Ministério das Finanças
e do Fomento Empresarial

Unidade de Coordenação do
Sistema Nacional de Qualificações

SISTEMA NACIONAL DE QUALIFICAÇÕES

Qualificação Profissional

# Mecatrónica Industrial

IMA011_5

**Família Profissional Instalação e Manutenção**

**Ficha Técnica**

Ministério das Finanças e do Fomento Empresarial
Unidade de Coordenação do Sistema Nacional de Qualificações (UC-SNQ)

Coordenador da UC-SNQ
Amílcar Mendes

Família Profissional: Instalação e Manutenção (IMA)

Coordenadora do Comité Técnico Setorial

Especialistas tecnológicos e formativos do Comité Técnico Setorial (CTS)
Adilson de Jesus Pereira Correia
Adilson Filomeno Vieira Pereira
Eunicles Eloi Gomes Cabral
Orlando Luís de Carvalho Évora

Técnicos da UC-SNQ

Dulcelina Tavares Martins

Samira Mendes Monteiro Borges

Financiador

Lux-Development, *L'Agence Luxembourgeoise pour la Coopération au Développement*

República de Cabo Verde | Cidade da Praia | Achada Santo António

Data
Outubro 2023
© Copyright 2023

Contacto
+238 333 70 55/61 | Correio eletrónico: snqcv.uc@gmail.com | www.snq.cv | Facebook:ucsnq

ÍNDICE

PERFIL PROFISSIONAL ..... 5

UNIDADES DE COMPETÊNCIA (UC) ..... 6

UC1: ELABORAR PROJETOS INDUSTRIAIS E DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS (UC333_5) ..... 6

UC2: EXECUTAR A INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SISTEMAS AUTOMATIZADOS (UC334_5) ..... 8

UC3: PLANEAR E REALIZAR A MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SISTEMAS AUTOMATIZADOS (UC335_5) ..... 17

PROGRAMA FORMATIVO DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL ..... 21

UNIDADES FORMATIVAS (UF) TRANSVERSAIS ..... 22

UF25.1: Conceitos Básicos de Eletricidade ..... 22

UF440: SHST e Proteção Ambiental ..... 24

UF27.1: Medição Elétrica ..... 26

UF441: Eletrónica Básica ..... 28

UF457: Eletrónica de Potência ..... 30

MÓDULOS FORMATIVOS (MF) ..... 32

MF1: Projetos Industriais e de Sistemas Automatizados (MF333_5) ..... 32

UF443: Projetos de Instalações Elétricas ..... 32

UF449: Desenho de Construção Mecânica ..... 35

UF458: Introdução à Programação ..... 37

UF459: Projetos ..... 38

MF2: Montagem de Equipamentos Industriais e Sistemas Automatizados (MF334_5) ..... 40

UF442: Instalações Elétricas ..... 40

UF444: Automação Elétrica ..... 45

UF445: Máquinas Elétricas ..... 50

UF446: Metrologia ..... 51

UF447: Pneumática e Eletropneumática ..... 53

UF448: Hidráulica e Eletro-hidráulica ..... 56

UF450: Serralharia e Maquinação ..... 59

UF451: Soldadura por Elétrodos Revestidos ..... 62

UF452: Órgãos de Elementos de Máquina ..... 65

UF453: Canalização Mecânica ..... 67

UF455: Tribologia ..... 70

UF460: Microcontroladores ..... 72

UF456: Fabricação por CNC ..... 73

MF3: Manutenção de Equipamentos Industriais e Sistemas Automatizados (MF335_5) ..... 76

MÓDULO FORMATIVO EM CONTEXTO REAL DE TRABALHO ..... 80

**ACRÓNIMOS**

**RTIEB**T – Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão

**SHST** – Saúde, Higiene e Segurança no Trabalho

**EC** – Elementos de Competência

**CD** – Critérios de Desempenho

**UC** – Unidades de Competência

**ISO** – Internacional Standard Organization (Organização Internacional de Normalização)

**EPI** – Equipamento de Proteção Individual

**IP** – Índice de Proteção Contra Sólidos e Líquidos

**IK** – Índice de Proteção contra Choques Mecânicos

**IEC** - International Electrotechnical Commission (Comissão Eletrotécnica Internacional)

**PLC** - Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programável)

**IMA** – Instalação e Manutenção

**CNC** - Computer Numeric Control (Controlo Numérico Computorizado)

**CC** – Corrente Contínua

**CA** – Corrente Alternada

**BT** – Baixa Tensão

**MT** – Média Tensão

**AT** – Alta Tensão

**CAD** – Computer Aided Design (Desenho assistido por computador)

**RA** – Resultados de Aprendizagem

**CA** – Critérios de Avaliação

**BSPT** – British  standard Pipe thread (Norma Britânica para Roscas de tubos

**UNC/UNF** – unified coarse / unified fine)

**PVC** - Policloreto de Vinilo

**PPR** – Polipropileno Copolímero Random

**PA** - Poliamida

# PERFIL PROFISSIONAL

# IMA011_5

# MECATRÓNICA INDUSTRIAL

<table>
<tr><th colspan="4">PERFIL PROFISSIONAL</th></tr>
<tr><td>Código:<br>IMA011_5</td><td colspan="3">Denominação: Mecatrónica Industrial</td></tr>
<tr><td>Nível: 5</td><td colspan="3">Família profissional: Instalação e Manutenção (IMA)</td></tr>
<tr><td>COMPETÊNCIA GERAL</td><td colspan="3">Configurar e otimizar sistemas mecatrónicos industriais, bem como planear, supervisionar e/ou executar sua montagem e manutenção, seguindo as normas de qualidade, de SHST e de proteção ambiental.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">UNIDADES DE COMPETÊNCIA</td><td>N.º</td><td>Denominação</td><td>Código</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Elaborar projetos industriais e de sistemas automatizados</td><td>UC333_5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Executar a instalação de máquinas, equipamentos industriais e sistemas automatizados</td><td>UC334_5</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Planear e realizar a manutenção de instalações de máquinas, equipamentos industriais e sistemas automatizados.</td><td>UC335_5</td></tr>
<tr><td rowspan="3">AMBIENTE PROFISSIONAL</td><td colspan="3">Âmbito profissional:<br>Exerce a sua atividade em empresas públicas ou privadas, que se dediquem ao desenvolvimento de projetos, à gestão e fiscalização da montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos ou instalações de máquinas, equipamentos industriais e linhas automatizadas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Setores produtivos:<br>Esta qualificação enquadra-se no setor de instalação e manutenção de equipamentos, nas atividades de elaboração de projetos, de montagem e manutenção de instalações, de equipamentos e de sistemas automatizados.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ocupações e postos de trabalho relacionados:<br>(CNP 2010)<br><u>Sugestões:</u><ul><li>Técnico em planeamento e programação de processos de manutenção de instalações de máquinas e equipamentos industriais.</li><li>Técnico de montagem e manutenção de instalações de máquinas e equipamentos industriais.</li><li>Supervisor de montagem e manutenção de instalações de máquinas e equipamentos industriais.</li></ul></td></tr>
</table>

## UNIDADES DE COMPETÊNCIA (UC)

| **UC1:** ELABORAR PROJETOS INDUSTRIAIS E DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS | |
|---|---|
| **Código: UC333_5** | **Nível: 5** |

### Elementos de Competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)

**EC1: Localizar e dimensionar, a partir do projeto de arquitetura, canalizações, equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, de acordo com as normas e a legislação aplicável.**

**CD 1.1.** O projeto de arquitetura é analisado para a localização dos equipamentos e aparelhagem, garantindo o cumprimento de distâncias e posições regulamentadas para as instalações elétricas industriais.

**CD 1.2.** Os quadros elétricos são localizados em locais de fácil acesso cumprindo as normas e o regulamento de instalações elétricas de baixa tensão.

**CD 1.3.** As características das aparelhagens e materiais para as instalações elétricas industriais são determinadas, em função da utilização e classificação dos espaços.

**CD 1.4.** Os circuitos de iluminação e de tomadas de usos gerais e específicos são dimensionados, em conformidade com as RTIEBT, utilizando programas informáticos adequados.

**CD 1.5.** Os dispositivos de proteção (disjuntores, fusíveis, relés) são selecionados, de acordo com os cálculos efetuados e as características dos equipamentos.

**CD 1.6.** As canalizações mecânicas e os respetivos acessórios são dimensionados, em conformidade com a legislação aplicável.

**CD 1.7.** As tubulações, hidráulicas e pneumáticas, e respetivos acessórios são dimensionados, em função das pressões e caudais, respeitando a legislação aplicável.

**CD 1.8.** Os circuitos de redes de dados são dimensionados, de acordo com a utilização do espaço, cumprindo a legislação aplicável.

**CD 1.9.** Os sistemas automáticos e os respetivos equipamentos de comando e controlo são dimensionados, conforme as condições desejadas de funcionamento e a legislação aplicável.

**CD 1.10.** As aparelhagens e os equipamentos são distribuídos no projeto de arquitetura, otimizando a utilização dos espaços e respeitando a legislação aplicável.

**EC2: Representar esquemas elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, utilizando ferramentas de desenho e cumprindo as especificações regulamentares.**

**CD 2.1.** Os equipamentos, quadros e aparelhagens dos circuitos de tomadas, iluminação e redes de dados são representados, utilizando a simbologia normalizada e cumprindo as normas e o regulamento de desenho técnico.

**CD 2.2.** As canalizações elétricas e mecânicas são traçadas, de modo a otimizar os custos, a utilização das aparelhagens e equipamentos na instalação, garantindo a qualidade requerida e cumprindo as normas e os regulamentos em vigor.

**CD 2.3.** Os esquemas unifilares, multifilares e os esquemas de montagens mecânicas, hidráulicas e pneumáticas são representados, utilizando um software de desenho.

**CD 2.4.** As peças mecânicas e as respetivas especificações são representadas, utilizando software de desenho.

**CD 2.5.** Os esquemas são representados, de modo a conter as informações necessárias para sua implementação.

**EC3: Elaborar memórias descritivas e justificativas, termos de responsabilidade, fichas do projeto e orçamento, de acordo com os cálculos efetuados, as especificações técnicas e o projeto de arquitetura, cumprindo as normas e os regulamentos em vigor.**

**CD 3.1.** Os dados das especificações técnicas dos projetos são representados em tabelas, utilizando um software adequado.

**CD 3.2.** A memória descritiva e justificativa dos projetos é elaborada, de acordo com as normas em vigor, utilizando um software adequado.

**CD 1.11.** Os termos de responsabilidade são elaborados, conforme a legislação aplicável, utilizando um software adequado.

**CD 3.3.** A ficha eletrotécnica e demais fichas do projeto são elaboradas, em conformidade com os cálculos determinados e utilizando um software adequado.

**CD 3.4.** As aparelhagens, equipamentos e materiais necessários, para execução das instalações, são identificados e quantificados, de acordo com as especificações do projeto.

**CD 3.5.** As listas das aparelhagens, equipamentos e materiais, para execução das instalações, são elaboradas, utilizando um programa de computador e especificando as suas características.

**CD 3.6.** A pesquisa de mercado é realizada para selecionar os materiais mais adequados ao projeto a implementar.

**CD 3.7.** O custo do projeto é calculado com base na pesquisa do mercado.

## Contexto profissional

**Meios de produção:**

Equipamentos informáticos: plotter, impressora, scanner, computador com os programas de: processamento de texto, folha de cálculo, desenho, cálculo e simulação de instalações.

**Produtos e resultados:**

Projetos de instalações elétricas, eletrónicas e eletromecânicas. Projetos de canalizações mecânicas. Projetos de montagens mecânicas. Projetos de sistemas automáticos. Memórias descritivas e justificativas. Termos de responsabilidade. Ficha eletrotécnica do projeto. Lista geral e orçamento de equipamentos e materiais.

**Informação utilizada ou gerada:**

Projeto de arquitetura. Regulamento de instalações elétricas de baixa tensão. Normas de SHST. Normas técnicas de proteção do meio ambiente. Catálogos técnicos de aparelhagem, equipamentos e materiais. Normas para classificação IP (estandarte IEC 60529) e classificação IK (estandarte IEC 62262) de invólucros elétricos. Tabelas para dimensionamento de cabos, de fusíveis e de disjuntores.

| **UC2:** EXECUTAR A INSTALAÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SISTEMAS AUTOMATIZADOS | |
|---|---|
| **Código: UC334_5** | **Nível: 5** |

## Elementos de Competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)

**EC1: Aplicar as normas de SHST e proteção ambiental na montagem de equipamentos industriais e sistemas automatizados.**

**CD 1.1.** O equipamento de proteção individual é identificado e utilizado, em conformidade com as normas em vigor.

**CD 1.2.** O equipamento especial de proteção individual, para trabalhos sob tensão, é identificado e aplicado, de acordo com os regulamentos.

**CD 1.3.** As sinalizações de perigo, proibição, emergência e obrigação são identificadas e respeitadas.

**CD 1.4.** As normas de SHST e proteção ambiental, em vigor, para trabalhos em oficinas elétricas e mecânicas, são identificadas e respeitadas.

**CD 1.5.** As regras sobre desenho, montagem e execução de trabalhos em instalações elétricas sob tensão, descritas nos regulamentos, são identificadas e respeitadas.

**CD 1.6.** Os riscos associados ao trabalho em instalações elétricas são analisados e classificados, tomando as respetivas precauções para evitar acidentes.

**CD 1.7.** Os primeiros socorros para vítimas de acidentes de trabalho em instalações elétricas e mecânicas são prestados, caso necessário.

**EC2: Montar componentes em circuitos e quadros elétricos industriais, em conformidade com as especificações técnicas e normas aplicáveis.**

**CD 2.1.** A simbologia dos componentes elétricos, eletrónicos e mecatrónicos é identificada e interpretada.

**CD 2.2.** As ligações de componentes elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, em esquemas elétricos, são identificadas e interpretadas.

**CD 2.3.** A informação técnica sobre segurança, medidas e dimensões é identificada e interpretada, em instruções técnicas, desenhos e esquemas elétricos, e normas para instalações elétricas industriais.

**CD 2.4.** Os materiais e os componentes elétricos, eletrónicos e mecatrónicos são selecionados, de acordo com as características e as especificações da documentação técnica.

**CD 2.5.** As ferramentas são selecionadas e organizadas, de acordo com as especificações contidas na documentação técnica e as normas de SHST.

**CD 2.6.** O plano de montagem é elaborado, listando a sequência das operações, para a realização da montagem dos componentes e dos circuitos.

**CD 2.7.** Os componentes e os respetivos acessórios, para circuitos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, e quadros elétricos, são montados, seguindo as especificações da documentação técnica, e em conformidade com as RTIEBT.

**CD 2.8.** Os componentes montados para circuitos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, e quadros elétricos, são interligados com condutores elétricos, de acordo com os respetivos diagramas e/ou esquemas, e em conformidade com as RTIEBT.

**CD 2.9.** Os terminais e os condutores elétricos montados em circuitos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, e em quadros elétricos, são sinalizados, em conformidade com a documentação técnica e as RTIEBT.

**CD 2.10.** A funcionalidade dos componentes montados, em circuitos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, e quadros elétricos, é testada com base nas especificações contidas na respetiva documentação técnica e as RTIEBT.

**CD 2.11.** As operações necessárias para a realização da montagem dos circuitos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, e quadros elétricos, são efetuadas, tendo em consideração as normas técnicas de proteção ambiental.

**EC3: Instalar máquinas elétricas e componentes elétricos associados, em conformidade com as especificações técnicas e as normas aplicáveis.**

**CD 3.1.** As máquinas elétricas são identificadas e selecionadas, conforme a documentação técnica e as necessidades da instalação.

**CD 3.2.** Os cabos, os arrancadores, as proteções e os respetivos acessórios são dimensionados e/ou selecionados, de acordo com as características técnicas das máquinas elétricas, as especificações da documentação técnica, as RTIEBT e as normas de SHST.

**CD 3.3.** As condições técnicas do local de instalação das máquinas elétricas, como estrutura para colocação e montagem, entrada de cabos e o acesso para manobras e manutenção, são analisadas e o resultado das análises é refletido na planificação do trabalho de instalação e manutenção.

**CD 3.4.** O plano simples de montagem é elaborado, listando a sequência das operações, as necessidades de ferramentas, os instrumentos e equipamentos para instalação das máquinas elétricas, em conformidade com a respetiva documentação técnica.

**CD 3.5.** As máquinas elétricas e os respetivos acessórios são instalados, ligados e sinalizados, de acordo com as suas características técnicas, as especificações técnicas do projeto, as RTIEBT, as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.6.** As funcionalidades das máquinas elétricas são testadas, em função das suas especificações técnicas, de acordo com as RTIEBT e as normas de SHST e proteção ambiental.

**EC4: Programar e Instalar circuitos de automação com componentes elétricos e eletrónicos programáveis, de acordo com especificações técnicas.**

**CD 4.1.** Os esquemas, as configurações e as sequências de programação, para componentes e sistemas elétricos e eletrónicos para automação, são identificados e interpretados.

**CD 4.2.** Os circuitos de automação com componentes elétricos e eletrónicos programáveis são programados, utilizando aplicações ou programas informáticos, como "*Twido Suite", "Simatic S7-200", "Syswin", "CX Programmer", "Zelio Soft",* ou outros, em conformidade com as respetivas normas de programação e as especificações técnicas dos componentes.

**CD 4.3.** As funcionalidades dos circuitos programados são simuladas, para garantir a sua operacionalidade, de acordo com o projeto.

**CD 4.4.** O plano de montagem de sistemas elétricos e eletrónicos para automação é elaborado, listando a sequência das operações, as necessidades de ferramentas, os instrumentos e equipamentos, em conformidade com a documentação técnica do projeto.

**CD 4.5.** Os componentes elétricos e eletrónicos, para sistemas de automação, e os respetivos acessórios, são montados, ligados e sinalizados, de acordo com a documentação técnica do projeto, as RTIEBT e as normas de SHST.

**CD 4.6.** A funcionalidade dos sistemas automatizados é testada, em função das suas especificações técnicas, conforme as RTIEBT e as normas de SHST e proteção ambiental.

**EC5: Planear e instalar circuitos de automação com componentes elétricos e mecatrónicos, de acordo com a documentação técnica.**

**CD 5.1.** O levantamento e o registo de informações dos equipamentos elétricos e mecatrónicos, em instalações de automação, são realizados, utilizando um software para o efeito, ou mapas apropriados.

**CD 5.2.** O plano de montagem de sistemas elétricos e mecatrónicos, para automação, é elaborado, listando as sequências das operações, as necessidades de ferramentas, os

instrumentos e equipamentos para a realização da montagem, em conformidade com a documentação técnica do projeto.

**CD 5.3.** Os componentes elétricos e mecatrónicos para sistemas de automação, e os respetivos acessórios, são montados, ligados e sinalizados, de acordo com a documentação técnica do projeto, as RTIEBT e as normas de SHST.

**CD 5.4.** Os instrumentos de medição e controlo, montados em sistemas automáticos e semiautomáticos, são calibrados, conforme as especificações descritas na documentação técnica e as recomendações dos fabricantes.

**CD 5.5.** A qualidade das montagens e ligações elétricas dos componentes elétricos e mecatrónicos, montados em sistemas de automação, é verificada, em função das respetivas especificações técnicas e das RTIEBT.

**CD 5.6.** A funcionalidade dos componentes e circuitos elétricos e mecatrónicos, montados em sistemas de automação, é testada, em função das suas especificações técnicas, de acordo com as RTIEBT e as normas de SHST e proteção ambiental.

**CD 5.7.** O sistema automatizado é colocado em funcionamento, conforme as normas de SHST, e os parâmetros de funcionamento são testados, observados e verificados, de acordo com os dados da documentação técnica da instalação e dos fabricantes dos componentes montados.

**EC6: Realizar operações mecânicas de bancada e de conformação mecânica, em conformidade com as especificações e as normas técnicas, normas de SHST e de proteção ambiental**

**CD 6.1.** A simbologia para componentes e equipamentos mecânicos é identificada e interpretada.

**CD 6.2.** A informação técnica do sistema métrico sobre medidas, tolerâncias, dimensões, posições e escala, em desenhos técnicos simples, é identificada e interpretada.

**CD 6.3.** O plano simples das operações mecânicas de bancada é elaborado, preenchendo uma ficha preparada para o efeito, e listando a sequência das operações.

**CD 6.4.** As chapas, as barras, os perfis e os varões metálicos são identificados, selecionados e organizados, em conformidade com as características e especificações técnicas, mencionadas nas instruções e nos desenhos simples para montagens mecânicas.

**CD 6.5.** Os diferentes sistemas e padrões internacionais de roscas são identificados, utilizando as normas e tabelas de rosca do sistema Métrico, do sistema UNC/UNF (*Unified Coarse/ Unified Fine)* e do sistema BSPT (*British Standard Pipe Thread*).

**CD 6.6.** Os diferentes tipos e dimensões de roscas, aprovados pela Organização Internacional de Normalização (ISO), para montagem mecânica, são identificados, em tabelas, desenhos, instruções e manuais.

**CD 6.7.** Os diferentes tipos e dimensões de parafusos, porcas e anilhas, para montagem mecânica, são identificados e selecionados, em conformidade com as especificações técnicas dadas em desenhos simples, instruções e manuais, e utilizando tabelas de rosca, régua de aço, paquímetro e pente de rosca.

**CD 6.8.** Os diferentes tipos e dimensões de cavilhas, freios e anéis elásticos, para montagem mecânica, são identificados, selecionados e organizados, conforme as especificações técnicas dadas, em desenhos simples, instruções e manuais, utilizando tabelas com dados técnicos, régua de aço e paquímetro.

**CD 6.9.** Os diferentes tipos de lubrificantes, para componentes e equipamentos mecânicos industriais, são identificados, selecionados e organizados, com base nas recomendações dos fabricantes, na documentação técnica, nas normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 6.10.** As ferramentas para montagem e desmontagem mecânica são identificadas, selecionadas e organizadas, em função das tarefas a desenvolver, considerando as especificações contidas nas respetivas instruções e desenhos do trabalho planificado e respeitando as normas técnicas e de SHST.

**CD 6.11.** As operações manuais básicas de fixação com torno de bancada, corte, martelagem, limagem de superfícies, rebitagem em junções de chapas e operações com punções, são

realizadas, de acordo com as medidas e tolerâncias indicadas em desenhos técnicos simples, respeitando as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 6.12.** As peças metálicas são esmeriladas, em conformidade com medidas e tolerâncias dadas no desenho técnico simples, aplicando as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 6.13.** Os instrumentos de medição, para montagem mecânica, são identificados, selecionados e preparados, de acordo com as formas e dimensões dos objetos mecânicos a serem medidos, a técnica de medição a ser aplicada, as tolerâncias permitidas e os níveis de exatidão exigidos na respetiva documentação técnica.

**CD 6.14.** Os instrumentos de precisão são calibrados, de acordo com instruções específicas, utilizando a peça e a chave de calibração.

**CD 6.15.** Os componentes mecânicos são medidos com precisão, utilizando uma variedade de equipamentos, conforme as instruções técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 6.16.** Os resultados das medições dos componentes mecânicos são registados e avaliados, em função das medidas e tolerâncias indicadas em desenhos técnicos simples.

**EC7: Efetuar a montagem e a manutenção de canalização em tubagens, de acordo com as especificações e as normas técnicas, as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CD 7.1.** As ferramentas e os equipamentos para montagem e manutenção de componentes e instalações de canalização, são identificados, selecionados e preparados, em função das especificações e normas técnicas dadas, em desenhos técnicos simples e outra documentação técnica.

**CD 7.2.** Os tubos, acessórios e materiais para instalação, montagem e manutenção de componentes de canalização, são identificados e selecionados, em conformidade com as especificações e as normas técnicas dadas, em desenhos técnicos simples e outra documentação técnica.

**CD 7.3.** As canalizações completas em diferentes dimensões, em tubagem com respetivos acessórios, são instaladas, de acordo com as especificações e normas técnicas dadas, em desenhos técnicos simples e outra documentação técnica, e em conformidade com as normas de SHST e proteção ambiental.

**CD 7.4.** As canalizações instaladas em tubagem, com os seus respetivos acessórios, são verificadas em relação às especificações de medidas, dimensões, tolerâncias, materiais e componentes, mencionadas na respetiva documentação técnica.

**CD 7.5.** A funcionalidade e a pressão máxima normativa de canalizações instaladas em tubagem, com os seus respetivos acessórios, são testadas com base nas especificações da documentação técnica e em conformidade com as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 7.6.** As fugas detetadas durante os testes de pressão são retificadas, utilizando métodos e materiais aprovados para eliminação de fugas e em conformidade com as normas técnicas, as normas de SHST e de proteção ambiental.

**EC8: Realizar operações de soldadura, em conformidade com as especificações e as normas técnicas, as normas de SHST e de proteção ambiental**

**CD 8.1.** As dimensões, as tolerâncias e os símbolos, em desenhos de instrução de soldadura elétrica, são identificados e interpretados.

**CD 8.2.** O plano simples, listando a sequência das operações de soldadura elétrica na posição plana, é elaborado, preenchendo uma ficha, preparada para o efeito.

**CD 8.3.** O equipamento de proteção individual geral, e específico, para a realização de soldadura, é identificado, selecionado e utilizado, em conformidade com as normas de SHST.

**CD 8.4.** O equipamento, os acessórios e os consumíveis, para realização da soldadura, são identificados, selecionados e preparados, em conformidade com as especificações da tarefa de soldadura a ser realizada.

**CD 8.5.** As peças em aço maciço, para soldadura, são identificadas e selecionadas, em conformidade com as especificações técnicas e o tipo de trabalho a realizar.

**CD 8.6.** As operações de rebarba e corte são realizadas, em componentes de aço maciço utilizados para soldadura, de acordo com as especificações técnicas dadas, em desenhos técnicos simples, as instruções de rebarba e corte, as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 8.7.** As dimensões das peças em aço maciço, para soldadura elétrica, são verificadas, com base nas especificações técnicas dadas no desenho de soldadura.

**CD 8.8.** As máquinas de soldadura são identificadas, selecionadas, preparadas, ligadas e ajustadas, conforme as especificações da tarefa de soldadura a ser realizada, aplicando as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 8.9.** As peças em aço maciço, para soldadura elétrica, são alinhadas e fixadas nas posições especificadas, no desenho de instrução de soldadura elétrica, com pingos de soldadura e equipamentos de fixação.

**CD 8.10.** As chapas e cantoneiras em aço maciço são soldadas, observando as normas gerais de qualidade para soldadura, as especificações técnicas dadas em desenhos técnicos simples e instruções de soldadura, as normas de SHST e proteção ambiental.

**CD 8.11.** A qualidade dos cordões das peças soldadas é verificada e as falhas corrigidas, de acordo com as especificações de qualidade indicadas, em desenhos técnicos simples e instruções de soldadura.

**CD 8.12.** As amostras das chapas e das cantoneiras de aço maciço, soldadas, são submetidas a um teste mecânico simples, com o objetivo de verificar a qualidade da soldadura realizada, de acordo com as especificações de qualidade indicadas em desenhos técnicos simples e instruções de soldadura.

**EC9: Realizar a montagem de equipamento mecânico industrial, em conformidade com as instruções e especificações dos fabricantes, as normas técnicas, as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CD 9.1.** A informação técnica sobre preparação, sequências de montagem, ligações, medidas e tolerâncias, ferramentas, consumíveis, normas de SHST e proteção ambiental, relevante para a montagem do respetivo equipamento, é consultada e interpretada.

**CD 9.2.** As condições técnicas do local de instalação do equipamento mecânico, incluindo o acesso para operação e manutenção, são analisadas, e o resultado da análise é refletido no respetivo plano de montagem.

**CD 9.3.** O plano de montagem do equipamento mecânico é elaborado, listando a sequência das operações, tendo em conta os resultados dos levantamentos das condições técnicas e físicas e a consulta da documentação técnica.

**CD 9.4.** As ferramentas, os componentes e instrumentos necessários, para a montagem do equipamento mecânico, são selecionados e preparados, em conformidade com o trabalho a realizar, as instruções do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 9.5.** Os componentes e os materiais são montados, com base no plano de montagem, respeitando as instruções e as especificações técnicas do fabricante, as normas técnicas gerais para montagem mecânica, as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 9.6.** Os componentes e equipamentos são lubrificados, em conformidade com as instruções técnicas, as recomendações dos fabricantes, as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 9.7.** Os eixos e os volantes em acoplamentos axiais são alinhados, em conformidade com as especificações técnicas e as recomendações do fabricante.

**CD 9.8.** A qualidade da montagem e do alinhamento do equipamento mecânico é verificada, conforme os dados técnicos mencionados nos desenhos da instalação e na documentação técnica do fabricante.

**CD 9.9.** O movimento dos componentes móveis do equipamento mecânico é verificado e controlado manualmente, de acordo com os dados técnicos mencionados nos desenhos da instalação e na documentação técnica do fabricante.

**CD 9.10.** As ligações de tubagem são verificadas, de acordo com os dados técnicos mencionados nos desenhos da instalação e na documentação técnica do fabricante.

**CD 9.11.** A lubrificação do equipamento é verificada, em conformidade com as especificações e recomendações do fabricante.

**CD 9.12.** O equipamento mecânico é colocado em funcionamento, seguindo as recomendações do fabricante para arranque inicial e as recomendações específicas, de acordo com as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 9.13.** As funções e os parâmetros operacionais do equipamento mecânico são observados, verificados, testados e ajustados, de acordo com as descrições do funcionamento do equipamento e os parâmetros operacionais, considerados como normais pelo fabricante do equipamento.

**EC10: Realizar a montagem de equipamentos e sistemas pneumáticos e hidráulicos, em conformidade com as instruções, as especificações e as normas técnicas, as normas de SHST e de proteção ambiental**

**CD 10.1.** A simbologia aplicada em esquemas, diagramas de funcionamento e desenhos de instalação, para sistemas pneumáticos e hidráulicos de automação, é identificada e interpretada.

**CD 10.2.** A funcionalidade dos componentes de circuitos pneumáticos e hidráulicos, para automação, descritos em diagramas e outra documentação técnica, é interpretada.

**CD 10.3.** A capacidade do compressor e as pressões nominais, para determinados sistemas e ramais pneumáticos para automação, são calculadas, utilizando tabelas, documentação técnica da instalação, documentação técnica de fabricantes de equipamentos e componentes pneumáticos e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 10.4.** A capacidade da bomba hidráulica e as pressões nominais, para determinados sistemas e ramais hidráulicos para automação, são calculadas, utilizando tabelas, documentação técnica da instalação, documentação técnica de fabricantes de equipamentos e componentes hidráulicos e as normas de SHST e proteção ambiental.

**CD 10.5.** As ferramentas, os instrumentos e os equipamentos necessários para a realização da montagem de sistemas pneumáticos e hidráulicos, para automação, são identificados, selecionados e preparados, de acordo com as instruções dos fabricantes, a documentação técnica da respetiva instalação e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 10.6.** O plano simples, listando a sequência das operações, para a realização da montagem do sistema pneumático para automação, é elaborado, conforme a documentação técnica da instalação e as normas de SHST e proteção ambiental.

**CD 10.7.** O plano simples, listando a sequência das operações, para a realização da montagem do sistema hidráulico para automação, é elaborado, com base na documentação técnica da instalação e nas normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 10.8.** Os equipamentos, os componentes de atuação, os componentes de comando e controlo, os acessórios e a tubagem do sistema pneumático, para automação, são montados e ligados, em conformidade com o plano de montagem, a documentação técnica e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 10.9.** Os equipamentos, os componentes de atuação, os componentes de comando e controlo, os acessórios e a tubagem do sistema hidráulico, para automação, são montados e ligados, conforme o plano de montagem, a documentação técnica e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 10.10.** A função e a qualidade das montagens e ligações de componentes pneumáticos e hidráulicos, para automação, são verificadas, de acordo com a documentação técnica.

**CD 10.11.** O sistema pneumático para automação é colocado em funcionamento, de modo a testar as suas funções de atuação, comando e controlo, e os seus parâmetros operacionais, em conformidade com os dados técnicos operacionais de referência.

**CD 10.12.** O sistema hidráulico para automação é colocado em funcionamento, de modo a testar as suas funções de atuação, comando e controlo, e os seus parâmetros operacionais, em conformidade com os dados técnicos operacionais de referência.

**EC11: Realizar o programa de computação de controlo numérico (CNC) para trabalhar peças, a partir do projeto.**

**CD 11.1.** A programação da máquina é feita com base no tipo de usinagem, tipo de ferramenta, velocidade de trabalho e material.

**CD 11.2.** A trajetória da ferramenta é definida, de acordo com a estratégia dos movimentos de fabricação.

**CD 11.3.** O programa CNC é realizado, tendo em conta:

- As características da máquina, tais como potência, velocidade, etc.;
- As características do controlo numérico como tipo do controlo, codificação das funções;
- As dimensões de partida da peça a trabalhar;
- O tamanho da série, a forma geométrica e os acabamentos superficiais da peça a trabalhar;
- O "zero" máquina/ peça;
- O tipo da ferramenta e os acessórios necessários;
- O armazenamento e a alimentação automática das ferramentas;

**CD 11.4.** Os parâmetros da operação de fabricação, tais como velocidade, avanço, profundidade de corte e posição da ferramenta, são determinados, de acordo com as características do material e do procedimento estabelecido.

**CD 11.5.** O programa CNC estabelece com sucesso a ordem cronológica das operações, as ferramentas utilizadas, os parâmetros de funcionamento e as trajetórias.

**CD 11.6.** O programa é simulado ou testado, em vazio, na máquina para verificar se a fabricação é viável e se desenvolve numa sequência lógica.

**CD 11.7.** A programação da máquina permite variar ou ajustar alguns parâmetros, de modo a adaptar a outros trabalhos.

**CD 11.8.** O referencial inicial definido no programa CNC é adequado à posição da peça na máquina e à trajetória, cumprindo com os requisitos das especificações do projeto.

**CD 11.9.** O movimento da peça, a alternância sequencial das ferramentas e a velocidade de usinagem de cada fase são estabelecidos no programa.

**CD 11.10.** O programa CNC é introduzido na máquina, através de dispositivos periféricos ou transferidos de outro computador.

**EC12: Preparar e trabalhar peças, com máquinas CNC, de acordo com o processo estabelecido e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais em vigor.**

**CD 12.1.** As ferramentas e os acessórios são preparados, de acordo com as características da operação a ser executada e em conformidade com as tolerâncias a serem alcançadas.

**CD 12.2.** As montagens dos acessórios são realizadas com ferramentas adequadas, garantindo as condições de segurança.

**CD 12.3.** As ferramentas de corte são verificadas relativamente ao seu bom estado de afiação e conservação.

**CD 12.4.** As ferramentas e os acessórios de fixação das peças são montados e regulados, utilizando ferramentas adequadas e em função da operação a executar.

**CD 12.5.** A centragem e o alinhamento da peça são realizados com a precisão exigida no processo.

**CD 12.6.** Os instrumentos de medição e verificação são calibrados, garantindo a fiabilidade dos resultados.

**CD 12.7.** As peças são medidas para verificar se estão dentro das tolerâncias, formas, dimensões e acabamento, de acordo com o projeto.

**CD 12.8.** As máquinas, os equipamentos e espaços são arrumados, garantindo as condições de saúde, higiene, segurança e ambiente.

**CD 12.9.** Os elementos desgastados são substituídos para garantir o bom funcionamento da máquina.

**CD 12.10.** Os depósitos de fluídos, lubrificantes e refrigerantes, são mantidos com os níveis e as características adequadas, garantindo a sua funcionalidade.

**CD 12.11.** Os componentes suscetíveis de lubrificação são lubrificados com a periodicidade estabelecida pelo fabricante.

**CD 12.12.** As operações de manutenção de primeiro nível, tais como lubrificação e limpeza das máquinas são realizadas, de acordo com as características da máquina.

## Contexto Profissional

**Meios de produção:**

Equipamento de Proteção Individual (EPI). Equipamento e material para prestação de primeiros socorros. Ferramentas e instrumentos para instalação elétrica industrial. Ferramentas para montagem mecânica. Ferramentas para realização de trabalhos na bancada. Ferramentas e instrumentos para medição mecânica. Componentes para Instalações Elétricas Industriais. Instrumentos de medição elétrica. Tubos, válvulas e acessórios para canalização. Ferramentas e Materiais para instalação de tubagens. Ferramentas e materiais para soldadura. Máquina para soldadura. Peças de chapa e cantoneira de aço maciço. Ferramentas, instrumentos e equipamento para instalação de sistemas pneumáticos e sistemas hidráulicos. Bancadas de trabalho para automação. Bancadas de trabalho para montagens mecânicas. Cabines e bancadas de soldadura com sistema de extração de fumos de soldadura. Ferramentas mecânicas e elétricas para montagem e manutenção de máquinas elétricas. Componentes elétricos e eletrónicos programáveis. Software para programação de autómatos (*Twido Suite, Zélio Soft, Simatic S7-200, Syswin*, CX *Programmer),* ou semelhante. Computador com programas de aplicação de simulação para sistemas de automação. Instalações automatizadas. Instalação mecânica industrial. Instrumentos e consumíveis para limpeza e lubrificação de equipamento mecânico.

**Produtos e resultados:**

Oficina e local de trabalho arrumado. Condutores, material e acessórios preparados para instalações elétricas industriais. Componentes elétricos montados. Ferramentas aplicadas e manuseadas com segurança. Tensão em instalações elétricas verificadas. Valores da resistência, da tensão, da intensidade e da potência calculadas e/ou medidas. Plano simples da realização da instalação de máquinas elétricas elaborado. Arrancadores e proteções para motores elétricos dimensionados e selecionados. Máquinas elétricas com comando e proteção instaladas e funcionais. Componentes elétricos e eletrónicos programados e montados em sistemas automatizados. Plano simples da realização da montagem de sistemas pneumáticos e hidráulicos para automação elaborado. Sistemas pneumáticos e hidráulicos para automação, montados e funcionais. Plano simples de montagem de canalização em tubagem, elaborado e executado. Máquina de soldadura ligada e preparada. Chapa e cantoneira de aço maciço soldadas, na posição plana. Cordões de soldadura, na posição plana, verificados e retificados. Componentes metálicos simples de pequeno porte, fabricados. Equipamento mecânico montado, testado e colocado em funcionamento

**Informação utilizada ou gerada:**

Normas gerais de SHST aplicáveis em oficinas elétricas e mecânicas. Normas técnicas de proteção do meio ambiente. Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT). Esquemas elétricos unifilares e multifilares. Projeto de instalação elétrica industrial. Desenhos de montagem de componentes e equipamentos elétricos industriais. Tabela de codificação de resistências. Normas para classificação IP (estandarte IEC 60529) e classificação IK (estandarte IEC 62262) de invólucros elétricos. Normas universais de manutenção, arrumação e limpeza. Catálogos e especificações de fabricantes de máquinas elétricas e componentes. Documentação técnica para instalação de um sistema hidráulico e pneumático para automação. Documentação técnica de fabricantes de componentes e equipamentos. Manuais de operação e manutenção de equipamentos mecânicos. Instruções técnicas e desenhos simples para montagem mecânica. Tabelas de rosca e de apertos. Tabelas de lubrificantes. Normas técnicas sobre canalização para instalações mecânicas. Especificações e normas técnicas para soldadura de aço maciço na posição plana

| **UC3:** PLANEAR E REALIZAR A MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS E SISTEMAS AUTOMATIZADOS | |
|---|---|
| **Código: UC335_5** | **Nível: 5** |

## Elementos de Competência (EC) e Critérios de Desempenho (CD)

**EC1: Realizar levantamento de equipamentos em instalações industriais de baixa tensão aplicando metodologias eficientes.**

**CD 1.1.** O levantamento de equipamentos em instalações elétricas e eletromecânicas industriais de baixa tensão é realizado, registando toda a informação necessária em mapas para registo.

**CD 1.2.** A documentação técnica dos componentes e equipamentos incluídos no levantamento realizado é analisada para a planificação da manutenção preventiva.

**CD 1.3.** A informação técnica sobre a periodicidade e os pormenores das atividades de manutenção preventiva é extraída e listada em mapas para registo.

**EC2: Elaborar e executar planos de manutenção preventiva, de acordo com os manuais de fabricante dos equipamentos, bem como de outra documentação técnica relevante.**

**CD 2.1.** Os planos de manutenção preventiva são elaborados, incorporando os resultados e referências da consulta e análises técnica.

**CD 2.2.** As necessidades de ferramentas, equipamento, peças sobressalentes, consumíveis e mão-de-obra, em termos de tempo e qualificações são calculadas, determinadas e listadas, em conformidade com o plano de manutenção preventiva, baseada em horas de funcionamento e/ou indicadores do estado operativo.

**CD 2.3.** Os planos de manutenção preventiva elaborados para instalações elétricas e eletromecânicas industriais são executados, observando as indicações de periodicidade, os indicadores do estado operativo do equipamento elétrico e mecatrónico, as RTIEBT, as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 2.4.** Os planos das necessidades de ferramentas, equipamento, peças sobressalentes, consumíveis e de mão-de-obra, em termos de tempo e qualificações são aplicados observando as RTIEBT.

**CD 2.5.** Os planos de manutenção preventiva para instalações elétricas e eletromecânicas industriais são elaborados e executados, de forma a otimizar o funcionamento da instalação e reduzir o impacto negativo sobre o meio ambiente.

**EC3: Realizar a manutenção de equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos industriais, respeitando as normas e as especificações técnicas do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CD 3.1.** As ferramentas, os instrumentos, os equipamentos e o local de trabalho são arrumados, higienizados e conservados, de acordo com as RTIEBT, as instruções dos fabricantes dos equipamentos e as normas de SHST e de proteção Ambiental.

**CD 3.2.** As ferramentas, os componentes e os consumíveis necessários para a manutenção de equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos industriais são identificados, selecionados e utilizados, de acordo com as recomendações técnicas do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.3.** As falhas e deficiências elétricas são identificadas e reparadas, em máquinas elétricas e respetivas instalações elétricas, utilizando registos de parâmetros de funcionamento e aplicando esquemas de lógica de deteção de avarias na pesquisa de falhas.

**CD 3.4.** A manutenção de componentes elétricos, eletrónicos e mecatrónicos, montados em circuitos de automação e os seus respetivos acessórios, é efetuada de acordo com as recomendações dos fabricantes, as RTIEBT e as normas de SHST.

**CD 3.5.** O back-up do programa e dos registos de parâmetros operacionais dos PLCs e dos microcontroladores instalados, em sistemas automáticos e semiautomáticos, é realizado

frequentemente, com intervalos fixos, e em conformidade com recomendações técnicas dos fabricantes dos respetivos componentes programáveis.

**CD 3.6.** Os parâmetros operacionais do equipamento mecânico, como temperaturas, pressões, velocidades e rotações, consumos específicos e outros parâmetros relevantes, são medidos, observados e registados durante um período específico de tempo de operação.

**CD 3.7.** Os resultados registados, dos parâmetros operacionais, são interpretados, analisados e comparados com os parâmetros de referência.

**CD 3.8.** As falhas e avarias em equipamento mecânico são identificadas, fazendo registo de parâmetros operacionais e esquemas de pesquisa de falhas, com base nas recomendações dos fabricantes.

**CD 3.9.** A sequência da desmontagem, da manutenção corretiva e da montagem, é elaborada, preenchendo uma ficha preparada para o efeito, conforme as recomendações técnicas do fabricante do equipamento.

**CD 3.10.** Os equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos industriais são colocados fora de operação, parados e desligados, assegurando a inoperação dos mesmos, em conformidade com as recomendações do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.11.** As canalizações para o equipamento mecânico são isoladas e despressurizadas, de acordo com as recomendações do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.12.** As peças e os componentes são desmontados, aplicando sequências lógicas e operacionais, conforme as recomendações técnicas do fabricante do equipamento e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.13.** A limpeza geral dos equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos industriais, bem como dos componentes desmontados, é realizada, utilizando procedimentos de limpeza aprovados pelo fabricante do equipamento, observando as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.14.** As peças e os componentes desmontados são analisados, verificados e medidos, e os resultados são comparados com os dados e as especificações técnicas originais do fabricante do equipamento ou dos componentes, com o objetivo de determinar quais são os componentes que necessitam de reparação ou substituição.

**CD 3.15.** As peças e os componentes identificados e selecionados, para reparação, são reparados, aplicando as normas de qualidade recomendadas pelo fabricante.

**CD 3.16.** As peças e os componentes desmontados são montados, aplicando procedimentos recomendados pelo fabricante do equipamento mecânico, as normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CD 3.17.** As operações necessárias para a realização da manutenção dos equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos industriais são efetuadas, de forma a reduzir o impacto negativo sobre o meio ambiente.

**CD 3.18.** As atividades de manutenção realizadas nos equipamentos elétricos, eletrónicos e mecatrónicos industriais são registadas, no respetivo cadastro de manutenção do equipamento.

## Contexto Profissional

**Meios de produção:**

Equipamento de Proteção Individual (EPI). Computador com programas para elaboração de planos e gestão de manutenção em instalações Industriais. Ferramentas e instrumentos para realização de manutenção de instalações e equipamentos elétricos e mecatrónicos. Peças sobressalentes, consumíveis e material geral para realização de manutenção instalações e equipamentos elétricos e mecatrónicos.

**Produtos e resultados:**

Lista de equipamento de instalações industriais elaborada. Documentação técnica de fabricantes de equipamento elétrico e mecânico consultada e analisada. Planos de manutenção em instalações industriais

elaborados. Lista de necessidades de meios para execução de manutenção em instalações industriais elaborada. Manutenção preventiva e corretiva de instalações industriais executada.

**Informação utilizada ou gerada:**

Normas gerais de SHST. Normas técnicas de proteção ambiental, aplicáveis a instalações elétricas e eletromecânicas. Documentação técnica geral da instalação elétrica e eletromecânica. Documentação técnica dos fabricantes dos equipamentos e componentes elétricos, eletrónicos e mecatrónicos da instalação. Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT). Planos de manutenção. Relatórios e históricos de manutenção.

# PROGRAMA FORMATIVO ASSOCIADO AO PERFIL PROFISSIONAL

# IMA011_5

# MECATRÓNICA INDUSTRIAL

| PROGRAMA FORMATIVO DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL | | | |
|---|---|---|---|
| **Código** | IMA011_5 | **Denominação** | Mecatrónica Industrial |
| **Nível** | 5 | **Família Profissional** | Instalação e Manutenção (IMA) |
| **Duração Indicativa:** 1.535 horas | | | |

| | N.º | Denominação | Código |
|---|---|---|---|
| **Unidades de Competência** | **1** | Elaborar projetos industriais e de sistemas automatizados | **UC333_5** |
| | **2** | Executar a instalação de máquinas, equipamentos industriais e sistemas automatizados | **UC334_5** |
| | **3** | Planear e realizar a manutenção de instalações de máquinas, equipamentos industriais e sistemas automatizados. | **UC335_5** |

| MÓDULOS FORMATIVOS | | | UNIDADES FORMATIVAS | |
|---|---|---|---|---|
| N.º | Denominação | Código | Denominação | Código |
| Unidades Formativas Transversais (170 horas) | | | Conceitos Básicos de Eletricidade (30h) | UF25.1 |
| | | | SHST e Proteção Ambiental (30h) | UF440 |
| | | | Medição Elétrica (30h) | UF27.1 |
| | | | Eletrónica Básica (30h) | UF441 |
| | | | Eletrónica de Potência (50h) | UF457 |
| **1** | Projetos Industriais e de Sistemas Automatizados (200 horas) | **MF333_5** | Projetos de Instalações Elétricas (50h) | UF443 |
| | | | Desenho de Construção Mecânica (60h) | UF449 |
| | | | Introdução à Programação (40h) | UF458 |
| | | | Projetos (50h) | UF459 |
| **2** | Montagem de Equipamentos Industriais e Sistemas Automatizados (685 horas) | **MF334_5** | Instalações Elétricas (50h) | UF442 |
| | | | Automação Elétrica (100h) | UF444 |
| | | | Máquinas Elétricas (50h) | UF445 |
| | | | Metrologia (30h) | UF446 |
| | | | Pneumática e Eletropneumática (50h) | UF447 |
| | | | Hidráulica e Eletro-hidráulica (50h) | UF448 |
| | | | Serralharia e Maquinação (100h) | UF450 |
| | | | Soldadura por Elétrodos Revestidos (50h) | UF451 |
| | | | Órgãos de Elementos de Máquinas (30h) | UF452 |
| | | | Canalização Mecânica (50h) | UF453 |
| | | | Tribologia (25h) | UF455 |
| | | | Microcontroladores (40h) | UF460 |
| | | | Fabricação por CNC (60h) | UF456 |
| **3** | Manutenção de Equipamentos Industriais e Sistemas Automatizados (120h) | **MF335_5** | --- | |
| **4** | **Módulo Formativo em Contexto Real de Trabalho (360 horas)** | | | |

## UNIDADES FORMATIVAS (UF) TRANSVERSAIS

**UF25.1: Conceitos Básicos de Eletricidade**
**Duração:** 30 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Explicar os conceitos básicos de eletricidade.**

**CA 1.1.** Explicar os seguintes conceitos básicos de eletricidade:

- Condutores elétricos
- Resistência elétrica
- Tensão elétrica
- Corrente elétrica contínua (CC)
- Corrente elétrica alternada (CA)
- Frequência
- Potência elétrica
- Fator de potência
- Energia elétrica

**CA 1.2.** Explicar a lei de Ohm e a sua aplicação na medição elétrica e em cálculos de resistência elétrica, de tensão elétrica e de intensidade da corrente elétrica.

**CA 1.3.** Listar geradores de corrente contínua e geradores de corrente alternada.

**CA 1.4.** Diferenciar sistemas elétricos monofásicos de sistemas elétricos trifásicos.

**CA 1.5.** Identificar os níveis normativos de tensão elétrica (BT, MT e AT).

**CA 1.6.** Identificar os símbolos de grandezas e componentes elétricos em circuitos elétricos.

**RA2. Calcular grandezas elétricas.**

**CA 2.1.** Determinar valores de resistências elétricas, utilizando tabelas de codificação de resistências.

**CA 2.2.** Calcular os valores de resistência elétrica ligadas em série e em paralelo.

**CA 2.3.** Calcular os valores de corrente e de tensão elétrica, aplicando a lei de Ohm.

**CA 2.4.** Calcular a potência e a energia elétrica.

### Outras capacidades

– Julgar se resultados de cálculos de grandezas elétricas são realísticos.

– Manusear os equipamentos com segurança.

– Demonstrar sempre uma atitude de respeito para com os colegas e formadores, procedimentos e regras internas.

### Conteúdos

1. Conceitos básicos de eletricidade:
   1.1. Condutores elétricos.
   1.2. Corrente elétrica contínua (CC) e corrente elétrica alternada (CA).
   1.3. Tensão elétrica.
   1.4. Resistência elétrica.
   1.5. Geradores de CC e de CA.
   1.6. Lei de Ohm.
   1.7. Associação em série e paralelo de resistências.
   1.8. Sistemas elétricos monofásicos e trifásicos.

1.9. Níveis normativos de tensão elétrica (BT, MT e AT).

1.10. Frequência.

1.11. Potência elétrica.

1.12. Fator de potência.

1.13. Energia elétrica.

1.14. Sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

2. Cálculos de grandezas elétricas:

2.1 Fórmulas para cálculos de resistência elétrica.

2.2 Código de cores para determinação de valores de resistências.

2.3 Realização de cálculos de resistência elétrica.

2.4 Fórmulas para cálculos de tensão e corrente elétrica.

2.5 Realização de cálculos de tensão elétrica.

2.6 Realização de cálculos de corrente elétrica.

2.7 Fórmulas para cálculos de potência e de energia elétrica.

2.8 Realização de cálculos de potência elétrica.

2.9 Realização de cálculos de energia elétrica.

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços do contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF440: SHST e Proteção Ambiental
**Duração:** 30 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Explicar as normas de Saúde, Higiene e Segurança no Trabalho (SHST), aplicáveis na montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos.**

**CA 1.1.** Identificar as normas gerais de SHST e explicar a importância da sua aplicação.

**CA 1.2.** Identificar as normas de SHST específicas para a área de mecatrónica e as normas de segurança específicas para instalações sob tensão elétrica.

**CA 1.3.** Explicar as Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) relevantes para sistemas mecatrónicos e a sua aplicação.

**CA 1.4.** Numa prática simulada de aplicação de EPI's e prestação de primeiros socorros:

- Identificar as sinalizações de perigo, proibição, emergência e de obrigação;
- Identificar os graus de risco e as precauções necessárias para evitar acidentes na montagem e na manutenção de sistemas mecatrónicos;
- Demonstrar a aplicação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), em função da atividade a realizar e em conformidade com as normas em vigor.
- Demonstrar os primeiros socorros para vítimas de acidentes gerais e de choques elétricos, no local de trabalho.

**RA2. Explicar as normas de proteção ambiental, aplicáveis na montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos.**

**CA 2.1.** Explicar as normas de proteção ambiental, aplicáveis para montagem e manutenção de componentes de sistemas mecatrónicos.

**CA 2.2.** Explicar as normas de proteção ambiental, aplicáveis para montagem e manutenção de componentes elétricos e eletrónicos de sistemas mecatrónicos.

**CA 2.3.** Descrever os procedimentos de recolha e manuseio de óleos usados e residuais, determinando os seus destinos, de acordo com as normas de proteção ambiental.

### Outras capacidades

- Reconhecer a importância de aplicar corretamente os EPI's.
- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST em geral.
- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST específicas para instalações elétricas sob tensão.
- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST específicas para sistemas mecatrónicos.
- Reconhecer a importância da aplicação das normas de proteção ambiental em geral.
- Reconhecer a importância da aplicação das normas de proteção ambiental específicas para óleos residuais.

### Conteúdos

1. Saúde, Higiene e Segurança no Trabalho - SHST.
   1.1. Normas gerais de SHST.
   1.2. Normas específicas de SHST para trabalhos em sistemas mecatrónicos.
   1.3. Normas específicas de segurança para trabalhos sob tensão.
   1.4. Equipamento de Proteção Individual em geral.
   1.5. Equipamento de Proteção Individual Específico para trabalhos em instalações elétricas sob tensão.

1.6. Equipamento de Proteção Individual específico para trabalhos em sistemas mecatrónicos.

1.7. Sinalizações de perigo, proibição, emergência e de obrigação.

1.8. Regras Técnicas de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT).

1.9. Primeiros socorros.

2. Normas de proteção ambiental, aplicáveis na área de montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos.

2.1. Normas de proteção ambiental, aplicáveis para trabalhos em instalações elétricas de baixa tensão.

2.2. Normas de proteção ambiental, aplicáveis para trabalhos na montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos.

2.3. Normas de proteção ambiental, aplicáveis para manuseamento de óleos usados e residuais.

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços do contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF27.1: Medição Elétrica
**Duração:** 30 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Efetuar a medição de grandezas elétricas em circuitos e instalações elétricas de baixa tensão, aplicando as normas de SHST.**

**CA 1.1.** Identificar as grandezas e as respetivas unidades de medidas.

**CA 1.2.** Identificar os aparelhos de medidas, indicando as suas funcionalidades.

**CA 1.3.** Numa prática simulada de medição de grandezas elétricas:

- Verificar o estado operativo e a proteção contra choques elétricos dos aparelhos de medição de grandezas elétricas e respetivos acessórios, em relação às RTIEBT, às normas de SHST e às especificações dos fabricantes dos aparelhos;
- Identificar e verificar CC e CA, níveis de tensão, polaridade, fase e neutro, utilizando os instrumentos de busca-pólos e testador de voltagem;
- Medir os valores de tensão, intensidade e resistência, utilizando multímetro em circuitos elétricos de baixa tensão;
- Medir os valores de intensidade, utilizando pinça amperimétrica, em circuitos elétricos de baixa tensão;
- Medir os valores de potência, frequência e energia, utilizando aparelhos específicos.

**CA 1.4.** Avaliar os resultados de medição de grandezas elétricas, verificando se estão dentro das margens de resultados considerados como realísticos.

### Outras capacidades

– Demonstrar sentido de responsabilidade perante manuseio e utilização de aparelhos de medidas.

### Conteúdos

1. Medição elétrica em instalações elétricas de baixa tensão.
   1.1. Constituição e aplicação de instrumentos simples para verificação elétrica.
   1.2. Constituição e aplicação de voltímetros e amperímetros.
   1.3. Constituição e aplicação de multímetros e de pinça amperimétrica.
   1.4. Verificação de polaridade (CC) e verificação de fase e neutro (CA).
   1.5. Medição de tensão.
   1.6. Medição de intensidade.
   1.7. Medição de resistência elétrica.
   1.8. Medição da potência.
   1.9. Medição de frequência.
   1.10. Contagem de energia.

### Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços do contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.

- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

**Requisitos de acesso ao módulo formativo**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

**UF441: Eletrónica Básica**
**Duração:** 30 horas

## Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Analisar as características e o funcionamento de componentes de eletrónica analógica básica.**

**CA 1.1.** Identificar as simbologias dos componentes eletrónicos.

**CA 1.2.** Identificar os diferentes componentes eletrónicos nos circuitos de eletrónica analógica.

**CA 1.3.** Interpretar os parâmetros de funcionamento dos componentes eletrónicos nos circuitos de eletrónica analógica.

**CA 1.4.** Analisar os valores dos parâmetros elétricos medidos durante o funcionamento dos componentes eletrónicos.

**RA2. Analisar os circuitos com componentes eletrónicos, identificando a sua aplicação.**

**CA 2.1.** Explicar as leis e as regras para análise dos circuitos eletrónicos.

**CA 2.2.** Analisar o comportamento dos componentes eletrónicos num circuito eletrónico simples.

**CA 2.3.** Explicar os processos de transformação, retificação e acumulação da eletricidade.

**CA 2.4.** Numa prática simulada, conceber circuitos básicos de eletrónica analógica, analisando as características do funcionamento dos circuitos.

**CA 2.5.** Interpretar as curvas características dos principais componentes de eletrónica.

**RA3. Identificar e reparar avarias em circuitos simples de eletrónica analógica.**

**CA 3.1.** Numa prática simulada de reparação de avarias:

- Selecionar equipamentos e ferramentas para trabalhos em circuitos eletrónicos;
- Diagnosticar anomalias em circuitos eletrónicos simples;
- Substituir componentes em circuitos eletrónicos simples.

## Conteúdos

1. Semicondutores
   1.1. Semicondutores
   1.2. Formação de semicondutores
   1.3. Junção PN
   1.4. Polarização de díodos
   1.5. Projeto de retificadores
2. Transístor bipolar
   2.1. Constituição – a junção NPN e PNP
   2.2. Polarização dos transístores
3. Transístor J-FET e MOSFET
   3.1. Introdução
   3.2. J-fet
   3.3. Mosfet
4. Soldadura com estanho

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços do contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF457: Eletrónica de Potência
**Duração:** 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Analisar as características e o funcionamento de componentes de eletrónica de potência.**

- **CA 1.1.** Identificar as simbologias dos componentes eletrónicos de potência.
- **CA 1.2.** Identificar os diferentes componentes eletrónicos nos circuitos de eletrónica de potência.
- **CA 1.3.** Interpretar os parâmetros de funcionamento dos componentes eletrónicos nos circuitos de eletrónica de potência.
- **CA 1.4.** Analisar os valores dos parâmetros elétricos medidos durante o funcionamento dos componentes eletrónicos de potência.

**RA2. Dimensionar e analisar sistemas e subsistemas eletrónicos de potência.**

- **CA 2.1.** Identificar sistemas e subsistemas eletrónicos de potência em aplicações comuns.
- **CA 2.2.** Descrever a atuação e o controlo de um sistema eletrónico de potência, em termos de entradas, processamento e saídas.
- **CA 2.3.** Relacionar as características dos dispositivos semicondutores de potência e principais circuitos relevantes, com a sua integração em sistemas e subsistemas.
- **CA 2.4.** Dimensionar sistemas e subsistemas eletrónicos de potência de pequena complexidade.
- **CA 2.5.** Analisar e descrever sistemas e subsistemas eletrónicos de potência de maior complexidade.
- **CA 2.6.** Distinguir aspetos de manobra e de proteção em aplicações comuns.

### Conteúdos

1. Componentes Eletrónica de Potência
   - 1.1. Introdução
   - 1.2. Tiríistor
   - 1.3. SCR
   - 1.4. DIAC
   - 1.5. TRIAC
   - 1.6. GTO
2. Sistemas eletrónicos de potência
   - 2.1. Retificadores Controlados
   - 2.2. Controlo de Motor DC
   - 2.3. Onduladores – constituição e funcionamento
   - 2.4. Estudo de Componentes Optoelectrónicos
   - 2.5. Amplificadores de potência
   - 2.6. Outros sistemas eletrónicos de potência

### Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços do contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.

- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

**Requisitos de acesso ao módulo formativo**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## MÓDULOS FORMATIVOS (MF)

| **MF1: Projetos Industriais e de Sistemas Automatizados** | | |
|---|---|---|
| Código: MF333_5 | Nível: 5 | Duração: 200 horas |
| **Associado à UC333_5:** Elaborar projetos industriais e de sistemas automatizados | | |

Este MF está subdividido nas seguintes Unidades Formativas:

| | | **Código** |
|---|---|---|
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 1:** | Projetos de Instalações Elétricas | UF443 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 2:** | Desenho de Construção Mecânica | UF449 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 3:** | Introdução à Programação | UF458 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 4:** | Projetos | UF459 |

### UF443: Projetos de Instalações Elétricas
Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Localizar e dimensionar circuitos de tomadas, iluminação e quadros, a partir de projetos de arquitetura, de acordo com as RTIEBT.**

**CA 1.1.** Relacionar as características dos componentes das instalações elétricas com as suas aplicações, analisando:

- Características técnicas e funcionamento das aparelhagens;
- Tipo de proteção e localização das canalizações;
- Dispositivos de proteção (contra sobrecarga, curto circuito, aquecimento, contacto direto e indireto);
- Condutores (tipos, secção, queda de tensão admissível);
- Redes de terra: tipos de sistemas de terra (TT, TI, TN), e tipos de elétrodos;

**CA 1.2.** Relacionar a localização de aparelhagens, quadros, caixas e circuitos com os espaços, classe e cotas estabelecidas nas normas.

**CA 1.3.** Descrever o funcionamento de instalações elétricas.

**CA 1.4.** Descrever o cumprimento das normas de representação de circuitos e normas de segurança de instalações elétricas.

**CA 1.5.** Calcular parâmetros elétricos e número de circuitos, de acordo com as normas e os regulamentos em vigor.

**RA2. Desenhar circuitos elétricos, utilizando ferramentas de desenho e cumprindo as especificações regulamentares.**

**CA 2.1.** Numa situação prática, desenhar os esquemas unifilares e multifilares dos circuitos elétricos (tomadas, iluminação, rede de terra e quadros), utilizando a simbologia normalizada e respeitando as RTIEBT.

**CA 2.2.** Distribuir as aparelhagens nos circuitos elétricos, de acordo com as RTIEBT.

**CA 2.3.** Representar os detalhes de montagem dos circuitos elétricos (tomadas, iluminação, rede de terra e quadros), tendo em conta as suas conexões, a estética na montagem, e contendo as informações necessárias para sua implementação.

**CA 2.4.** Desenhar os esquemas de montagem de máquinas elétricas e seus acessórios, utilizando a simbologia normalizada e respeitando as RTIEBT.

**CA 2.5.** Desenhar os esquemas de canalizações mecânicas e seus acessórios, utilizando a simbologia normalizada e respeitando as RTIEBT.

**CA 2.6.** Utilizar softwares específicos de desenho para representar os esquemas unifilares e multifilares dos circuitos elétricos e de montagens de equipamentos industriais.

**RA3. Organizar a documentação técnica para aprovação do projeto, de acordo com os cálculos efetuados, cumprindo as normas e os regulamentos em vigor.**

**CA 3.1.** Elaborar a lista dos materiais e equipamentos com as respetivas especificações técnicas, utilizando softwares para o efeito.

**CA 3.2.** Elaborar os termos de responsabilidade, em conformidade com as normas em vigor, utilizando um software de processamento de texto.

**CA 3.3.** Elaborar a memória descritiva, através de um software de processamento de texto, em conformidade com as normas em vigor.

**CA 3.4.** Organizar a documentação necessária para a aprovação do projeto pelas autoridades competentes, de acordo com os procedimentos estabelecidos, contendo:

- Capa do projeto;
- Termo de responsabilidade;
- Memória descritiva;
- Ficha eletrotécnica;
- Planta de localização;
- Fotocópia do BI;
- Desenho dos circuitos elétricos (tomadas, iluminação, rede de terra e especiais, esquema unifilar dos quadros);
- Legenda.

**RA4. Elaborar orçamentos de instalações elétricas a partir de diferentes projetos.**

**CA 4.1.** Descrever as técnicas de elaboração de orçamentos de instalações elétricas.

**CA 4.2.** Efetuar o levantamento dos preços unitários dos diferentes materiais e equipamentos com base na lista elaborada do projeto de instalações elétricas.

**CA 4.3.** Descrever as diferentes técnicas de medição de projetos para elaboração do orçamento dos materiais.

**CA 4.4.** Elaborar um mapa dos custos dos materiais, equipamentos e mão-de-obra, com base no levantamento efetuado e no prazo de execução.

## Conteúdos

**1. Esquemas Elétricos.**

1.1. Esquemas elétricos unifilares e multifilares.

1.2. Desenhos de montagem de componentes elétricos em circuitos e quadros.

1.3. Esquemas elétricos de circuitos de comando.

1.4. Catálogos de fabricantes de componentes elétricos para montagem em circuitos e quadros

**2. Materiais e componentes de instalação para circuitos e quadros elétricos de baixa tensão.**

2.1. Constituição e classificação de condutores e cabos elétricos.

2.2. Dimensionamento de cabos elétricos.

2.3. Constituição e classificação de componentes de comando elétrico.

2.4. Constituição e classificação de componentes de proteção elétrica.

2.5. Dimensionamento de componentes de proteção elétrica.

2.6. Materiais de proteção mecânica e a sua classificação.

**3. Projeto Eletrotécnico**

3.1. Generalidades

3.2. Circuito de iluminação

3.3. Circuito de Tomadas

3.4. Esquemas de quadros

3.5. Memória descritiva

3.6. Ficha Eletrotécnica e Termo de Responsabilidade

3.7. Orçamento

**4. Projetos Industriais**

4.1. Desenhos/esquemas de Montagem

4.2. Esquemas de quadros

4.3. Memória descritiva

4.4. Ficha Eletrotécnica e Termo de Responsabilidade

4.5. Orçamento

**5. Desenho assistido por computador**

## UF449: Desenho de Construção Mecânica
Duração: 60 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Interpretar desenhos técnicos de construção mecânica já elaborados, respeitando as normas aplicáveis.**

**CA 1.1.** Identificar símbolos de equipamentos mecânicos em desenhos e documentação técnica.

**CA 1.2.** Interpretar informação gráfica sobre cotagem, tolerância dimensional e ajustes mecânicos.

**CA 1.3.** Interpretar informação gráfica sobre elementos de ligação mecânica.

**CA 1.4.** Interpretar catálogo de fabricantes para extrair informações relevantes sobre peças e construções mecânicas.

**RA2. Planificar e elaborar desenhos de elementos e componentes de sistemas mecânicos, em conformidade com as normas aplicáveis, utilizando software CAD (*Computer Aided Design).***

**CA 2.1.** Explicar os métodos de representação gráfica de sólidos.

**CA 2.2.** Caracterizar perfis e chapas utilizados no fabrico de estruturas e os diversos elementos de ligação.

**CA 2.3.** Identificar elementos estruturais de uma estrutura metálica.

**CA 2.4.** Identificar os principais softwares de apoio ao desenho técnico e seus comandos.

**CA 2.5.** Numa situação prática de elaboração de desenhos de componentes de sistemas mecânicos:

- Desenhar componentes com geometria de baixa complexidade em 2D;
- Desenhar componentes em 3D;
- Desenhar conjuntos mecânicos com diferentes tipos de ligação;
- Desenhar estruturas metálicas;
- Representar informações sobre componentes e estruturas.

### Conteúdos

**1. Desenho Técnico**

1.1. Normalização em Desenho de Construção Mecânica;
1.2. Introdução ao desenho técnico como forma de representação de ideias;
1.3. Tipos e Espessuras de Linhas;
1.4. Caligrafia Técnica;
1.5. Cotagem;
1.6. Linhas de Construção;
1.7. Projeções Ortográficas;
1.8. Perspetivas Isométricas;
1.9. Simbologia.

**2. Programas de Apoio ao Desenho - CAD**

2.1. Introdução ao software
2.2. Principais comandos
2.3. Desenhos
2.4. Cotagem de desenhos
2.5. Inscrição de notações em desenho
2.6. Impressão/Plotagem

**3. Desenhos mecânicos**

3.1. Componentes mecânicos normalizados

3.2. Conjuntos de Componentes e suas ligações

3.3. Estruturas metálicas

## UF458: Introdução à Programação
Duração: 40 horas

## Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Descrever estruturas lógicas de programação e criar algoritmos simples de programação.**

- **CA 1.1.** Explicar os princípios e fundamentos dos computadores.
- **CA 1.2.** Explicar o conceito de programação e de linguagens de Programação.
- **CA 1.3.** Descrever as estruturas de dados.
- **CA 1.4.** Identificar as linguagens de programação e os softwares utilizados.
- **CA 1.5.** Identificar os elementos básicos de um programa.
- **CA 1.6.** Criar e executar algoritmos simples de programação.

## Conteúdos

**1. Introdução aos computadores**
- 1.1. Estrutura interna de um computador
- 1.2. Conceitos básicos de programação

**2. Lógica Booleana**
- 2.1. Conectivos
- 2.2. Tabelas de verdade
- 2.3. Álgebra de *Boole*
- 2.4. Jogos Lógicos

**3. Lógica de Programação**
- 3.1. Linguagens de programação
- 3.2. Algoritmos
- 3.3. Fluxogramas

**4. Linguagens de Programação C**
- 4.1. Conhecendo a Linguagem C
- 4.2. Tipos de Dados e Variáveis
- 4.3. Estruturas de Decisão
- 4.4. Estruturas de Repetição
- 4.5. Estruturas de *Control*
- 4.6. Vetores e o Tipo *String*

**5. Outras linguagens de programação**

## UF459: Projetos
Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Identificar as necessidades do setor produtivo e da organização da empresa**

- **CA 1.1.** Identificar as funções dos postos de trabalho.
- **CA 1.2.** Descrever a estrutura e organização empresarial do setor da mecatrónica.
- **CA 1.3.** Descrever os procedimentos, sistemas e métodos de trabalho de campo.
- **CA 1.4.** Identificar os indicadores de garantia da qualidade do projeto.
- **CA 1.5.** Identificar os sistemas de qualidade e as normas de segurança no setor da mecatrónica.

**RA2. Conceber projetos relacionados com o setor da mecatrónica**

- **CA 2.1.** Explicar os procedimentos para o levantamento das informações sobre a viabilidade e adequação do projeto.
- **CA 2.2.** Analisar a realidade local, a oferta empresarial do setor e o contexto em que será desenvolvido o projeto.
- **CA 2.3.** Descrever a estrutura geral de um projeto: objetivos, conteúdos, recursos, metodologia, atividades, tempo e avaliação.
- **CA 2.4.** Explicar a constituição de um roteiro de trabalho.
- **CA 2.5.** Elaborar um roteiro de trabalho.
- **CA 2.6.** Conceber o projeto relacionado com o setor da mecatrónica.

**RA3. Elaborar um Plano de execução do projeto**

- **CA 3.1.** Definir a sequência das atividades.
- **CA 3.2.** Identificar a necessidade de recursos para a execução do projeto.
- **CA 3.3.** Identificar os riscos associados à execução do projeto e possíveis soluções.
- **CA 3.4.** Definir os indicadores de garantia da qualidade do projeto.

**RA4. Definir os procedimentos de controlo e avaliação da execução do projeto**

- **CA 4.1.** Descrever as propostas de soluções para os objetivos traçados no projeto.
- **CA 4.2.** Descrever os procedimentos de avaliação do projeto.
- **CA 4.3.** Identificar as variáveis suscetíveis de avaliação.
- **CA 4.4.** Indicar a documentação necessária para a avaliação do projeto.
- **CA 4.5.** Descrever os parâmetros de qualidade do processo e do produto final.
- **CA 4.6.** Avaliar os resultados.

### Conteúdos

**1. Organização do Setor Produtivo**

1.1. Funções dos postos de trabalho.
1.2. Estrutura e organização empresarial do setor.
1.3. Atividade da empresa e sua localização no setor.
1.4. Organograma: Relacionamento funcional entre departamentos.
1.5. Tendências setoriais: produtivas, económicas, organizacionais e de emprego, entre outras.
1.6. Procedimentos de trabalho de campo da empresa (Sistemas e métodos de trabalho).
1.7. Indicadores de garantia da qualidade do projeto.
1.8. A cultura da empresa: imagem corporativa.
1.9. Sistemas de qualidade e normas de segurança no setor.

**2. Conceção de projetos**
- 2.1. Documentação aplicável
- 2.2. Viabilidade e adequação do projeto
- 2.3. Estrutura geral de um projeto
- 2.4. Roteiro de trabalho
- 2.5. Redação do Projeto

**3. Plano de execução do projeto**
- 3.1. Sequência de atividades
- 3.2. Plano de ação para prevenir riscos
- 3.3. Documentação necessária para a execução do projeto
- 3.4. Indicadores de garantia da qualidade do projeto

**4. Controlo e avaliação da execução do projeto**
- 4.1. Soluções para os objetivos traçados no projeto e justificativa dos selecionados
- 4.2. Procedimento de avaliação do projeto
- 4.3. Variáveis suscetíveis de avaliação
- 4.4. Documentação necessária para a avaliação do projeto
- 4.5. Controlo de qualidade do processo e do produto final
- 4.6. Registo de resultados

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços do contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional mínima de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

| MF2: Montagem de Equipamentos Industriais e Sistemas Automatizados | | |
|---|---|---|
| Código: MF334_5 | Nível: 5 | Duração: 685 horas |
| **Associado à UC334_5:** Executar a instalação de máquinas, equipamentos industriais e sistemas automatizados | | |

Este MF está subdividido nas seguintes Unidades Formativas:

| | | Código |
|---|---|---|
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 1:** | Instalações Elétricas | UF442 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 2:** | Automação Elétrica | UF444 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 3:** | Máquinas Elétricas | UF445 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 4:** | Metrologia | UF446 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 5:** | Pneumática e Eletropneumática | UF447 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 6:** | Hidráulica e Eletro-hidráulica | UF448 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 7:** | Serralharia e Maquinação | UF450 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 8:** | Soldadura por Elétrodos Revestidos | UF451 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 9:** | Órgãos de Elementos de Máquinas | UF452 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 10:** | Canalização Mecânica | UF453 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 11:** | Tribologia | UF455 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 12:** | Microcontroladores | UF460 |
| ▪ **UNIDADE FORMATIVA 13:** | Fabricação por CNC | UF456 |

## UF442: Instalações Elétricas

Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Interpretar um projeto eletrotécnico residencial para extrair informações relevantes para a preparação da execução da instalação.**

**CA 1.1.** Relacionar as características dos componentes das instalações elétricas em edifício e as suas aplicações, analisando:

- Características técnicas e funcionamento das aparelhagens;
- Tipo de proteção e localização das canalizações;
- Dispositivos de proteção (contra sobrecarga, curto-circuito, aquecimento, contacto direto e indireto);
- Condutores (tipos, secção e queda de tensão admissível);
- Redes de terra: Tipos de sistemas de terra (TT, TI, TN) e Tipos de elétrodos;

**CA 1.2.** Numa prática simulada de elaboração de um plano de instalação elétrica:

- Localizar os quadros, caixa de contadores, linha de alimentação e circuitos, de acordo com as normas e os regulamentos em vigor;
- Esquematizar o funcionamento dos circuitos, indicando as suas características;

- Relacionar os circuitos elétricos com o lugar da instalação e os elementos que o compõem;
- Interpretar os esquemas para detetar dificuldades de implementação e propor soluções corretivas, aplicando as normas e os regulamentos de instalações elétricas;
- Descrever as fases de execução e selecionar os equipamentos, acessórios e ferramentas, otimizando os custos da instalação;
- Elaborar o cronograma de execução, especificando os recursos humanos, materiais e equipamentos necessários para cumprir o prazo estabelecido;
- Selecionar os equipamentos, acessórios e ferramentas, de acordo com as especificações do projeto e a sequência do plano de trabalho, garantindo a segurança da instalação;
- Aplicar as normas de SHST e de Proteção Ambiental e os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), em função do trabalho a ser executado.

**RA2. Executar canalização embutida ou à vista, para instalações elétricas em edifícios, respeitando as normas e os regulamentos em vigor.**

**CA 2.1.** Numa prática simulada de execução de canalização elétrica:

- Efetuar o traçado de instalações à vista e ou a marcação de roço, de acordo com o projeto;
- Realizar abertura de roços e fixação de tubos, de acordo com o projeto eletrotécnico e respeitando as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental;
- Fixar acessórios de suporte de canalização, caixas de derivação e caixas de aparelhagem;
- Enfiar fios condutores, de acordo com o projeto eletrotécnico e respeitando as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental;
- Montar aparelhagens, de acordo com as especificações do projeto, as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**RA3. Montar quadros e aparelhagens de proteção, de acordo com o projeto e o plano de execução, respeitando as RTIEBT.**

**CA 3.1.** Numa prática simulada de preparação de montagem de quadros elétricos:

- Selecionar o tipo de aparelhagens (dispositivos de corte, proteção, sinalização e comando);
- Identificar os tipos de circuitos, de acordo com as características do projeto;
- Identificar os condutores, conforme as especificações do projeto;
- Selecionar os acessórios, tendo em conta as especificações do projeto;
- Selecionar as ferramentas, de acordo com a tarefa a executar.

**CA 3.2.** Numa prática simulada de montagem de quadros elétricos:

- Realizar a montagem das aparelhagens (dispositivos de corte, proteção, sinalização e comando), em função do projeto;
- Realizar a cablagem, em função das normas de instalações elétricas e a estética de circuitos;
- Sinalizar os condutores, em conformidade com o número de circuitos e a identificação realizada.

**CA 3.3.** Realizar o teste, para garantir o correto funcionamento das instalações elétricas.

**CA 3.4.** Elaborar a tela final de uma instalação determinada, com as alterações realizadas, durante a execução dos trabalhos da instalação elétrica.

**RA4. Montar motores monofásicos, trifásicos, sensores e detetores em edifícios, de acordo com o projeto e o plano de execução, respeitando as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 4.1.** Numa prática simulada de preparação de montagem de motores elétricos:

- Selecionar o tipo de componentes de automatismos (atuadores eletromagnéticos, motores monofásicos e trifásicos, sensores e detetores), em função do projeto;
- Identificar os tipos de circuitos, de acordo com as características do projeto;
- Identificar os condutores, conforme as especificações do projeto;
- Selecionar as ferramentas e os acessórios, tendo em conta as especificações do projeto.

**CA 4.2.** Numa prática simulada de montagem de motores elétricos:

- Realizar a montagem de componentes de automatismos (atuadores eletromagnéticos, motores monofásicos e trifásicos, sensores e detetores), em função do projeto;
- Realizar a cablagem, em função das normas de instalações elétricas e da estética de circuitos.
- Sinalizar os condutores, em conformidade com o número de circuitos e a identificação realizada;

**CA 4.3.** Testar o funcionamento dos dispositivos automáticos, de acordo com o projeto da instalação;

**CA 4.4.** Elaborar a tela final, contendo as modificações efetuadas durante a execução das instalações de automatismos.

**RA5. Interpretar a documentação técnica e elaborar planos de montagem de componentes em circuitos e quadros elétricos para instalações elétricas industriais de baixa tensão.**

**CA 5.1.** Interpretar as informações técnicas relevantes descritas em manuais, catálogos e esquemas elétricos fornecidos pelos fabricantes e fornecedores de componentes para montagem em circuitos e quadros elétricos industriais de baixa tensão;

**CA 5.2.** Identificar informação específica sobre SHST em manuais, catálogos e esquemas elétricos fornecidos pelos fabricantes e fornecedores de componentes para montagem em circuitos e quadros elétricos industriais de baixa tensão;

**CA 5.3.** Identificar os componentes e os equipamentos nos projetos para montagem de componentes e quadros elétricos industriais de baixa tensão;

**CA 5.4.** Identificar as ligações elétricas e as suas funções, nos projetos para montagem de componentes e quadros elétricos de baixa tensão;

**CA 5.5.** Numa prática simulada, elaborar planos simples para montagem de componentes e quadros elétricos industriais de baixa tensão, listando a sequência das atividades, em conformidade com as normas de SHST.

**RA6. Identificar e dimensionar materiais para montagem em circuitos e quadros elétricos industriais de baixa tensão, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 6.1.** Identificar materiais e componentes para montagem em circuitos e quadros elétricos para instalações elétricas industriais de baixa tensão, utilizando catálogos de fabricantes.

**CA 6.2.** Identificar e dimensionar condutores elétricos para montagem em instalações elétricas industriais de baixa tensão, em função da sua aplicação, utilizando tabelas normativas.

**CA 6.3.** Identificar e dimensionar componentes de proteção mecânica, de proteção elétrica e de comando para montagem em instalações elétricas industriais de baixa tensão, em função da sua aplicação, utilizando tabelas normativas e catálogos de fabricantes.

**CA 6.4.** Identificar invólucros de quadros elétricos para instalações elétricas industriais de baixa tensão, em conformidade com a sua aplicação e as especificações da documentação técnica, utilizando catálogos de fabricantes.

**RA7. Realizar a montagem de componentes e quadros elétricos industriais de baixa tensão, em conformidade com as especificações e as normas técnicas, as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 7.1.** Numa situação prática de montagem de componentes e quadros elétricos industriais:

- Selecionar e organizar ferramentas para instalações elétricas industriais de baixa tensão, em função do trabalho a realizar.

- Realizar a montagem, ligação e sinalização de componentes em circuitos elétricos industriais de baixa tensão.
- Realizar a montagem, ligação e sinalização de componentes em quadros elétricos para instalações elétricas industriais de baixa tensão.
- Verificar a qualidade da montagem dos componentes e a interligação elétrica entre os componentes montados em circuitos e em quadros elétricos industriais de baixa tensão, e a sua conformidade com a documentação técnica e as normas de RTIEBT.
- Realizar teste e verificação da funcionalidade de circuitos e de quadros elétricos industriais de baixa tensão.

## Outras capacidades

– Demonstrar sentido de responsabilidade perante o manuseio e a utilização de ferramentas, instrumentos, equipamentos, materiais e componentes elétricos.

– Reconhecer a importância de realização das atividades de instalação de componentes em circuitos e quadros elétricos, de forma a reduzir, até o mínimo possível, o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor.

– Demonstrar níveis adequados de organização durante a montagem de componentes elétricos.

– Reconhecer a importância de realização das tarefas de montagem de componentes dentro dos prazos estabelecidos.

– Reconhecer as vantagens de manter arrumados e limpos os espaços e os equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

**1. Documentação técnica para circuitos e quadros elétricos de baixa tensão.**

1.1. Esquemas elétricos unifilares e multifilares.
1.2. Esquemas de montagem de componentes elétricos em circuitos e quadros.
1.3. Esquemas elétricos de circuitos de comando.
1.4. Catálogos de fabricantes de componentes elétricos para montagem em circuitos e quadros.

**2. Ferramentas, instrumentos e equipamentos para montagem de circuitos e quadros elétricos de baixa tensão.**

2.1. Ferramentas gerais para preparação e montagem de circuitos elétricos de baixa tensão.
2.2. Equipamentos para preparação e montagem de circuitos elétricos de baixa tensão.
2.3. Brocas, berbequins e máquinas de furar de coluna.
2.4. Outros equipamentos na oficina de montagem de circuitos e quadros.

**3. Materiais e componentes de instalação para circuitos e quadros elétricos de baixa tensão.**

3.1. Constituição e classificação de condutores e cabos elétricos.
3.2. Dimensionamento de cabos elétricos.
3.3. Constituição e classificação de componentes de utilização e comando elétrico.
3.4. Constituição e classificação de componentes de proteção elétrica.
3.5. Dimensionamento de componentes de proteção elétrica.
3.6. Materiais de proteção mecânica e a sua classificação.
3.7. Materiais gerais para montagem de circuitos e quadros elétricos de baixa tensão.

**4. Planificação de montagem de componentes em circuitos e quadros elétricos de baixa tensão**

4.1. Elaboração de listas de materiais e planos de montagem de componentes em circuitos e quadros elétricos.

**5. Montagem de componentes elétricos em circuitos e quadros para instalações elétricas residenciais e Industriais de baixa tensão.**

5.1. Montagem de componentes elétricos em circuitos para instalações elétricas de baixa tensão.

5.2. Montagem de componentes elétricos em quadros para instalações elétricas de baixa tensão.
5.3. Sinalização de condutores e componentes em instalações elétricas de baixa tensão.

**6. Verificação de qualidade da montagem de componentes em circuitos e quadros elétricos**

6.1. Verificação da qualidade das montagens e ligações dos componentes em circuitos e quadros.
6.2. Teste de funcionalidade de componentes e circuitos completos para instalações elétricas de baixa tensão.

## UF444: Automação Elétrica
Duração: 100 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Interpretar documentação técnica e elaborar planos de montagem de componentes para instalações de automação.**

**CA 1.1.** Identificar informação técnica relevante descrita em manuais, catálogos e esquemas elétricos fornecidos pelos fabricantes e fornecedores de componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos para montagem em instalações de automação.

**CA 1.2.** Identificar informação específica sobre SHST em manuais, catálogos e esquemas de automação fornecidos pelos fabricantes e fornecedores de componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos para montagem em instalações de automação.

**CA 1.3.** Identificar ligações elétricas e as suas funções, em documentação técnica para montagem de componentes elétricos e eletrónicos em instalações de automação.

**CA 1.4.** Identificar símbolos de componentes mecânicos que interagem com componentes elétricos e eletrónicos em esquemas e diagramas para automação.

**CA 1.5.** Numa situação prática, elaborar planos simples para montagem de componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos para automação, com as sequências das atividades, em conformidade com as RTIEBT e as normas de SHST.

**RA2. Selecionar e aplicar ferramentas e equipamentos para a montagem de componentes e circuitos em instalações de automação, com base nas normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 2.1.** Numa situação prática de aplicação de ferramentas e equipamentos:

- Selecionar ferramentas para instalação de componentes e circuitos elétricos em instalações de automação, em conformidade com as especificações.
- Aplicar ferramentas na montagem de componentes e circuitos em instalações de automação, de acordo com as instruções técnicas.

**RA3. Identificar e dimensionar materiais elétricos para montagem em instalações de automação industrial, em conformidade com as especificações e as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 3.1.** Identificar materiais e componentes elétricos para montagem em instalações de automação, utilizando catálogos de fabricantes.

**CA 3.2.** Identificar e dimensionar condutores elétricos para montagem em instalações de automação, de acordo com a sua aplicação.

**CA 3.3.** Identificar e dimensionar equipamentos de proteção para instalações de automação, de acordo com a sua aplicação.

**CA 3.4.** Identificar dispositivos de comando elétrico para montagem em sistemas de automação, em função da sua aplicação.

**CA 3.5.** Identificar invólucros de componentes elétricos em automação, de acordo com a sua aplicação.

**CA 3.6.** Identificar invólucros de quadros elétricos em automação, de acordo com a sua aplicação.

**RA4. Preparar componentes mecânicos para montagem em instalações de automação, em conformidade com as especificações e as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 4.1.** Numa situação prática de preparação de montagem de componentes mecânicos:

- Identificar e organizar meios de fixação e suporte para montagem de componentes e canalização para tubagem e cablagem em instalações de automação.
- Preparar chapas e perfis metálicos para montagem de blindagens e condutas em instalações de automação.
- Preparar tubos e respetivos acessórios, para montagem em instalações de automação.

**CA 4.2.** Identificar meios lubrificantes para equipamentos mecânicos aplicados em instalações de automação, em conformidade com as especificações dos fabricantes.

**RA5. Realizar a montagem de componentes para instalações de automação, em conformidade com as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 5.1.** Numa situação prática de montagem de componentes para automação:

- Realizar a montagem, ligação e sinalização de componentes elétricos e eletrónicos, respetivos invólucros e componentes de suporte em circuitos, para instalações de automação.
- Realizar a montagem, ligação e sinalização de componentes elétricos e eletrónicos em quadros elétricos, para instalações de automação.
- Realizar montagem de chapas e perfis metálicos, para blindagens e condutas, e montagem de tubos e respetivos acessórios em PA, PVC, cobre, alumínio e ferro galvanizado, para instalações de automação, em conformidade com as especificações da documentação técnica (manuais, normas, …).
- Verificar a qualidade das montagens dos componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos e a respetiva interligação elétrica e mecânica.
- Testar e verificar a funcionalidade dos componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos montados.

**RA6. Planificar a montagem e a programação de sistemas elétricos e eletrónicos para automação, em conformidade com as especificações técnicas.**

**CA 6.1.** Identificar as funções de comando e controlo, em componentes elétricos e eletrónicos, na documentação técnica para instalações de automação.

**CA 6.2.** Interpretar esquemas, configurações e sequências de programação para componentes e sistemas elétricos e eletrónicos de automação.

**CA 6.3.** Descrever as funções básicas em diagramas Ladder de automação, com componentes elétricos e eletrónicos em sistemas automatizados.

**CA 6.4.** Elaborar um plano de montagem e programação de um sistema de automação com componentes elétricos e eletrónicos programáveis, listando a sequência das operações, as ferramentas, os instrumentos e os equipamentos necessários.

**RA7. Programar e simular sistemas de automação com componentes elétricos e eletrónicos, utilizando softwares para programação de autómatos, em conformidade com as especificações técnicas.**

**CA 7.1.** Explicar as regras básicas para programação de autómatos em *softwares* de programação como "*Twido Suite", "Simatic S7-200", "Syswin" e "CX Programmer*", "*Zélio Soft*" ou softwares com estrutura e aplicação semelhantes.

**CA 7.2.** Explicar os comandos básicos para programação de autómatos em *softwares* de programação como "*Twido Suite*", "*Simatic S7-200", "Syswin*" e "*CX Programmer*", *"Zélio* Soft" ou *softwares* com estrutura e aplicação semelhantes.

**CA 7.3.** Numa prática simulada, utilizando computadores com *softwares* para programação de autómatos:

- Programar circuitos de automação com componentes elétricos e eletrónicos;
- Verificar as funções programadas, em conformidade com as especificações técnicas;
- Efetuar as alterações de sequências e o ajuste de intervalos de tempo das funções programadas para componentes elétricos e eletrónicos de sistemas de automação.

**RA8. Realizar a montagem, programação e calibração de componentes elétricos e eletrónicos em sistemas de automação programáveis, em conformidade as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 8.1.** Numa situação prática de preparação de componentes elétricos e eletrónicos:

- Organizar os quadros elétricos, os invólucros, os cabos e os condutores elétricos, bem como os materiais gerais, para o sistema elétrico e eletrónico da automação, de acordo com as especificações do projeto da montagem do sistema de automação.
- Organizar os componentes elétricos para alimentação, proteção, sinalização e comando para montagem no sistema elétrico e eletrónico da automação, conforme as especificações do projeto da montagem do sistema de automação.
- Organizar os componentes eletrónicos programáveis, os componentes eletrónicos não-programáveis e os instrumentos para montagem na automação, em conformidade com as especificações do projeto da montagem do sistema de automação.

**CA 8.2.** Numa situação prática, montar quadros elétricos, invólucros, cabos e condutores elétricos, componentes elétricos, eletrónicos programáveis, componentes eletrónicos não-programáveis e instrumentos, utilizando as ferramentas e os instrumentos aprovados para trabalhos de montagem de instalações elétricas de baixa tensão.

**CA 8.3.** Calibrar os instrumentos de medição e controlo, montados em sistemas de automação, em conformidade com as especificações/recomendações descritas na respetiva documentação técnica.

**RA9. Colocar em funcionamento e testar os componentes elétricos e eletrónicos em sistemas de automação, em conformidade com as especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 9.1.** Numa situação prática, verificar a qualidade da montagem de quadros elétricos, invólucros, cabos, condutores e componentes elétricos, componentes eletrónicos programáveis e não-programáveis e instrumentos, em sistemas de automação, conforme a documentação técnica da respetiva instalação de automação e as normas técnicas aplicáveis.

**CA 9.2.** Colocar em funcionamento o sistema elétrico e eletrónico de automação, em conformidade com as recomendações dos fabricantes dos respetivos componentes.

**CA 9.3.** Testar as funções dos componentes elétricos e eletrónicos programáveis e a função do sistema completo de automação, baseando na documentação técnica da instalação.

## Outras capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST em geral.
- Demonstrar sentido de responsabilidade na aplicação das normas de segurança particulares para instalações sob tensão.
- Demonstrar conhecimento das normas mencionadas nas RTIEBT aplicáveis para montagem de componentes elétricos em sistemas de automação
- Reconhecer a importância de realização das atividades de instalação e manutenção, de forma a reduzir até o mínimo possível o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor sobre a proteção ambiental.
- Demonstrar sentido de responsabilidade perante o manuseio e a utilização de ferramentas, instrumentos, componentes e equipamentos.
- Demonstrar níveis de organização do trabalho de programação e montagem de componentes elétricos e eletrónicos para automação.
- Reconhecer a importância de realização das tarefas de programação e montagem de componentes, elétricos e eletrónicos, para automação, dentro dos prazos estabelecidos.
- Reconhecer as vantagens em manter limpos e arrumados os espaços e os equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

**1. Conceitos gerais de automação**

1.1. Tipos de sinais

1.2. Modos de funcionamento

1.3. Estrutura de automatismo

1.4. Sistemas de numeração
1.5. Conceitos de lógica binária
1.6. Redes locais
1.7. Sistemas distribuídos

**2. Planificação e documentação técnica para programação e montagem de componentes e sistemas elétricos e eletrónicos para automação**

2.1. Documentação técnica de fabricantes de componentes programáveis para automação
2.2. Desenhos de instalação de componentes elétricos e eletrónicos em sistemas de automação
2.3. Elaboração de planos de montagem de sistemas automáticos com componentes elétricos e eletrónicos

**3. Componentes, elétricos e eletrónicos, e materiais gerais para instalação em sistemas de automação**

3.1. Seleção e dimensionamento de quadros elétricos e invólucros para componentes elétricos e eletrónicos programáveis
3.2. Seleção e dimensionamento de cabos e condutores elétricos para componentes elétricos e eletrónicos programáveis
3.3. Seleção e dimensionamento de componentes elétricos para alimentação, proteção, sinalização e comando elétrico
3.4. Identificação e seleção de componentes eletrónicos programáveis (PLCs e micro controladores)

**4. Arranque de motores trifásicos**

4.1. Circuito de potência e circuito de comando
4.2. Arranque direto de motor trifásico
4.3. Arranque direto com inversão de sentido de marcha de motor trifásico
4.4. Arranque sequencial de motores com uso de temporizadores
4.5. Arranque estrela-triangulo de motor trifásico
4.6. Arranque de motores monofásicos
4.7. Arranque direto de motor monofásico
4.8. Arranque direto de motor monofásico com inversão de sentido de marcha

**5. Elementos constituintes de PLCs**

5.1. Estrutura de um autómato programável
5.2. Funções, tipos e capacidades de CPUs (Central Processing Unit)
5.3. Memória e tipos de memória
5.4. Entradas e saídas digitais
5.5. Entradas e saídas analógicas
5.6. Fontes de alimentação para PLCs

**6. Programação de PLCs**

6.1. Modos de programação
6.2. Estrutura de diagramas *Ladder*
6.3. Instruções em *Ladder*
6.4. Linguagem por lista de instruções
6.5. Linguagem *Grafcet*

**7. Software para programação de PLCs**

7.1. Plataforma “MS Windows”
7.2. “CX *Programmer”*
*7.3.* “*Twido Suite”*
*7.4. “Simatic S7-200”*
*7.5. “Syswin”*
*7.6. Zelio Soft*
7.7. Outros softwares para programação de automação

**8. Aplicação de automação**

**9. Programação e calibração de componentes elétricos e eletrónicos montados em sistemas de automação**

9.1. Programação de PLCs e microcontroladores montados em sistemas de automação utilizando consolas de programação

9.2. Calibração de instrumentos elétricos e eletrónicos de medição e controlo montados em sistemas de automação

## UF445: Máquinas Elétricas
Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Identificar os diferentes tipos e características de máquinas elétricas.**

- **CA 1.1.** Identificar os diferentes tipos de máquinas elétricas e explicar as suas principais características.
- **CA 1.2.** Explicar o princípio de funcionamento dos diferentes tipos de máquinas elétricas.
- **CA 1.3.** Explicar as características elétricas e mecânicas através da informação normativa descrita na placa de características.
- **CA 1.4.** Explicar as ligações dos cabos, na placa de bornes de ligação.
- **CA 1.5.** Selecionar máquinas elétricas, em conformidade com as especificações de um projeto de instalação, utilizando documentação técnica de fabricantes.

**RA2. Identificar e dimensionar arrancadores e proteções para máquinas elétricas.**

- **CA 2.1.** Identificar os diferentes tipos de arrancadores.
- **CA 2.2.** Explicar o princípio de funcionamento dos diferentes tipos de arrancadores.
- **CA 2.3.** Dimensionar arrancadores, proteções e cabos para motores elétricos, em conformidade com as especificações da documentação técnica e as RTIEBT, utilizando tabelas normativas.
- **CA 2.4.** Dimensionar geradores elétricos e seus respetivos acessórios, em função de um projeto específico, respeitando as RTIEBT.
- **CA 2.5.** Dimensionar transformadores elétricos e seus respetivos acessórios, em função de um projeto específico, respeitando as RTIEBT.

### Outras capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST em geral.
- Demonstrar sentido de responsabilidade na aplicação das normas de segurança particulares para instalações sob tensão elétrica.

### Conteúdos

**1. Máquinas elétricas de Corrente Contínua**

1.1. Constituição
1.2. Características Principais
1.3. Princípio de funcionamento
1.4. Classificação
1.5. Arrancadores e proteções
1.6. Aplicações

**2. Máquinas elétricas estáticas de Corrente Alternada**

2.1. Constituição
2.2. Características Principais
2.3. Princípio de funcionamento
2.4. Classificação
2.5. Aplicações

**3. Máquinas elétricas rotativas de Corrente Alternada**

3.1. Constituição
3.2. Características Principais
3.3. Princípio de funcionamento
3.4. Classificação
3.5. Arrancadores e proteções
3.6. Aplicações

**UF446: Metrologia**
Duração: 30 horas

**Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)**

**RA1. Identificar e caracterizar grandezas aplicáveis aos sistemas mecatrónicos.**

**CA 1.1.** Identificar as áreas de aplicação da metrologia.

**CA 1.2.** Identificar os diferentes sistemas de unidades utilizados em metrologia.

**CA 1.3.** Identificar as grandezas e as respetivas unidades de medidas.

**CA 1.4.** Explicar as características dos equipamentos que interferem na qualidade das medições.

**CA 1.5.** Diferenciar os diferentes tipos de erros ocorridos durante as medições.

**RA2. Descrever os instrumentos de medição e verificação, aplicáveis aos sistemas mecatrónicos.**

**CA 2.1.** Identificar os instrumentos de medição e verificação, relacionando-os com as suas aplicações, a sua amplitude de medição e a precisão necessária.

**CA 2.2.** Selecionar os instrumentos de medição e verificação, de acordo com as especificações técnicas exigidas no plano de execução.

**RA3. Aplicar técnicas de medição e verificação das peças, garantindo a fiabilidade da recolha de dados e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

**CA 3.1.** Descrever as condições ambientais e de limpeza do espaço, dos instrumentos e das peças.

**CA 3.2.** Associar os instrumentos de verificação com os parâmetros a verificar.

**CA 3.3.** Explicar os erros que ocorrem na medição, devido ao instrumento ou processo, e como corrigi-los.

**CA 3.4.** Descrever os procedimentos de verificação, de acordo com os instrumentos.

**CA 3.5.** Descrever os procedimentos de utilização e manutenção dos instrumentos de verificação.

**CA 3.6.** Explicar os métodos de calibração, sua frequência e adequação do equipamento de ensaio.

**CA 3.7.** Verificar a calibragem dos equipamentos de verificação, mediante padrões, para garantir o seu correto funcionamento e a precisão das medições.

**CA 3.8.** Medir e verificar as peças, utilizando os instrumentos de controlo, adequadamente, evitando os erros derivados da utilização dos mesmos.

**CA 3.9.** Numa prática simulada de medição e verificação de uma peça fabricada ou trabalhada:

- Verificar as condições ambientais e de limpeza;
- Manipular a peça, garantindo que não haja danos;
- Selecionar os instrumentos de medição e verificação, em função das características a verificar e da peça;
- Verificar que a calibração dos instrumentos de medição e verificação está atualizada;
- Medir ou verificar a peça, de acordo com os protocolos estabelecidos;
- Manipular os instrumentos de verificação, garantindo sua perfeita condição de conservação;
- Registar as medidas realizadas no suporte especificado;
- Estabelecer as ações corretivas para resolver os desvios detetados;
- Manipular a peça e os instrumentos de medição e verificação, cumprindo as normas de prevenção dos riscos profissionais e ambientais.

## Outras capacidades

– Demonstrar sentido de responsabilidade perante o manuseio e a utilização de aparelhos de medidas.

## Conteúdos

1. **Conceito de medição.**
2. **Sistemas de Unidades.**
3. **Medições lineares e angulares.**
4. **Medições especiais:**
   4.1. Roscas.
   4.2. Engrenagens.
5. **Procedimentos de medição e verificação.**
6. **Técnicas de medição:**
   6.1. Dimensional.
   6.2. Trigonométrica.
7. **Erros de medição e de verificação.**
8. **Classificação dos erros:**
   8.1. Erros relativo aos instrumentos de medição: calibração, estado de conservação e utilização inadequada.
   8.2. Erros relativos ao verificador: leitura falsa por erro de paralelismo e de paralaxe ou pressão de contato incorreta.
   8.3. Erros relativo a peça: forma geométrica e acabamento
   8.4. Influencia das condições ambientais: temperatura e humidade.
   8.5. Frequência das calibrações.
9. **Instrumentos de medição e verificação do produto fabricado ou trabalhado.**
10. **Instrumentos de medição direta:**
    10.1. Paquímetro: Tipos, funcionamento e manuseamento.
    10.2. Micrómetro de exteriores ou interiores: Tipos, funcionamento e manuseamento.
    10.3. Suta ou goniómetro: tipos e funcionamento.
    10.4. Relógio Comparador: tipos e funcionamento.
    10.5. Normas de manutenção e conservação.
11. **Instrumentos de verificação:**
    11.1. Verificação de planicidade, paralelismo e magnitudes lineares.
    11.2. Verificadores de rosca, de ângulos e de folga.
    11.3. Bitolas.

## UF447: Pneumática e Eletropneumática
Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Planificar a montagem de equipamentos e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos para automação, em conformidade com as especificações e as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 1.1.** Identificar os símbolos de componentes e as suas funções em diagramas para sistemas pneumáticos e eletropneumáticos.

**CA 1.2.** Identificar os componentes de sistemas pneumáticos e electropneumáticos para automação, as suas posições e interligações, em desenhos de instalação dos respectivos sistemas.

**CA 1.3.** Explicar o funcionamento dos componentes principais de um sistema pneumático e eletropneumático para automação.

**CA 1.4.** Explicar as normas particulares de SHST para montagem, operação e manutenção de sistemas sob pressão de ar.

**CA 1.5.** Numa situação prática, elaborar um plano de montagem de um sistema pneumático e eletropneumático para automação, listando a sequência das operações, das ferramentas e dos equipamentos necessários para a realização da montagem.

**RA2. Dimensionar compressores para sistemas pneumáticos e eletropneumáticos para automação, em conformidade com as especificações e as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 2.1.** Explicar pressões nominais em sistemas pneumáticos para automação.

**CA 2.2.** Determinar o consumo de ar em instalações pneumáticas e eletropneumáticas para automação, utilizando a documentação técnica e as tabelas de consumo de ar.

**CA 2.3.** Determinar a capacidade de compressores de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos para automação, utilizando a documentação técnica e as tabelas de capacidades.

**RA3. Efetuar a montagem de equipamentos e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, em conformidade com as especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 3.1.** Numa situação prática de montagem de equipamentos e sistemas pneumáticos e electropneumáticos:

- Organizar ferramentas, componentes, equipamentos e materiais para a realização da montagem de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos para automação.
- Efetuar a montagem e a configuração de atuadores pneumáticos, eletropneumáticos e dos respectivos componentes de comando e controlo, em sistemas de automação.
- Efetuar a montagem e ligação de compressores, componentes de comando e controlo, tubagem e respectivos acessórios, de acordo com o plano de montagem, as especificações e as normas técnicas, e as instruções técnicas dos fabricantes dos respectivos equipamentos e componentes.
- Administrar e aplicar os materiais e os acessórios para montagem, em sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, de forma a minimizar os impactos sobre o ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA4. Colocar em funcionamento e testar equipamentos e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, em conformidade com as especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 4.1.** Numa situação prática de colocação em funcionamento e teste de sistemas pneumáticos e electropneumáticos:

- Verificar a qualidade da montagem dos compressores, dos componentes de actuação, de comando e controlo e das respectivas interligações do sistema pneumático e eletropneumático para automação, conforme a documentação técnica da instalação

pneumática para automação e a documentação do fabricante dos equipamentos e componentes.

- Lubrificar o compressor e os componentes pneumáticos e eletropneumáticos para automação, em conformidade com as especificações técnicas dos fabricantes.
- Colocar em funcionamento e testar componentes e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, em conformidade com as recomendações dos fabricantes e outras normas técnicas aplicáveis.

## Outras capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST em geral.
- Demonstrar sentido de responsabilidade na aplicação das normas de segurança para instalações sob pressão de ar.
- Reconhecer a importância de realização das actividades de montagem e manutenção de equipamentos e componentes pneumáticos e eletropneumáticos para automação, de forma a reduzir, até o mínimo possível, o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas de proteção ambiental, em vigor.
- Demonstrar níveis adequados de organização durante a montagem e a manutenção de equipamentos e componentes.
- Reconhecer a importância de realização das tarefas de montagem e manutenção, de equipamentos e componentes, dentro dos prazos estabelecidos.
- Reconhecer as vantagens em manter limpos e arrumados os espaços e os equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

1. **Compressores e componentes, pneumáticos e eletropneumáticos, para automação.**
   - 1.1. Propriedades de ar.
   - 1.2. Processo de compressão de ar.
   - 1.3. Normas particulares de SHST para montagem e manutenção de componentes e sistemas sob pressão de ar.
   - 1.4. Constituição e componentes principais de compressores pneumáticos.
   - 1.5. Componentes de atuação.
   - 1.6. Componentes de comando.
   - 1.7. Componentes de controlo e afinação.
   - 1.8. Filtros de ar.
   - 1.9. Secadores de ar.
   - 1.10. Pressões nominais.
   - 1.11. Consumo de ar.
   - 1.12. Capacidade de compressores.
2. **Planificação da montagem de equipamentos e sistemas de automação pneumáticos e eletropneumáticos.**
   - 2.1. Símbolos e diagramas para sistemas de automação, pneumáticos e eletropneumáticos.
   - 2.2. Desenhos de sistemas de automação pneumáticos e eletropneumáticos.
   - 2.3. Documentação técnica de fabricantes de equipamentos e acessórios, para sistemas de automação pneumáticos e eletropneumáticos.
   - 2.4. Planos de montagem de sistemas de automação pneumáticos e eletropneumáticos.
3. **Aplicativos para simulação de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos.**
4. **Ferramentas, materiais e consumíveis para montagem de equipamentos e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos de automação.**
   - 4.1. Ferramentas e instrumentos para montagem.
   - 4.2. Materiais e consumíveis para montagem.
   - 4.3. Equipamentos e componentes para montagem.
   - 4.4. Lubrificantes para sistemas pneumáticos e eletropneumáticos de automação.

5. **Montagem de equipamentos e componentes pneumáticos e eletropneumáticos, para sistemas de automação.**
    - 5.1. Montagem de compressores.
    - 5.2. Montagem e configuração de componentes de atuação.
    - 5.3. Montagem e configuração de componentes de comando e controlo.
    - 5.4. Montagem de filtros e secadores.
    - 5.5. Montagem de tubagem.
    - 5.6. Cablagem dos componentes.
6. **Verificação da qualidade e colocação em funcionamento de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos de automação.**
    - 6.1. Verificação da qualidade das montagens de equipamento, componentes, acessórios e tubagem.
    - 6.2. Verificação da qualidade das ligações elétricas.
    - 6.3. Lubrificação de equipamentos e componentes.
    - 6.4. Colocação em funcionamento.
    - 6.5. Teste de funcionamento.

## UF448: Hidráulica e Eletro-hidráulica
Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Planificar a montagem de equipamentos e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos para automação, em conformidade com as especificações e as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 1.1.** Identificar os símbolos de componentes e as suas funções, em diagramas para sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos.

**CA 1.2.** Identificar os componentes de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, para automação, bem como as suas posições e interligações, em desenhos de instalação dos mesmos.

**CA 1.3.** Explicar o funcionamento dos componentes principais de um sistema hidráulico e eletro-hidráulico, para automação.

**CA 1.4.** Explicar as normas particulares de SHST aplicáveis na montagem, operação e manutenção de sistemas sob pressão de óleo.

**CA 1.5.** Numa situação prática, elaborar um plano de montagem de um sistema hidráulico e eletro-hidráulico, para automação, listando a sequência das operações, as ferramentas e o equipamento necessários para a realização da montagem, em conformidade com a documentação técnica aplicável.

**RA2. Dimensionar bombas para sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, para automação, em conformidade com as especificações e as normas técnicas aplicáveis.**

**CA 2.1.** Explicar pressões nominais em sistemas hidráulicos e electro-hidráulicos para automação.

**CA 2.2.** Determinar a capacidade de bombas hidráulicas de sistemas hidráulicos e electro-hidráulicos para automação, utilizando documentação técnica e tabelas de capacidades.

**RA3. Efetuar a montagem de equipamento e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, em conformidade com as especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 3.1.** Numa situação prática de montagem de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos:

- Organizar ferramentas, componentes, equipamentos e materiais para a realização da montagem de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, para automação.
- Efetuar a montagem e configuração de atuadores hidráulicos, eletro-hidráulicos e respetivos componentes de comando e controlo, em sistemas de automação.
- Efetuar a montagem e ligação de bombas hidráulicas, componentes de comando e controlo, tubagem e respetivos acessórios de um sistema hidráulico e eletro-hidráulico, para automação, de acordo com o plano de montagem.
- Administrar e aplicar os materiais e os acessórios para montagem em sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, de forma a minimizar os impactos sobre o ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA4. Colocar em funcionamento e testar equipamentos e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, em conformidade com as especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 4.1.** Numa situação prática de colocação em funcionamento e teste de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos:

- Verificar a qualidade da montagem das bombas hidráulicas, dos componentes de atuação, de comando e controlo e das respetivas interligações do sistema hidráulicos e eletro-hidráulicos para automação, conforme a documentação técnica da instalação e a documentação do fabricante dos equipamentos e componentes
- Encher o sistema hidráulico para automação com óleo hidráulico, de acordo com as especificações técnicas dos fabricantes das bombas e dos componentes hidráulicos.

- Colocar em funcionamento e testar os componentes e os sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, tendo em conta as recomendações dos fabricantes e outras normas técnicas aplicáveis.

## Outras capacidades

– Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST em geral.

– Demonstrar sentido de responsabilidade na aplicação das normas de segurança para instalações sob pressão de óleo hidráulico.

– Reconhecer a importância de realização das atividades de montagem e manutenção de equipamentos e componentes hidráulicos e eletrohidráulicos, para automação, de forma a reduzir até o mínimo possível o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor sobre proteção ambiental

– Demonstrar níveis de organização durante a montagem e a manutenção de equipamentos e componentes.

– Reconhecer a importância da realização das tarefas de montagem e manutenção, de equipamentos e componentes, dentro dos prazos estabelecidos.

– Reconhecer as vantagens em manter limpos e arrumados os espaços e os equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

1. **Bombas e componentes hidráulicos para automação.**
   1.1. Propriedades de óleo hidráulico.
   1.2. Pressurização de óleo hidráulico.
   1.3. Normas de SHST para montagem e manutenção de componentes e sistemas sob pressão de óleo.
   1.4. Constituição e componentes principais de bombas de óleo hidráulico.
   1.5. Componentes de atuação.
   1.6. Componentes de comando.
   1.7. Componentes de controlo e afinação.
   1.8. Filtros de óleo.
   1.9. Pressões nominais
   1.10. Capacidade das bombas hidráulicas.
2. **Planificação da montagem de equipamentos e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.**
   2.1. Símbolos e diagramas.
   2.2. Desenhos de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.
   2.3. Documentação técnica de fabricantes de equipamentos e acessórios.
   2.4. Elaboração de planos de montagem de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.
3. **Aplicativos para simulação de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos**
4. **Ferramentas, materiais e consumíveis para montagem de equipamentos e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.**
   4.1. Ferramentas e instrumentos
   4.2. Materiais e consumíveis
   4.3. Equipamentos e componentes
   4.4. Óleos para sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.
5. **Montagem de equipamentos e componentes hidráulicos e eletro-hidráulicos para sistemas de automação**
   5.1. Montagem de bombas.
   5.2. Montagem e configuração de componentes de atuação.
   5.3. Montagem e configuração de componentes de comando e controlo.
   5.4. Montagem de filtros.
   5.5. Montagem de tubagem.
   5.6. Cablagem dos componentes dos sistemas eletro-hidráulicos de automação.

**6. Verificação de qualidade e colocação em funcionamento de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.**

6.1. Verificação da qualidade das montagens de equipamento, componentes, acessórios e tubagem
6.2. Verificação da qualidade das ligações elétricas
6.3. Processo de enchimento de sistemas hidráulicos de automação
6.4. Colocação em funcionamento.
6.5. Teste de funcionamento.

**UF450: Serralharia e Maquinação**
Duração: 100 horas

**Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)**

**RA1. Planificar sequências de atividades para operações mecânicas de bancada, em conformidade com as instruções e normas técnicas.**

**CA 1.1.** Elaborar planos simples de operações mecânicas de bancada, com as sequências das atividades listadas em ordem cronológico, respeitando as normas de SHST e proteção ambiental.

**CA 1.2.** Identificar e selecionar chapas, barras, perfis e varões metálicos em função das tarefas a executar e as características técnicas dos materiais.

**CA 1.3.** Identificar padrões, sistemas e dimensões de roscas, em documentação técnica, utilizando normas e tabelas de rosca do sistema métrica, do sistema UNC/UNF (unified coarse / unified fine), e do sistema BSPT (British standard pipe thread.)

**CA 1.4.** Selecionar e organizar materiais para montagem mecânica, em conformidade com especificações e normas técnicas.

**CA 1.5.** Identificar e selecionar lubrificantes para ferramentas e para os equipamentos da oficina de operações mecânicas de bancada em conformidade com documentação técnica, as recomendações dos fabricantes dos lubrificantes e dos equipamentos e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**RA2. Realizar operações de bancada, de brocagem e de esmerilagem, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 2.1.** Numa situação pratica de realização de operações de bancada:

- Selecionar e organizar ferramentas manuais em função das tarefas a desenvolver;
- Realizar operações de traçagem e marcação de peças e componentes metálicos, em conformidade com instruções e especificações técnicas, utilizando instrumentos adequados;
- Realizar operações de bancada em peças e componentes metálicos, utilizando torno de bancada, e ferramentas adequadas;
- Efetuar abertura de rosca métrica e de rosca UNC/UNF, internas e externas em chapas, perfis, varões e componentes metálicos, em conformidade com instruções técnicas;
- Realizar a montagem e a desmontagem de componentes mecânicos de pequeno porte com parafusos, porcas, anilhas, cavilhas, freios e anéis elásticos, utilizando ferramentas adequadas;
- Realizar brocagem, esmerilagem e afiação de peças e componentes metálicos, em conformidade com instruções e especificações técnicas.

**RA3. Realizar medições mecânicas com instrumentos de precisão, em conformidade com instruções, especificações e normas técnicas.**

**CA 3.1.** Selecionar instrumentos de precisão para medição de componentes mecânicos.

**CA 3.2.** Calibrar instrumentos de precisão para medição de componentes mecânicos.

**CA 3.3.** Medir folgas e tolerâncias em componentes mecânicos, utilizando equipamentos apropriados.

**CA 3.4.** Medir componentes mecânicos, utilizando equipamentos apropriados.

**CA 3.5.** Registar e avaliar resultados de medições mecânicos de precisão, com o objetivo de avaliar qualidades e desgastes em componentes mecânicos.

**CA 3.6.** Realizar manutenção preventiva e arrumação de instrumentos de precisão para medição mecânica, em conformidade com instruções técnicas dos respetivos fabricantes.

**RA4. Realizar a arrumação e a manutenção preventiva da oficina e dos equipamentos da oficina de operações mecânicas de bancada, em conformidade com instruções técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 4.1.** Identificar os tipos de Materiais de limpeza e manutenção

**CA 4.2.** Identificar as normas de arrumação das ferramentas e equipamentos

**CA 4.3.** Selecionar e aplicar solventes e produtos de limpeza para componentes mecânicos em conformidade com as instruções dos respetivos fabricantes.

**CA 4.4.** Realizar a limpeza e a manutenção preventiva de ferramentas manuais.

**CA 4.5.** Realizar a limpeza e a manutenção preventiva do equipamento da oficina de operações mecânicas de bancada, em conformidade com instruções técnicas, as recomendações dos respetivos fabricantes.

**CA 4.6.** Organizar e arrumar os equipamentos e ferramentas nas oficinas de acordo com as regras internas

## Outras Capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST.
- Reconhecer a importância de realização das atividades de operações mecânicas de bancada, de forma a reduzir até o mínimo possível o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor sobre proteção ambiental.
- Demonstrar sentido de responsabilidade no manuseio e na utilização de instrumentos de precisão para medição mecânica.
- Demonstrar sentido de responsabilidade no manuseio e na utilização de ferramentas, equipamentos, componentes e materiais.
- Demonstrar níveis adequados de organização do trabalho de operações mecânicas de bancada.
- Reconhecer a importância de realização das tarefas de operações mecânicas de bancada dentro dos prazos estabelecidos.
- Reconhecer as vantagens em manter arrumado e limpos espaços e equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

**1 Planificação de operações mecânicas de bancada**.
1.1. Interpretação de documentação técnica para operações mecânicas de bancada.
1.2. Organização de operações mecânicas de bancada.
1.3. Elaboração de planos de operações mecânicas de bancada.

**2 Materiais para operações mecânicas de bancada**
2.1. Ferro e aço para operações mecânicas de bancada.
2.2. Sistemas de roscas para mecânica.
2.3. Componentes de fixação e de montagem mecânica de pequeno porte.
2.4. Binários de aperto.
2.5. Lubrificantes para manutenção e conservação de ferramentas e para equipamentos da oficina de operações mecânicas de bancada.

**3 Ferramentas e equipamentos para operações mecânicas de bancada e para montagem mecânica.**
3.1. Ferramentas gerais.
3.2. Equipamentos.
3.3. Brocas e máquinas de furar.
3.4. Esmerilador elétrico.

**4 Operações mecânicas de bancada**.
4.1. Operações de medição, traçagem e marcação de materiais e componentes.
4.2. Operações de corte, de limagem, de martelagem e de rebitagem na bancada.
4.3. Operações de brocagem.
4.4. Operações de esmerilagem.
4.5. Operações de abertura de rosca na bancada.
4.6. Operações de montagem e desmontagem de componentes de pequeno porte na bancada.

**5 Medição mecânica com instrumentos de precisão.**

5.1. Cálculos com décimos e centésimos de milímetros.
5.2. Preparação de componentes para medição de precisão.
5.3. Preparação, manuseio e calibragem de instrumentos de precisão para medição mecânica.
5.4. Medição de precisão com paquímetros.
5.5. Medição de precisão com lâminas de apalpa folgas e varetas de verificação de folgas.
5.6. Medição de precisão com micrómetros.
5.7. Medição de precisão com relógios comparadores.
5.8. Medição de precisão como verificador de qualidade.
5.9. Registo e avaliação de resultados de medições de precisão.
5.10. Manutenção preventiva e arrumação de instrumentos de precisão para medição mecânica.

**6 Manutenção preventiva e limpeza de oficinas e equipamentos para montagem mecânica.**

6.1 Arrumação, limpeza e manutenção preventiva de ferramentas e instalações da oficina de operações mecânicas de bancada.
6.2 Solventes e produtos de limpeza para ferramentas e instalações da oficina de operações mecânicas de bancada.

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF451: Soldadura por Elétrodos Revestidos
Duração: 50 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Elaborar um plano de trabalho para realização de soldadura elétrica com elétrodos revestidos, em conformidade com documentação técnica.**

**CA 1.1.** Identificar simbologia em desenhos para soldadura elétrica.

**CA 1.2.** Identificar os componentes e as suas posições em desenhos para soldadura elétrica.

**CA 1.3.** Elaborar planos simples de soldadura elétrica com elétrodos revestidos na posição plana, c listando as sequências das atividades, respeitando as normas de SHST.

**RA2. Preparar ferramentas e materiais para realização de soldadura elétrica com elétrodos revestidos, em conformidade com as especificações e as normas técnicas, de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 2.1.** Identificar os diferentes tipos de ferramentas e materiais para soldadura.

**CA 2.2.** Selecionar as peças para soldadura elétrica com elétrodos revestidos, em conformidade com especificações técnicas em instruções e desenhos.

**CA 2.3.** Preparar a rebarbadora elétrica, em conformidade com o tipo de trabalho a realizar.

**CA 2.4.** Preparar as peças para soldadura elétrica com elétrodo revestido.

**CA 2.5.** Fixar peças para soldadura elétrica com elétrodos revestidos, com pingos de soldadura e com alicates de fixação em posições e respeitando as medidas.

**RA3. Preparar a máquina de soldadura elétrica e selecionar elétrodos de soldadura, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e proteção ambiental.**

**CA 3.1.** Identificar as máquinas de soldadura e a sua aplicação.

**CA 3.2.** Explicar a conservação de elétrodos de soldadura, em conformidade com as recomendações dos fabricantes e as normas técnicas.

**CA 3.3.** Numa situação prática de preparação da máquina de soldadura:

- Aplicar os equipamentos de proteção individual e coletiva para soldadura;
- Preparar e ligar equipamento para extração de fumos de soldadura;
- Selecionar os elétrodos revestidos para soldadura de acordo com o tipo de material a soldar;
- Preparar e ligar a máquina de soldadura elétrica para soldadura com elétrodos revestidos, em conformidade com as recomendações do fabricante da máquina.

**RA4. Realizar soldadura elétrica com elétrodos revestidos, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 4.1.** Explicar os métodos e os processos de soldadura.

**CA 4.2.** Numa situação prática de Soldadura:

- Regular a amperagem da soldadura elétrica, em conformidade com a dimensão do elétrodo aplicado, a espessura do material a ser soldado e as especificações técnicas da soldadura a ser realizada;
- Realizar a soldadura elétrica de chapas e tubos, em união soldada a topo, sobreposta e em T na posição plana (posições 1F, 2F e 1G);
- Realizar a soldadura elétrica de cantoneira, em união soldada a topo e em T na posição plana (posições 1F e 1G);

- Administrar e aplicar os materiais para realização de soldadura elétrica de forma a reduzir o impacto sobre o meio ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA5. Verificar a qualidade de cordões de soldadura elétrica e retificar as falhas, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 5.1.** Numa situação prática de verificação e retificação de soldadura:

- Verificar os cordões de soldadura elétrica e identificar os defeitos em conformidade com as especificações e as normas de qualidade para a soldadura elétrica;
- Verificar as dimensões dos cordões de soldadura elétrica com instrumentos de medição, em relação às especificações e as normas de qualidade para a soldadura;
- Retificar as falhas em cordões de soldadura, em conformidade com as especificações e as normas de qualidade para a soldadura elétrica;
- Realizar teste mecânico simples de amostras de peças soldadas com o objetivo de determinar a qualidade da soldadura.

## Outras Capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST.
- Demonstrar sentido de responsabilidade e conhecimento dos perigos para a saúde e a segurança de pessoas relacionado com a corrente elétrica da soldadura e os fumos produzidos durante a realização da soldadura.
- Demonstrar sentido de responsabilidade e conhecimento dos perigos relacionados com a operação e aplicação de rebarbadoras elétricas.
- Reconhecer a importância de realização das atividades de soldadura elétrica com elétrodos revestidos, de forma a reduzir até o mínimo possível o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor sobre proteção ambiental.
- Demonstrar sentido de responsabilidade no manuseio e utilização de ferramentas, equipamentos, componentes e materiais.
- Demonstrar níveis adequados de organização do trabalho de preparação, realização e retificação de soldadura elétrica.
- Reconhecer a importância de realização das tarefas de soldadura dentro dos prazos estabelecidos.
- Reconhecer as vantagens em manter arrumado e limpos os espaços e os equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

1. **Processo de soldadura elétrica com elétrodos revestidos.**
   - 1.1 Processos de junção de materiais.
   - 1.2 Máquinas e acessórios.
   - 1.3 Elétrodos para soldadura.
   - 1.4 Posições de soldadura elétrica.
   - 1.5 Equipamentos de proteção individual e coletiva
2. **Documentação técnica para soldadura elétrica e planificação do trabalho.**
   - 2.1 Identificação de componentes e posições em desenhos para soldadura elétrica.
   - 2.2 Interpretação de instruções técnicas de soldadura elétrica.
   - 2.3 Interpretação de normas de soldadura elétrica.
   - 2.4 Elaboração de plano de execução de operações de soldadura elétrica.
3. **Preparação de soldadura elétrica**
   - 3.1 Preparação e ligação da máquina de soldadura elétrica e respetivos acessórios.
   - 3.2 Seleção e conservação de elétrodos revestidos.
   - 3.3 Aplicação de ferramentas manuais na preparação de soldadura elétrica.
   - 3.4 Aplicação de rebarbadoras elétricas com respetivos discos na preparação de soldadura elétrica.
   - 3.5 Posicionamento e fixação de peças para soldadura elétrica.

4. **Soldadura elétrica com elétrodos revestidos.**
   - 4.1 Afinação da amperagem da soldadura.
   - 4.2 Soldadura de chapas e tubos.
   - 4.3 Soldadura de cantoneira.
   - 4.4 Retificação de cordões de soldadura elétrica.

5. **Verificação de qualidade de soldadura elétrica**
   - 5.1 Verificação visual da qualidade de cordões.
   - 5.2 Verificação da qualidade de cordões com instrumentos de medição.
   - 5.3 Verificação da qualidade de cordões, aplicando teste mecânico de amostras.

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF452: Órgãos de Elementos de Máquina
Duração: 30 horas

## Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Calcular grandezas de cinemática aplicáveis ao funcionamento de máquinas.**

**CA 1.1.** Explicar os conceitos de:

- Velocidade linear;
- Velocidade angular;
- Frequência;
- Velocidade Periférica;
- Relação de transmissão;
- Torque.

**CA 1.2.** Calcular grandezas envolvidas na transmissão de movimento.

**RA2. Descrever os principais órgãos e elementos de máquinas.**

**CA 2.1.** Identificar elementos de fixação e de apoio.

**CA 2.2.** Identificar os elementos de vedação.

**CA 2.3.** Identificar elementos de transmissão.

**RA3. Dimensionar elementos de transmissão mecânica.**

**CA 3.1.** Dimensionar elementos de transmissões mecânicas.

**CA 3.2.** Selecionar os elementos de transmissões mecânicas, através de consulta de catálogos e outra documentação técnica.

## Conteúdos

**1. Introdução aos elementos de máquinas**
- 1.1. Histórico e importância.
- 1.2. Tipos de Elementos de máquina.

**2. Cinemática**
- 2.1. Cinemática.
- 2.2. Velocidade Angular.
- 2.3. Frequência.
- 2.4. Rotação.
- 2.5. Velocidade Periférica.
- 2.6. Relação de Transmissão.
- 2.7. Torque
- 2.8. Análise de esforços
- 2.9. Critério de Von Mises

**3. Elementos de fixação e vedação**
- 3.1. Rebites.
- 3.2. Pinos, Contrapinos e Cavilhas.
- 3.3. Chavetas.
  - 3.3.1. Cálculos relacionados com as chavetas.
- 3.4. Parafusos, porcas e arruelas
- 3.5. Roscas.
  - 3.5.1. Cálculos relacionados com roscas.
- 3.6. Anéis Elásticos.
- 3.7. Juntas de vedação.
- 3.8. Retentores
- 3.9. Silicone de Vedação

**4. Elementos de apoio e elásticos**

4.1. Buchas.
4.2. Guias.
4.3. Mancal de deslizamento.
4.4. Mancal de Rolamento.
4.5. Tipos de Rolamentos.
4.6. Fatores de Segurança.
4.7. Molas

**5. Elementos de transmissão**

5.1. Polias, correias e correntes;
5.1.1. Cálculos de diâmetros de polias, quantidade de correias e RPM.
5.2. Engrenagens.
5.2.1. Cálculos de tipos de engrenagens.
5.3. Cabos de Aço.
5.3.1. Cálculos de dimensionamento de cabos de Aço.
5.4. Fatores de Segurança.

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF453: Canalização Mecânica
Duração: 50 horas

## Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Elaborar um plano de trabalho para montagem de canalização para instalações mecânicas, em conformidade com documentação técnica e as normas de SHST e proteção ambiental.**

**CA 1.1.** Identificar simbologia de tubos, válvulas e outros componentes de canalização para instalações mecânicas, em documentação técnica.

**CA 1.2.** Identificar os diferentes tipos de materiais, equipamentos e ferramentas, utilizados para canalização em instalações mecânicas.

**CA 1.3.** Explicar a funcionalidade e finalidade de um circuito ou um ramal de canalização em instalações mecânicas, utilizando a documentação técnica.

**CA 1.4.** Elaborar planos simples de montagem de canalização para instalações mecânicas, listando a sequências das atividades.

**RA2. Realizar a montagem de canalização para instalações mecânicas, em conformidade com especificações e normas técnicas, as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 2.1.** Explicar a sequência das atividades de montagem de canalização.

**CA 2.2.** Numa situação prática de montagem de Canalização mecânica:

- Selecionar e aplicar os equipamentos de proteção individual;
- Selecionar e organizar as ferramentas, os equipamentos e os materiais para montagem de canalização, para instalações mecânicas, em conformidade com especificações e normas técnicas;
- Realizar o corte e a limagem de tubos diversos para canalização em instalações mecânicas, utilizando ferramentas adequadas;
- Efetuar a dobragem de tubos diversos, utilizando ferramentas adequadas;
- Efetuar a abertura de roscas com tarraxas manuais, em tubos diversos;
- Efetuar rebordos cónicos com abocardador manual em tubos de cobre.
- Montar tubos diversos para canalização em instalações mecânicas;
- Administrar e aplicar os materiais para realização de montagem de canalização em instalações mecânicas de forma a reduzir o impacto sobre o meio ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA3. Verificar, testar e reparar as canalizações em instalações mecânicas, em conformidade com especificações e normas técnicas, respeitando as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 3.1.** Numa situação prática de verificação, teste e reparação de canalizações mecânicas:

- Verificar a qualidade da instalação, a conformidade das medidas, dimensões, tolerâncias, materiais e componentes, em relação às especificações descritas na documentação técnica;
- Testar a funcionalidade e a pressão máxima normativa em relação às especificações descritas na documentação técnica da canalização em instalações mecânicas;
- Reparar as fugas, aplicando métodos e materiais aprovados para eliminação de fugas.

## Outras Capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST.
- Reconhecer a importância da aplicação das normas técnicas, durante a execução de tarefas de instalação e manutenção de canalização em ou perto de áreas com canalização sobre pressão.

- Reconhecer a importância de realização das atividades de montagem e manutenção de canalização de forma a reduzir até o mínimo possível o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor sobre proteção ambiental.
- Demonstrar o sentido de responsabilidade no manuseio e utilização de ferramentas, equipamentos, componentes e materiais.
- Demonstrar níveis adequados de organização do trabalho de montagem e de manutenção de canalização para instalações mecânicas.
- Reconhecer a importância de realização das tarefas de montagem e de manutenção de canalização para instalações mecânicas dentro dos prazos estabelecidos.
- Reconhecer as vantagens em manter arrumado e limpos os espaços e os equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

**1. Documentação técnica e planificação de trabalho.**

1.1 Interpretação de símbolos em esquemas e desenhos para canalização.
1.2 Interpretação de esquemas e desenhos.
1.3 Pressões normativas para canalizações.
1.4 Normas técnicas para montagem de canalização em instalações mecânicas.
1.5 Elaboração de plano de execução das operações de montagem de canalização.

**2. Materiais para montagem de canalização em instalações mecânicas.**

2.1 Tubulação em ferro galvanizado, em cobre, em PVC, em PA e em PPR.
2.2 Válvulas.
2.3 Acessórios.

**3. Ferramentas e equipamentos para montagem e manutenção de canalização**.

3.1 Ferramentas manuais gerais.
3.2 Engenhos para dobragem de tubos em ferro galvanizado
3.3 Engenhos para abertura de rosca em tubos.
3.4 Ferramentas manuais para dobragem e realização de rebordos em tubos de cobre
3.5 Ferramentas manuais especiais para montagem de tubagem.

**4. Montagem de tubulações para instalações mecânicas.**

4.1 Operações de corte e limagem de tubos de ferro galvanizado.
4.2 Abertura de rosca em tubos.
4.3 Montagem de tubagem.
4.4 Corte, dobragem e rebordos em tubos de cobre.
4.5 Montagem de tubagem em cobre.
4.6 Operações de corte e limagem de tubos.
4.7 Montagem de tubagem.

**5. Teste e manutenção corretiva de tubulações para instalações mecânicas**

5.1 Verificação da qualidade.
5.2 Teste de pressões.
5.3 Manutenção corretiva.

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.

- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

**Requisitos de acesso ao módulo formativo**

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF455: Tribologia
Duração: 25 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Descrever os efeitos das tensões mecânicas de contactos de superfícies, aplicando as leis do atrito e desgaste dos materiais.**

**CA 1.1.** Explicar os fenómenos tribológicos e sua importância económica no setor industrial.

**CA 1.2.** Explicar o conceito do atrito e seus efeitos sobre as superfícies de contactos e sobre os equipamentos.

**CA 1.3.** Explicar as leis de atrito e desgaste.

**CA 1.4.** Identificar os materiais e/ou revestimentos de superfícies, de acordo com a aplicação.

**RA2. Descrever as medidas para minimizar consequências do atrito.**

**CA 2.1.** Identificar as medidas para minimizar o desgaste dos materiais/superfícies.

**CA 2.2.** Identificar os diversos tipos de lubrificações e suas aplicações.

### Conteúdos

**1. Introdução**

1.1. Histórico;
1.2. Fenômenos tribológicos;
1.3. Considerações econômicas;
1.4. Soluções tribológicas.

**2. Atrito**

2.1. Teoria e Leis do atrito
2.2. Atrito em Polímeros
2.3. Atrito em cerâmicas

**3. Desgaste**

3.1. introdução
3.2. Mecanismos de desgaste

**4. Lubrificantes**

4.1. Tipos de lubrificantes;
4.2. Funções dos lubrificantes;
4.3. lubrificação de engrenagens;
4.4. Lubrificação de mancais e rolamentos

### Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF460: Microcontroladores
Duração: 40 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Descrever microprocessadores, memórias e periféricos de entradas e saídas.**

**CA 1.1.** Identificar os diferentes tipos de microcontroladores.

**CA 1.2.** Descrever os elementos constituintes dos microcontroladores.

**CA 1.3.** Descrever o diagrama de bloco dos microcontroladores.

**RA2. Programar e executar circuitos com microcontroladores.**

**CA 2.1.** Explicar as linguagens de programação de microcontroladores.

**CA 2.2.** Programar microcontroladores.

**CA 2.3.** Executar circuitos com microcontroladores.

### Conteúdos

1. Estrutura dos Microprocessadores, memória, periféricos de entrada / saída
2. Diagrama de blocos interno do microprocessador em estudo
3. Simbologia e técnicas de realização de fluxogramas.
4. Conjunto de instruções do microcontrolador em estudo.
5. Aplicações práticas com os microcontroladores

### Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo

### Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

## UF456: Fabricação por CNC
Duração: 60 horas

### Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Desenvolver os programas CNC para a fabricação de peças, a partir da ordem e processo de fabricação.**

**CA 1.1.** Explicar o processo de fabricação por CNC.

**CA 1.2.** Descrever a ordem cronológica correta, da fabricação por CNC para a fabricação das peças.

**CA 1.3.** Relacionar as funções da linguagem do CNC com as operações de fabricação.

**CA 1.4.** Codificar e sequenciar as operações de fabricação.

**RA2. Programar máquinas de CNC em função do tipo de fabricação, ferramentas, velocidade de trabalho, esforços e tipo de materiais fabricados.**

**CA 2.1.** Identificar as diferentes linguagens do CNC.

**CA 2.2.** Descrever os fatores de fabricação que determinam a otimização do material da peça, tipo de fabricação, velocidade de corte, profundidade de corte, revoluções da peça ou ferramenta, lubrificantes, acessórios, entre outros.

**CA 2.3.** Criar a estrutura do programa CNC (blocos, funções, sintaxe, lista de instruções, ...):

- Sistemas de coordenadas (cotas absolutas ou incrementais);
- Funções auxiliares: Funções e códigos;
- Funções preparatórias: arredondamento, chanfragens, entradas e saídas tangenciais;
- Compensação da ferramenta;
- Linhas de comando e de controlo: variáveis ou parâmetros, execução de blocos, sub-rotinas, salto e repetição;
- Ciclos fixos: Tipos e definição.

**RA3. Selecionar o tipo de fabricação mais adequada à peça.**

**CA 3.1.** Identificar a trajetória ótima de fabricação de CNC.

**CA 3.2.** Selecionar a máquina-ferramenta, de acordo com a operação de fabricação.

**CA 3.3.** Identificar possíveis colisões nas ferramentas ou acessórios.

**RA4. Simular a fabricação e otimizar o programa CNC.**

**CA 4.1.** Corrigir os defeitos detetados na simulação de fabricação:

- Identificar os erros de sintaxe do programa e corrigir a fabricação;
- Eliminar os erros de colisão ou de movimentos rápidos perigosos;
- Identificar as melhorias para aumentar a produtividade.

**CA 4.2.** Armazenar e transmitir dados do programa de CNC na máquina através de dispositivos periféricos.

**RA5. Realizar a fabricação por levantamento de aparas, segundo o programa CNC, cumprindo as normas de SHST e proteção ambiental.**

**CA 5.1.** Identificar os sistemas de fabricação e determinar os elementos das máquinas, acessórios, ferramentas e processo de montagem.

**CA 5.2.** Relacionar os fatores de qualidade, tolerâncias, material, tempo e rentabilidade com a escolha das máquinas, ferramentas e acessórios.

**CA 5.3.** Montar as ferramentas, acessórios e material a trabalhar, a partir de um processo definido e dos planos de fabricação:

- Calibrar as ferramentas;
- Executar os apertos de ferramentas e acessórios com os parâmetros adequados;
- Manter as ferramentas e acessórios em boas condições de conservação;
- Ajustar a pressão e direcionar fluxos do refrigerante, de acordo com o processo de fabricação;
- Montar e fixar o material a trabalhar;
- Montar e calibrar os acessórios de fixação (mordentes, garras, brida, entrepontos, entre outros), em função o processo de fabricação;
- Definir as origens do movimento e as informações necessárias das peças a trabalhar de acordo com o programa CNC;
- Manipular a peça, ferramentas, acessórios e a máquina cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.

**CA 5.4.** Realizar a manutenção de primeiro nível de elementos de máquinas (lubrificação, refrigerantes, filtros, proteção geral).

## Conteúdos

**1. Programação cronológica de fabricação de CNC**

1.1. Planificação do trabalho.
1.2. Planos.
1.3. Planos de execução.
1.4. Ordem de fabricação.
1.5. Relação de funções de programação de CNC e operações de fabricação.
1.6. Codificação e sequenciação das operações de fabricação.

**2. Elaboração dos programas de CNC para a fabricação**.

2.1. Linguagens de CNC.
2.2. Identificação de linguagens de CNC.
2.3. Conversão de um programa de CNC em diferentes linguagens.
2.4. Otimização de programas de fabricação de CNC.
2.5. Fatores que influenciam os programas.
2.6. Construção e estrutura de um programa: blocos, sintaxes, lista de instruções.
2.7. Nomenclaturas normalizadas de eixos e movimentos.
2.8. Definição dos sistemas de coordenadas, cotas absolutas ou cotas incrementais.
2.9. Definição de origens e sistemas de referência.
2.10. Seleção de planos de trabalho.
2.11. Descrição, execução e códigos de funções auxiliares.
2.12. Tipos de movimentos: lineares e circulares.
2.13. Compensação de ferramentas: conceito e exemplos.
2.14. Programação de funções preparatórias: arredondamentos, chanfragens, saídas e entradas tangenciais.
2.15. Subrotinas, saltos, repetições.
2.16. Ciclos fixos: tipos, definição e variáveis.

**3. Simulação de programas CNC.**

3.1. Configuração e uso de programas de simulação.
3.2. Menus de aceso a simulações na máquina.
3.3. Otimização do programa após observação de defeitos na simulação.
3.4. Correção de erros de sintaxes do programa.
3.5. Verificação e eliminação de erros por colisão.
3.6. Otimização dos parâmetros para um aumento da produtividade.

**4. Transmissão de dados à máquina CNC.**

4.1. Introdução aos programas de CNC de fabricação de máquinas-ferramentas.
4.1.1. Programas de transmissão de dados.

4.1.2. Verificação de conteúdos.
4.2. Descrição de dispositivos.
4.3. Identificação de sistemas de transmissão e armazenamento de dados das máquinas de CNC.
4.3.1. Comunicação com as máquinas CNC.

**5. Verificação de ferramentas e acessórios na fabricação**

5.1. Verificação do estado das ferramentas de corte:
5.1.1. Afiação.
5.1.2. Lubrificação.
5.2. Verificação de ferramentas e acessórios de fixação.
5.3. Manutenção de primeiro nível das máquinas:
5.3.1. Ajustes.
5.3.2. Lubrificação e lubrificantes.
5.3.3. Refrigerantes.
5.3.4. Limpeza.
5.3.5. Descartes de resíduos.
5.3.6. Tensão de correias
5.4. Proteção geral.

**6. Montagem de sistemas de fabricação de ferramentas e acessórios:**

6.1. Montagem de sistemas de aperto e fixação: Mordentes, pratos, garras, divisores, entrepontos, tabelas magnéticas, entre outros.
6.2. Fixação de ferramentas e acessórios.
6.3. Preparação da montagem: ferramentas e acessórios necessários na fabricação.
6.4. Regulação da pressão e direcionamento do caudal de lubrificação.
6.5. Regulação de acessórios.
6.6. Manutenção de primeiro nível das ferramentas e acessórios.
6.7. Fabricação do acessório porta-peças (se necessário).

**7. Calibração de ferramentas e acessórios para a Fabricação.**

7.1. Medição dos parâmetros das ferramentas:
7.1.1. Longitude.
7.1.2. Diâmetro.
7.2. Introdução de parâmetros de medida na tabela de ferramentas:
7.2.1. Longitude.
7.2.2. Diâmetro.
7.2.3. Raio.
7.2.4. Códigos de forma.
7.2.5. Excedente.
7.2.6. Desgaste.
7.3. Preparação e ajuste de acessórios de fixação:
7.3.1. Mordentes.
7.3.2. Garras.
7.3.3. Tabela magnética.
7.3.4. Entrepontos.
7.3.5. Nivelamento de ferramentas de corte.

**8. Posicionamento de peças para a fabricação.**

8.1. Definição das superfícies de referência e posicionamento da peça.
8.2. Centragem.
8.3. Alinhamento.
8.4. Origem de movimentos (zero de peça).
8.5. Aperto ótimo da peça.
8.6. Técnicas de traçagem de peças.
8.7. Acessórios e ferramentas.
8.8. Precauções.
8.9. Execução de traçagem das peças.
8.10. Centros de brocas.
8.11. Eixos.
8.12. Limites de fabricação.
8.13. Linhas de referência.

| MF3: Manutenção de Equipamentos Industriais e Sistemas Automatizados | | |
|---|---|---|
| Código: MF335_5 | Nível: 5 | Duração: 120 horas |
| **Associado à UC335_5:** Planear e realizar a manutenção de instalações de máquinas, equipamentos industriais e sistemas automatizados | | |

## Resultados de Aprendizagem (RA) e Critérios de Avaliação (CA)

**RA1. Explicar os conceitos da manutenção e sua importância nos processos produtivos.**

- **CA 1.1.** Diferenciar os tipos de manutenção.
- **CA 1.2.** Explicar as vantagens da realização atempada da manutenção.

**RA2. Planificar atividades de manutenção para instalações mecatrónicas, de acordo com as recomendações dos fabricantes dos equipamentos e as regras gerais de manutenção.**

- **CA 2.1.** Descrever as etapas da planificação da atividade da manutenção.
- **CA 2.2.** Desenhar e configurar mapas para o levantamento de informações sobre equipamentos de uma instalação.
- **CA 2.3.** Identificar os equipamentos e seus componentes, interpretando a documentação técnica do fabricante.
- **CA 2.4.** Preencher mapas com as informações dos equipamentos de uma instalação.
- **CA 2.5.** Identificar, para cada equipamento, informação específica sobre manutenção preventiva.
- **CA 2.6.** Identificar para cada equipamento, a periodicidade das atividades de manutenção preventiva e/ou os parâmetros de indicação de necessidade de manutenção.
- **CA 2.7.** Elaborar um plano de manutenção preventiva para equipamentos e Instalações, de acordo com as informações recolhidas, descrevendo as sequências e a periodicidade das atividades.
- **CA 2.8.** Identificar as necessidades de mão-de-obra, em termos de quantidade e qualificação, para execução das tarefas listadas no plano de atividade de manutenção.
- **CA 2.9.** Definir as necessidades de peças sobressalentes, ferramentas, equipamentos e consumíveis para implementação de um plano de manutenção.

**RA3. Identificar as avarias e as suas causas, em equipamentos mecatrónicos industriais, seguindo as recomendações gerais para pesquisa de falhas e as tabelas de identificação de falhas elaboradas pelos fabricantes.**

- **CA 3.1.** Identificar as grandezas elétricas e mecânicas e as respetivas unidades de medidas.
- **CA 3.2.** Identificar as ferramentas e os instrumentos de medida, utilizados na recolha de valores de parâmetro de funcionamento e pesquisa de falhas em equipamentos mecatrónicos
- **CA 3.3.** Registar os valores de parâmetros operacionais de equipamento mecatrónicos industriais, de forma organizada e com intervalos de tempo especificados, usando unidades do sistema Internacional (SI).
- **CA 3.4.** Comparar os valores de parâmetros operacionais do equipamento mecatrónicos industriais com os valores de referência e com os valores iniciais.
- **CA 3.5.** Identificar as falhas e avarias e determinar as causas das avarias, em equipamento mecânico industrial, utilizando os valores de parâmetros operacionais para realização de pesquisa de falhas.

**RA4. Executar a manutenção de instalações elétricas, de acordo com o plano de manutenção estabelecido, e cumprindo as RTIEBT e as normas SHST e proteção ambiental.**

- **CA 4.1.** Indicar os métodos utilizados para a localização da avaria, de acordo com a sequência estabelecida.
- **CA 4.2.** Relacionar as técnicas e meios utilizados com o tipo e causa de avaria.

**CA 4.3.** Correlacionar as avarias com os efeitos que produzem nas instalações.

**CA 4.4.** Numa situação prática de reparação de avarias:

- Elaborar o cronograma, listando as operações, de acordo com os trabalhos a executar e assegurando as condições de qualidade e segurança;
- Selecionar os materiais e as ferramentas a utilizar;
- Substituir ou reparar os elementos avariados, de acordo com o plano de reparação;
- Testar os circuitos.

**RA5. Efetuar a desmontagem de equipamentos mecânicos industriais, em conformidade com as recomendações do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 5.1.** Explicar os procedimentos para a desmontagem de equipamentos mecânicos industriais.

**CA 5.2.** Selecionar os EPI's, as ferramentas e os equipamentos necessários para a desmontagem de equipamentos mecânicos.

**CA 5.3.** Parar, desligar e colocar fora de operação o equipamento mecânico industrial e aplicar métodos adequados para assegurar a sua inoperação.

**CA 5.4.** Isolar e despressurizar as canalizações ligadas ao equipamento mecânico industrial e aplicar os métodos adequados para assegurar a sua inoperação.

**CA 5.5.** Efetuar o desacoplamento do equipamento mecânico industrial, ou o conjunto de componentes mecânicos, de outro equipamento, ou motores e máquinas de impulsionamento.

**CA 5.6.** Efetuar a desmontagem de componentes, ou conjuntos de componentes, e as peças do equipamento mecânico industrial, seguindo os procedimentos adequados.

**CA 5.7.** Verificar e avaliar os componentes desmontados para determinar a necessidade da reparação ou da substituição.

**RA6. Efetuar a manutenção de equipamento mecânico industrial, em conformidade com as recomendações do fabricante e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 6.1.** Explicar os procedimentos para a manutenção de equipamentos mecânicos industriais

**CA 6.2.** Identificar os produtos de limpeza, solventes e lubrificantes utilizados na manutenção de equipamentos mecânicos.

**CA 6.3.** Selecionar os EPI's, as ferramentas, os equipamentos e os consumíveis necessários para a manutenção de equipamentos mecânicos.

**CA 6.4.** Efetuar a limpeza e lubrificação de equipamento mecânico industrial e de componentes desmontados, utilizando produtos aprovados pelo fabricante.

**CA 6.5.** Realizar a manutenção preventiva do equipamento mecânico industrial, utilizando as ferramentas e equipamentos apropriados, respeitando as normas de qualidade.

**CA 6.6.** Reparar e/ou substituir componentes e peças com ferramentas e equipamentos apropriados, aplicando procedimentos adequados.

**CA 6.7.** Administrar e aplicar os componentes e os materiais de forma a minimizar os impactos sobre o ambiente e evitar custos desnecessários.

**CA 6.8.** Elaborar o relatório da manutenção realizada, inserindo-o no cadastro do equipamento mecânico industrial.

**RA7. Realizar a manutenção de equipamentos e sistemas pneumáticos, eletropneumáticos, hidráulicos e eletro-hidráulicos, em conformidade com as recomendações dos fabricantes e as normas de SHST e proteção ambiental.**

**CA 7.1.** Explicar os procedimentos para a manutenção de equipamentos e sistemas pneumáticos, eletropneumáticos, hidráulicos e eletro-hidráulicos.

**CA 7.2.** Selecionar os EPI's, as ferramentas, os equipamentos e os consumíveis necessários para a manutenção de equipamentos e sistemas pneumáticos, eletropneumáticos, hidráulicos e eletro-hidráulicos.

**CA 7.3.** Explicar os intervalos e os indicadores operacionais de manutenção preventiva de equipamentos e de componentes pneumáticos, eletropneumáticos, hidráulicos e eletro-hidráulicos.

**CA 7.4.** Explicar o controlo e a verificação de impurezas sólidas e de água no ar de alimentação de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos.

**CA 7.5.** Realizar a manutenção preventiva de compressores e de componentes pneumáticos e eletropneumáticos para sistemas de automação, aplicando procedimentos adequados.

**CA 7.6.** Verificar o volume de óleo, as impurezas sólidas e recolher amostras em sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.

**CA 7.7.** Realizar a manutenção preventiva de bombas e de componentes hidráulicos e eletro-hidráulicos para sistemas de automação, aplicando procedimentos adequados.

**CA 7.8.** Elaborar o relatório da manutenção realizada, inserindo-o no cadastro dos equipamentos e sistemas pneumáticos, eletropneumáticos, hidráulicos e eletro-hidráulicos de automação.

## Outras Capacidades

- Reconhecer a importância da aplicação das normas de SHST.
- Reconhecer a importância de realização das atividades de manutenção de equipamento mecânico industrial de forma a reduzir até o mínimo possível o impacto negativo sobre o meio ambiente e dentro das limitações mencionadas nas normas técnicas em vigor sobre proteção ambiental.
- Demonstrar sentido de responsabilidade perante manejo e utilização de ferramentas, equipamentos, componentes, consumíveis e lubrificantes.
- Demonstrar níveis adequados de organização do trabalho de manutenção de equipamento mecânico industrial e aplicar sequências lógicas.
- Reconhecer a importância de manter um alto nível de limpeza durante as operações de manutenção, de forma a assegurar que impurezas não são introduzidas em rolamentos e outros componentes sensíveis a sujidade.
- Reconhecer a importância de realização das tarefas de manutenção de equipamento mecânico industrial dentro dos prazos estabelecidos.
- Reconhecer as vantagens em manter arrumado e limpos espaços e equipamentos de trabalho.

## Conteúdos

**1. Organização de manutenção.**

1.1 Tipos de manutenção
1.2 Vantagens da manutenção preventiva.
1.3 Informação sobre manutenção preventiva
1.4 Intervalos de manutenção preventiva.
1.5 Rotinas de manutenção preventiva.

**2. Planificação e preparação de manutenção.**

2.1. Plano das intervenções de manutenção.
2.2. Ferramentas e equipamentos para manutenção
2.3. Consumíveis gerais, meios de limpeza, lubrificantes e peças sobressalentes.

**3. Identificação de avarias e as suas causas**

3.1. Sinais de operação anormal e análise de valores de parâmetros operacionais
3.2. Identificação de avarias
3.3. Identificação de causas de avarias

**4. Manutenção de equipamentos mecânicos industriais.**

4.1. Regras específicas de SHST para realização de manutenção

4.2. Tarefas de manutenção preventiva de rotina.
4.3. Tarefas de manutenção preventiva baseada em tempo de funcionamento
4.4. Paragem, desligamento e desacoplamento de equipamento mecânico industrial.
4.5. Desmontagem de equipamento mecânico industrial.
4.6. Avaliação do estado operacional de componentes e peças mecânicas.
4.7. Reparação de componentes e peças mecânicas.
4.8. Montagem de peças sobressalentes e peças e componentes reparados
4.9. Relatórios de manutenção

**5. Manutenção de Instalações Elétricas e mecatrónicas**

5.1. Teste de Continuidade e Isolamento
5.2. Medição de terra
5.3. Intervalos de manutenção
5.4. Indicadores de manutenção
5.5. Operações de manutenção
5.6. Relatórios de manutenção

**6. Manutenção de sistemas pneumáticos, eletropneumáticos, hidráulicos e eletro-hidráulicos para automação.**

6.1. Intervalos de manutenção
6.2. Indicadores de manutenção
6.3. Operações de manutenção
6.4. Relatórios de manutenção

## Requisitos básicos do contexto formativo

**Espaços:**
Os espaços onde deve decorrer o contexto formativo devem preencher os requisitos básicos estipulados pelo Sistema de Acreditação das Entidades Formadoras. (cf. Decreto-Lei nº6/2013, de 11 de fevereiro; Boletim Oficial nº9; I Série).

**Professor / Formador:**

- O Professor ou formador deve possuir um Certificado de Aptidão Profissional que prove que o mesmo é detentor de formação pedagógica na abordagem por competências, segundo a lei.
- O professor ou formador deve ter a formação técnica relacionada com os conteúdos do Módulo Formativo.
- O professor ou formador deve ter experiência profissional de um mínimo de 3 anos nas competências incluídas na Unidade de Competência associada ao Módulo Formativo.

## Requisitos de acesso ao módulo formativo

As condições de acesso ao módulo formativo constam no BO nº 20, I Série, Portaria Conjunta nº 09/2020 de 20 de fevereiro - Estrutura e Organização do Catálogo Nacional de Qualificações.
Portaria Conjunta nº 10/2020 de 20 de fevereiro - Quadro Nacional de Qualificações.

| MT_IMA011 MÓDULO FORMATIVO EM CONTEXTO REAL DE TRABALHO | Duração: 360 h |
|---|---|
| Associado a todas as Unidades de Competência | |

**RA1. Aplicar as normas de SHST na montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos.**

**CA 1.1.** Identificar a sinalização de perigo, de proibição, de emergência e de obrigação.

**CA 1.2.** Apoiar na identificação dos graus de risco e nas precauções necessárias para evitar acidentes na montagem e na manutenção de sistemas mecatrónicos;

**CA 1.3.** Demonstrar a aplicação dos EPI's (equipamento de proteção individual) em função da atividade a realizar, e em conformidade com as normas em vigor.

**CA 1.4.** Demonstrar os primeiros socorros para vítimas de acidentes gerais no local de trabalho e para vítimas de choques elétricos.

**RA2. Aplicar as normas de proteção ambiental na montagem e manutenção de sistemas mecatrónicos.**

**CA 2.1.** Aplicar as normas de proteção ambiental para montagem e manutenção de componentes de sistemas mecatrónicos.

**CA 2.2.** Aplicar as normas de proteção ambiental para montagem e manutenção de componentes elétricos e eletrónicos de sistemas mecatrónicos.

**CA 2.3.** Aplicar os procedimentos de recolha e manuseio de óleos usados e residuais, determinando os seus destinos em conformidade com as normas de proteção ambiental.

**RA3. Efetuar a medição de grandezas elétricas em circuitos e instalações elétricas de baixa tensão, aplicando as normas de SHST.**

**CA 3.1.** Verificar o estado operativo e a proteção contra choques elétricos dos aparelhos de medição de grandezas elétricas e respetivos acessórios, em relação às normas de RTIEBT, às normas de SHST e às especificações dos fabricantes dos aparelhos.

**CA 3.2.** Identificar e verificar CC e CA, níveis de tensão, polaridade, fase e neutro com os instrumentos de busca-pólos e testador de voltagem.

**CA 3.3.** Medir os valores de tensão, intensidade e resistência utilizando multímetro em circuitos elétricos de baixa tensão.

**CA 3.4.** Medir os valores de intensidade utilizando pinça amperimétrica, em circuitos elétricos de baixa tensão.

**CA 3.5.** Medir os valores de potencias, frequência e energia, utilizando aparelhos específicos.

**CA 3.6.** Avaliar os resultados de medição de grandezas elétricas verificando, se estão dentro das margens de resultados considerados como realísticos.

**RA4. Identificar e reparar avarias em circuitos simples de eletrónica analógicas.**

**CA 4.1.** Diagnosticar anomalias em circuitos eletrónicos simples.

**CA 4.2.** Realizar substituição de componentes em circuitos eletrónicos simples.

**RA5. Interpretar um projeto eletrotécnico residencial para extrair informações relevantes para a preparação da execução da instalação.**

**CA 5.1.** Identificar as características dos componentes das instalações elétricas em edifício e as suas aplicações, analisando:

- Características técnicas e funcionamento das aparelhagens;
- Tipo de proteção e localização das canalizações;
- Dispositivos de proteção (contra sobrecarga, curto-circuito, aquecimento, contacto direto e indireto);
- Condutores (tipos, secção e queda de tensão admissível);

- Redes de terra (tipos de sistemas de terra (TT, TI, TN), tipos de elétrodos);

**CA 5.2.** Colaborar na elaboração de um plano de trabalho para a execução da instalação elétrica:

- Localizar os quadros, caixa de contadores, linha de alimentação e circuitos de acordo com as normas e regulamentos em vigor;
- Esquematizar o funcionamento dos circuitos, indicando as suas características;
- Relacionar os circuitos elétricos com o lugar da instalação e os elementos que o compõe.
- Interpretar os esquemas para detetar dificuldades de implementação e propor soluções corretivas, aplicando as normas e regulamentos de instalações elétricas;
- Identificar os equipamentos, acessórios e ferramentas otimizando os custos da instalação;
- Elaborar o cronograma de execução especificando os recursos humanos, materiais e equipamentos necessários para cumprir o prazo estabelecido.

**RA6. Executar canalização embutida ou à vista para instalações elétricas em edifícios, respeitando as normas e regulamentos em vigor.**

**CA 6.1.** Selecionar os equipamentos, acessórios e ferramentas otimizando os custos da instalação.

**CA 6.2.** Aplicar as normas de SHST e de proteção ambiental e os equipamentos de proteção individual (EPI) em função do trabalho a ser executado.

**CA 6.3.** Efetuar o traçado de instalações à vista e/ou marcação de roço de acordo com o projeto.

**CA 6.4.** Realizar a abertura de roços e fixação de tubos, de acordo com o projeto eletrotécnico e respeitando as RTIEBT.

**CA 6.5.** Fixar os acessórios de suporte de canalização, caixas de derivação e caixas de aparelhagem.

**CA 6.6.** Enfiar fios condutores, de acordo com o projeto eletrotécnico e respeitando as RTIEBT.

**CA 6.7.** Montar as aparelhagens, de acordo com as especificações do projeto, as RTIEBT.

**RA7. Montar quadros e aparelhagens de proteção de acordo com o projeto e o plano de execução, respeitando as RTIEBT.**

**CA 7.1.** Aplicar as normas de SHST e de proteção ambiental e os equipamentos de proteção individual (EPI) em função do trabalho a ser executado.

**CA 7.2.** Selecionar os equipamentos, os materiais e as ferramentas para montagem de quadros elétricos.

**CA 7.3.** Realizar a montagem das aparelhagens (dispositivos de corte, proteção, sinalização e comando) em função do projeto.

**CA 7.4.** Realizar a cablagem em função das normas de instalações elétricas e a estética de circuitos.

**CA 7.5.** Sinalizar os condutores, em conformidade com o número de circuitos e a identificação realizada.

**CA 7.6.** Realizar o teste para garantir o correto funcionamento das instalações elétricas.

**CA 7.7.** Elaborar a tela final de uma instalação determinada com as alterações realizadas durante a execução dos trabalhos da instalação elétrica.

**RA8. Apoiar na montagem de motores monofásicos, trifásicos, sensores e detetores em edifícios, de acordo com o projeto e o plano de execução, respeitando as RTIEBT e as normas SHST e proteção ambiental.**

**CA 8.1.** Aplicar as normas de SHST e de proteção ambiental e os equipamentos de proteção individual (EPI) em função do trabalho a ser executado.

**CA 8.2.** Auxiliar na seleção de equipamentos, dos materiais e das ferramentas para montagem de motores, sensores e detetores em edifícios.

**CA 8.3.** Auxiliar na montagem de componentes de automatismos (atuadores eletromagnéticos, motores monofásicos e trifásicos, sensores e detetores) em função do projeto.

**CA 8.4.** Auxiliar na cablagem, em função das normas de instalações elétricas e a estética de circuitos.

**CA 8.5.** Auxiliar na sinalização dos condutores, em conformidade com o número de circuitos e identificação realizada.

**CA 8.6.** Apoiar na realização do teste de funcionamento dos dispositivos automáticos, de acordo com o projeto da instalação.

**CA 8.7.** Apoiar na elaboração da tela final contendo as modificações efetuadas durante a execução das instalações de automatismos.

**RA9. Interpretar a documentação técnica e apoiar na elaboração de planos de montagem de componentes em circuitos e quadros elétricos para instalações elétricas industriais de baixa tensão.**

**CA 9.1.** Interpretar as informações técnicas relevantes descritas em manuais, catálogos e esquemas elétricos fornecidos pelos fabricantes e fornecedores de componentes para montagem em circuitos e quadros elétricos industriais de baixa tensão.

**CA 9.2.** Apoiar na elaboração de planos simples para montagem de componentes e quadros elétricos industriais de baixa tensão, listando a sequência das atividades, em conformidade com as normas de SHST.

**RA10. Colaborar na realização da montagem de componentes e quadros elétricos industriais de baixa tensão, em conformidade com especificações e normas técnicas, as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 10.1.** Aplicar as normas de SHST e de proteção ambiental e os equipamentos de proteção individual (EPI) em função do trabalho a ser executado.

**CA 10.2.** Colaborar na seleção e na organização de ferramentas e dos materiais para instalações elétricas industriais de baixa tensão em função do trabalho a realizar.

**CA 10.3.** Colaborar na montagem, ligação e sinalização de componentes em circuitos elétricos industriais de baixa tensão.

**CA 10.4.** Colaborar na montagem, ligação e sinalização de componentes em quadros elétricos para instalações elétricas industriais de baixa tensão.

**CA 10.5.** Auxiliar na verificação da qualidade da montagem dos componentes e a interligação elétrica entre os componentes montados em circuitos e em quadros elétricos industriais de baixa tensão, e a sua conformidade com a documentação técnica e as RTIEBT.

**CA 10.6.** Auxiliar na realização de teste e na verificação da funcionalidade de circuitos e de quadros elétricos industriais de baixa tensão.

**RA11. Colaborar no desenho de circuitos elétricos, utilizando ferramentas de desenho e cumprindo as especificações regulamentares.**

**CA 11.1.** Apoiar no desenho de esquemas unifilares e multifilares dos circuitos elétricos (tomadas, iluminação, rede de terra e quadros), utilizando a simbologia normalizada e respeitando as RTIEBT.

**CA 11.2.** Apoiar no desenho de esquemas de montagem de máquinas elétricas e seus acessórios, utilizando a simbologia normalizada e respeitando as RTIEBT.

**CA 11.3.** Apoiar no desenho de esquemas de canalizações mecânicas e seus acessórios, utilizando a simbologia normalizada e respeitando as RTIEBT.

**CA 11.4.** Utilizar os softwares específicos de desenho para representar os esquemas unifilares e multifilares dos circuitos elétricos e de montagens de equipamentos industriais.

**RA12. Apoiar na organização da documentação técnica para aprovação do projeto de acordo com os cálculos efetuados, cumprindo as normas e os regulamentos em vigor.**

**CA 12.1.** Apoiar na organização dos documentos necessários para a aprovação do projeto pelas autoridades competentes de acordo os procedimentos estabelecidos, contendo:

- Capa do projeto;
- Termo de responsabilidade;
- Memória descritiva;
- Ficha eletrotécnica;
- Planta de localização;
- Fotocópia do BI;
- Desenho dos circuitos elétricos (tomadas, iluminação, rede de terra e especiais, esquema unifilar dos quadros);
- Legenda.

**RA13. Apoiar na elaboração de orçamentos de instalações elétricas a partir de diferentes projetos.**

**CA 13.1.** Aplicar as técnicas de elaboração de orçamentação de instalações elétricas.

**CA 13.2.** Apoiar no levantamento dos preços unitários dos diferentes materiais e equipamentos com base na lista elaborada do projeto de instalações elétricas.

**CA 13.3.** Aplicar as diferentes técnicas de medição de projetos para elaboração do orçamento dos materiais.

**CA 13.4.** Apoiar na elaboração de mapa dos custos dos materiais, equipamentos e mão-de-obra com base no levantamento efetuado e no prazo de execução.

**RA14. Interpretar documentação técnica e apoiar na elaboração de planos de montagem de componentes para instalações de automação.**

**CA 14.1.** Interpretar a informação técnica relevante descrita em manuais, catálogos e esquemas elétricos fornecidos pelos fabricantes e fornecedores de componentes mecânicos, componentes elétricos e componentes eletrónicos para montagem em instalações de automação.

**CA 14.2.** Apoiar na elaboração de planos simples para montagem de componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos para automação, com as sequências das atividades, em conformidade com as normas de SHST.

**RA15. Apoiar na montagem de componentes para instalações de automação, em conformidade com as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 15.1.** Selecionar as ferramentas para a montagem de componentes e circuitos em instalações de automação, em conformidade com instruções técnicas, as normas de SHST e proteção ambiental.

**CA 15.2.** Selecionar os materiais e os componentes elétricos e mecânicos para a montagem em instalações de automação, em conformidade com as RTIEBT, utilizando catálogos de fabricantes de materiais e componentes elétricos.

**CA 15.3.** Apoiar na montagem, ligação e sinalização de componentes elétricos e eletrónicos, respetivos invólucros e componentes de suporte em circuitos para instalações de automação.

**CA 15.4.** Apoiar na montagem, ligação e sinalização de componentes elétricos e eletrónicos em quadros elétricos para instalações de automação.

**CA 15.5.** Apoiar na montagem de chapas e perfis metálicos para blindagens e condutas, e montagem de tubos e respetivos acessórios em PA, PVC, cobre, alumínio e ferro galvanizado, para instalações de automação, em conformidade com as especificações da documentação técnica, as normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CA 15.6.** Apoiar na verificação da qualidade das montagens dos componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos e respetiva interligação elétrica e mecânica.

**CA 15.7.** Apoiar no teste e na verificação da funcionalidade dos componentes mecânicos, elétricos e eletrónicos montados.

**RA16.Apoiar na programação de sistemas de automação com componentes elétricos e eletrónicos, utilizando programas de aplicação e em conformidade com especificações técnicas.**

**CA 16.1.** Apoiar na programação de circuitos de automação com componentes elétricos e eletrónicos, utilizando computadores com softwares para programação de autómatos.

**CA 16.2.** Apoiar na verificação das funções programadas em conformidade com especificações técnicas.

**CA 16.3.** Apoiar na elaboração de alterações de sequências e no ajuste de intervalos de tempo das funções programadas para componentes elétricos e eletrónicos de sistemas de automação.

**RA17.Apoiar na montagem, programação e calibração de componentes elétricos e eletrónicos em sistemas de automação programáveis, em conformidade as RTIEBT e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 17.1.** Apoiar na elaboração de um plano de montagem e programação de um sistema de automação com componentes elétricos e eletrónicos programáveis, listando as sequências das operações.

**CA 17.2.** Selecionar os materiais, as ferramentas e os equipamentos para automação, em conformidade com as especificações do projeto da montagem e as RTIEBT.

**CA 17.3.** Apoiar na montagem de quadros elétricos, invólucros, cabos e condutores elétricos, componentes elétricos, eletrónicos programáveis e não programáveis e instrumentos.

**CA 17.4.** Apoiar na calibração dos instrumentos de medição e controlo montados em sistemas de automação, em conformidade com as especificações descritas na respetiva documentação técnica e as recomendações dos fabricantes dos instrumentos.

**RA18.Apoiar na colocação em funcionamento e na realização do teste de componentes elétricos e eletrónicos em sistemas de automação, em conformidade com as especificações e normas técnicas e as normas de SHST e proteção ambiental.**

**CA 18.1.** Apoiar na verificação da qualidade da montagem de quadros elétricos, invólucros, cabos e condutores elétricos, componentes elétricos, eletrónicos programáveis e não programáveis e nos instrumentos em sistemas de automação.

**CA 18.2.** Colocar em funcionamento o sistema elétrico e eletrónico de automação, em conformidade com as recomendações dos fabricantes dos respetivos componentes.

**CA 18.3.** Apoiar na realização do teste das funções dos componentes elétricos e eletrónicos programáveis e a função do sistema completo de automação, em conformidade com a documentação técnica da instalação.

**RA19.Aplicar técnicas de medição e verificação das peças, garantindo a fiabilidade da recolha de dados e cumprindo as normas de prevenção de riscos profissionais e ambientais.**

**CA 19.1.** Verificar a calibragem dos equipamentos de verificação, mediante padrões, para garantir o seu correto funcionamento e a precisão das medições.

**CA 19.2.** Medir e verificar as peças, utilizando adequadamente os instrumentos de controlo, evitando os erros derivados da utilização dos instrumentos.

**RA20.Apoiar na montagem de equipamentos e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 20.1.** Apoiar na elaboração do plano de montagem de um sistema pneumáticos e eletropneumáticos para automação, listando as operações, a sequência das operações e as necessidades de ferramentas e de equipamento para a realização da montagem.

**CA 20.2.** Apoiar na determinação da capacidade de compressores de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos para automação, utilizando documentação técnica e tabelas de capacidades.

**CA 20.3.** Selecionar as ferramentas, os componentes, os equipamentos e os materiais para a realização de montagem de sistemas pneumáticos e eletropneumáticos para automação.

**CA 20.4.** Auxiliar na montagem e na configuração de atuadores pneumáticos, eletropneumáticos e os respetivos componentes de comando e controlo em sistemas de automação.

**CA 20.5.** Auxiliar na montagem e ligação de compressores, componentes de comando e controlo, tubagem e respetivos acessórios, de acordo com o plano de montagem, as especificações e normas técnicas, as instruções técnicas dos fabricantes dos respetivos equipamentos e componentes e, respeitando as normas de SHST e de proteção ambiental.

**CA 20.6.** Administrar e aplicar os materiais e os acessórios para montagem em sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, de forma a minimizar os impactos sobre o ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA21. Auxiliar na colocação em funcionamento e na realização de teste de equipamentos e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 21.1.** Auxiliar na verificação da qualidade da montagem dos compressores, dos componentes de atuação, de comando e controlo e das respetivas interligações do sistema pneumático e electropneumático para automação.

**CA 21.2.** Auxiliar na lubrificação do compressor e os componentes pneumáticos e eletropneumáticos para automação.

**CA 21.3.** Auxiliar na colocação em funcionamento e no teste de componentes e sistemas pneumáticos e eletropneumáticos.

**RA22. Cooperar na montagem de equipamentos e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 22.1.** Apoiar na elaboração do plano de montagem de um sistema hidráulicos e eletro-hidráulicos para automação, listando a sequência das operações e as necessidades de ferramentas e equipamento para a realização da montagem.

**CA 22.2.** Colaborar na determinação da capacidade das bombas hidráulicas de sistemas hidráulicos e electro-hidráulicos para automação, utilizando a documentação técnica e tabelas de capacidades.

**CA 22.3.** Selecionar as ferramentas, os componentes, os equipamentos e os materiais para a realização de montagem de sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos para automação.

**CA 22.4.** Intervir na montagem e configuração de atuadores hidráulicos, eletro-hidráulicos e os respetivos componentes de comando e controlo em sistemas de automação.

**CA 22.5.** Auxiliar na montagem e ligação de bombas hidráulicas, componentes de comando e controlo, tubagem e os respetivos acessórios de um sistema hidráulico e electro-hidráulico para a automação, de acordo com o plano de montagem.

**CA 22.6.** Colaborar na administração e aplicação dos materiais e os acessórios para montagem em sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, de forma a minimizar os impactos sobre o ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA23. Auxiliar na colocação em funcionamento e no teste de equipamentos e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 23.1.** Verificar a qualidade da montagem das bombas hidráulicas, dos componentes de atuação, de comando e controlo e das respetivas interligações do sistema hidráulicos e eletro-hidráulicos para automação.

**CA 23.2.** Encher o sistema hidráulico para automação com óleo hidráulico, em conformidade com as especificações técnicas dos fabricantes das bombas e dos componentes hidráulicos.

**CA 23.3.** Colaborar na colocação em funcionamento e no teste de componentes e sistemas hidráulicos e eletro-hidráulicos.

**RA24. Auxiliar no desenho de elementos e componentes de sistemas mecânicos, em conformidade com as normas aplicáveis, utilizando software CAD (Desenho Assistido por Computador).**

**CA 24.1.** Apoiar no desenho de componentes mecânicos.

**CA 24.2.** Apoiar no desenho de conjuntos mecânicos com diferentes tipos de ligação.

**CA 24.3.** Apoiar no desenho de estruturas metálicas.

**CA 24.4.** Auxiliar na representação de informações sobre componentes e estruturas.

**RA25. Apoiar na realização das operações de bancada, de brocagem e de esmerilagem, em conformidade com especificações e as normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 25.1.** Auxiliar na elaboração de planos simples de operações mecânicas de bancada, com as sequências das atividades listadas em ordem cronológico,

**CA 25.2.** Selecionar e organizar as ferramentas, os materiais e os acessórios em função das tarefas a desenvolver.

**CA 25.3.** Auxiliar na realização de operações de traçagem e marcação de peças e componentes metálicos, em conformidade com instruções e especificações técnicas, utilizando instrumentos adequados.

**CA 25.4.** Auxiliar na realização de operações de bancada em peças e componentes metálicos, utilizando torno de bancada e as ferramentas adequadas.

**CA 25.5.** Apoiar na realização de abertura de rosca métrica e de rosca UNC/UNF, internas e externas em chapas, perfis, varões e componentes metálicos, em conformidade com instruções técnicas.

**CA 25.6.** Apoiar na montagem e na desmontagem de componentes mecânicos de pequeno porte com parafusos, porcas, anilhas, cavilhas, freios e anéis elásticos, utilizando ferramentas adequadas.

**CA 25.7.** Apoiar na realização de brocagem, esmerilagem e afiação de peças e componentes metálicos, em conformidade com instruções e especificações técnicas.

**RA26. Realizar medições mecânicas com instrumentos de precisão, em conformidade com instruções, especificações e normas técnicas.**

**CA 26.1.** Selecionar instrumentos de precisão para medição de componentes mecânicos.

**CA 26.2.** Auxiliar na calibração de instrumentos de precisão para medição de componentes mecânicos.

**CA 26.3.** Medir folgas e tolerâncias em componentes mecânicos, utilizando equipamentos apropriados.

**CA 26.4.** Medir componentes mecânicos, utilizando equipamentos apropriados.

**CA 26.5.** Registar e avaliar resultados de medições mecânicos de precisão, com o objetivo de avaliar qualidades e desgastes em componentes mecânicos.

**CA 26.6.** Realizar manutenção preventiva e arrumação de instrumentos de precisão para medição mecânica, em conformidade com instruções técnicas dos respetivos fabricantes.

**RA27. Colaborar na arrumação e a manutenção preventiva da oficina e dos equipamentos da oficina de operações mecânicas de bancada, em conformidade com instruções técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 27.1.** Apoiar na seleção de solventes e produtos de limpeza para componentes mecânicos em conformidade com as instruções dos respetivos fabricantes.

**CA 27.2.** Realizar a limpeza e a manutenção preventiva de ferramentas manuais.

**CA 27.3.** Realizar a limpeza e a manutenção preventiva do equipamento da oficina de operações mecânicas de bancada, em conformidade com instruções técnicas, as recomendações dos respetivos fabricantes.

**CA 27.4.** Organizar e arrumar os equipamentos e ferramentas nas oficinas, de acordo com as regras internas.

**RA28.Auxiliar na realização de soldadura elétrica com elétrodos revestidos, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 28.1.** Participar na elaboração de planos simples de soldadura elétrica com elétrodos revestidos na posição plana, listando a sequência das atividades, respeitando as normas de SHST.

**CA 28.2.** Preparar a rebarbadora elétrica, em conformidade com o tipo de trabalho a realizar.

**CA 28.3.** Preparar as peças para soldadura elétrica com elétrodo revestido.

**CA 28.4.** Fixar peças para soldadura elétrica com elétrodos revestidos, com pingos de soldadura e com alicates de fixação em posições e respeitando as medidas.

**CA 28.5.** Auxiliar na seleção de peças para soldadura elétrica com elétrodos revestidos, em conformidade com especificações técnicas em instruções e desenhos.

**CA 28.6.** Aplicar os equipamentos de proteção individual e coletiva para soldadura;

**CA 28.7.** Preparar e ligar o equipamento para extração de fumos de soldadura.

**CA 28.8.** Selecionar os elétrodos revestidos para soldadura, de acordo com o tipo de material a soldar.

**CA 28.9.** Auxiliar na preparação e ligação da máquina de soldadura elétrica para soldadura com elétrodos revestidos, em conformidade com as recomendações do fabricante da máquina.

**CA 28.10.** Participar na realização da soldadura elétrica de chapas, tubos e cantoneiras.

**CA 28.11.** Colaborar na administração e aplicação dos materiais para realização de soldadura elétrica de forma a reduzir o impacto sobre o meio ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA29.Colaborar na verificação da qualidade de cordões de soldadura elétrica e na retificação das falhas, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 29.1.** Apoiar na verificação dos cordões de soldadura elétrica e na identificação dos defeitos em conformidade com as especificações e as normas de qualidade para a soldadura elétrica.

**CA 29.2.** Apoiar na verificação das dimensões dos cordões de soldadura elétrica com instrumentos de medição, em relação às especificações e as normas de qualidade para a soldadura.

**CA 29.3.** Apoiar na retificação das falhas em cordões de soldadura, em conformidade com as especificações e as normas de qualidade para a soldadura elétrica.

**CA 29.4.** Participar na realização de teste mecânico simples de amostras de peças soldadas com o objetivo de determinar a qualidade da soldadura.

**RA30.Auxiliar na montagem de canalização para instalações mecânicas, em conformidade com especificações e normas técnicas e as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 30.1.** Participar na elaboração de planos simples de montagem de canalização para instalações mecânicas, listando a sequências das atividades.

**CA 30.2.** Selecionar e aplicar os equipamentos de proteção individual.

**CA 30.3.** Selecionar e organizar as ferramentas, os equipamentos e os materiais para montagem de canalização, para instalações mecânicas, em conformidade com especificações e normas técnicas.

**CA 30.4.** Apoiar na realização de corte e limagem de tubos diversos para canalização em instalações mecânicas, utilizando ferramentas adequadas.

**CA 30.5.** Apoiar na realização da dobragem de tubos diversos, utilizando ferramentas adequadas.

**CA 30.6.** Apoiar na abertura de roscas com tarraxas manuais, em tubos diversos.

**CA 30.7.** Auxiliar na realização de rebordos cónicos com abocardador manual em tubos de cobre.

**CA 30.8.** Participar na montagem de tubos diversos para canalização em instalações mecânicas.

**CA 30.9.** Colaborar na administração e na aplicação dos materiais para realização de montagem de canalização em instalações mecânicas de forma a reduzir o impacto sobre o meio ambiente e evitar custos desnecessários.

**RA31. Auxiliar na verificação, teste e reparação das canalizações em instalações mecânicas, em conformidade com especificações e normas técnicas, respeitando as normas de SHST e de proteção ambiental.**

**CA 31.1.** Auxiliar na verificação da qualidade da instalação, a conformidade das medidas, dimensões, tolerâncias, materiais e componentes, em relação às especificações descritas na documentação técnica.

**CA 31.2.** Participar na realização de teste de funcionalidade e da pressão máxima normativa em relação às especificações descritas na documentação técnica da canalização em instalações mecânicas.

**CA 31.3.** Auxiliar na reparação de fugas, aplicando métodos e materiais aprovados para eliminação de fugas.

**RA32. Apoiar no dimensionamento e análise de sistemas e subsistemas eletrónicos de potência.**

**CA 32.1.** Identificar os sistemas e os subsistemas eletrónicos de potência em aplicações comuns.

**CA 32.2.** Apoiar no processo de descrição da atuação e do controlo de um sistema eletrónico de potência em termos de entradas, processamento e saídas.

**CA 32.3.** Apoiar no dimensionamento de sistemas e subsistemas eletrónicos de potência de pequena complexidade.