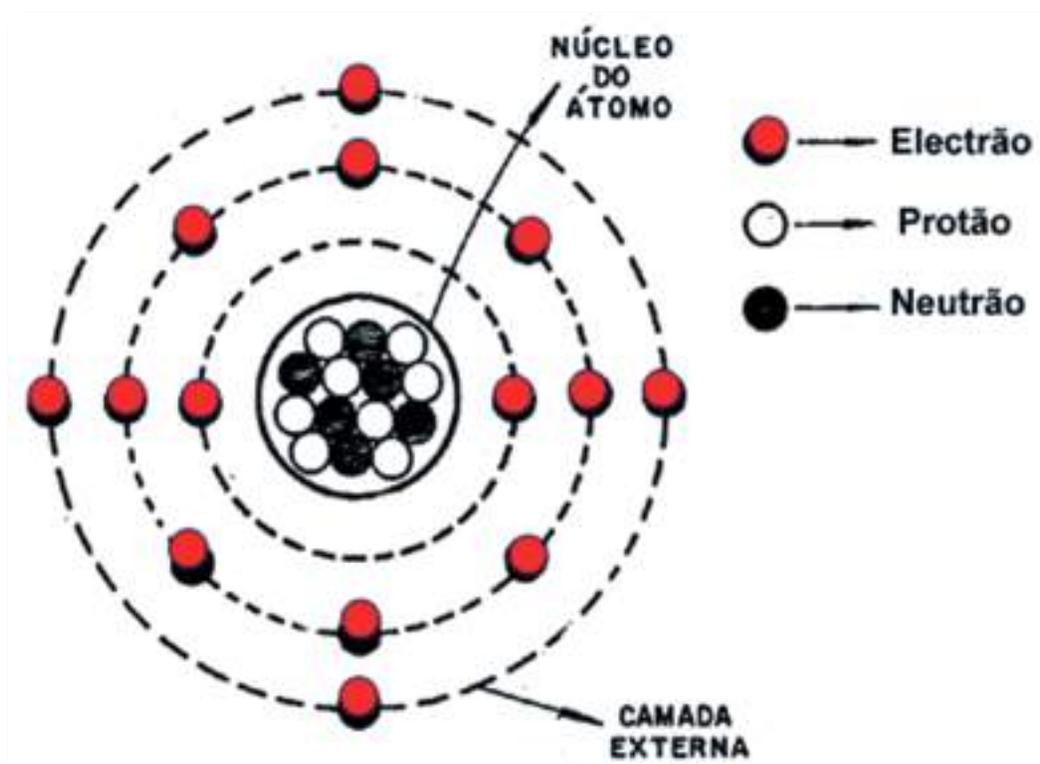


Fig. 14 – Estrutura do átomo

As órbitas, embora concêntricas, não são complanares, distribuindo-se antes ao longo de uma região do espaço, como se pode ver na figura representada a seguir.



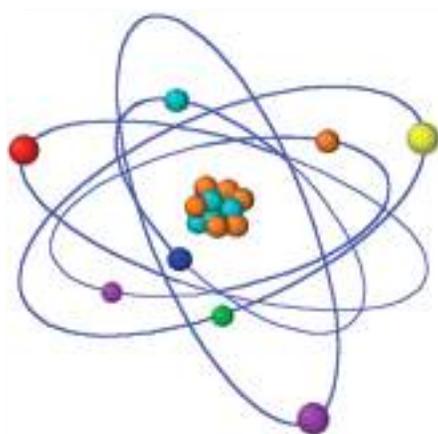


Fig. 15 – Órbitas eletrônicas em redor do núcleo

A carga elétrica do elétron é igual à carga do próton, porém de sinal contrário. O elétron possui carga elétrica negativa (-) e o próton carga elétrica positiva (+). O neutrão não possui qualquer carga elétrica, ou seja, a sua carga é nula.

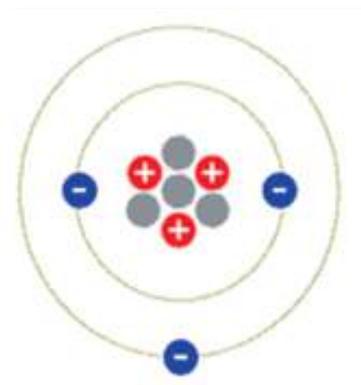


Fig. 16 – Carga elétrica das partículas

Num átomo, os elétrons que giram em volta do núcleo distribuem-se em várias órbitas ou camadas eletrônicas, num total máximo de sete (K, L, M, N, O, P, Q).

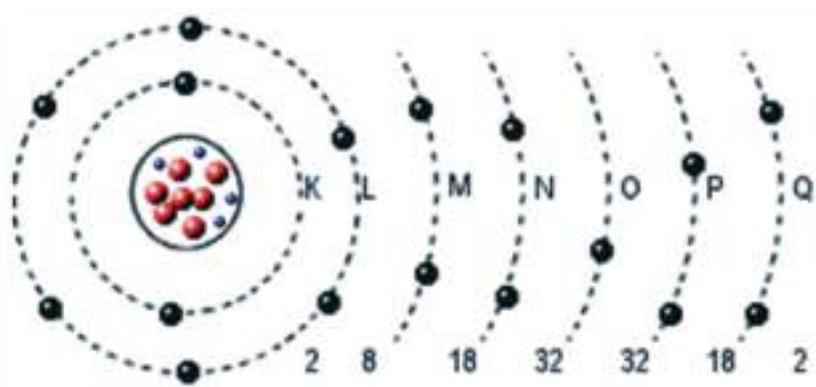


Fig. 17– Camadas eletrônicas do átomo



Em qualquer átomo, o número de prótons contidos no seu núcleo é igual ao número de elétrons que giram à volta dele, ou seja, a carga elétrica do átomo é nula, pois a carga positiva dos prótons é anulada pela carga negativa dos elétrons.

Um átomo nesse estado está eletricamente neutro.

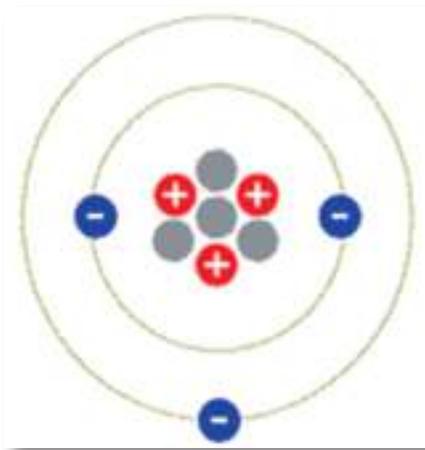


Fig. 18 – Carga elétrica do átomo

Um átomo, quando eletricamente neutro, poderá ganhar (receber) ou perder (ceder) elétrons.

Quando ele ganha um ou mais elétrons, dizemos que se transforma num ião negativo.

Quando um átomo perde um ou mais elétrons, dizemos que ele se transforma num ião positivo.

Como exemplo, teremos que se um átomo de sódio (Na) ceder um elétron ao átomo de cloro (Cl), passamos a ter um ião positivo de sódio e um ião negativo de cloro (ver figura).

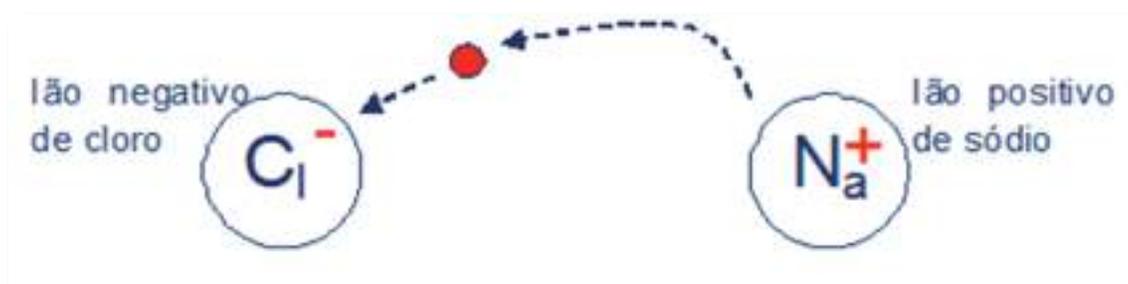
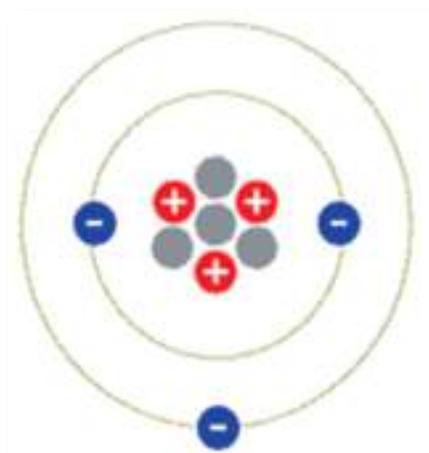


Fig. 19 – Formação de íões

A órbita eletrônica ou camada mais afastada do núcleo é a camada de valência e os elétrons dessa camada são chamados de elétrons de valência.





Elétron de valência

Fig. 20 – Elétron de valência

Num átomo, o número máximo de elétrons de valência é de oito.

Quando um átomo tem oito elétrons de valência diz-se que o átomo tem estabilidade química ou molecular.

Os átomos com um, dois ou três elétrons de valência têm uma certa facilidade em cedê-los, já que a sua camada de valência está muito incompleta (para estar completa deveria ter oito elétrons de valência).

Como exemplo, consideremos um átomo de cobre que tem um elétron de valência, o que faz com que ele ceda com muita facilidade esse elétron (elétron livre).

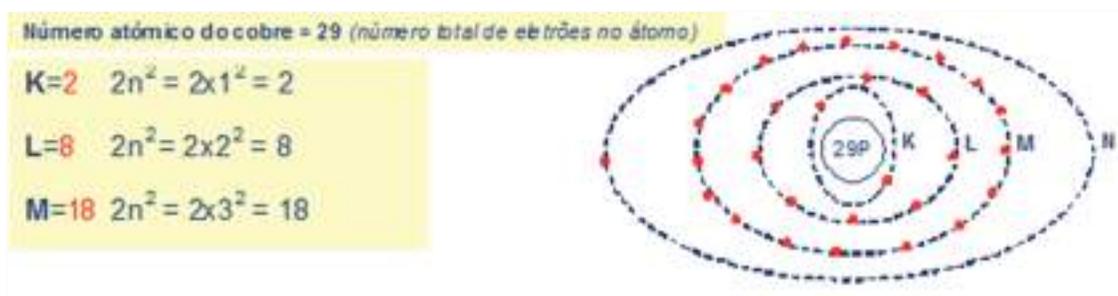


Fig. 21 – Cedência de elétron livre

No caso dos isoladores, os átomos que têm entre cinco e oito elétrons de valência não cedem facilmente elétrons livres, já que a sua camada de valência está quase completa (para estar completa deveria ter oito elétrons de valência).

O vidro, a mica, a borracha estão neste caso, sendo portanto isoladores.



Estes materiais não são condutores da corrente elétrica porque não têm elétrons livres, sendo necessário aplicar-lhes uma grande energia para fazer passar os elétrons de banda de valência para a banda de condução.

No caso dos semicondutores, os átomos com quatro elétrons de valência, geralmente não ganham nem perdem elétrons, situação que acontece com os materiais semicondutores, germânio (Ge) e silício (Si), já referidos.

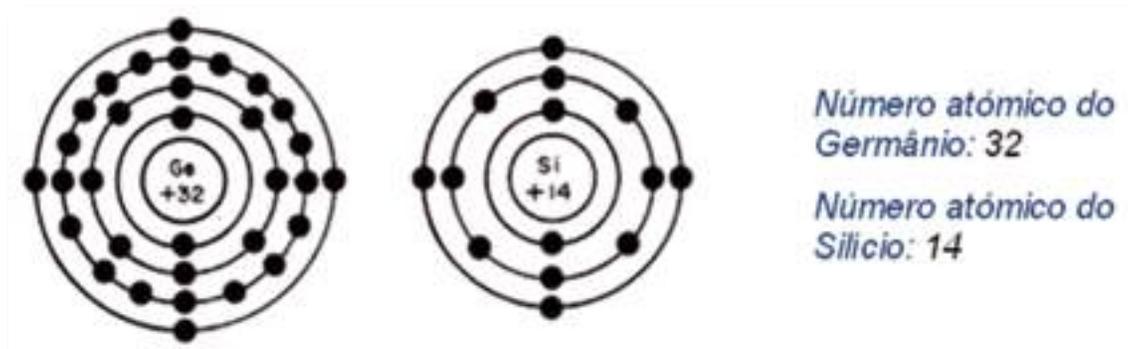


Fig. 22 – Estrutura atômica do germânio e do silício

Importa compreender agora o conceito de bandas de energia, de acordo com o que se indica na figura seguinte.



Fig. 23 – Bandas de valência

Num material isolante é necessário aplicar muita energia (por exemplo, muita tensão elétrica), para fazer passar os elétrons da banda de valência para a banda de condução, já que a banda proibida é muito larga, requerendo portanto muita energia para esse processo.



Pelo contrário, num material condutor a passagem dos eletrões da banda de valência para a banda de condução faz-se facilmente, já que não existe banda proibida.

Os materiais semicondutores encontram-se numa situação intermédia, entre os materiais isoladores e os materiais condutores.

A existência dos semicondutores com os diferentes níveis de cargas positivas (P) e de cargas negativas (N), se os unirmos através de uma zona de contacto, conduz-nos ao conceito de junção PN.

Se considerarmos que um átomo que perdeu eletrões ficou com falta destes (lacunas, ou faltas de eletrões, quando se trata de carga elétrica e do seu respetivo equilíbrio), podemos facilmente entender que a junção de um material semiconductor do tipo P (com excesso de lacunas) com um material semiconductor do tipo N (com excesso de eletrões livres) origina uma junção PN.

Se reforçarmos a sua carga eletrónica através de uma bateria (pilha) externa, obtemos uma junção polarizada de modo direto.

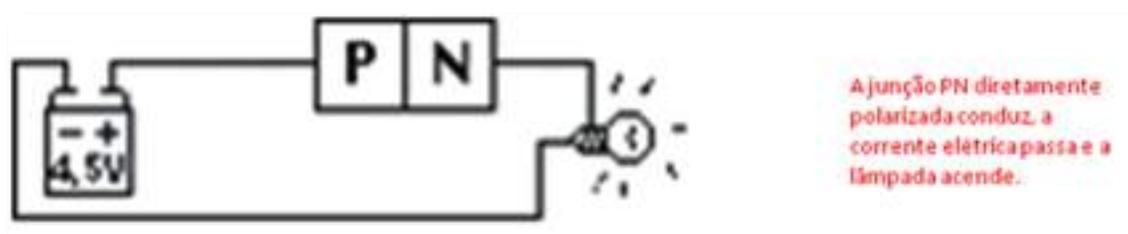


Fig. 24 – Junção P-N diretamente polarizada

Se ao contrário, contrariarmos a sua carga eletrónica através de uma bateria (pilha) externa, montada em sentido inverso da anterior, obtemos uma junção polarizada de modo inverso.

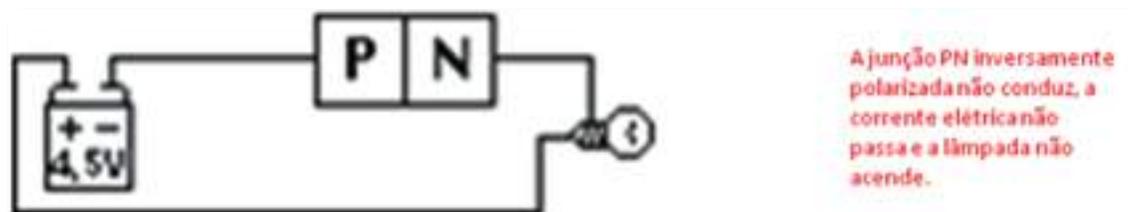


Fig. 25 – Junção P-N inversamente polarizada

Na zona da junção, os eletrões livres do semiconductor N recombina-se com as lacunas do semiconductor P, formando uma zona sem portadores de carga elétrica, que se designa por zona neutra ou zona de depleção.





Fig. 26 – Zona neutra ou zona de depleção

A junção PN está diretamente polarizada, quando o potencial negativo da alimentação está ligado ao semicondutor N e o potencial positivo da alimentação está ligado ao semicondutor P (ver figura seguinte).

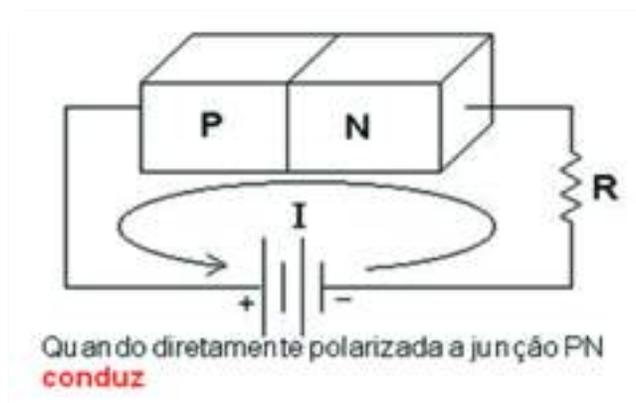


Fig. 27 – Junção P-N em condução

A junção PN está inversamente polarizada quando o potencial negativo da alimentação está ligado ao semicondutor P e o potencial positivo da alimentação está ligado ao semicondutor N (ver figura seguinte).

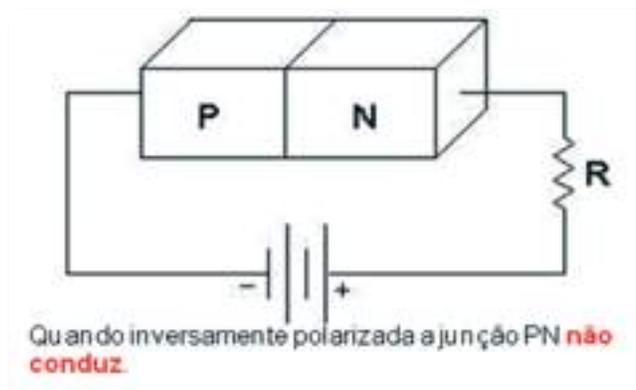


Fig. 28 – Junção P-N em bloqueio



Quando polarizada diretamente a junção PN conduz, porque nesta junção a zona neutra ou zona de depleção (zona sem portadores de carga elétrica) se torna mais estreita e a resistência elétrica diminui, facilitando assim a passagem da corrente elétrica.

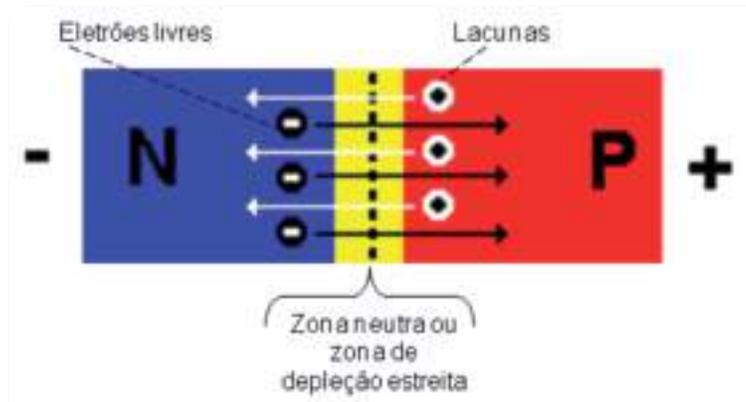


Fig. 29 – Estrangulamento da zona neutra ou de depleção

Ao invés, quando polarizada inversamente a junção PN não conduz, porque nesta junção a zona neutra ou zona de depleção (zona sem portadores de carga elétrica) tende a alargar, a resistência elétrica aumenta significativamente e a corrente elétrica deixa de passar.

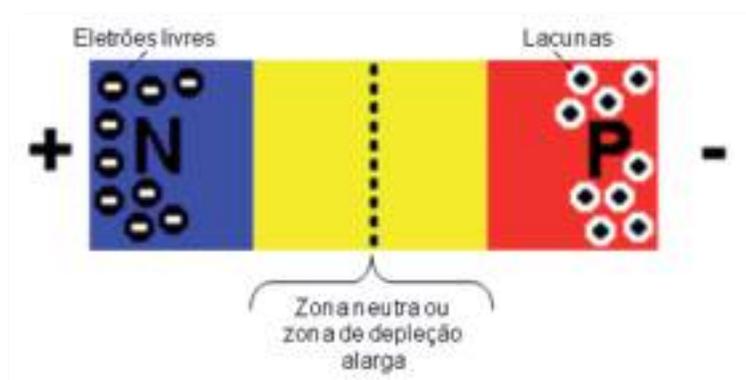


Fig. 30 – Alargamento da zona neutra ou de depleção

Este efeito de maior ou menor alargamento da zona neutra ou de depleção provoca de modo correspondente uma maior ou menor queda de tensão.

Assim sendo, quando a junção PN está polarizada diretamente, a corrente elétrica ao passar pela zona neutra ou zona de depleção, que apresenta um determinado valor de resistência elétrica, origina uma conseqüente queda de tensão ($U = R \times I$).

Nas junções PN de silício, essa queda de tensão pode variar entre 0,6V (Volt) e 1V (Volt). Nas junções PN de germânio, essa queda de tensão pode variar entre 0,2V (Volt) e 0,4V (Volt).



Atividades propostas

QUESTÕES DE REVISÃO:

1. Em termos gerais, como se classificam os materiais?
2. Que aspetos contribuem para definir a forma dada aos materiais?
3. Que propriedades são importantes na escolha de um material?
4. O que se entende por condutibilidade elétrica?
5. O que se entende por rigidez dielétrica?
6. O que se entende por ductilidade?
7. Indique quais os principais materiais isoladores que conhece.
8. Quais os principais materiais semicondutores utilizados?
9. Que designação se atribui a um átomo eletricamente neutro quando ganha ou recebe um eletrão?
10. O que se entende por camada de valência?



Especificação geral dos condutores e cabos elétricos

Introdução

A definição dos diversos aspetos relacionados com a instalação elétrica fornecerá os elementos fundamentais para a adequada especificação das canalizações elétricas.

Os condutores e cabos utilizados nestas instalações abrangem vários tipos, em função das variadas aplicações para que estão destinados.

Os cabos destinados à transmissão de energia elétrica distinguem-se principalmente:

- a. Pelo tipo de instalação:
 - Doméstica;
 - Industrial;
 - Distribuição;
 - Aplicações particulares.
- b. Pela tensão de serviço entre fases U:
 - Baixa tensão (BT), $U \leq 1000V$;
 - Média tensão (MT), $1000V < U < 45000V$;
 - Alta tensão (AT), $45000V \leq U \leq 225000V$;
 - Muito alta tensão (MAT), $U > 225000 V$.

Podem ainda ser cabos rígidos ou flexíveis, conforme a instalação a alimentar seja fixa ou móvel, respetivamente.

Em cada caso a considerar, a escolha deverá ser feita de maneira a conferir ao cabo as características e qualidades requeridas, quer no plano técnico quer no económico.

A escolha do cabo que melhor se adapte às necessidades, consiste em determinar os materiais apropriados para os diferentes elementos constituintes do cabo e dimensionar o mesmo em função das condições de funcionamento e instalação da canalização projetada, dentro do respeito pela regulamentação em vigor.

Para além da regulamentação, onde a houver, deverão sempre ser seguidas as boas técnicas e práticas recomendadas para a instalação dos cabos e condutores.



Importa também introduzir algumas definições, fundamentais para a correta compreensão dos assuntos relacionados com esta temática.

Assim, consideram-se as seguintes definições:

Instalação elétrica – É constituída pela canalização elétrica e respetivos recetores elétricos.

Canalização elétrica – É o conjunto constituído por um ou mais condutores elétricos e pelos elementos que asseguram o seu isolamento elétrico, as suas proteções mecânicas, químicas e elétricas e a sua fixação, devidamente agrupados e com aparelhos de ligação comum.

Alma condutora (de um condutor isolado ou de um cabo) – É o elemento destinado à condução da corrente elétrica, podendo ser constituído por um conjunto de fios devidamente reunidos, ou por perfis adequados.

A alma condutora pode ser unifilar (com um só fio), multifilar (com vários fios), setorial e multissetorial.

Condutor nu – É um condutor que não possui qualquer isolamento elétrico.

Condutor isolado – É a alma condutora, revestida de uma ou mais camadas de material isolante, que assegura o seu isolamento elétrico.

Cabo isolado (ou simplesmente cabo) – É o condutor isolado dotado de bainha, ou conjunto de condutores isolados devidamente agrupados, provido de bainha, trança ou envolvente comum.

Indicação para a escolha correta da especificação

A determinação da especificação é um problema complexo, com um grande número de parâmetros em jogo, quer técnicos quer económicos.

Na maioria das situações, não é possível determinar com precisão a totalidade desses elementos, tanto mais que a interpretação de alguns é, por vezes, delicada.



É portanto necessária uma abordagem cuidada dos diversos domínios.

Nestas as informações requeridas são necessárias, a fim de permitir a escolha mais apropriada no plano técnico.

A sua importância é avaliada em cada caso estudado.

As informações reunidas e disponibilizadas ao executante do projeto da instalação elétrica permitirão a escolha global mais apropriada para a situação em questão.

E esta escolha global deverá tomar em linha de conta quer os critérios técnicos referidos, quer os critérios económicos, que têm também um lugar muito importante na escolha de uma canalização elétrica.

Existe assim um conjunto de informações determinantes para a escolha de um cabo ou condutor elétrico, aplicável à generalidade destes.

Relativamente aos cabos aéreos, não são diretamente aplicáveis todas as informações seguintes, cuja determinação precisa, requer o conhecimento de informações particulares mais específicas.

Teremos então a necessidade de obter elementos quanto a:

a. Relativamente à rede de alimentação

- Natureza da corrente e modo de distribuição:
 - Corrente contínua;
 - Corrente alternada;
 - Modo de distribuição: Monofásica, bifásica, trifásica;
 - Frequência da rede.
- Tensão entre condutores no ponto da alimentação (tensão composta no caso de corrente alternada):
 - Tensão nominal de serviço;
 - Tensão máxima de serviço.
- Ponto neutro:
 - Diretamente ligado à terra;
 - Ligado a terra por intermédio de uma impedância;
 - Isolado (neste caso, é necessário precisar a probabilidade de ocorrência de defeitos fase-terra e as condições de eliminação dos mesmos).



- Sobretensões eventuais, de origem atmosférica ou outras:
 - Probabilidade de ocorrência;
 - Valor;
 - Duração.
- b. Relativamente à instalação a alimentar e às condições de funcionamento da canalização
 - Tensão entre condutores no ponto da utilização ou queda de tensão admissível;
 - Fator de potência;
 - Potência a transmitir (ativa ou aparente), ou intensidade da corrente;
 - Regime de carga:
 - Regime permanente;
 - Regime cíclico (diagrama de intensidade e duração correspondente);
 - Condições de sobrecarga (intensidade, duração, probabilidade);
 - Condições de curto-circuito na alma condutora e ecrã (intensidade, duração).
- c. Relativamente às características do cabo
 - Tensão nominal (ou estipulada);
 - Tipo de cabo (rígido, flexível, de campo radial ou não, natureza do isolamento, etc.);
 - Comprimento total do cabo;
 - Número de condutores;
 - Natureza do metal dos condutores (alumínio, cobre);
 - Condições especiais, caso existam:
 - Caderno de encargos imposto;
 - Referências particulares;
 - Condições de receção;
 - Condições de entrega (comprimentos desejados, limitações no peso e dimensões das bobinas, etc.).
- d. Relativamente às condições de instalação do cabo
 - Modo de colocação:



- Ao ar:
 - Ao ar livre, exposto ou não às radiações solares;
 - Em galeria, caleira de betão, tabuleiros ou entubado (dimensões, ventilação eventual, etc.).
- No solo:
 - Diretamente;
 - Em caleira de betão cheia de areia;
 - Em tubos (comprimento, tipo, dimensões e disposição dos tubos, etc.).
- Características térmicas do local:
 - Temperatura do ar ambiente;
 - Temperatura do solo à profundidade de colocação;
 - Resistividade térmica do solo.
- Proximidade com outros cabos (ou fontes de calor):
 - Número de cabos, tipo, natureza e secção das almas condutoras, potência a transmitir;
 - Disposição e distância em relação ao cabo considerado (esquema se possível).
- Agressividade do local:
 - Natureza do solo;
 - Imersão em água;
 - Contacto com produtos químicos (natureza dos produtos, concentração, temperatura, tipo de contacto, imersão temporária ou prolongada, etc.).
- Outras condições:
 - Colocação do cabo em instalação móvel (enrolador, grua, plataforma girante, etc.);
 - Particularidades do traçado: colocação vertical, com desnivelamentos importantes, com desníveis aéreo-subterrâneos, travessias de estradas, rios, etc.
 - Esforços mecânicos na colocação ou em serviço;



- Riscos de fenômenos de indução, provocados por outras canalizações nas proximidades;
 - Etc.
- e. Relativamente aos acessórios da instalação
- Extremidades:
 - Disposição
 - No interior;
 - No exterior;
 - Em celas ou caixas (dimensões, natureza do material de enchimento);
 - Riscos de poluição (poeiras condutoras, atmosfera salina, etc.);
 - Junções e derivações:
 - Execução;
 - Proteções particulares (mecânica, química, etc.);
 - Condições de ligação à terra.

Para além deste conjunto de aspetos de carácter técnico genérico, dependendo das regulamentações e normalizações adotadas pelos diversos países, aplicam-se ainda especificações decorrentes destas, que são também ditadas por razões de índole técnica. Se por vezes, se tornam algo complexas, também é verdade que conferem aos projetos muito maior rigor e a garantia de uma instalação elétrica muito mais fiável.

Tendo por base as prescrições CEI (Comissão Eletrotécnica Internacional) e o CENELEC (Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica), analisaremos de seguida a sequência de procedimentos definida por estas, nos seis passos seguintes.

PASSO 1 – Avaliação das condições ambientais dos vários locais, as quais dependem de fatores de influências externas.

Estes fatores de influências externas são representados através de um código alfanumérico, constituído por duas letras e um algarismo.

As letras indicam a categoria destas influências externas, enquanto os algarismos indicam uma graduação dessas influências, de acordo com tabelas existentes.



Para as categorias das influências, temos:

A – Ambiente; **B** – Utilização; **C** – Construção dos edifícios.

CODIFICAÇÃO DAS INFLUÊNCIAS EXTERNAS				
ELEMENTOS CONSTITUINTES DO CÓDIGO	SIGNIFICADO DE CADA ELEMENTO	CATEGORIA DAS INFLUÊNCIAS		
		AMBIENTE	UTILIZAÇÃO	CONSTRUÇÃO DOS EDIFÍCIOS
1ª LETRA DO CÓDIGO	CATEGORIA GERAL	A	B	C
2ª LETRA DO CÓDIGO	NATUREZA DA INFLUÊNCIA	A até S (17 naturezas)	A até E (5 naturezas)	A e B (2 naturezas)
NÚMERO	CLASSE	1 a 8	1 a 5	2 e 4

Fig. 31 – Tabela de codificação de influências externas

A – AMBIENTE

- **AA1 a AA8** – Temperatura ambiente;
- **AB1 a AB8** – Condições climáticas (influências combinadas da temperatura e da humidade);
- **AC1 a AC2** – Altitude;
- **AD1 a AD8** – Presença de água;
- **AE1 a AE6** – Presença de corpos sólidos estranhos;
- **AF1 a AF4** – Presença de substâncias corrosivas ou poluentes;
- **AG1 a AG3** – Impactos;
- **AH1 a AH3** – Vibrações;
- **AJ** – Outras ações mecânicas;
- **AK1 a AK2** – Presença de flora ou de bolores;
- **AL1 a AL2** – Presença de fauna;
- **AM1 a AM6** – Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes;
- **AN1 a AN3** – Radiações solares;



- **AP1 a AP4** – Efeitos sísmicos;
- **AQ1 a AQ3** – Descargas atmosféricas, nível cerâmico (N);
- **AR1 a AR3** – Movimentos do ar;
- **AS1 a AS3** – Vento.

B – UTILIZAÇÕES

- **BA1 a BA5** – Competência das pessoas;
- **BB1 a BB3** – Resistência elétrica do corpo humano;
- **BC1 a BC4** – Contactos das pessoas com o potencial de terra;
- **BD1 a BD4** – Evacuação das pessoas em caso de emergência;
- **BE1 a BE4** – Natureza dos produtos tratados ou armazenados.

C – CONSTRUÇÃO DOS EDIFÍCIOS

- **CA1 a CA2** – Materiais de construção;
- **CB1 a CB4** – Estrutura dos edifícios.

Esta informação encontra-se condensada na tabela representada a seguir.



Ordem	1ª Letra	2ª Letra	Algarismo X	Estrutura do código	Situação normal	Designação da influência
	Categoria geral	Natureza da influência	Classe da influência			
01	A (Ambiente)	A	1 a 8	AAx	AA4 e	Temperatura ambiente
02		B	1 a 8	ABx	AB4	Condições climáticas
03		C	1 e 2	ACx	AC1, AD1, ..., AS1	Altitude
04		D	1 a 8	ADx		Presença de água
05		E	1 a 6	AEx		Presença de corpos sólidos
06		F	1 a 4	AFx		Presença de corpos e substâncias corrosivas ou poluentes
07		G	1 a 3	AGx		Ações mecânicas (impactos)
08		H	1 a 3	AHx		Ações mecânicas (vibrações)
09		J	1	AJx		Ações mecânicas (outros)
10		K	1 a 2	AKx		Presença de flora e bolores
11		L	1 a 2	ALx		Presença de fauna
12		M	1 a 6	AMx		Influências eletromagnéticas, eletrostáticas ou ionizantes
13		N	1 a 3	ANx		Radiações solares
14		P	1 a 4	APx		Efeitos sísmicos
15		Q	1 a 3	AQx		Descargas atmosféricas, nível cerâmico (N)
16		R	1 a 3	ARx		Movimentos do ar
17		S	1 a 3	ASx		Vento



18	B (Utiliza- ções)	A	1 a 5	BAx	BA1, BB1, ..., BE1	Competência das pessoas
19		B	1 a 3	BBx		Resistência elétrica do corpo humano
20		C	1 a 4	BCx		Contacto das pessoas com o potencial de terra
21		D	1 a 4	BDx		Evacuação das pessoas em caso de emergência
22		E	1 a 4	BEx		Natureza dos produtos tratados ou armazenados
23	C (Constru- ção dos edifícios)	A	1 a 2	CAx	CA1 e CB1	Materiais de construção
24		B	1 a 4	CBx		Estrutura dos edifícios

Fig. 32 – Tabela de codificação de influências externas

PASSO 2 – Escolha do tipo de canalização.

As três figuras seguintes dão uma ideia de aplicação de regulamentações técnicas para dimensionamento de canalizações



SELEÇÃO DAS CANALIZAÇÕES (QUADRO 52F – R.T.I.E.B.T.)								
Condutores e cabos	Sem fixação	Fixação direta	Condutas circulares (tubos)	Calhas	Condutas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos autosuportados
Condutores nus	-	-	-	-	-	-	+	-
Condutores isolados	-	-	+	+	+	-	+	-
Cabos multicondutores (*)	+	+	+	+	+	+	0	+
Cabos monocondutores (*)	0	+	+	+	+	+	0	+
(+) Permitido	(-) Interdito		(0) Não aplicável ou não utilizado na prática					
(*) Incluindo os cabos armados e os cabos com isolamento mineral								

Fig. 33 – Seleção das canalizações

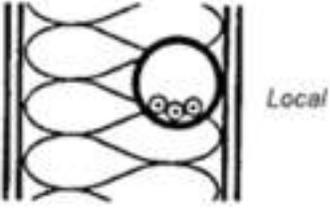
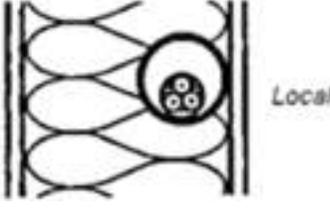
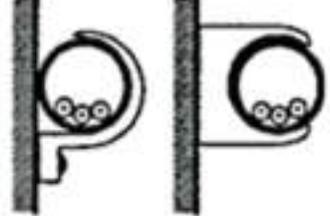
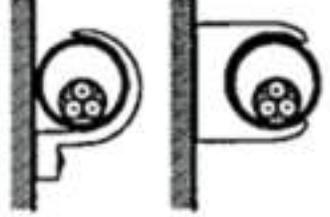
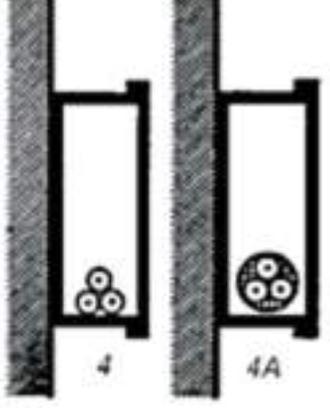
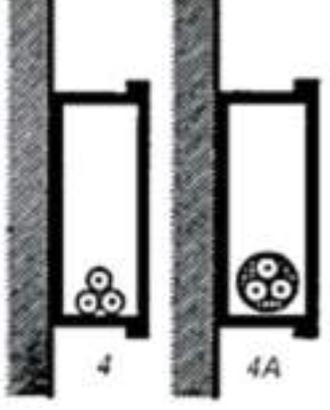


INSTALAÇÃO DAS CANALIZAÇÕES (QUADRO 52G – R.T.I.E.B.T.)								
Situação	Sem fixação	Fixação direta	Conduitas circulares (tubos)	Calhas	Conduitas não circulares	Caminhos de cabos, escadas e consolas	Sobre isoladores	Cabos autosuportados
Ocos da construção	21,25, 73,74	0	22,73, 74	–	23	12,13, 14,15,16	–	–
Caleiras	43	43	41,42	31,32	4,24	12,13, 14,15,16	–	–
Enterradas	62,63	0	61	–	61	0	–	–
Embebidas	52,53	51	1,2,5	33	24	0	–	–
À vista	–	11	3	31,32, 71,72	4	12,13, 14,15,16	18	–
Linhas aéreas	–	–	0	34	–	12,13, 14,15,16	18	17
Imersas	81	81	0	–	0	0	–	–
(-) Interdito			(0) Não aplicável ou não utilizado na prática					

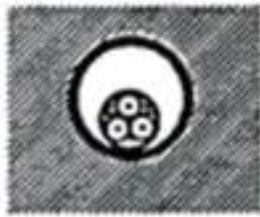
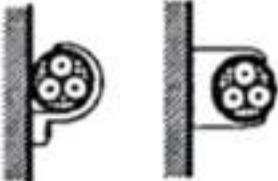
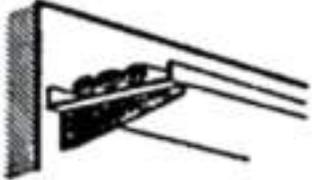
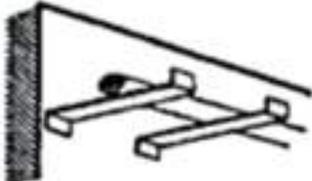
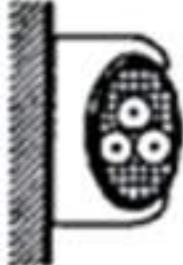
Fig. 34 – Instalação das canalizações

A indicação de um (ou de vários) número(s), corresponde ao da referência do modo de instalação caracterizado no Quadro da figura seguinte.

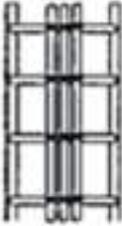
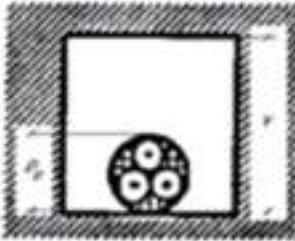
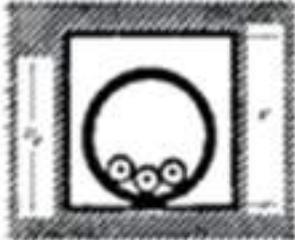
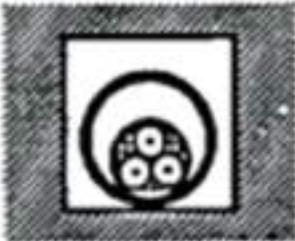
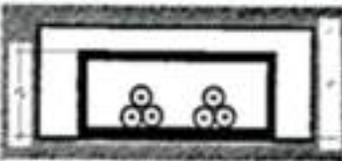


EXEMPLOS DE MODOS DE INSTALAÇÃO DAS CANALIZAÇÕES (QUADRO 52H – R.T.I.E.B.T.)			
Exemplo	Designação	Refª	Método de refª(1)
1	2	3	4
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	1	A
	Cabos multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	2	A2
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3	B
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares montadas à vista	4	B2
	Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares montadas à vista	4A	(em estudo)



	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5	B
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5A	(em estudo)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados às paredes	11	C
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados aos tetos	11A	C [3]
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos não perfurados	12	C [2](3)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em caminhos de cabos perfurados	13	E ou F [4](3)
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em consolas	14	E ou F [4] ou [5](2)(3) G
	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados por braçadeiras e afastados dos elementos da construção	15	E ou F [4] ou [5](2)(3) G

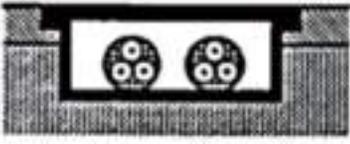
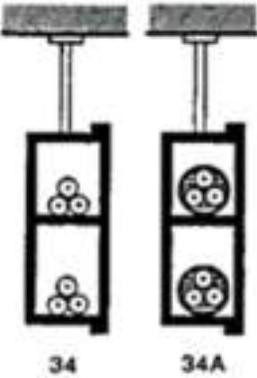
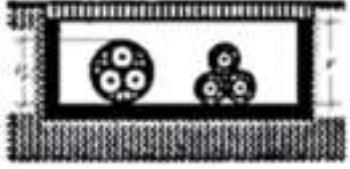
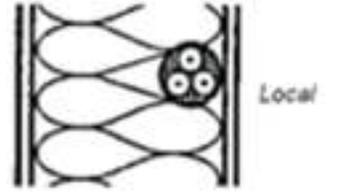
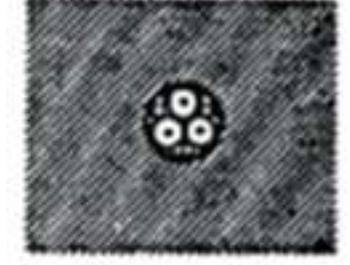


	Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) em escadas (para cabos)	16	E ou F [4] ou [5](2)(3) G
	Cabos mono ou multicondutores autosuportados ou suspensos por fiadores	17	E ou G
	Condutores nus ou isolados assentes sobre isoladores	18	G
	Cabos mono ou multicondutores em ocros da construção	21	B2 para: 1,5DeV5De B para: 5DeV50De (4)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) em ocros da construção	22	B2 para: 1,5DeV20De B para: 20DeV50De (4)
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) em ocros da construção	22A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares em ocros da construção	23	B2 para: 1,5DeV20De B para: 20DeV50De (4)

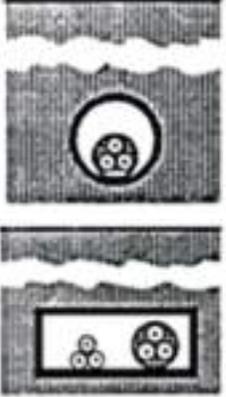
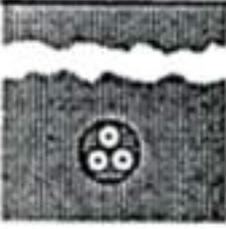
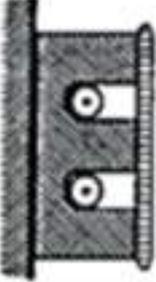


	<p>Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares em ocios da construção</p>	<p>23A</p>	<p>(em estudo)</p>
	<p>Condutores isolados em condutas não circulares embebidas durante a construção do edifício</p>	<p>24</p>	<p>B2 para: 1,5DeV5De B para: 5DeV50De (4)</p>
	<p>Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares embebidas durante a construção do edifício</p>	<p>24A</p>	<p>(em estudo)</p>
	<p>Cabos mono ou multicondutores em tetos falsos ou suspensos</p>	<p>25</p>	<p>B2 para: 1,5DeV5De B para: 5DeV50De (4)</p>
	<p>Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas fixadas a elementos da construção em percursos horizontais</p>	<p>31</p>	<p>B(5)(8)</p>
	<p>Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas fixadas a elementos da construção em percursos verticais</p>	<p>32</p>	<p>B(5)(8)</p>
	<p>Condutores isolados em calhas embebidas nos pavimentos e nas paredes</p>	<p>33</p>	<p>B(5)</p>



	Cabos mono ou multicondutores em calhas embebidas nos pavimentos e nas paredes	33A	B2
	Condutores isolados em calhas suspensas	34	B(5)
	Cabos mono ou multicondutores em calhas suspensas	34A	B2
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) ou cabos multicondutores em caleiras fechadas, em percursos horizontais ou verticais	41	B2 para: 1,5DeV20De B para: 20DeV50De (4)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) em caleiras ventiladas	42	B(6)(8)
	Cabos mono ou multicondutores em caleiras abertas ou ventiladas	43	B(6)
	Cabos multicondutores embebidos diretamente em elementos da construção, termicamente isolantes	51	A
	Cabos mono ou multicondutores embebidos diretamente em elementos da construção, sem proteção mecânica complementar	52	C



	<p>Cabos mono ou multicondutores embebidos diretamente em elementos da construção, com proteção mecânica complementar</p>	<p>53</p>	<p>C</p>
	<p>Cabos mono ou multicondutores, em condutas enterradas</p>	<p>61</p>	<p>D(7)</p>
	<p>Cabos mono ou multicondutores enterrados, sem proteção mecânica complementar</p>	<p>62</p>	<p>D(7)</p>
	<p>Cabos mono ou multicondutores enterrados, com proteção mecânica complementar</p>	<p>63</p>	<p>D(7)</p>
	<p>Condutores isolados em calhas de rodapé</p>	<p>71</p>	<p>A(9)</p>



	<p>Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas de rodapé dotadas de separadores</p> <p>(* - compartimento para cabos de comunicações e de transmissão de dados)</p>	72	B(8)
	<p>Condutores isolados em condutas circulares (tubos) ou cabos mono ou multicondutores, protegidos pelos arcos das portas</p>	73	A(9)
	<p>Condutores isolados em condutas circulares (tubos) ou cabos mono ou multicondutores, protegidos pelos arcos das janelas</p>	74	A(9)
<p>Nota: O algarismo indicado dentro de [] corresponde ao da referência do quadro 52E1 (fatores de correção).</p> <p>V - é a menor dimensão ou o diâmetro do oco ou a dimensão vertical do bloco alveolar do oco do pavimento ou do teto.</p> <p>D_e - é o diâmetro exterior dos cabos multicondutores ou o diâmetro equivalente dos cabos monocondutores ou o diâmetro exterior da conduta ou do bloco alveolar; quando os cabos monocondutores forem colocados em triângulo $D_e = 2,2d$ e quando forem colocados em linha $D_e = 3d$ (d - é o diâmetro exterior de um cabo monocondutor);</p> <p>(1) - Veja-se o Anexo III.</p> <p>(2) - Para certas aplicações, pode ser mais adequado utilizar fatores de correção específicos, como por exemplo, os indicados nos quadros 52E4 e 52E5.</p> <p>(3) - Os valores das correntes admissíveis podem também ser usados para os percursos verticais; quando as condições de ventilação forem limitadas a temperatura na parte superior do percurso vertical pode tornar-se muito elevada.</p> <p>(4) - Para $V \leq 50D_e$ devem ser usados os métodos de referência C, E ou F.</p> <p>(5) - Os valores das correntes admissíveis indicados para o método de referência B são válidos para um único circuito; quando se utilizar mais do que um circuito, devem ser aplicados os fatores de correção indicados no quadro 52E1, mesmo se houver divisórias ou separadores.</p>			



- (6)** - Recomenda-se limitar a utilização destes modos de instalação aos locais acessíveis apenas a pessoas autorizadas.
- (7)** - Em estudo; provisoriamente aplica-se o método D do Anexo III.
- (8)** - Para os cabos multicondutores utilizar o método de referência B2.
- (9)** - *Quando a construção destas calhas for termicamente equivalente às utilizadas nos métodos de instalação 31 e 32, podem ser usados os métodos de referência B e B2 (veja-se a nota 7).*

Fig. 35 – Exemplos de modos de instalação das canalizações

PASSO 3 – Determinação da secção mínima dos condutores, em função da corrente de serviço (potência a alimentar, número de fases e fator de potência), recorrendo a tabelas de fabricantes.

PASSO 4 – Determinação da corrente máxima admissível na canalização (I_z), (ver exemplos através do Quadro 52H e do método de referência (Quadro 52C), das R.T.I.E.B.T., em anexo).

PASSO 5 – Verificação da condição de quedas de tensão.

PASSO 6 – Verificação da condição de aquecimento, para determinação do calibre da proteção da canalização.

Regulamentação e normas

Independentemente da adoção de normas para instalação e colocação em serviço de cabos e condutores pelos diversos países, a adoção de normas pelos fabricantes vem limitar e de algum modo regular, a existência daqueles no mercado.

Este facto conduz à limitação da sua utilização, pela necessidade de mecanizar e automatizar as linhas de produção, permitindo situações de economia de escala, de grande importância para a competitividade destes produtos, também no aspeto comercial.



A regulamentação tem assim, um papel essencial na definição de todo o material elétrico, particularmente das canalizações.

Tem por fim assegurar:

- A qualidade e a fiabilidade do fornecimento, pela escolha apropriada do cabo, das condições de instalação e de exploração;
- Segurança na utilização, pela prevenção do perigo de correntes elétricas que circulam na vizinhança imediata de pessoas e bens.

As prescrições regulamentares, destinadas a satisfazer as exigências dos utilizadores, não devem, no entanto, constituir uma limitação à evolução técnica e um travão ao seu progresso; por isso, elas devem estar de preferência, ligadas à determinação dos objetivos visados e ao controlo dos resultados obtidos.

Por outro lado, a regulamentação, sendo fruto de uma síntese entre os pontos de vista do utilizador, do instalador e do construtor, em vários domínios, por vezes complexos, não será de modo algum satisfatória com uma apresentação simplificada.

Por isso, os regulamentos e normas devem fornecer indicações sucintas e objetivas que lhes permitam ser de aplicação corrente.

Em cada caso, será necessário procurar, antes de mais, quais são os textos suscetíveis de influenciar a determinação da canalização projetada e qual a edição em vigor do texto original.

Esquemáticamente, a ação da regulamentação exerce-se, por um lado, nas características dos cabos e, por outro, nas características da instalação.

Analisemos sucintamente ambos os aspetos.

No domínio das características dos cabos, a regulamentação é constituída por normas, especificações técnicas, cadernos de encargos, recomendações, etc., que definem os tipos de cabos e fixam as suas dimensões e características principais, assim como os meios de as controlar.

Para cada tipo de condutor ou cabo, a referência ao documento de normalização correspondente indica as entidades que fazem a sua aprovação, o que permite uma avaliação prévia sobre quais os países em que essas normas estão em vigor.

Ao nível da regulamentação internacional, é importante referir que em 1905, foi criada a «Comissão Eletrotécnica Internacional» (CEI), cuja sede é em Genebra (Suíça).



Agrupa os representantes da indústria elétrica de mais de quarenta países. Ela constitui o ramo elétrico da Organização Internacional de Normalização (ISO). Comitês de estudo especializados são responsáveis por vários assuntos.

No que diz respeito aos cabos, distinguem-se principalmente os comitês:

- N.º 20, compreendendo o subcomité 20A (cabos MT e AT) o subcomité n.º 20B (cabos BT) o subcomité n.º 20C (problemas ligados ao fogo, a corrosividade e a toxicidade dos subprodutos do fogo);
- N.º 18, cabos para instalação a bordo dos navios;
- N.º 46, cabos de telecomunicações;
- N.º 64, regras de instalação.

Os documentos que definem o caminho da evolução são usados pelos técnicos de cada país e provêm dos comitês de estudo.

Servem de base ao estabelecimento das normas nacionais, nomeadamente no plano europeu, por intermédio do CENELEC (Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica). O objetivo fundamental do CENELEC, criado em 1973 e agrupando atualmente cerca de vinte países, é, com efeito, a harmonização das diferentes normas nacionais e dos processos de certificação, de maneira a reduzir os entraves criados nas trocas entre países europeus no domínio eletrotécnico.

O processo de harmonização pode, consoante os casos, revestir-se de duas formas:

- Um documento de harmonização serve de base à revisão, num dado prazo, das diversas normas nacionais existentes; certas diferenças menores podem então subsistir nestas últimas;
- Uma norma europeia única é adaptada pelos vários países; as normas nacionais são idênticas neste caso.

Deste modo, inicialmente, os trabalhos do comité n.º 20 conduziram à aplicação da harmonização de um certo número de condutores e cabos de utilização corrente isolados em PVC ou borracha, de tensão nominal inferior ou igual a 450/750 V.

Todo o material fabricado em conformidade com uma norma harmonizada poderá ser considerado satisfatório, sem haver necessidade de o submeter às diversas normas nacionais correspondentes.



No caso dos cabos, isto traduz-se pela atribuição de uma marcação harmonizada HAR.

A dispensa disso, assim como a confirmação posterior da qualidade de produção são objeto de procedimentos, confiados em cada país, a um organismo nacional de aprovação.

No domínio das características das instalações, a regulamentação é constituída por textos oficiais que definem as condições gerais às quais devem satisfazer as instalações.

Para as canalizações elétricas, as prescrições abrangem essencialmente:

- A escolha dos condutores e cabos, segundo a natureza da instalação, fazendo referência, nalguns casos, às normas e especificações atrás enunciadas;
- As condições de instalação, de manutenção, de exploração e de proteção das canalizações.

Em primeiro lugar, figuram as prescrições administrativas (decretos e deliberações técnicas) tomadas pelos poderes públicos que fixam as regras de aplicação dos textos legislativos, precisam os casos em que é obrigatório o seu cumprimento e preveem eventualmente a sua anulação.

Uma mesma instalação poderá estar sujeita, simultaneamente a vários textos.

O controlo do seu cumprimento é assegurado pela administração respetiva.

Constituição dos condutores e cabos

Chama-se condutor ao conjunto constituído por uma alma condutora e a sua camada isolante.

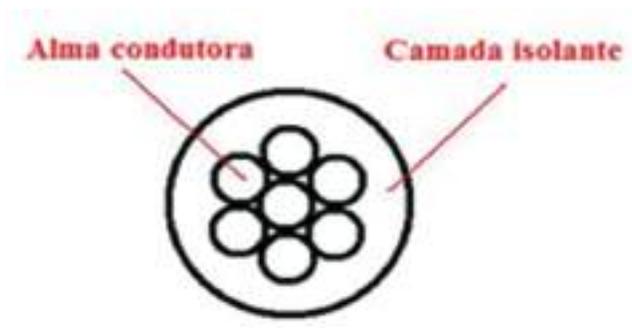


Fig. 36 – Constituição de um condutor

Um condutor munido de um revestimento exterior é designado por cabo unipolar (ou monopolar ou monocondutor).



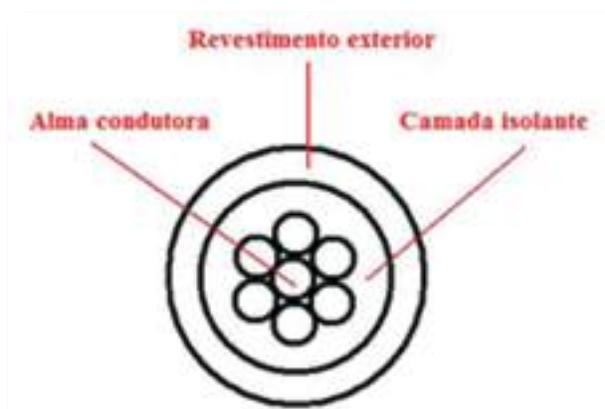


Fig. 37 – Constituição de um cabo monocondutor com alma circular

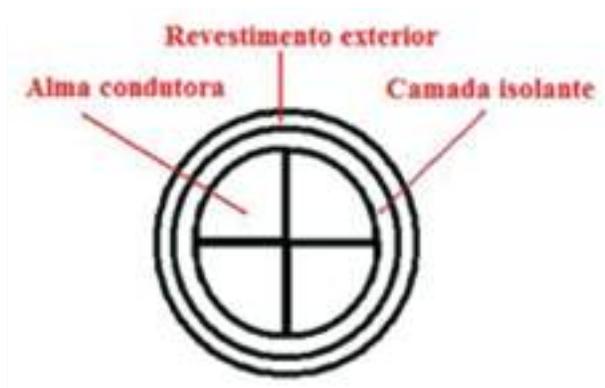


Fig. 38– Constituição de um cabo monocondutor com alma setorial

Um cabo multipolar é formado por vários condutores eletricamente distintos e mecanicamente solidários.

A designação de cabo multicondutor é, em geral, usada para cabos com mais de três condutores.

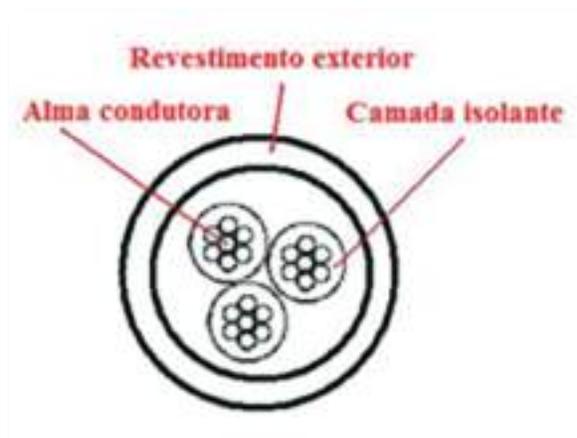


Fig. 39– Constituição de um cabo multicondutor com alma circular





Fig. 40 – Constituição de um cabo multicondutor com alma setorial

As funções da alma condutora e da camada isolante são óbvias. A alma condutora destina-se a conduzir a corrente elétrica, enquanto a camada isolante faz a separação da alma condutora com o exterior, impedindo o contacto direto com o material que conduz a eletricidade.

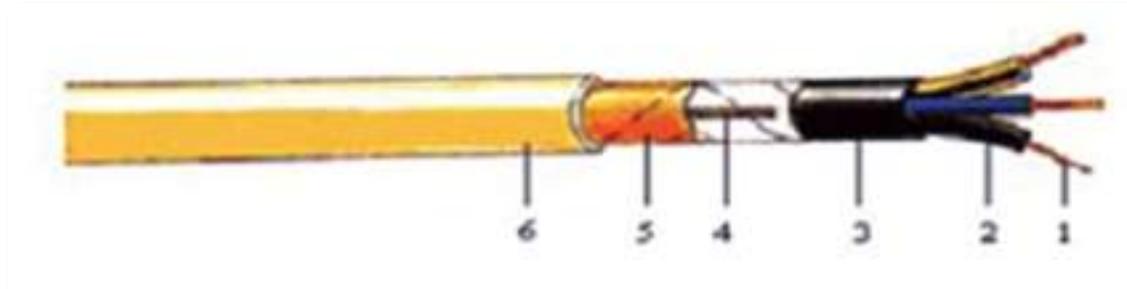
Os principais elementos constituintes dos cabos elétricos são, resumidamente, os seguintes:

- *Isolamento* – Camada de material isolante que, envolvendo a alma condutora, assegura o seu isolamento elétrico.
- *Enchimento* – Material destinado a regularizar a forma do cabo, preenchendo os espaços vazios entre os condutores isolados, garantindo que não haja descontinuidades nem pontos fracos.
- *Blindagem (ou ecrã)* – Revestimento condutor ou semiconductor que envolve cada um dos condutores isolados ou o seu conjunto, com o fim de assegurar determinadas características elétricas, como: equalização de potenciais elétricos, redução de campos eletrostáticos, redução de correntes de fuga, evitar interferências de campos eletromagnéticos com outros cabos de energia ou de telecomunicações.
- *Bainha* – Revestimento contínuo que, envolvendo completamente o condutor isolado ou o conjunto cablado (ou torcido) de condutores isolados contribui para a proteção dos cabos. Quando for metálica pode também desempenhar a função de blindagem.
- *Trança* – Revestimento constituído por fios entrançados, têxteis ou metálicos.



- *Armadura* – Revestimento metálico que tem como principal finalidade proteger o cabo contra ações mecânicas exteriores, para além de funções de natureza elétrica que possam desempenhar.

Na figura seguinte apresentam-se os elementos constituintes da generalidade dos cabos.



LEGENDA: 1 – Alma condutora, 2 – Isolamento (invólucro isolante), 3 – Bainha interior, 4 – Fios de continuidade, 5 – Ecrã (blindagem), 6 – Bainha exterior

Fig. 41 – Constituição de um cabo elétrico

Características particulares dos condutores e cabos

Vamos analisar com mais cuidado os restantes constituintes, designadamente os ecrãs condutores e o revestimento exterior.

Os ecrãs condutores geralmente não são utilizados em baixa tensão.

Pela sua localização e função, distinguem-se os seguintes tipos:

- a. Ecrã sobre a alma condutora: ao criar uma superfície equipotencial uniforme à volta da alma, pretende-se evitar a concentração do campo elétrico nas irregularidades da superfície da mesma, o que seria prejudicial a um bom funcionamento do isolante. Este ecrã pode ser realizado por enfitamento ou por extrusão;
- b. Ecrã sobre a camada isolante geralmente ligado à terra permite:
 - Criar uma superfície equipotencial à volta do isolante, orientando o campo elétrico;
 - Prevenir contra os efeitos indutores dos campos eletrostáticos externos e internos;
 - Assegurar o escoamento das correntes capacitivas bem como a corrente de defeito à terra (curto-circuito homopolar);



- Assegurar a proteção das pessoas e bens em caso de perfuração do cabo, por um corpo condutor exterior, que é colocado desta maneira ao potencial da terra.

Para satisfazer estas últimas funções, emprega-se, geralmente, um ecrã metálico com a forma de uma bainha contínua, barras ou fios metálicos ou várias fitas enroladas em hélice, com interposição eventual, entre o ecrã e o isolante, de uma camada condutora não metálica enfiada ou extrudida.

Em certos tipos de cabos (cabos flexíveis para aplicação em minas por exemplo), a função essencial do ecrã é garantir a segurança em caso de incidentes que ponham em causa a integridade do cabo.

O ecrã, dito “de segurança”, pode ser constituído da mesma maneira que o anterior, ou então, por uma camada ou enchimento em matéria sintética condutora, contendo os condutores de escoamento da corrente.

O ecrã está permanentemente ligado a um potencial baixo e qualquer modificação do mesmo provoca o corte da alimentação do cabo.

Relativamente ao revestimento, este é constituído por um conjunto de camadas em materiais apropriados, destinados a conferir ao cabo uma forma determinada e a assegurar a sua proteção contra ações exteriores.

As partes deste revestimento, que formam um tubo de matéria contínua, recebem o nome de bainhas.

Nelas, distinguem-se:

- Os enchimentos ou bainha de enchimento que têm por objetivo preencher os espaços vazios entre condutores e dar ao conjunto uma geometria determinada, geralmente cilíndrica;
- A bainha de estanquidade, que deve assegurar a proteção do isolante, contra humidade ou agentes corrosivos, podendo ser metálica ou sintética;
- O revestimento exterior, que assegura a proteção química e mecânica do cabo, geralmente formado por uma bainha de material sintético.

Estes fatores vão exigir maior ou menor proteção nos cabos, bem como substâncias protetoras diferenciadas.



Os principais revestimentos protetores elétricos, mecânicos e químicos dos cabos, são os indicados na tabela seguinte:

MATERIAIS MAIS UTILIZADOS NO REVESTIMENTO DOS CONDUTORES E CABOS			
Isolamento	Bainha	Blindagem	Armadura
Policloreto de Vinilo (PVC)	Policloreto de Vinilo	Fita de alumínio	Fitas de aço
Polietileno (PEX)	Chumbo	Fita de cobre	Fios de aço
Borracha silicone	Polietileno		Trança têxtil
Papel seco ou impregnado (em óleo)	Borracha		

Fig. 42 – Materiais mais utilizados no revestimento de condutores e cabos elétricos

Os materiais mais utilizados na constituição das almas condutoras são o cobre e o alumínio.

O cobre utilizado é o cobre macio recozido, que deve apresentar as seguintes características:

- Resistividade $\rho = 0,0172 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (a 20°C);
- Apresentar-se limpo, sem oxidação, isento de produtos e defeitos nocivos à sua finalidade.

O cobre, quando isolado a borracha, deve ser estanhado para evitar a corrosão provocada pela borracha vulcanizada, devido à ação do enxofre nela existente.

O alumínio utilizado como alma condutora deve apresentar as seguintes características:

- Resistividade $\rho = 0,0282 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (a 20°C);
- Elevado grau de pureza;
- Apresentar-se limpo e isento de defeitos nocivos à sua finalidade.

No quadro da figura seguinte apresenta-se um resumo de características para os tipos de cobre e alumínio utilizados na fabricação de cabos.



Características	Cobre Recozido	Alumínio 3/4 duro	Liga de Alumínio (Al, Mg e Si)
Grau de Pureza, %.....	> 99,9	> 99,5 (*)	—
Resistividade a 20°C, ohm . mm ² /m.....	17,241 . 10 ⁻³	28,264 . 10 ⁻³	32,8 . 10 ⁻³
Coefficiente de variação da resistência ôhmica com a temperatura, a 20°C, por °C..	3,93 . 10 ⁻³	4,03 . 10 ⁻³	3,6 . 10 ⁻³
Densidade a 20°C.....	8,89	2,70	2,70
Coefficiente de dilatação linear a 20°C, por °C.....	17 . 10 ⁻⁶	23 . 10 ⁻⁶	23 . 10 ⁻⁶
Tensão de ruptura, MPa.....	230 a 250	120 a 150	295 a 350
Alongamento à ruptura, %.....	20 a 40	1 a 4	24
Temperatura de Fusão, °C.....	1080	660	780

Fig. 43 – Características físicas elétricas e mecânicas



Fig. 44– Exemplos de cabos com diferentes constituições e revestimentos

As secções normalizadas das almas condutoras (mm²) são as seguintes:

0,5/0,75/0,5/2,5/4/6/10/16/25/35/50/70/95/120/150/185/240/300/400/500/630/800/1000.

As almas dos condutores rígidos não têm obrigatoriamente um só fio.

À medida que a secção vai aumentando, os condutores deixam de ser unifilares e passam a ser multifilares.



As secções mínimas que deverão utilizadas para os diversos circuitos em locais habitacionais, deverão ter os seguintes valores:

SECÇÕES MÍNIMAS EM LOCAIS HABITACIONAIS	
Natureza dos circuitos	Secção mínima (mm ²)
Iluminação	1,5
Tomadas	2,5
Máquinas de lavar louça	2,5
Máquinas de lavar e secar roupa	2,5
Termoacumuladores	2,5
Fogões	4
Climatização	2,5

Fig. 45 – Secções mínimas de cabos e condutores em locais de habitação

Na tabela seguinte indica-se a relação entre as secções mínimas dos condutores de fase e do condutor neutro e condutor de proteção.

RELAÇÃO ENTRE AS SECÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES DE FASE E DOS CONDUTORES DE NEUTRO E PROTEÇÃO (mm ²)	
Condutores de fase	Neutro e condutor de proteção
1,5	1,5
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10



16	10
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185
500	240
630	300
800	400
1000	500

Fig. 46 – Relação entre as secções mínimas dos condutores de fase e dos condutores de neutro e proteção

Nomenclatura de condutores e cabos elétricos

Os condutores e cabos que se fabricam em todo o mundo, e que obedecem a padrões de normalização e respetiva certificação, apresentam características que estão de acordo com as normas referidas, como seja o caso do documento de harmonização HD – 361 do CENELEC (Comité Europeu de Normalização Elétrica).

Na tabela seguinte apresentam-se os símbolos que são utilizados de modo mais corrente, dos condutores e cabos de média e baixa tensão.



Símbolos utilizados nas designações de condutores e cabos isolados para instalações elétricas, segundo o HD 361			EXEMPLO ⁽¹⁾											
			H	05	V	V			-F	3	G	2,5		
		SÍMBOLO												
NORMALIZAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Harmonizado • Tipo nacional reconhecido • Tipo nacional não reconhecido 	H												
		A												
TENSÃO	<ul style="list-style-type: none"> • < 100 / 100 V • ≥ 100 / 100 V; 300 / 300 V • 300 / 300 V • 300 / 500 V • 450 / 750 V 	PT-N												
		00												
		01												
		03												
		05												
C O N S T R U T I V O S	Isolamento	<ul style="list-style-type: none"> • Borracha de etileno-propileno • Etileno acetato de vinilo 	B											
		<ul style="list-style-type: none"> • Borracha • Borracha de silicone • Policloreto de vinilo • Polietileno reticulado 	G R S V X											
		Revestimento metálico / armaduras	<ul style="list-style-type: none"> • Bainha lisa de alumínio, extrudida ou soldada • Condutor concêntrico de alumínio • Blindagem de alumínio • Armadura em fita de aço, galvanizado ou não 	A2 A A7 Z4										
Bainha	<ul style="list-style-type: none"> • Etileno acetato de vinilo • Trança de fibra de vidro • Policloropreno • Borracha • Trança têxtil • Policloreto de vinilo 	G												
		J												
		N												
		R T V												
C O N S T R U T I V O S	Forma	<ul style="list-style-type: none"> • Cabo circular • Cabo plano: <ul style="list-style-type: none"> - condutores separáveis - condutores não separáveis 	Sem letra H H2											
		Natureza	<ul style="list-style-type: none"> • Cobre • Alumínio 	Sem letra - A										
C O N S T R U T I V O S	Flexibilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Condutor flexível da classe 5 • Condutor flexível da classe 6 • Condutor ou cabo flexível para instalação fixa 	- F - H - K											
		<ul style="list-style-type: none"> • Condutor rígido circular cableado • Condutor rígido setorial cableado 	- R - S											
		<ul style="list-style-type: none"> • Condutor rígido maciço circular • Condutor rígido maciço setorial 	- U - W											
		<ul style="list-style-type: none"> • Condutor tinsel 	- Y											



Composi- ção ⁽²⁾	• Número de condutores		
	• Ausência de condutor verde/ amarelo	x	
	• Existência de condutor verde/ amarelo	G	
	• Secção do condutor (mm ²)		
	• Identificação por coloração	Sem letra	
	• Identificação por algarismo	N	
<p>(1) - Cabo harmonizado, para a tensão de 300 / 500 V, com isolamento em policloreto de vinilo, com condutores de cobre flexíveis da classe 5, constituído por três condutores de 2,5 mm², sendo um deles o de proteção (H05VV-F3G2,5).</p> <p>(2) - Quando as secções dos condutores neutro e de proteção forem diferentes das secções dos condutores de fase, a composição deve caracterizar essa alteração. Por exemplo, para um cabo com condutores de fase a 35 mm² e condutores neutro e proteção a 16 mm², a composição deve ser representada por 3X35+2G16.</p>			

Fig. 47– Símbolo usados nas designações condutores e cabos isolados

Identificação e utilização dos condutores e cabos elétricos

As instalações elétricas de corrente alternada podem ser monofásicas ou trifásicas.

As instalações monofásicas são constituídas por um condutor de fase, um condutor de neutro e um condutor de proteção (PE).

As instalações trifásicas são constituídas por três condutores de fase (fases distintas), um condutor de neutro e um condutor de proteção.

A identificação de cada condutor é feita pela cor do isolamento do condutor, ou por meio de pintura ou enfitamento, quando se trate de condutores nus.

Esta identificação permitirá uma maior eficiência na colocação ou reparação de uma instalação elétrica.

As cores normalizadas do isolamento para identificação dos condutores são as seguintes:

- Azul claro para o neutro;
- Castanho, preto ou cinzento para a fase;
- Verde e amarelo para o condutor de proteção (PE).





Fig. 48 – Cores normalizadas para os condutores

CABOS E CORDÕES FLEXÍVEIS – Cor dos condutores isolados e respectiva ordem sequencial

Composição/ Número de condutores isolados	Código de cores actual				Novo código de cores (HD 308.52)	
	Condutores rígidos		Condutores flexíveis		Condutores rígidos e flexíveis	
	C/cond.V/A	S/cond.V/A	C/cond.V/A	S/cond.V/A	C/cond.V/A	S/cond.V/A
2						
3						
4						
5						

Nota: Nas situações previstas com duas configurações dá-se preferência à configuração com condutor de isolamento cinzento.

Fig. 49 – Estrutura de cores nos cabos elétricos e cordões flexíveis

Nas instalações de corrente contínua (DC), as cores mais utilizadas são o vermelho, associado ao condutor positivo, e o preto, ao condutor negativo.



Fig. 50 – Condutores de corrente contínua



Atividades propostas

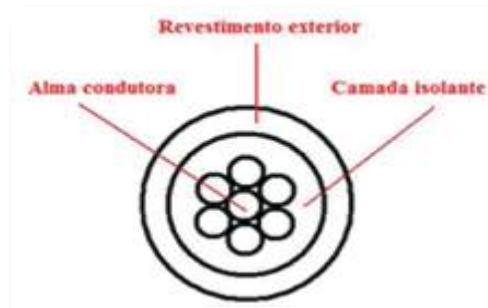
QUESTÕES DE REVISÃO:

1. Quais são os primeiros critérios para se poder distinguir ou selecionar um condutor ou um cabo elétrico?
2. Que partes constituem uma instalação elétrica?
3. O que se entende por canalização elétrica?
4. O que se entende por alma condutora (de um condutor isolado ou de um cabo)?
5. O que é um condutor nu?
6. O que se entende por condutor isolado?
7. O que é um cabo isolado (ou simplesmente cabo)?
8. Que tipos de informações são determinantes para a escolha de um cabo ou condutor elétrico, relativamente à rede de alimentação?
9. Que tipos de informações são determinantes para a escolha de um cabo ou condutor elétrico, relativamente à instalação a alimentar e às condições de funcionamento da canalização?
10. Que tipos de informações são determinantes para a escolha de um cabo ou condutor elétrico, relativamente às características do cabo a instalar?
11. Que tipos de informações são determinantes para a escolha de um cabo ou condutor elétrico, relativamente às condições de instalação do cabo?
12. Que tipos de informações são determinantes para a escolha de um cabo ou condutor elétrico, relativamente aos acessórios da instalação?
13. Que passos deveremos seguir segundo as normas CEI e CENELEC para a especificação de cabos e condutores?
14. Quais as principais vantagens da adoção de normas e regulamentos internacionais?

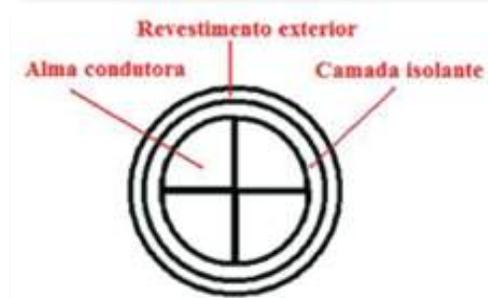


15. Indique a que tipos de cabo se referem as imagens seguintes:

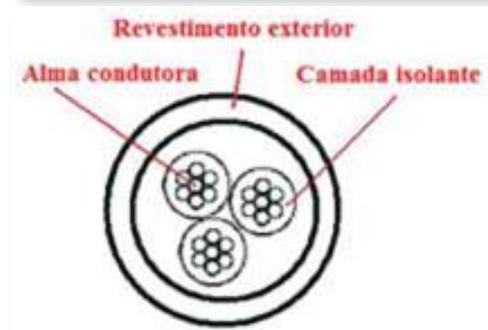
a)



b)



c)



d)



16. O que é o isolamento de um cabo?

17. O que se entende por enchimento de um cabo?

18. O que é a blindagem ou ecrã?

19. O que se entende por bainha de um cabo?

20. O que é a trança de um cabo?



21. O que se entende por armadura de um cabo?

TRABALHO DE GRUPO:

22. Organizados em grupos com composição e número de elementos a determinar pelo professor, pretende-se que os alunos desenvolvam o seguinte:

TRABALHO DE GRUPO – CABOS E CONDUTORES ELÉTRICOS

1 – INTRODUÇÃO

Após o estudo detalhado dos diversos tipos de cabos e condutores, é importante proceder a um trabalho de reflexão e de síntese sobre as matérias abordadas, com vista a uma perfeita compreensão das mesmas.

Esta etapa visa preparar o futuro técnico para uma escolha equilibrada e eficaz sobre os cabos e condutores a adotar para cada solução, mas também proporcionar a elaboração de materiais didáticos a serem utilizados pela escola.

2 – OBJETIVOS

Os objetivos para este trabalho são os seguintes:

- a. Identificar os diferentes tipos de cabos e sua utilização.
- b. Identificar as diversas características construtivas, elétricas e mecânicas dos cabos.
- c. Conhecer a nomenclatura de condutores e cabos elétricos.
- d. Compreender a interdisciplinaridade.
- e. Fortalecer e fomentar o espírito de grupo.

3 – RECURSOS NECESSÁRIOS

- Computador com acesso à internet;
- Manuais de fabricantes de condutores e cabos elétricos;
- Condutores e cabos elétricos.

4 – PROCEDIMENTOS DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

- a. Selecionar os diferentes tipos de condutores e cabos;
- b. Construir uma tabela de condutores e cabos, suas características, e aplicações,



- recorrendo ao apoio das disciplinas ligadas às tecnologias de informação, potenciando assim a interdisciplinaridade;
- c. Elaborar painéis de condutores e cabos com troços dos mesmos, em número definido pelo professor, de acordo com as necessidades e disponibilidades, para poderem ser usados nos laboratórios da escola;
 - d. Elaborar um relatório final de síntese do trabalho.

5 – TABELA DE CARACTERÍSTICAS

A tabela de características a elaborar, deverá contemplar no mínimo, os seguintes aspetos:

- Imagem do condutor ou cabo (para os painéis deverá existir um troço de condutor ou cabo);
- Designação;
- Descrição;
- Tensão estipulada;
- Instalação e utilização;
- Outras características relevantes.



EXEMPLO DE TABELA DE CARACTERÍSTICAS, RETIRADO DO MANUAL DE UM FABRICANTE:

Condutores e Cabos [Parte I]

Designações e características dos Condutores e Cabos				
Designação	Descrição	Tensão Estipulada	Instalação e Utilização	
H05V-U	- Condutor anilar de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V	Em instalações de sinalização e controle.	
H05V-K, H07V-K Antena FU	- Condutor flexível de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V, 450/750 V	Em instalações fixas no interior, embutidas ou à vista.	
H07V-U, H07V-R Antena V	- Condutor rígido de cobre macio anilar (H07V-U) ou multifilar (H07V-R). - Isolamento de PVC.	450/750 V	Em instalações fixas, à vista ou embutidas, montagem de quadros e aparelhagem.	
PT-N05W-U	- Condutores rígidos unifilares de cobre macio. - Isolamento de PVC. - Bainha de regularização. - Bainha de PVC.	300/500 V	Instalações interiores de utilização de energia, instalações protegidas estabelecidas no interior de aparelhos de utilização. Estes cabos não podem ser embutidos em betão.	
H05W-F Antena FW	- Condutores flexíveis de cobre. - Isolamento de PVC. - Bainha de PVC.	300/500 V	Instalações interiores fixas e móveis. Sinalização e comando.	
PT-N05W-H-U Antena WU	- Condutores unifilares de cobre macio, dispostos paralelamente. - Isolamentos de PVC. - Bainha de PVC.	300/500 V	No interior em instalações fixas à vista.	
H05W-FH - F Antena FWD	- Condutor flexível de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V	Instalações interiores fixas e móveis. Sinalização e comando.	
H03WH - H Antena FWD	- Condutores extra flexíveis de cobre. - Isolamento de PVC.	300/500 V	Ligação de receptores domésticos móveis.	
PT-N07V-U, PT-N07V-R, PT-N07V-S	- Condutores rígidos de cobre macio. - Isolamento de PVC. - Bainha de regularização ou entlagem. - Blindagem de fita de alumínio. - Fios de continuidade da blindagem. - Entlagem. - Bainha exterior de PVC.	450/750 V	Instalações de utilização de energia, instalações industriais e instalações de comando e sinalização. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas ou enterrados em salas.	
W, IV	- Condutores rígidos de cobre macio. - Isolamento de PVC (IV) ou de polietileno reticulado (W). - Bainhas de regularização ou entlagem. - Bainha exterior de PVC.	0,6/1kV	Distribuição de energia, instalações industriais, de comando e sinalização. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas e enterrados em salas, devidamente protegidos.	
GV, LV	- Condutores multifilares de alumínio. - Isolamento de PVC (LV) ou de polietileno reticulado (GV). - Bainha de regularização ou entlagem. - Bainha de PVC.	0,6/1kV	Fundamentalmente para redes de distribuição de energia e instalações industriais. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas e enterrados em salas.	
LSW, LSIV	- Condutores multifilares de alumínio. - Isolamento de PVC (LSIV) ou de polietileno reticulado (LSW). - Entlagem. - Bainha de PVC.	0,6/1kV	Fundamentalmente para redes de distribuição de energia e instalações industriais. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas e enterrados em salas.	
WV, IAV Cabos armados	- Condutores rígidos de cobre macio. - Isolamento de PVC (WV) ou de polietileno reticulado (IAV). - Entlagem localizada. - Bainha interior de PVC. - Armaduras de fitas de aço. - Bainha exterior de PVC.	0,6/1kV	Fundamentalmente para distribuição de energia podendo também ser utilizados em instalações industriais e instalações de comando e sinalização. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas e enterrados em salas.	
GVV, LVV Cabos armados	- Condutores multifilares de alumínio. - Isolamento de PVC (LVV) ou de polietileno reticulado (GVV). - Entlagem localizada. - Armadura de fitas de aço. - Bainha exterior de PVC.	0,6/1kV	Fundamentalmente para distribuição de energia e instalações industriais. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas e enterrados em salas.	
LSWV, LSIVV Cabos armados Condutores em alumínio macio	- Condutores sectoriais de alumínio macio. - Isolamento de PVC (LSIVV) ou de polietileno reticulado (LSWV). - Entlagem localizada. - Bainha interior de PVC. - Armadura de fitas de aço. - Bainha exterior de PVC.	0,6/1kV	Fundamentalmente para distribuição de energia, podendo também ser utilizados em instalações industriais. Podem ser montados ao ar livre, em caixas ou condutas, ou enterrados em salas.	
KS, LXS Cabos aéreos em tensão	- Condutores multifilares de cobre (KS) ou alumínio (LXS). - Isolamento de polietileno reticulado.	0,6/1kV	São utilizados em chegadas de redes aéreas ou em redes montadas sobre as paredes dos edifícios (KS). Os cabos do tipo LXS são utilizados em redes aéreas de distribuição em baixa tensão.	

* O aspeto e características dos condutores e cabos apresentados podem variar ligeiramente dependendo do fabricante.



Representação Esquemática

Apresentação

Este tema destina-se a introduzir o aluno no contexto do desenvolvimento da representação esquemática para assim desempenhar a interpretação e desenvolvimento de um circuito elétrico de uma habitação ou escritório.

Circuitos de iluminação

NOÇÕES PARA O DESENHO TÉCNICO

Formato do papel

O formato básico de papel designado de AO (A zero) considera um retângulo de 841 mm por 1189 mm correspondente a 1 m² de área. Deste formato derivam-se os demais formatos.

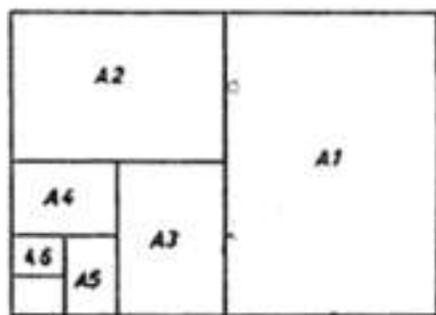


Fig. 51 - Obtenção de vários formatos da série A por subdivisão do formato AO

Designação	Dimensões mm	Margens (mm)		Area (m ²)
		Lateral esquerda	Outras	
A0	841X1189	25	5	1,0000
A1	594 X 841	25	5	0,5000
A2	420 X 594	25	5	0,2500
A3	297 X 420	25	5	0,1250
A4	210X297	25	5	0,0625
A5	148X210	25	5	0,0312
A6	105X148	25	5	0,0156

Fig. 52 – Tamanhos do papel



Fixação da folha de desenho

1. A fixação da folha de desenho ao tampo do estirador e indispensável no desenho rigoroso.
2. A fixação da folha pode fazer-se com «*punaises*», com fita gomada, ou ainda com etiquetas gomadas. O uso de fita ou etiquetas gomadas tem sobre os «*punaises*» a vantagem de não causar embaraço ao movimento das régua e esquadros e de não danificar o tampo do estirador.
3. O papel deve fixar-se de modo que fique próximo do bordo esquerdo da prancheta
4. O papel deve, além disso, ficar a uma distância do bordo inferior da prancheta que seja suficiente para se poder utilizar a régua T, quando se desenha na parte inferior da folha.
5. Quando se pretende fixar a folha, começa-se por acertar o lado superior do papel com a régua T. Em seguida, desloca-se ligeiramente a régua, segurando o papel com a mão direita e fixam-se os cantos superiores. Finalmente, desloca-se a régua T até próximo do lado inferior do papel e fixam-se os cantos inferiores.

Réguas T e Esquadros

As regas T são constituídas por duas partes, a cabeça e a régua propriamente dita, em geral ligadas rigidamente entre si, de modo a manterem-se perpendiculares

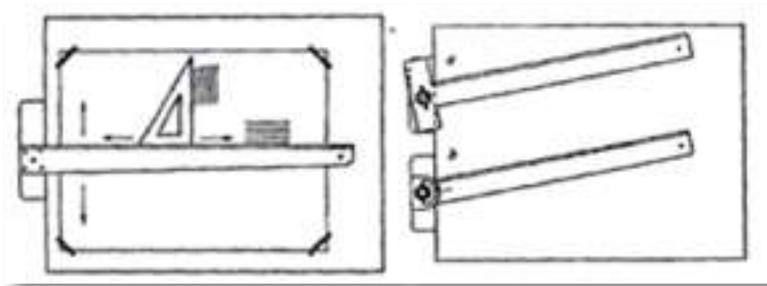


Fig. 53 – Réguas e Esquadros

Existem também régua T em que a cabeça e a régua não estão ligadas rigidamente entre si, mas por meio de um sistema de parafuso e porca de orelhas, que permite variar o ângulo entre eles. Este tipo de régua T pode ter ainda um transferidor que permite marcar diretamente o ângulo desejado.



A régua T deve trabalhar sobre o bordo esquerdo do tampo do estirador, porque se pretende que seja deslocada com a mão esquerda, ficando a direita livre para desenhar. Pela mesma razão os desenhadores canhotos deverão poder dispor de estiradores com o bordo direito retificado e de régua T capazes de trabalhar sobre este bordo.

Sobre o bordo de trabalho da régua T deslizam os esquadros, permitindo o conjunto traçar facilmente linhas horizontais e verticais.

Os esquadros que se utilizam mais correntemente são ambos de forma triangular:

- Com ângulos de 90°; 60° e 30° que se designa por esquadro de 30° ou esquadro de 60°
- Com um ângulo de 90° e dois de 45° que se designa por esquadro de 45°.

Os esquadros de 30° e 45°, isolados ou combinados entre si, permitem traçar todos os ângulos múltiplos de 15° entre 0° e 345°.

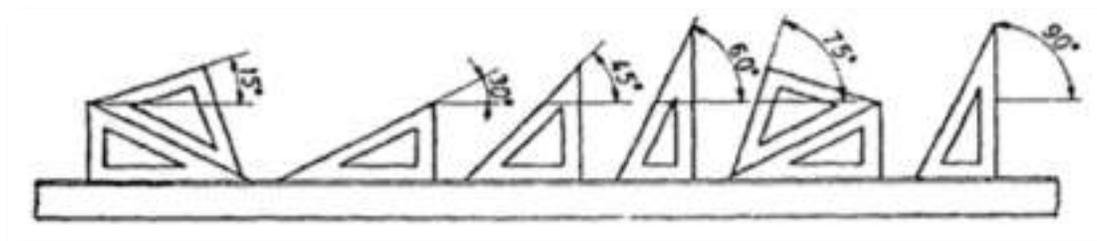


Fig. 54 -Esquadro

Utilização dos esquadros de 30° e 45° para traçado de ângulos

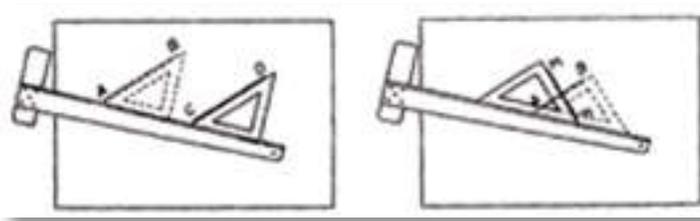


Fig. 55 – Desenho de ângulos

Escantilhões.

Os escantilhões são instrumentos que permitem realizar o traçado de:

- Curvas; • diversos polígonos; • letras; • instalações sanitárias;
- Telecomunicações; • química; • alta tensão; • etc.



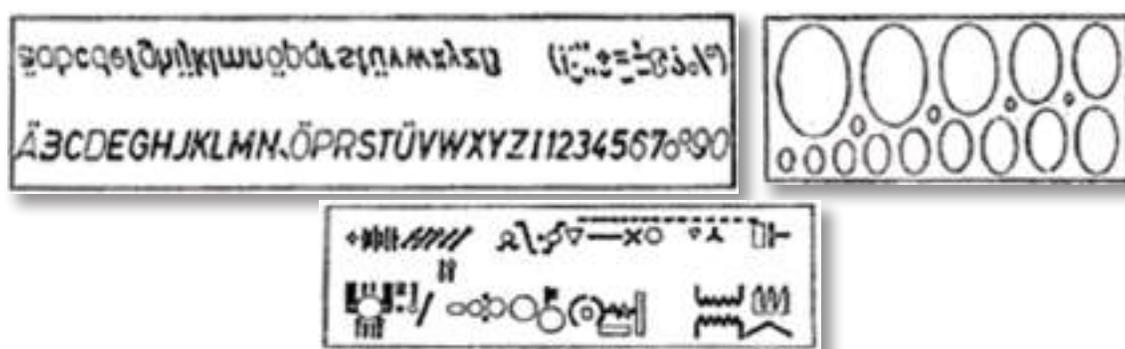


Fig. 56 – Escantilhões

Legendas dos desenhos

Quando se executa um desenho, há necessidade de fazer constar do próprio desenho certo número de indicações que interessam a sua identificação.

Legenda com as dimensões e a disposição, a utilizar nos desenhos de Projeto, Instalação e Conservação de Infra Estruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED).

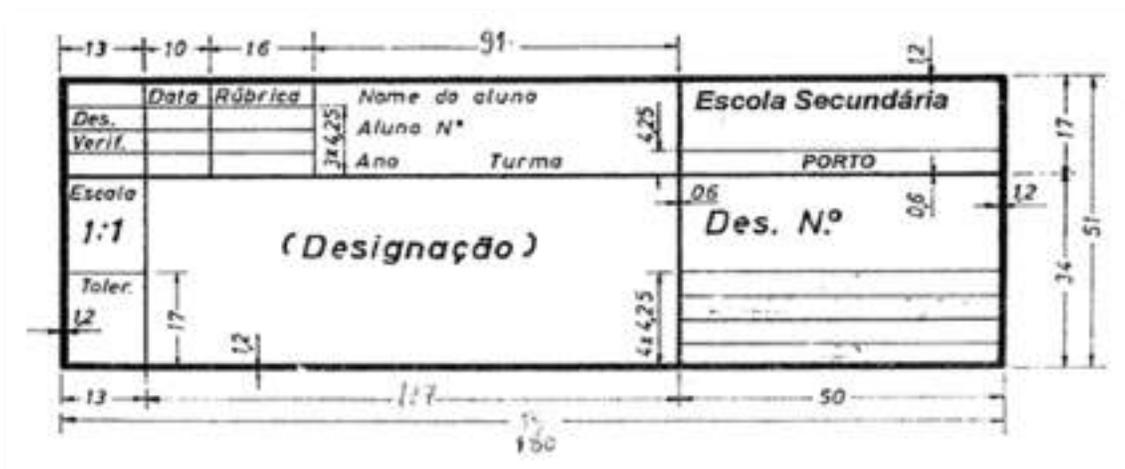


Fig. 57 – Legenda dos desenhos

Instalações Eléctricas

Disposições Gerais

Toda a instalação eléctrica deverá obedecer a requisitos fundamentais que a obrigam a uma eficiência funcional e a um tempo de vida útil suficiente.

Para tal é necessário que a instalação eléctrica mantenha, dentro de determinados parâmetros, os valores de tensão e corrente necessário ao seu funcionamento.



Deverá também garantir a proteção dos utilizadores dos perigos da eletricidade (electrocuções) e da própria instalação das consequências graves, originadas por sobreatensões (provocadas por curto-circuitos ou sobrecargas).

Para atingir estes objetivos, quando se realiza um projeto elétrico, deve-se escolher os materiais das Instalações (condutores, tubos, quadros, aparelhos, etc.) que obedecem às disposições das “Regras Técnicas das Instalações Elétricas”, às normas e especificações nacionais existentes.

As características destes materiais dependem essencialmente do fim a que se destinam e das condições a que podem estar submetidos (IP e IK).

Assim, as instalações devem:

- Quanto à conceção

Ser concebidas com vista a garantir:

- a. A proteção das pessoas, dos animais e dos bens;
- b. O funcionamento da instalação elétrica de acordo com a utilização prevista.

Os circuitos devem ser convenientemente subdivididas de forma a limitar os efeitos de eventuais perturbações, facilitar a pesquisa e reparação de avarias.

- De uma forma geral deverão ser constituídas com circuitos distintos de iluminação, circuitos de tomadas e ainda circuitos distintos também para alimentação de aparelhos de potência elevada (por exemplo: máquinas de lavar roupa e louça).
- Em locais de habitação, cada circuito final não deve, em regra, alimentar mais do que oito pontos de utilização.
- Os aparelhos fixos de climatização ambiente devem ser repartidos por circuitos finais distintos dos de outras utilizações para que cada circuito alimente, no máximo, cinco aparelhos.

Todos os circuitos devem ser dotados de condutor de proteção.

Os circuitos devem ser dimensionados para a potência total dos aparelhos de utilização que por eles são alimentados, afetada dos fatores de utilização e de simultaneidade.



- Quanto ao quadro de entrada
 - Cada instalação elétrica de utilização deverá ser dotada de um quadro de entrada.
 - O quadro de entrada deve ser dotado de um dispositivo de corte geral, que corte simultaneamente todos os condutores ativos.
 - A corrente estipulada do dispositivo de corte geral deve ser, pelo menos, a correspondente à potência prevista para a instalação, com o mínimo de 16 A.
 - O quadro de entrada deve ser estabelecido dentro do recinto servido pela instalação elétrica e, tanto quanto possível, junto ao acesso normal do recinto e do local de entrada da energia.

- Quanto aos sistemas de proteção
 - Deverão garantir a proteção contra contactos diretos e contactos indiretos.

- Quanto a secção nominal mínima dos condutores
 - As secções dos condutores dos circuitos das instalações de locais de habitação devem ser determinadas em função das potências previsíveis, com os valores mínimos indicados no quadro seguinte:

Nas instalações fixas de circuitos de sinalização e comando, a secção mínima dos condutores é de 0,5 mm². Admite-se a secção mínima de 0,1 mm² para os circuitos de sinalização e comando destinados a aparelhos eletrónicos.

Secções mínimas dos condutores dos circuitos em locais de habitação

Natureza dos circuitos	Secção (mm ²)
Iluminação	1,5
Tomadas	2,5
Termoacumuladores	2,5
Máquinas de lavar e de secar roupa e loiça	2,5
Fogões	4
Climatização ambiente	2,5

Fig. 58 – Secções dos fios



Estudo, concepção e montagem de circuitos elétricos

Normas de higiene e segurança no trabalho

As normas de higiene e segurança no trabalho revelam-se através de hábitos e técnicas, que têm como finalidade eliminar riscos, aumentando a segurança de quem trabalha e na melhoria das condições em que atua. Segundo estatísticas, 80% dos acidentes devem-se a falhas humanas.

A própria desarrumação e a limpeza dos locais de trabalho são causas de muitos acidentes. Por exemplo: não se deve utilizar qualquer aparelho elétrico, nem mexer numa instalação elétrica, quando estiverem acidentalmente molhados ou quando se tiver os pés ou as mãos molhadas.

Também quer seja em casa, na escola ou um dia mais tarde no local de trabalho, a higiene e segurança deverão ser elementos da nossa preocupação, porque são fontes de exposição, evitando muitos acidentes e revelando um pouco da nossa personalidade.

O ruído, o espaço, a iluminação, a temperatura e a ventilação são fatores que contribuem para um bom ambiente físico de trabalho.

Descurar estes elementos, não lhes atribuindo a devida atenção e no mínimo, cometer a imprudência, provocando o acidente e deficiências nos trabalhos realizados.

Cuidados a ter com a ferramenta utilizada

A longevidade das ferramentas e a prevenção do acidente com a sua utilização está associada a adoção de algumas regras elementares:

1. Utilizar ferramentas de boa qualidade, isoladas e que o cabo ou punho tenham uma forma adequada.
2. Manter as ferramentas limpas e verificar o seu estado periodicamente.
3. Utilizar as ferramentas só nas tarefas para as quais foram idealizadas.
4. Ter as ferramentas sempre arrumadas após a sua utilização.
5. Não colocar ferramentas nos bolsos.
6. Manusear as ferramentas corretamente.



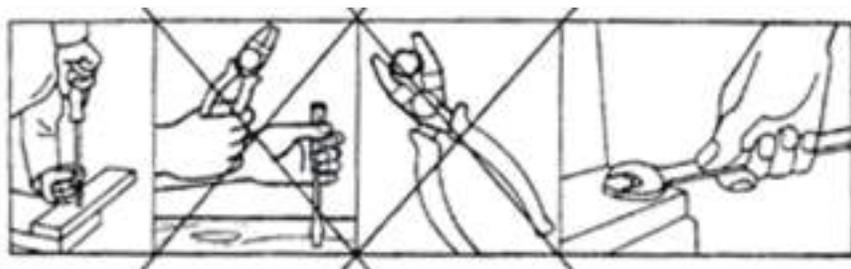


Fig. 59– Utilização correta das ferramentas

Planeamento, programação e execução dos circuitos eléctricos

Para a execução de qualquer montagem, desde a sua idealização (definindo o tipo de instalação, de condutores e aparelhagem a utilizar em função das condições do local) até à sua concretização, várias são as fases do planeamento e programação a seguir.



Fig. 60 – Planeamento, programação e execução de circuitos eléctricos

Esquemas de instalação

No planeamento de uma instalação eléctrica deveremos representar simbolicamente através de diversos tipos de esquemas os aparelhos, o percurso dos cabos eléctricos e as ligações entre os diversos elementos que constituem o circuito eléctrico.



Simbologia para instalações de iluminação e sinalização

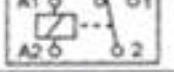
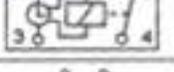
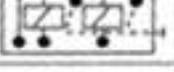
	Multifilar	Unifilar
Caixa de derivação		
Tomada monofásica		
Tomada monofásica com terra		
Lâmpada de incandescência		
Interruptor		
Comutador de lustre		
Comutador de escada		
Inversor		
Telemruptor		
Automático de escada		
Transformador		
Campainha		
Botão de pressão		
Quadro de alvos		
Trinco eléctrico		

Fig. 61 – Simbologia

Para isso existem vários esquemas

a. Esquema unifilar

Utilizando simbologia adequada é representada a localização dos aparelhos elétricos e o percurso dos condutores com este tipo de esquema.



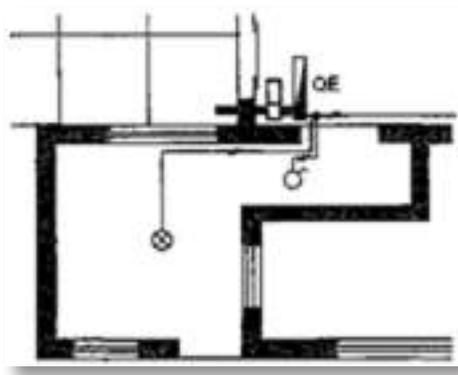


Fig. 62 – Representação de um esquema unifilar na planta de uma residência

Os condutores são representados por uma única linha, cruzada por pequenos traços oblíquos que indicam o número de condutores que representam.

Estes elementos permitem, com a planta à escala, o cálculo do comprimento dos condutores, cabos elétricos e restante material utilizado na montagem.

b. Esquema multifilar

Neste tipo de representação, representam-se os diferentes condutores e as suas ligações aos terminais dos diversos aparelhos que constituem o circuito elétrico.

Na elaboração do esquema, os trajetos da corrente elétrica (condutores) deverão ser representados por intermédio de linhas retas verticais e horizontais tendo em consideração as seguintes regras:

1. O condutor fase deverá ligar sempre primeiro ao aparelho de comando e só depois ao aparelho recetor
2. No suporte de lâmpada o condutor de fase deve ser ligado ao contacto central.
3. Na caixa de derivação o condutor neutro deverá ligar no terminal mais afastado em relação ao da fase, como norma de segurança, indo depois ligar ao aparelho recetor.
4. Evitar, na representação dos condutores, o cruzamento de linhas, para que o esquema represente com o máximo de clareza as ligações dos condutores aos terminais dos aparelhos.



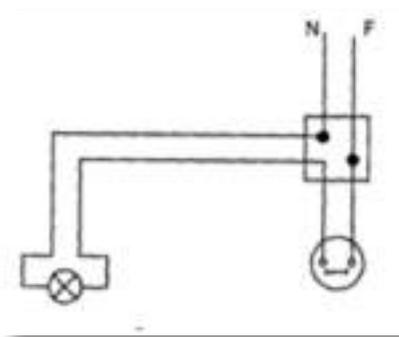


Fig. 63 – Esquema multifilar

c. Esquema de princípio ou de funcionamento

Este tipo de representação simplificada, que apenas considera as funções da aparelhagem, sem ter em conta a sua posição relativa, tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

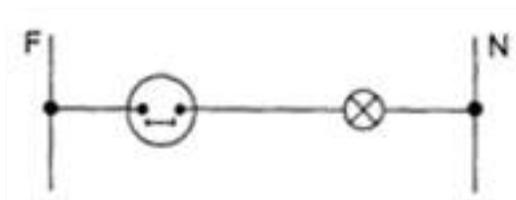


Fig. 64 – Esquema de princípio

Material a utilizar

O diverso material a utilizar na montagem da canalização elétrica, deverá ser adequado na sua qualidade, forma e tipo, em função do ambiente existente no local, onde será inserido o circuito elétrico.

A) Condutores

Os condutores e respetiva secção deverão, segundo as normas de segurança, estar de acordo com as que constam no quadro.



	<i>Condutores a utilizar</i>	
	<i>Instalação fixa a vista</i>	<i>Instalação embebida</i>
<i>Instalação de iluminação</i>	H05VV-U2x1,5 (VV 2 x 1,5 mm ²)	H05V-U1x1,5 (V 1,5 mm ²)
<i>Instalação de sinalização</i>	H03VH - U2 x 0,5 (TVD 2 x 0,6 mm)	H03V- U1 x 0,5 (TV 0,6 mm)
<i>Instalação de tomada</i>	H05VV - U3G2,5 (VV 2 x 2,5 mm ² + T)	H05V-U1 x2,5 (V 2,5 mm ²)

Fig. 65 – Secção dos condutores

Quanto à coloração do seu isolamento para que sejam convenientemente identificados, o regulamento estabelece:

Condutor de fase preto ou castanho

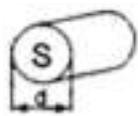
Condutor neutro azul-claro

Condutor de terra verde/amarelo

B) Tubos

Em canalizações a tubo, estes deverão ter um diâmetro ou dimensões da secção reta, tais que permitam o fácil enfiamento e desenfiamento dos condutores isolados.

Secção reta:
$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$



Os tubos devem ser ligados através de união, ou caixas adequadas de modo a garantirem uma proteção eficaz em todo o seu comprimento.

Quadro de escolha do tubo VD a utilizar em função do número de condutores do tipo H05V-U e da sua secção.



Secção nominal dos condutores mm ²	Diâmetro nominal dos tubos (mm)				
	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
1.5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	16	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	90
185	50	63	75	90	90
240	50	75	90	90	110
300	63	75	110	110	110
400	63	90	110	110	—
500	75	110	—	—	—

Fig. 66 – Simbologia

C) Canalizações

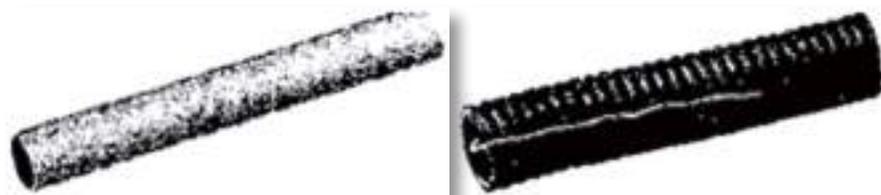
Os circuitos que fazem parte de uma instalação elétrica, a partir do quadro geral até aos recetores, podem ser executados de várias maneiras, utilizando os condutores e cabos mais apropriados para o efeito e tendo sempre em atenção o cumprimento das normas regulamentares de segurança. Assim, podemos obter pelo menos dois tipos de canalizações elétricas:



- Canalização à vista - é uma instalação em que os circuitos entre as caixas de derivação e entre estas e os aparelhos de manobra são fixados a parede por intermédio de braçadeiras.

Podem ser feitas:

- a condutor H05VV-U enfiado em tubo rígido do tipo VD;
 - a cabo do tipo H05VV-U;
- Canalização embebida - é uma instalação em que os circuitos entre caixas de derivação e entre estas e os aparelhos de manobra são feitos no interior da parede, dentro de roços previamente abertos para o efeito. Só as caixas de derivação e os aparelhos de comando são visíveis e acessíveis ao utilizador.
 - São feitas a condutor do tipo H05V-U enfiado em tubos rígido do tipo VD ou em tubo anelado.



Tubo VD

Tubo anelado

Fig. 67 – Tipos de tubo

Exemplos de modos de instalação

	<p><i>Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria</i></p>
	<p><i>Condutores isolados em condutas circulares (tubos) montadas a vista</i></p>
	<p><i>Cabos mono ou multicondutores (com ou sem armadura) fixados as paredes</i></p>



<p>31</p>	<p><i>Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas fixadas a elementos da construção em percursos horizontais</i></p>
<p>32</p>	<p><i>Condutores isolados ou cabos mono ou multicondutores em calhas fixadas a elementos da construção em percursos verticais</i></p>

Fig. 68 – Modos de instalação

Canalizações à vista

Canalizações a cabo

Estas canalizações são utilizadas em instalações fabris, garagens e locais temporariamente húmidos.

Os cabos, neste tipo de instalações, são fixos às paredes por braçadeiras, previamente colocadas por intermédio de pernos de aço. As caixas de derivação e de aparelhagem podem ser do tipo estanque ou blindado conforme se trate, respetivamente, de local húmido ou não.

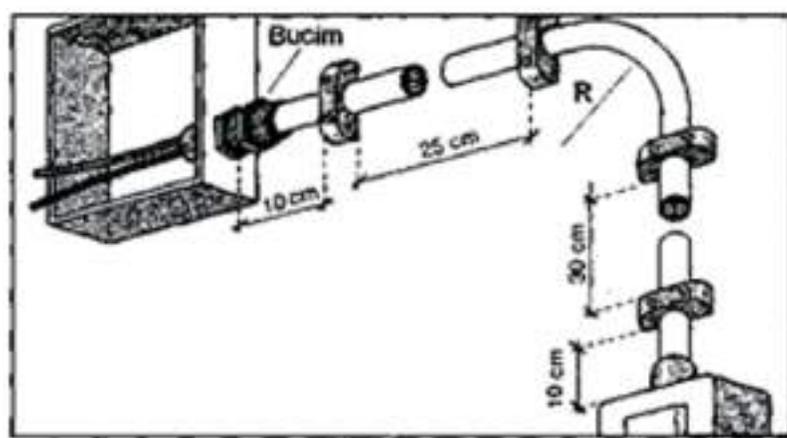
Devem ser utilizados bucins na união dos cabos com as caixas de derivação e a aparelhagem. As caixas de derivação e de aparelhagem para estas canalizações são do tipo exterior.

Normas de execução nas canalizações a vista a cabo do tipo H05 VV-U

As braçadeiras são fixadas na parede por parafuso ou perno de aço, devendo respeitar-se as distâncias indicadas na figura em baixo, para a sua colocação.

O cabo deve ser esticado e apertado pelas braçadeiras de modo a não encostar a parede.





As curvas não podem ter um raio (R) inferior a 10 vezes o diâmetro do cabo.
 Bucim - dispositivo cilíndrico de PVC rígido dentro do qual se encontra um elemento de borracha que tem por fim vedar a passagem de água ou humidade para o interior da caixa.

Fig. 69 – Curvas nos tubos

Canalizações a tubo

Estas canalizações são utilizadas quando os condutores necessitam de ser protegidos contra ações mecânicas.

O tubo é fixo a parede por processo idêntico ao da fixação de cabos e o equipamento utilizado (caixas de derivação e aparelhagem) é, também, idêntico ao utilizado nas canalizações a cabo.

Neste tipo de instalações, os bucins são substituídos por boquilhas e são utilizadas uniões para a junção dos tubos topo a topo, para permitir a proteção adequada dos condutores que passam no seu interior.



União

Boquilhas com porca

Fig. 70 – União e Boquilhas



Normas de execução nas canalizações à vista a tubo

As curvas no tubo devem ser feitas com a ajuda de uma mola, adequada ao diâmetro do tubo

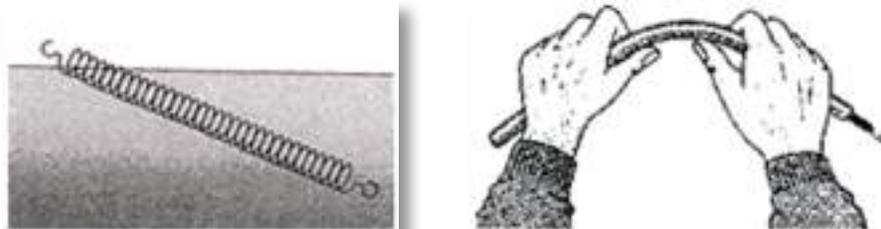


Fig. 71 – Mola

Distâncias normalizadas para o afastamento de braçadeiras para instalações a vista com tubos do tipo VD.

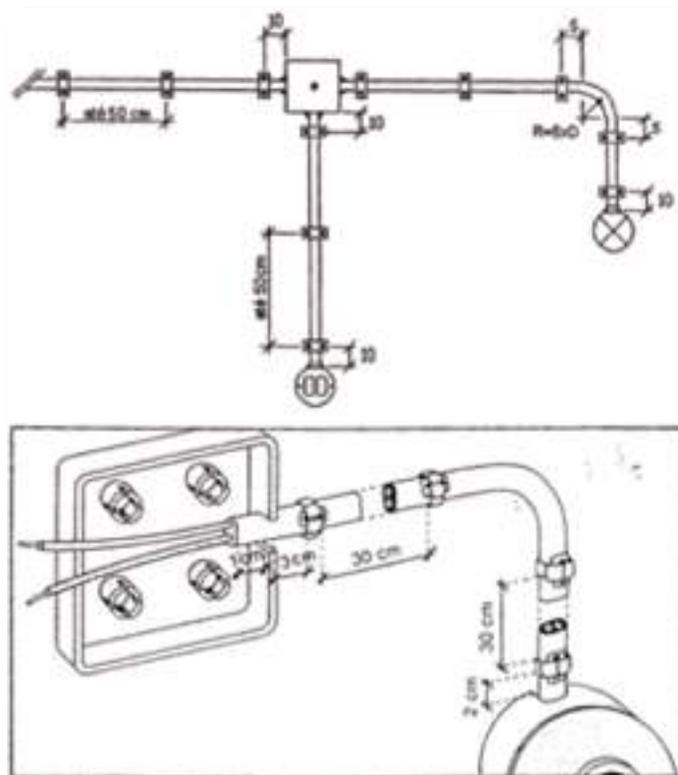


Fig. 72 – Distâncias

Canalizações embebidas

A canalização é embebida quando o seu traçado, desde o quadro geral até aos recetores, passando pelos aparelhos de comando, não é visível.



Estas canalizações são feitas a tubo do tipo VD ou tubo anelado, embebido na parede, permitindo o enfiamento do condutor do tipo H05V-U

Quadro da escolha do tubo anelado a utilizar em função do número de condutores e da secção.

Secção nominal dos condutores mm ²	Diâmetro nominal do tubo anelado (mm)			
	número de condutores			
	2	3	4	5
1,5	16	16	20	20
2,5	16	20	20	25
4	20	20	25	25
6	20	25	32	32
10	25	32	32	40
16	32	32	40	40
25	32	40	50	50
35	40	50	50	63
50	50	50	63	63
70	50	63	63	
95	63	63		
120	63			
150	63			

Fig. 73 – Diâmetro do tubo

Neste tipo de instalações são utilizados vários acessórios, como por exemplo:

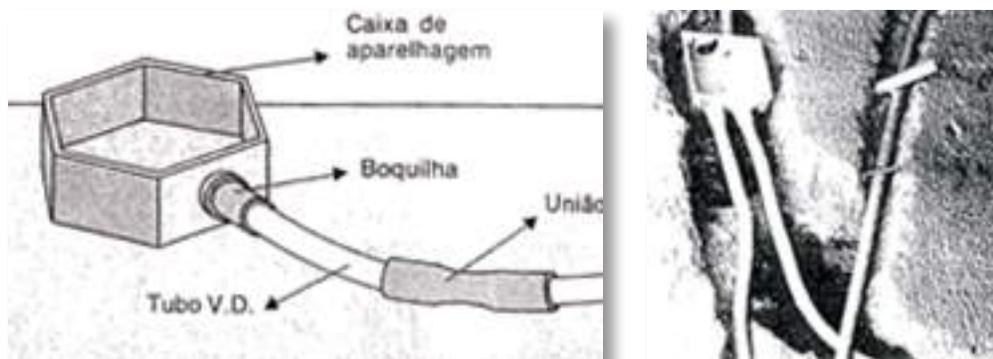
- Caixas de aparelhagem;
- Boquilhas;
- Uniões.

Caixas de aparelhagem - são caixas feitas em material plástico (PVC) dentro das quais são colocados os aparelhos de manobra e utilização e onde são feitas as ligações destes aparelhos aos condutores.



Boquilha - peça em plástico rígido ou flexível que permite estabelecer a união do tubo a caixa de derivação e a caixa de aparelhagem.

União - dispositivo em plástico rígido que permite unir dois tubos topo a topo.



Caixas de aparelhagem

Roço

Fig. 74 – Caixa e Roço

A tubagem, neste tipo de canalização, é colocada em roços feitos nas paredes para o efeito, e vai permitir a ligação entre as caixas de derivação e entre estas e as caixas de aparelhagem.

Roço - Abertura longa e estreita, feita num elemento da construção (parede, teto ou pavimento) para instalação de condutas ou de certos tipos de canalizações e tapada após a instalação destes.

As caixas de aparelhagem e de derivação devem ser embebidas na parede, para que se possam instalar posteriormente a aparelhagem e as placas de bornes.

Os condutores e os cabos só devem ser enfiados nas condutas embebidas em roços nos elementos da construção após a colocação destas.

Os condutores do tipo H05V-U devem de ser enfiados nos tubos antes de se taparem os roços com massa de cimento.

O raio de curvatura de uma canalização deve ser tal que os condutores e os cabos não possam ser danificados.

O percurso das canalizações embebidas em roços e que sejam fixadas rigidamente aos elementos da construção deve ser vertical, horizontal ou paralelo às arestas das superfícies de apoio. No caso de canalizações embebidas no betão, pode seguir-se o percurso prático mais curto.



Medidas regulamentares na colocação dos diferentes tipos de aparelhagem em instalações a vista ou embebedas:

Aparelhos elétricos

Os aparelhos elétricos classificam-se em função da utilização em:

- Aparelhos de comando (ex:)



Interruptor

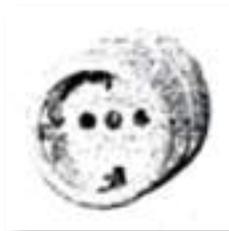


comutador

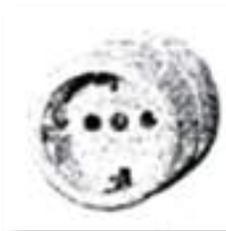


botão de pressão

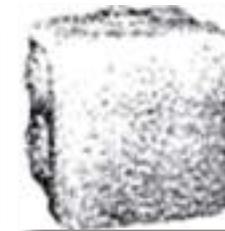
- Aparelhos de ligação (ex:)



Tomada



placa de ligadores

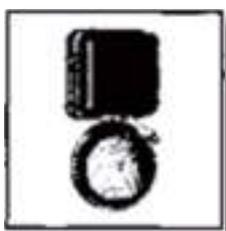


caixa de derivação

- Aparelhos de utilização (ex)



Lâmpada



campainha

- Aparelhos de transformação (ex:)



Transformador



Medidas regulamentares na colocação dos diferentes tipos de aparelhagem em instalações à vista ou embebida.

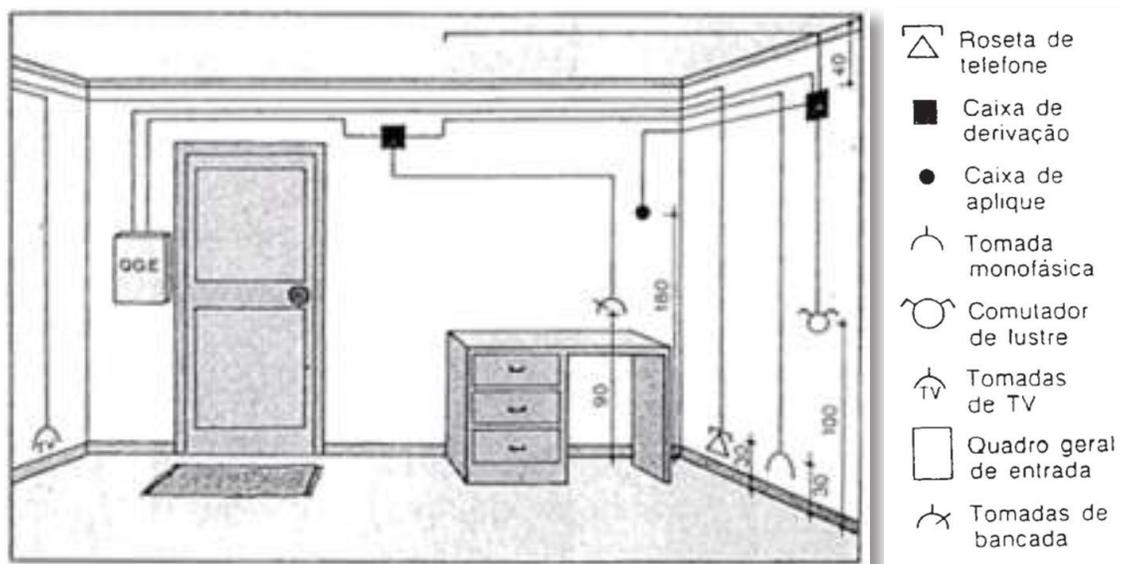


Fig. 75 – Medidas

Painéis de iluminação

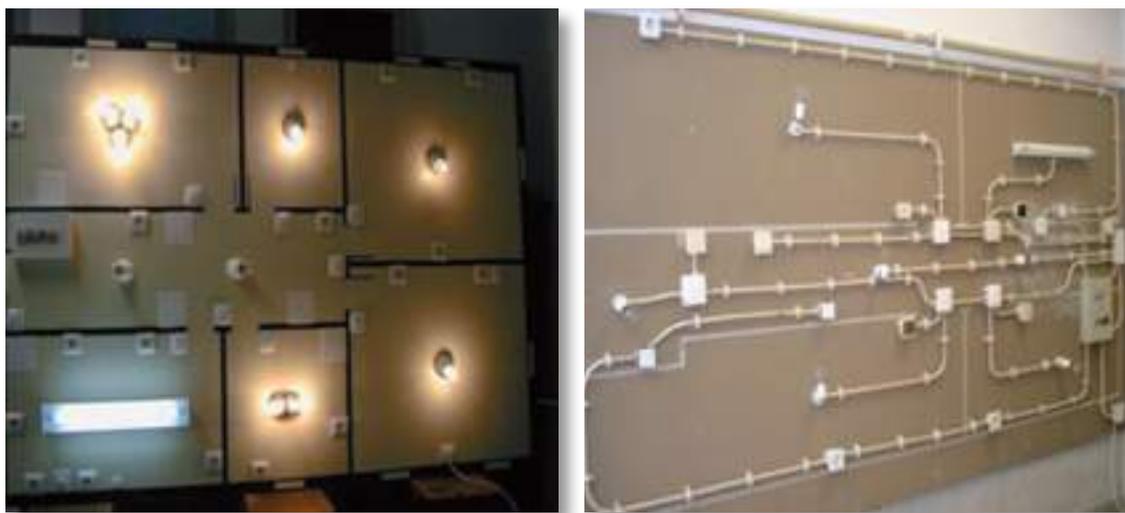


Fig. 76 – Painéis

Aplicações de algumas canalizações elétricas.

Planta de um andar: circuito de iluminação.



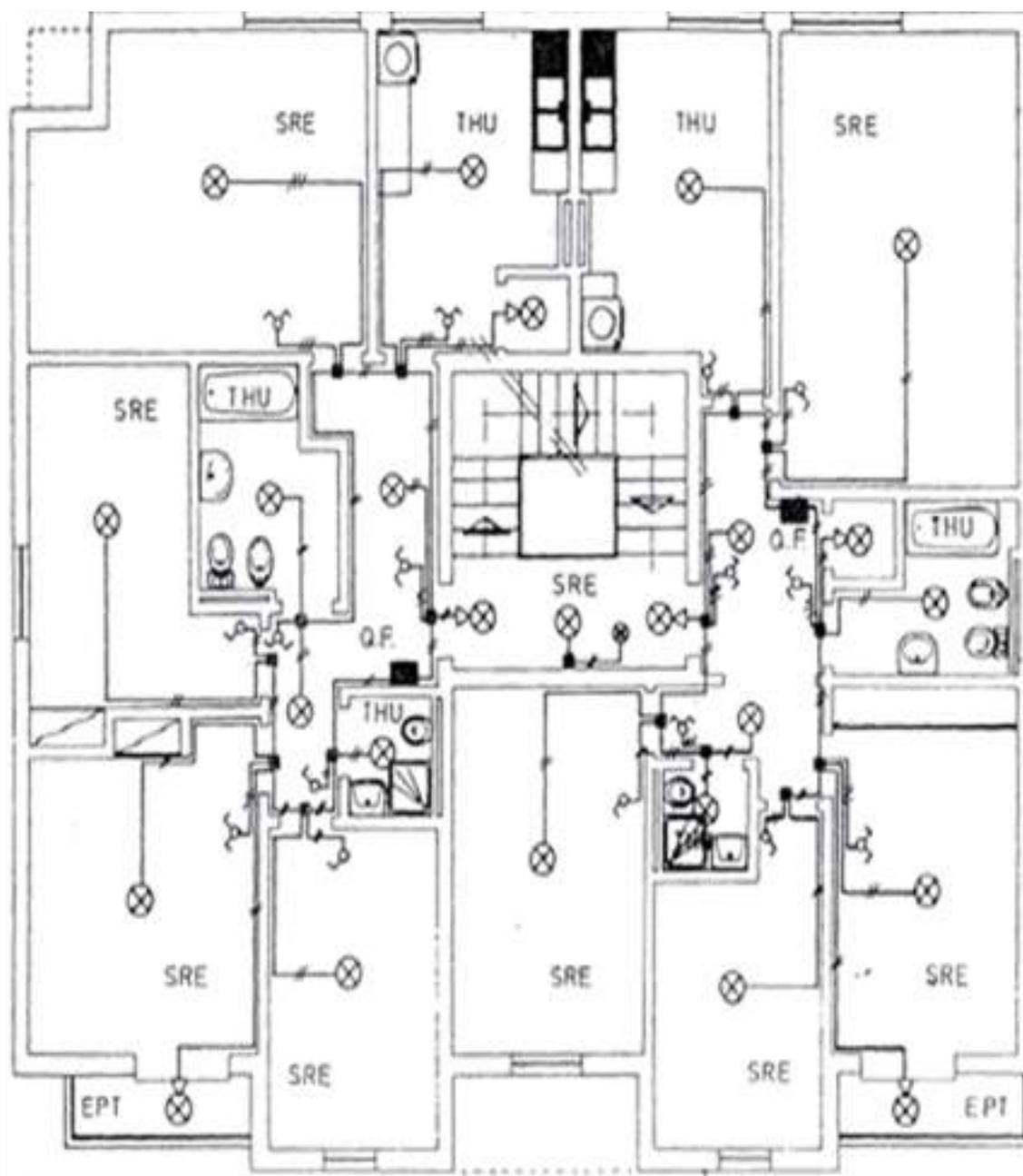


Fig. 77 – Planta

- Locais SRE — Locais sem riscos especiais
- Locais THU — Locais temporariamente húmidos
- Locais HUM — Locais húmidos
- Locais MOL — Locais molhados
- Locais EPT — Locais expostos
- Locais SUB — Locais submersos
- Locais POE — locais poeirentos
- Locais AGO — Locais de ambiente corrosivo



Locais ATP — Locais sujeitos a altas temperaturas

Locais BTP — Locais sujeitos a baixas temperaturas

Locais AMI — Locais sujeitos a ações mecânicas intensas

Locais RIN — Locais em risco de incêndio

Locais REX — Locais em risco de explosão



Instalações Elétricas

Apresentação

Neste tema vamos abordar os circuitos que poderemos ter de desenvolver de raiz ou reparar o circuito já existente numa habitação ou escritório.

Montagem de circuitos de iluminação

Interrupção simples com lâmpada de incandescência

É empregue sempre que se deseja comandar de um só lugar um único circuito, com uma ou mais lâmpadas.

Esquema funcional

Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer às ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

N – Neutro (potencial elétrico de 0 Volt)

F – Fase (potencial elétrico de 230 Volt)

Esquema unifilar

A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.



Esquema estrutural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.

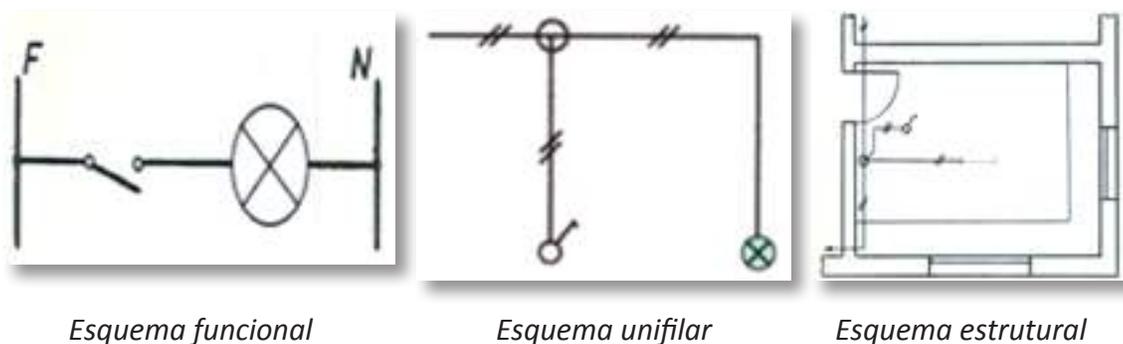


Fig. 78 – Esquemas

Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.

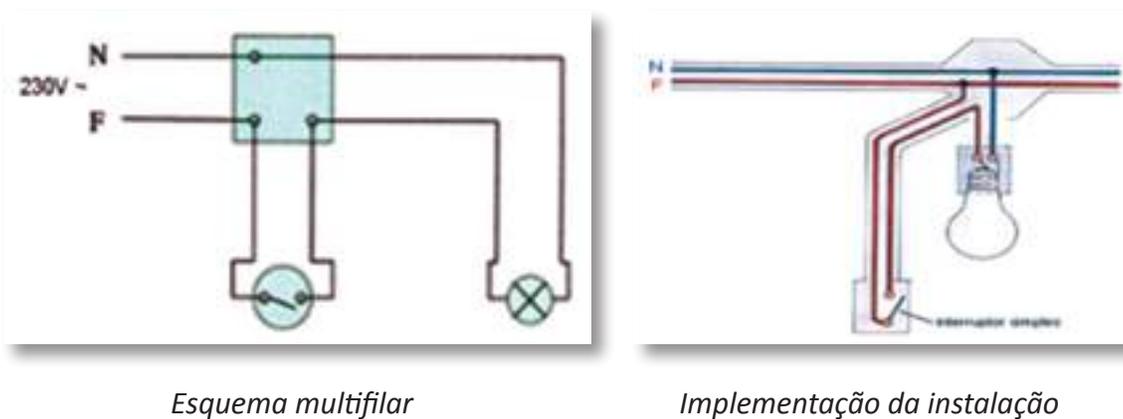


Fig. 79 – Esquema Multifilar

Interrupção simples com lâmpada fluorescente

Ao contrário das lâmpadas de incandescência, as lâmpadas fluorescentes necessitam de um balastro e arrancador para arrancarem.



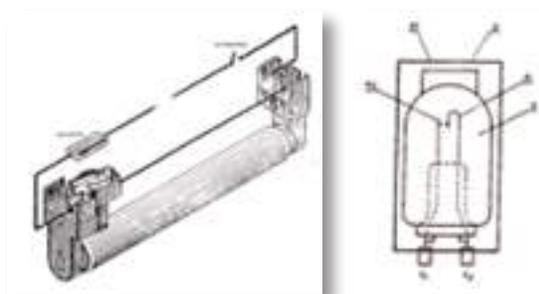


Fig. 80 – Lâmpada fluorescente

Esquema funcional

Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

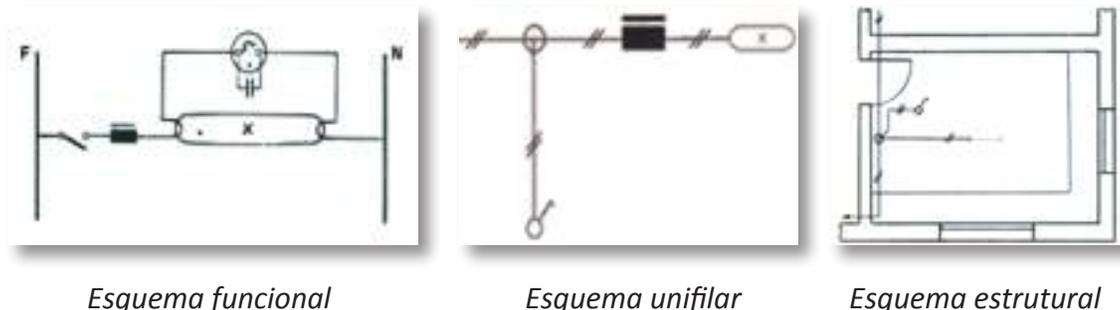
Esquema unifilar

A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.

Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.



Esquema funcional

Esquema unifilar

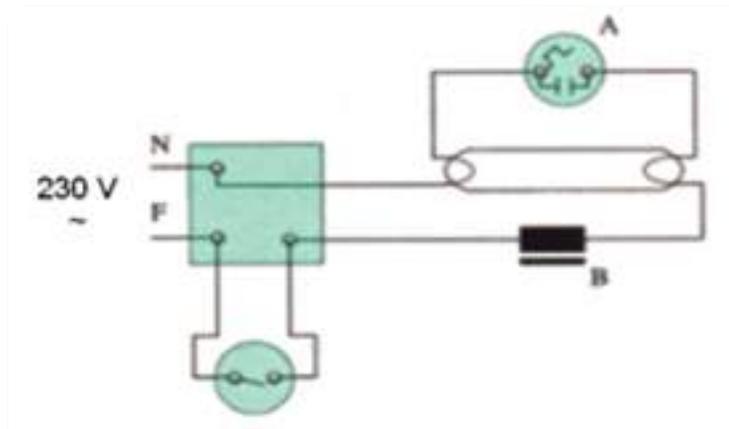
Esquema estrutural

Fig. 81 – Esquemas



Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.



A – Arrancador B – Balastro

Fig. 82 – Esquema multifilar

Comutação de lustre

É empregue sempre que se deseja comandar de um só lugar dois circuitos, com uma ou mais lâmpadas.

Esquema funcional

Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

Esquema unifilar

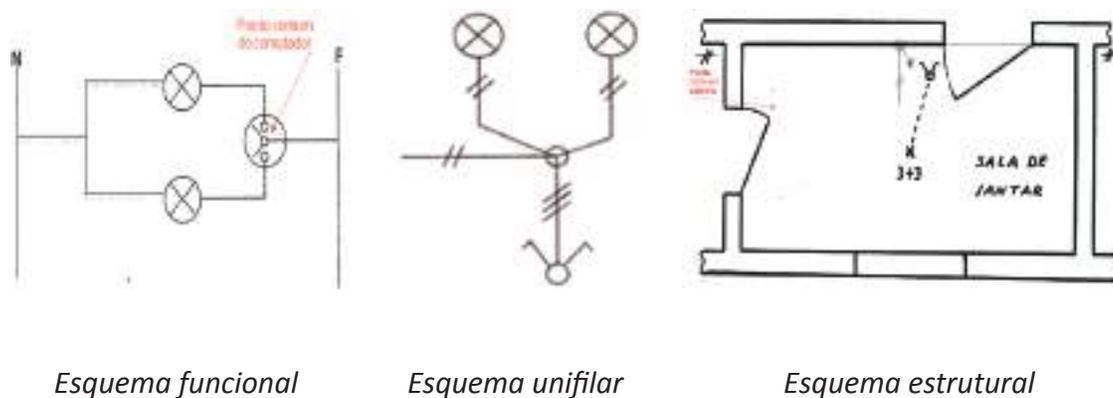
A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.



Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.



Esquema funcional

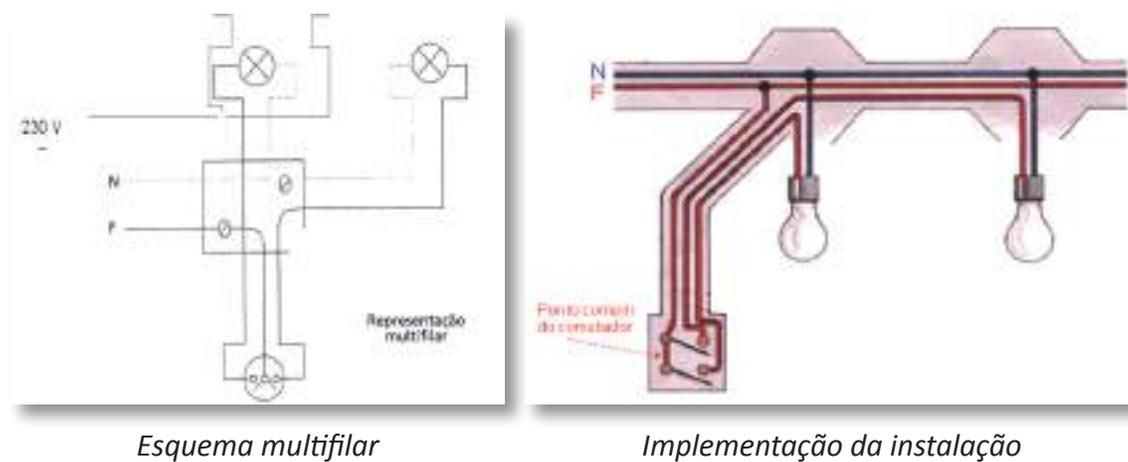
Esquema unifilar

Esquema estrutural

Fig. 83 – Esquemas

Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.



Esquema multifilar

Implementação da instalação

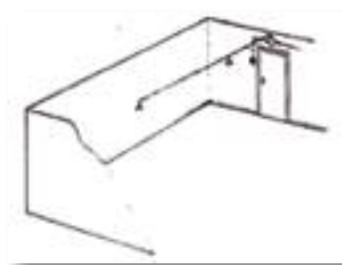


Fig. 84 – Esquemas



Comutação de escada ou de quarto

Montagem que tem por objetivo o comando de um só circuito elétrico de dois sítios diferentes.

As escadas, quartos, certos corredores e salas com duas entradas são exemplos de locais onde, por funcionalidade e comodidade, as lâmpadas devem ser comandadas de dois locais diferentes. Acende-se na “entrada”, apaga-se na “saída” e vice – versa.

Esquema funcional

Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

Esquema unifilar

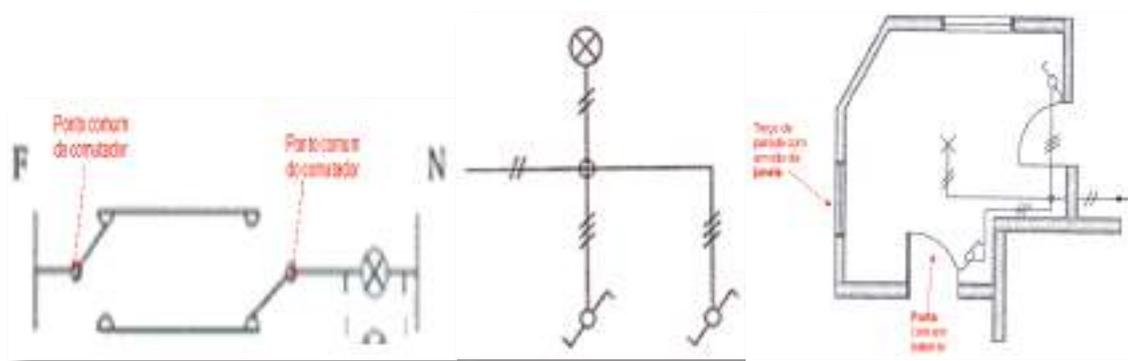
A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.

Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.





Esquema funcional

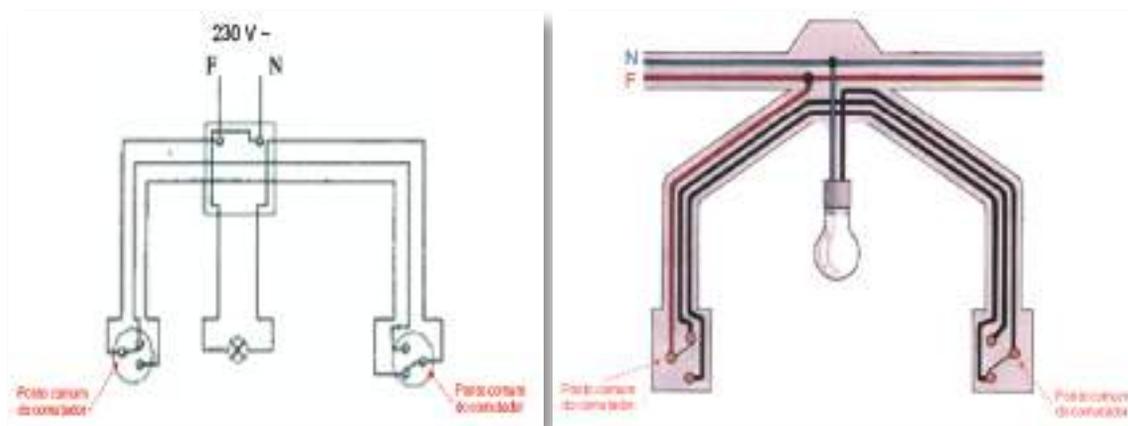
Esquema unifilar

Esquema arquitetural

Fig. 85 – Esquemas

Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.



Esquema multifilar

Implementação da instalação

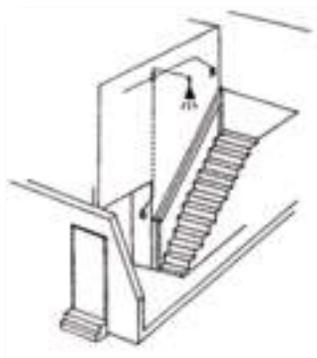


Fig. 86 – Esquemas

Comutação de escada com inversor

Montagem que tem por objetivo o comando de um só circuito elétrico de mais de dois sítios diferentes.



É utilizada em corredores compridos, corredores em ângulo, caixas de escada, etc.

Esquema funcional

Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

Esquema unifilar

A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.

Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.

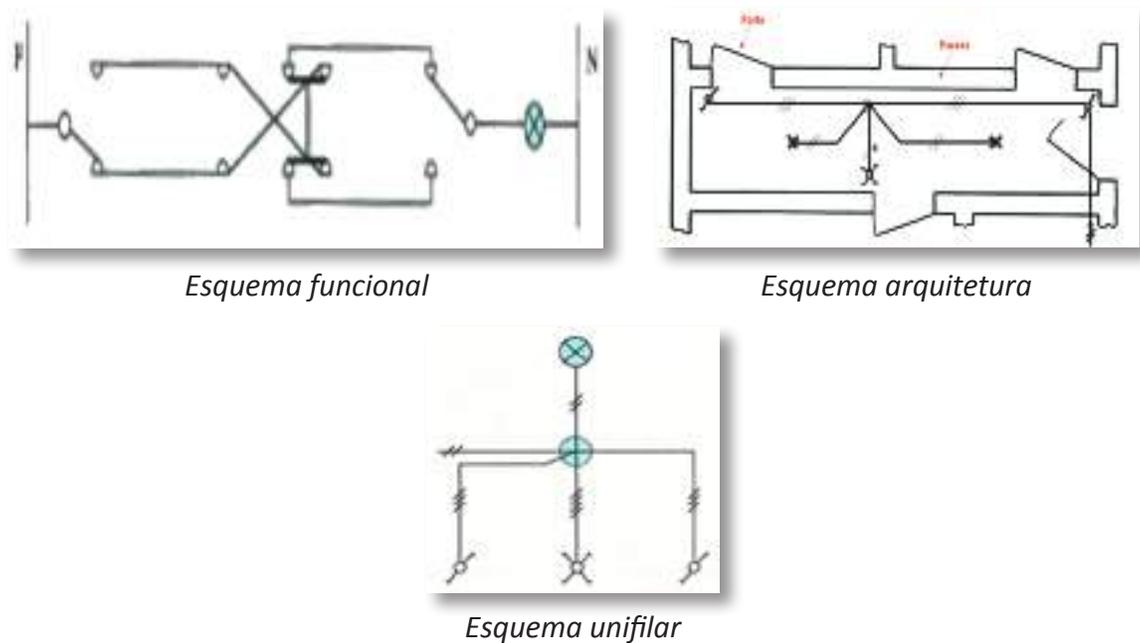


Fig. 87 – Esquemas



Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.

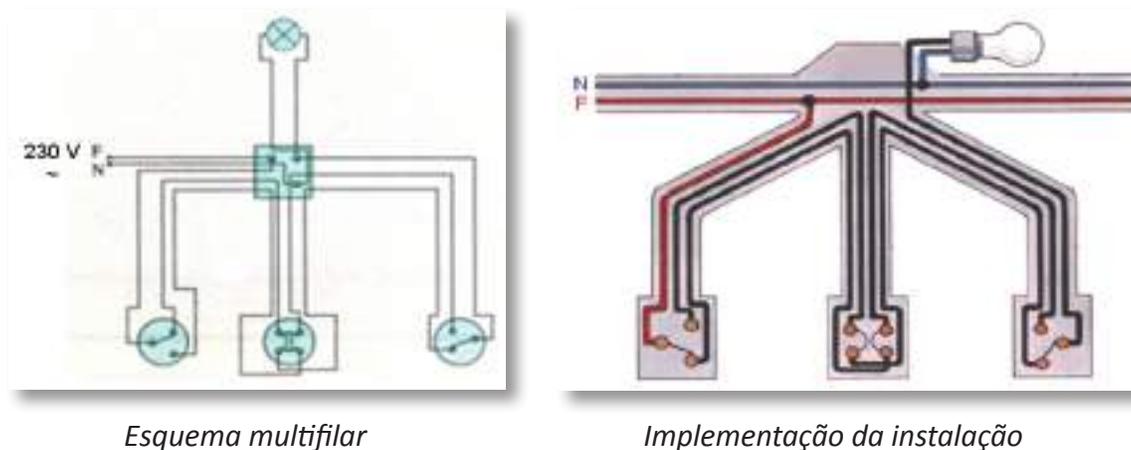


Fig. 88 – Esquemas

Dupla comutação de escada

Utiliza-se quando se pretende comandar dois circuitos elétricos de dois sítios diferentes.

Esquema funcional

Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

Esquema unifilar

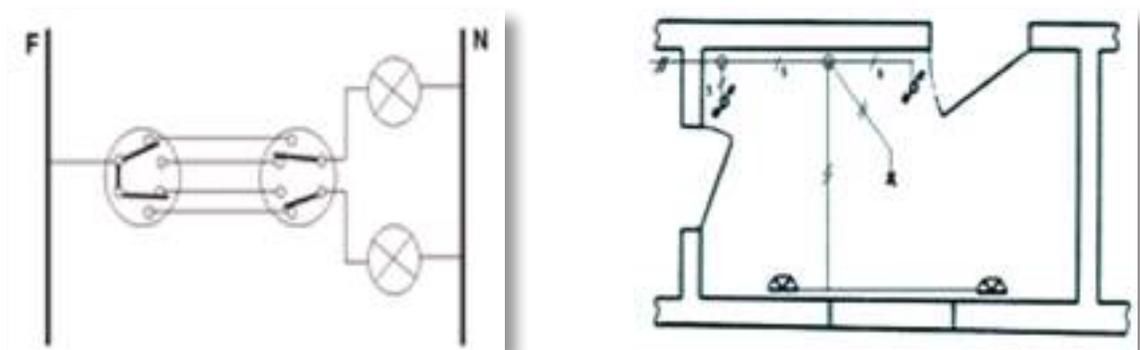
A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.



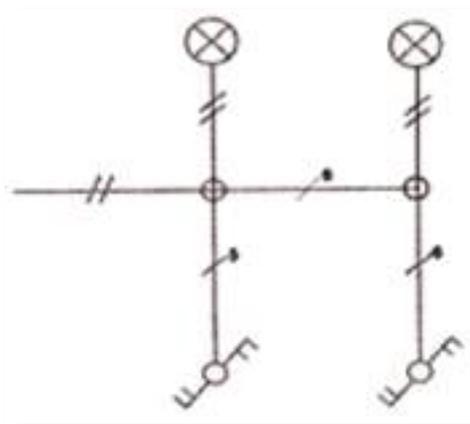
Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.



Esquema funcional

Esquema arquitetural



Esquema unifilar

Fig. 89 – Esquemas

Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.



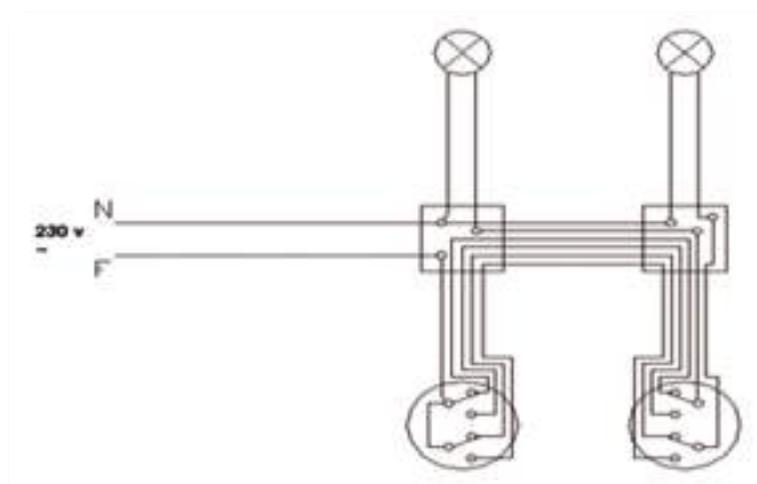


Fig. 90 – Esquema multifilar

Automático de escada

O automático de escada é um aparelho controlado à distância, por botões de pressão, que comanda um circuito e o faz de seguida abrir automaticamente ao fim de um determinado tempo.

Tem como função evitar que as lâmpadas das escadas de imóveis com vários andares fiquem, por esquecimento, constantemente ligadas

Esquema funcional

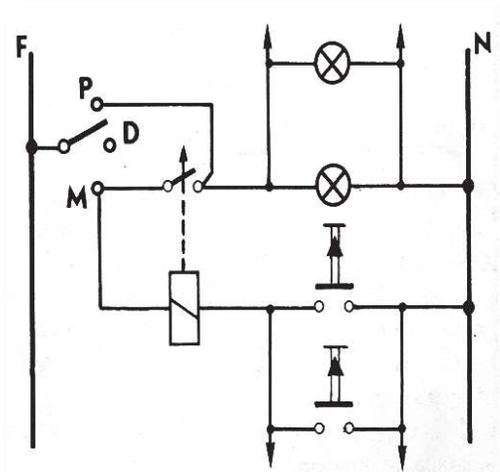
Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

Esquema unifilar

A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.

A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.





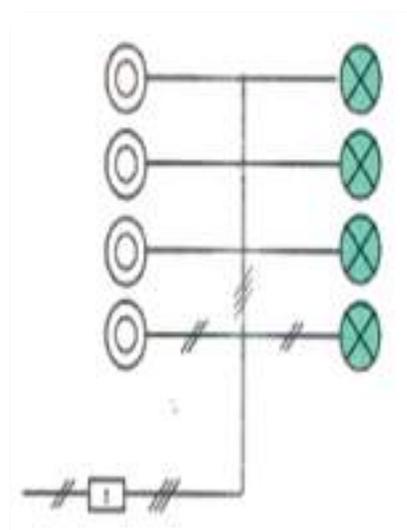
Posições seleccionáveis no automático de escada:

P - Permanente

D - Desligado

M - Manual

Esquema funcional



Esquema unifilar

Fig. 91 – Esquemas

Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.

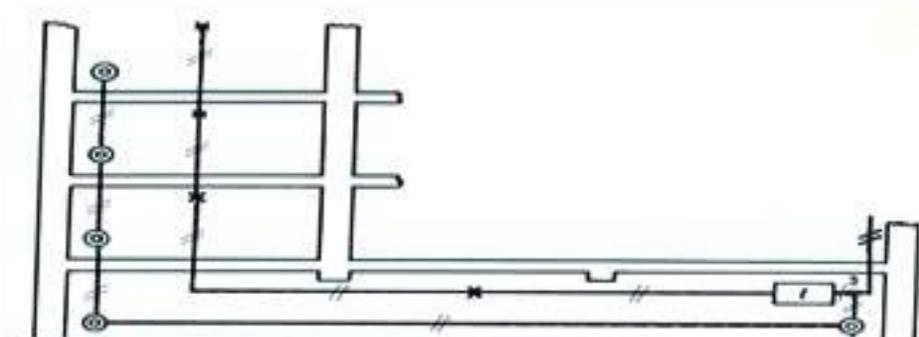


Fig. 92 – Esquema arquitetural



Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.

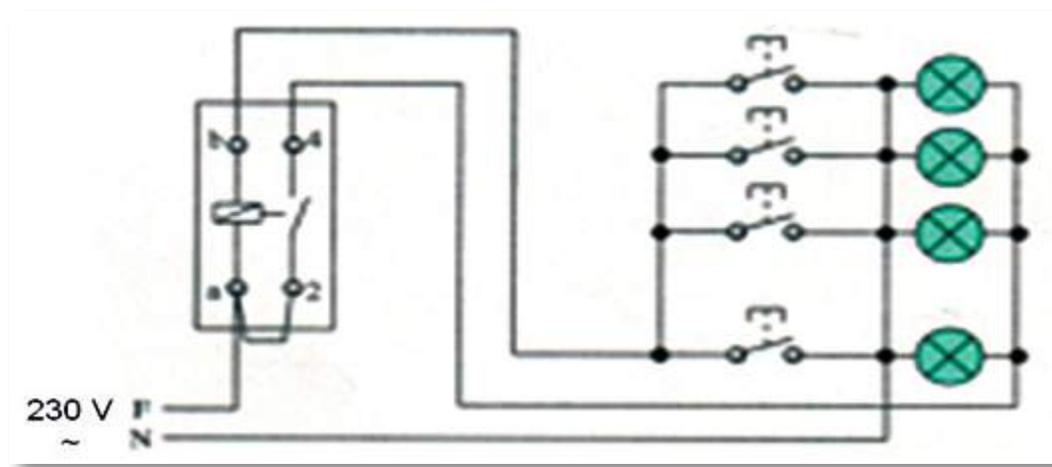


Fig. 93 – Esquema multifilar

Telerruptor

Tem como função comandar um circuito elétrico de vários sítios, através de botões de pressão.

As instalações com comando por telerruptor substituem os comutadores/inversores por botões de pressão, originando uma redução do número de condutores e de custos.

Esquema funcional

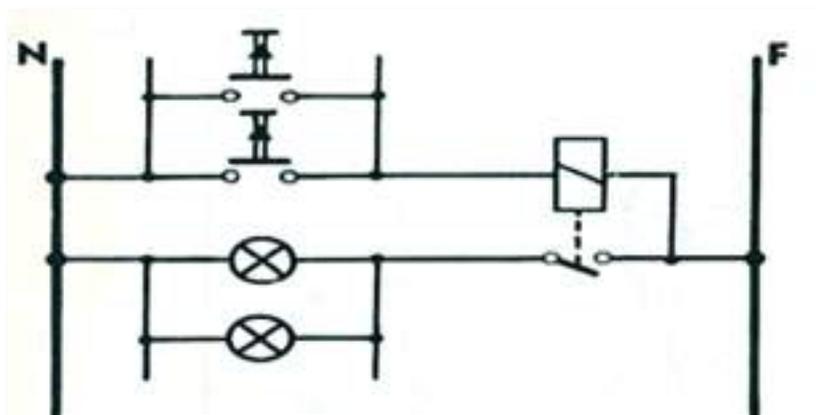
Apenas considera as funções da aparelhagem na montagem a realizar sem ter em conta a sua posição relativa. Tem a vantagem de mostrar quer o funcionamento quer as ligações principais, sem cruzamento de linhas, o que por si torna mais fácil a análise elétrica do circuito.

Esquema unifilar

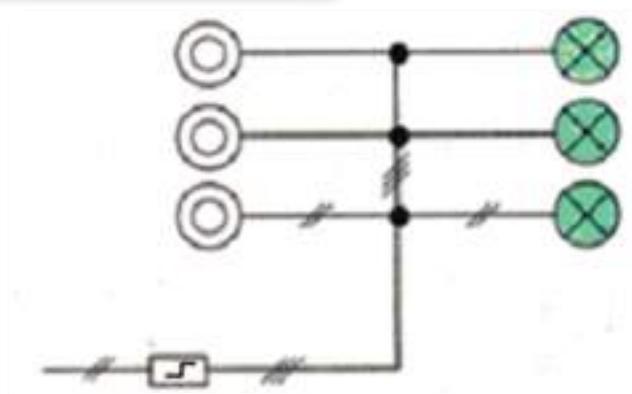
A representação unifilar tem uma simbologia própria e simplificada mas não nos indica o modo de ligação nas montagens de forma a compreendermos o seu funcionamento. Dá-nos, contudo, indicações úteis sobre o percurso da instalação, elementos que a constituem e a sua localização.



A simplicidade desta representação faz com que ela seja utilizada no desenho das plantas de edifícios, para a elaboração do respetivo projeto elétrico da instalação.



Esquema funcional



Esquema unifilar

Fig. 94 – Esquemas

Esquema arquitetural

Quando o traçado das canalizações e localização dos restantes elementos da instalação (caixas de derivação, aparelhos de comando, aparelhos de utilização, etc.) é executado em plantas, o esquema daí resultante diz-se arquitetural.

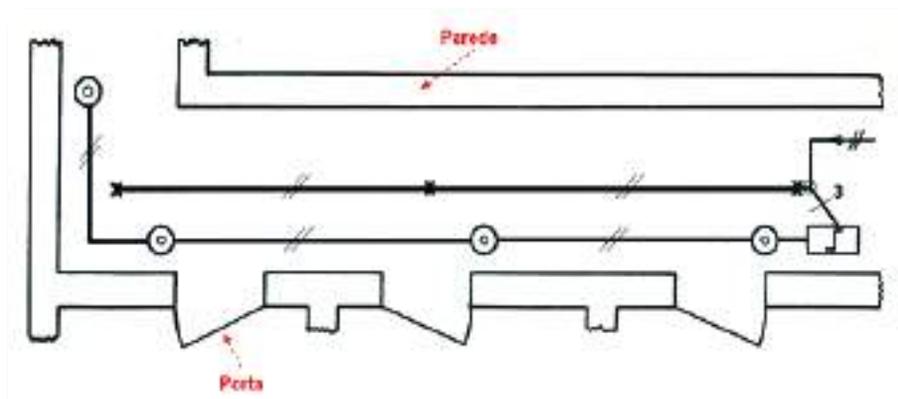


Fig. 95 – Esquema arquitetural



Esquema multifilar

Indica-nos a forma e ligação entre os vários aparelhos e elementos do circuito, tendo também simbologia bem definida e geralmente diferente da representação unifilar.

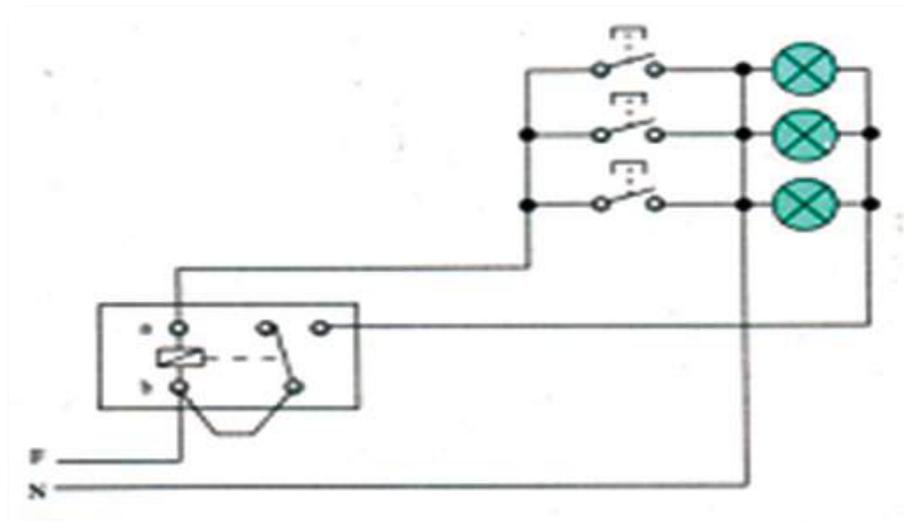
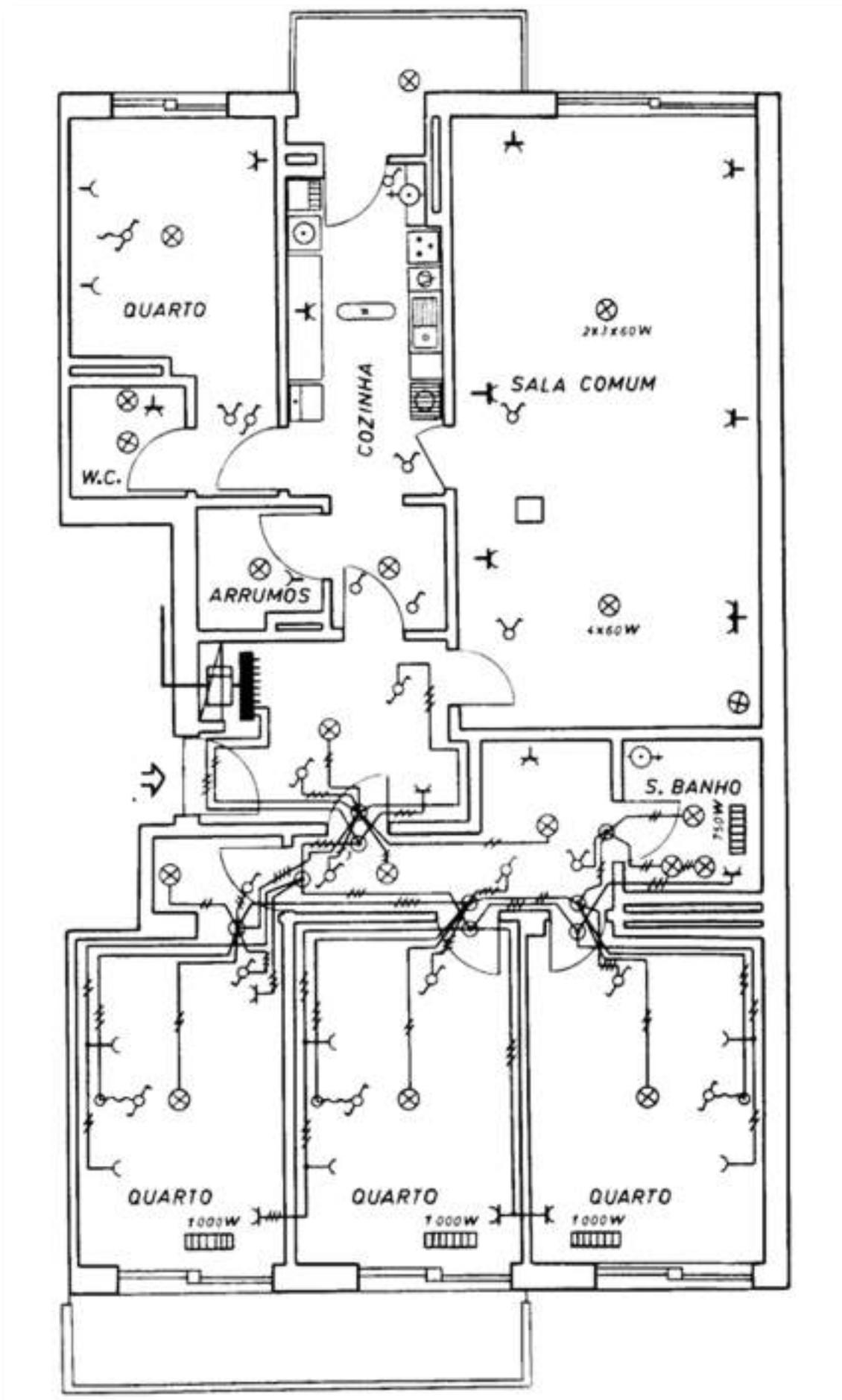


Fig. 96 – Esquema multifilar

Material necessário





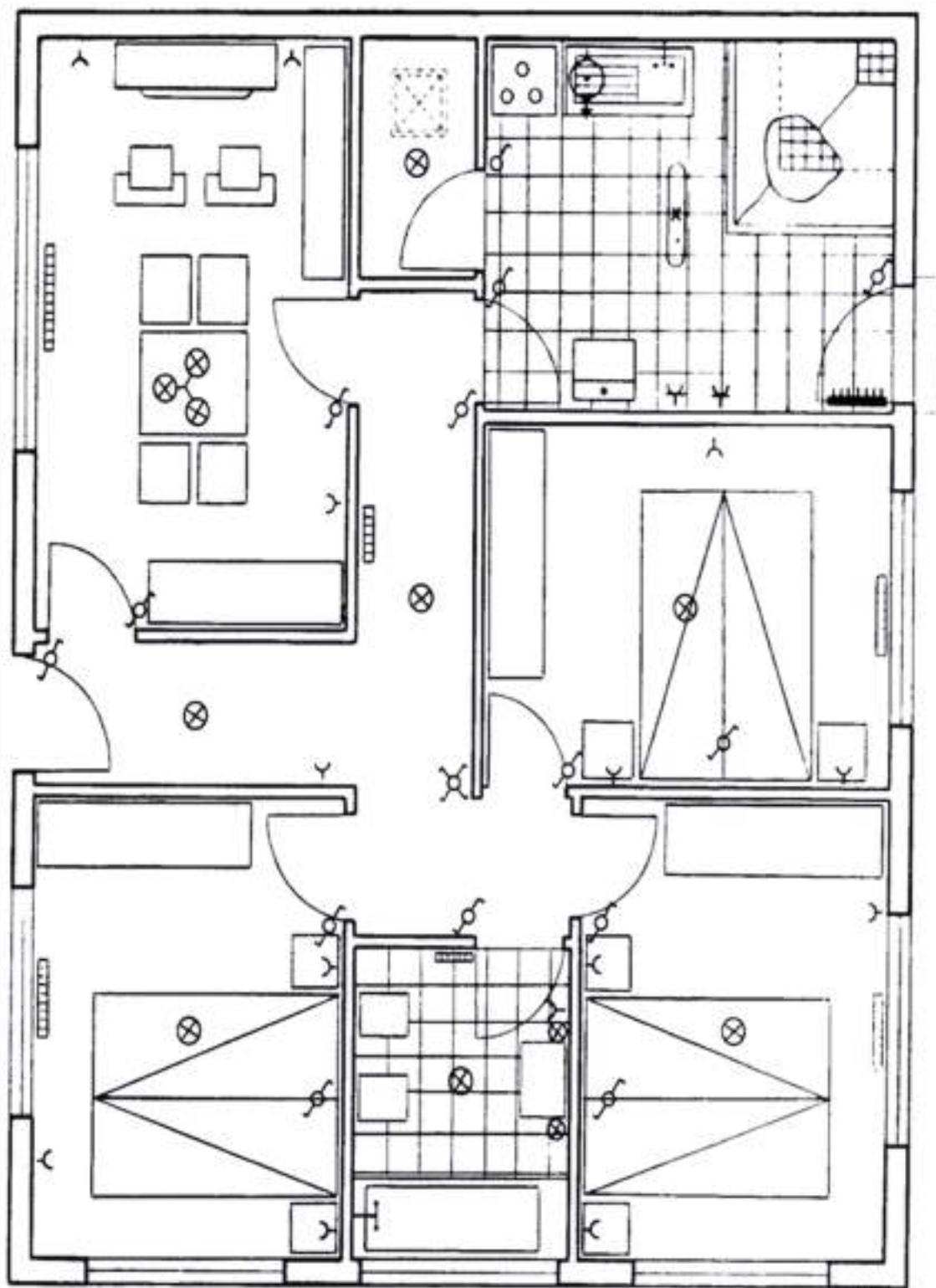


Fig. 97 – Plantas



Bibliografia

FREITAS, Coelho; FREITAS, Castro, *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica*, 10.º Ano. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica. Edições ASA. (s.d.).

MATIAS, José, *Aplicações Tecnológicas de Electrotecnia e Electrónica*, 10º Ano. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica. Didáctica Editora. (s.d.).

MATIAS, José, *Tecnologia da Electricidade*, 10.º Ano. Didáctica Editora. (s.d.).

PINTO, António; ALVES, Vítor, *Tecnologias*, 10.º Ano. Curso Tecnológico de Electrotecnia e Electrónica. Porto Editora. (s.d.).

Regulamento de Segurança de Instalações de Energia Eléctrica e Telefones. Porto Editora. (s.d.).

