

TÉCNICO EM ELETROMECCÂNICA



MÓDULO II
GESTÃO DA MANUTENÇÃO



2025 - INEPROTEC

Diretor Pedagógico	EDILVO DE SOUSA SANTOS
Diagramação	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Capa	MICHEL MARTINS NOGUEIRA
Elaboração	INEPROTEC

Direitos Autorais: É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPROTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

Atualizações: A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outros sim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para contato@ineprotec.com.br.

VERSÃO 2.0 (01.2025)

Todos os direitos reservados à
Ineprotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja
Recanto das Emas - CEP: 72.600-102 - Brasília/DF
E-mail: contato@ineprotec.com.br
www.ineprotec.com.br

Sumário

ABERTURA

SOBRE A INSTITUIÇÃO

- Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente
- Missão
- Visão
- Valores

SOBRE O CURSO

- Perfil profissional de conclusão e suas habilidades
- Quesitos fundamentais para atuação
- Campo de atuação
- Sugestões para Especialização Técnica
- Sugestões para Cursos de Graduação

SOBRE O MATERIAL

- Divisão do Conteúdo
- Boxes

BASE TEÓRICA

INTRODUÇÃO

TIPOS DE MANUTENÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA

- Manutenção Corretiva
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva
- Manutenção Detectiva
- Manutenção Proativa

FALHAS EM MÁQUINAS E TÉCNICAS DE MONTAGEM E DESMONTAGEM

- Análise de falhas em máquinas
 - ✓ Origem dos Danos em Máquinas
 - ✓ Características Gerais dos Danos e Defeitos
 - ✓ Métodos para Diagnóstico de Falhas
- As técnicas de montagem e desmontagem
 - ✓ Importância da Montagem e Desmontagem Adequadas
 - ✓ Equipamentos e Ferramentas Utilizados

- ✓ Procedimentos Padrão e Boas Práticas

VARIEDADES DE MANUTENÇÃO

- Manutenção de rolamentos
 - ✓ Inspeção de Rolamentos
 - ✓ Falhas Comuns em Rolamentos e Suas Causas
 - ✓ Procedimentos de Manutenção
- Manutenção em polias, correias e esteiras
 - ✓ Cuidados Exigidos com Polias, Correias e Esteiras
 - ✓ Danos Típicos e Suas Causas
 - ✓ Procedimentos de Manutenção
- Manutenção em correntes
 - ✓ Tipos de Correntes e Suas Aplicações
 - ✓ Danos Típicos e Suas Causas
 - ✓ Procedimentos de Manutenção e Inspeção
- Manutenção em redutores
 - ✓ Importância da Manutenção Preventiva
 - ✓ Falhas Comuns e Suas Causas
 - ✓ Procedimentos de Manutenção
- Manutenção em sistemas de bombeamento
 - ✓ Tipos de Bombas e Suas Características
 - ✓ Falhas Comuns em Sistemas de Bombeamento
 - ✓ Procedimentos de Manutenção

GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL

- Manutenção Industrial: Como funciona?
- Tipos de Manutenção Industrial
 - ✓ Os tipos de manutenção industrial
- Prioridades da Manutenção Industrial
- Ordem de Manutenção Industrial
- Notas de Manutenção Industrial
- Rotas de manutenção
- Benefícios da manutenção planejada
- O que é Manutenção Industrial?
- Planos de Gestão de Manutenção
- Planos de Lubrificação
 - ✓ Manutenção corretiva não planejada
 - ✓ Manutenção corretiva planejada
 - ✓ Manutenção preventiva
 - ✓ Manutenção preditiva

- ✓ Manutenção Detectiva
- ✓ Engenharia da manutenção

PRIORIDADES E ORDEM DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

A IMPORTÂNCIA DO FLUXOGRAMA

- Principais aspectos da gestão de manutenção industrial
- Quais são os pontos-chave dos processos de manutenção industrial?
- Como melhorar o processo de gestão industrial?
- A manutenção industrial é uma ferramenta estratégica?
- Como a tecnologia pode auxiliar a manutenção industrial?
- A indústria 4.0
 - ✓ Os princípios
 - ✓ Os pilares
 - ✓ Os impactos
- Como é a manutenção preditiva na indústria 4.0?
 - ✓ A CAMM (Gestão da Manutenção Assistida por Computador)
 - ✓ Os controladores digitais
 - ✓ Os softwares de monitoramento

SESSÕES ESPECIAIS

MAPA DE ESTUDO

SÍNTESE DIRETA

MOMENTO QUIZ

GABARITO DO QUIZ

REFERÊNCIAS

Módulo II

GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Abertura

SOBRE A INSTITUIÇÃO

Educação Tecnológica, Inteligente e Eficiente

O Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico (INEPROTEC) é uma instituição de ensino que valoriza o poder da educação e seu potencial de transformação.

Nascemos da missão de levar educação de qualidade para realmente impactar a vida dos nossos alunos. Acreditamos muito que a educação é a chave para a mudança.

Nosso propósito parte do princípio de que a educação transforma vidas. Por isso, nossa base é a inovação que aliada à educação, resulta na formação de alunos de grande expressividade e impacto para a sociedade. Aqui no INEPROTEC, o casamento entre tecnologia, didática e interatividade é realmente levado a sério e todos os dias otimizado para constante e contínua evolução.

Missão

A nossa missão é ser símbolo de qualidade, ser referência na área educacional presencial e a distância, oferecendo e proporcionando o acesso e permanência a cursos técnicos, desenvolvendo e potencializando o talento dos estudantes tornando-os, assim, profissionais de sucesso e cidadãos responsáveis e capazes de atuar como agentes de mudança na sociedade.

Visão

O INEPROTEC visa ser um instituto de ensino profissionalizante e técnico com reconhecimento nacional, comprometida com a qualidade e excelência de seus cursos, traçando pontes para oportunidades de sucesso, tornando-se, assim, objeto de desejo para os estudantes.

Valores

Ciente das qualificações exigidas pelo mercado de trabalho, o INEPROTEC tem uma visão que prioriza a valorização de cursos essenciais e pouco ofertados para profissionais que buscam sempre a atualização e especialização em sua área de atuação.

SOBRE O CURSO

O curso TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA pertence ao Eixo Tecnológico de CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS.

Vejamos algumas informações importantes sobre o curso TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA relacionados ao **perfil profissional de conclusão e suas**

habilidades, quesitos fundamentais para atuação, campo de atuação e, também algumas sugestões interessantes para continuação dos estudos optando por **Especializações Técnicas** e/ou **Cursos de Graduação**.

Perfil profissional de conclusão e suas habilidades

- Planejar, controlar e executar a instalação, a manutenção e a entrega técnica de máquinas e equipamentos eletromecânicos industriais, considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.
- Elaborar projetos de produtos relacionados a máquinas e equipamentos eletromecânicos especificando materiais para construção mecânica e elétrica por meio de técnicas de usinagem e soldagem.
- Realizar inspeção visual, dimensional e testes em sistemas, instrumentos, equipamentos eletromecânicos, pneumáticos e hidráulicos de máquinas.
- Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade.

Quesitos fundamentais para atuação

- Conhecimentos e saberes relacionados aos processos de planejamento, produção e manutenção de equipamentos eletromecânicos de modo a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários.
- Conhecimentos e saberes relacionados à sustentabilidade do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às normas técnicas, à liderança de equipes, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos.

Campo de atuação

- Indústrias com linhas de produção automatizadas, aeroespaciais, automobilística, metalmeccânica e plástico.
- Empresas de manutenção e reparos eletromecânicos, que atuam na instalação, manutenção, comercialização e utilização de equipamentos e sistemas eletromecânicos.

Sugestões para Especialização Técnica

- Especialização Técnica em Programação e Operação de Máquinas CNC.
- Especialização Técnica em Usinagem.
- Especialização Técnica em Desenho Assistido por Computador (CAD).
- Especialização Técnica em Manufatura Assistida por Computador (CAM).
- Especialização Técnica em Eficiência Energética em Edificações.
- Especialização Técnica em Eficiência Energética Industrial.
- Especialização Técnica em Energia Solar Fotovoltaica.
- Especialização Técnica em Energia Eólica.
- Especialização Técnica em Implantação e Comissionamento de Parques Eólicos.
- Especialização Técnica em Instalação Elétrica Predial de Baixa Tensão.
- Especialização Técnica em Biocombustíveis.

- Especialização Técnica em Biogás e Biometano.
- Especialização Técnica em Aproveitamento Energético de Biogás.

Sugestões para Cursos de Graduação

- Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Eletrotécnica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial.
- Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica.
- Curso Superior de Tecnologia em Processos Metalúrgicos.
- Bacharelado em Engenharia Eletrônica.
- Bacharelado em Engenharia Elétrica.
- Bacharelado em Engenharia de Automação e Controle.
- Bacharelado em Engenharia Mecatrônica.
- Bacharelado em Engenharia Mecânica.
- Bacharelado em Engenharia de Produção.
- Bacharelado em Engenharia Metalúrgica.

SOBRE O MATERIAL

Os nossos materiais de estudos são elaborados pensando no perfil de nossos cursistas, contendo uma estruturação simples e clara, possibilitando uma leitura dinâmica e com volume de informações e conteúdos considerados básicos, mas fundamentais e essenciais para o desenvolvimento de cada disciplina. Lembrando que nossas apostilas não são os únicos meios de estudo.

Elas, juntamente com as videoaulas e outras mídias complementares, compõem os vários recursos midiáticos que são disponibilizados por nossa Instituição, afim de proporcionar subsídios suficientes a todos, no processo de ensino-aprendizagem durante o curso.

Divisão do Conteúdo

Este material está estruturado em três partes:

- 1) ABERTURA.
- 2) BASE TEÓRICA.
- 3) SESSÕES ESPECIAIS.

Parte 1 - ABERTURA

- Sobre a Instituição.
- Sobre o Curso.
- Sobre o Material.

Parte 2 – BASE TEÓRICA

- Conceitos.
- Observações.
- Exemplos.

Parte 3 – SESSÕES ESPECIAIS

- Mapa de Estudo.
- Síntese Direta.
- Momento Quiz.

Boxes

Além dessas três partes, no desenvolvimento da BASE TEÓRICA temos alguns BOXES interessantes, com intuito de tornar a leitura mais agradável, mesclando um estudo mais profundo e teórico com pausas pontuais atrativas, deixando a leitura do todo “mais leve” e interativa.

Os BOXES são:

- **Você Sabia?**



São informações complementares contextualizadas com a base teórica contendo curiosidades que despertam a imaginação e incentivam a pesquisa.

- **Pausa para Refletir...**



Um momento especial para descansar a mente do estudo teórico conduzindo o cursista a levar seus pensamentos para uma frase, mensagem ou indagação subjetiva que leve a uma reflexão pessoal e motivacional para o seu cotidiano.

- **Se liga na Charada!**



Se trata de um momento descontraído da leitura, com a apresentação de enigmas e indagações divertidas que favorecem não só a interação, mas também o pensamento e raciocínio lógico, podendo ser visto como um desafio para o leitor.

Base Teórica

INTRODUÇÃO

A manutenção pode ser definida como um conjunto de ações planejadas e executadas com o objetivo de garantir que os equipamentos e sistemas de uma organização funcionem de maneira segura, eficiente e produtiva. Essas ações envolvem inspeções regulares, substituições programadas de componentes e a utilização de técnicas preditivas para prever falhas antes que ocorram.

A manutenção não é apenas uma prática técnica, mas também estratégica, pois impacta diretamente a segurança, a eficiência operacional e a produtividade da organização. Em ambientes industriais, como o de eletromecânica, a manutenção eficaz é essencial para evitar paradas inesperadas e garantir a continuidade dos processos produtivos.

A manutenção é essencial para o sucesso de qualquer organização que depende de máquinas e equipamentos em seus processos produtivos. Sua importância vai além de evitar falhas e garantir a continuidade operacional. Ela desempenha um papel estratégico ao otimizar o uso de recursos, aumentar a confiabilidade dos sistemas e promover a segurança no ambiente de trabalho. A adoção de boas práticas de manutenção contribui para a competitividade empresarial, permitindo que as operações sejam realizadas de forma eficiente e com menor custo operacional.

Além de ser uma atividade reativa em situações emergenciais, a manutenção bem planejada previne falhas, reduz desperdícios e aumenta a vida útil dos ativos industriais. Isso resulta em maior eficiência operacional, uma vez que os equipamentos podem atingir sua capacidade máxima com o mínimo de paradas. Em um ambiente de eletromecânica, onde a disponibilidade de máquinas é essencial, a manutenção desempenha um papel crítico para alcançar resultados consistentes e sustentáveis.

Os objetivos da manutenção incluem:

- ✓ **Aumentar a confiabilidade** dos equipamentos, garantindo que funcionem sem falhas durante seu ciclo de vida. Isso é alcançado por meio de inspeções regulares e intervenções planejadas.
- ✓ **Reduzir custos**, evitando reparos emergenciais e otimizando o uso de peças e materiais por meio de estratégias preventivas e preditivas.

- ✓ **Assegurar a segurança**, prevenindo acidentes e garantindo que as máquinas operem dentro de padrões seguros para os trabalhadores.
- ✓ **Melhorar a eficiência operacional**, maximizando o desempenho dos sistemas produtivos e reduzindo o tempo de inatividade.

Ao compreender a relevância e os benefícios da manutenção, é possível estabelecer uma base sólida para implementar as melhores práticas de gestão de ativos. A seguir, exploraremos os diferentes métodos e estratégias para interpretar documentos técnicos como manuais, catálogos e tabelas, essenciais para uma manutenção eficiente.

A manutenção elétrica industrial desempenha um papel fundamental na confiabilidade e na segurança dos sistemas elétricos dentro de indústrias e instalações produtivas. A gestão eficiente da manutenção garante a operação contínua dos equipamentos, reduzindo falhas inesperadas, minimizando custos operacionais e prolongando a vida útil dos ativos elétricos.

A manutenção industrial pode ser classificada em diferentes tipos, cada um com sua função específica dentro de um plano estratégico:

- ✓ **Manutenção corretiva**: realizada após a falha do equipamento, podendo ser planejada ou emergência.
- ✓ **Manutenção preventiva**: baseada em inspeções e substituições programadas para evitar falhas.
- ✓ **Manutenção preditiva**: utiliza monitoramento de variáveis operacionais para prever falhas antes que ocorram.
- ✓ **Manutenção detectiva**: aplicada para identificar falhas ocultas em sistemas de proteção elétrica.
- ✓ **Engenharia da manutenção**: abordagem estratégica que busca otimizar processos e aplicar tecnologias modernas.

O gerenciamento adequado da manutenção elétrica envolve a planejamento, execução e controle das atividades, permitindo a melhoria contínua da eficiência operacional. O uso de ferramentas como ordens de manutenção, planos de rota e fluxogramas de processos facilita a organização e execução dos serviços, reduzindo riscos e aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

Além disso, a Indústria 4.0 trouxe novas tecnologias para o setor, permitindo a automação dos processos de manutenção por meio de sensores inteligentes, análise de dados e softwares de monitoramento. Essas inovações contribuem para a implementação de estratégias preditivas e a redução de paradas inesperadas.

Esta apostila tem como objetivo apresentar os principais conceitos, metodologias e boas práticas da gestão da manutenção elétrica industrial, preparando os profissionais para atuar no planejamento, monitoramento e execução de atividades de manutenção em sistemas elétricos industriais de maneira eficiente e segura.

TIPOS DE MANUTENÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA

A manutenção pode ser classificada em diferentes categorias, cada uma com características específicas e aplicáveis a diferentes situações. Conhecer os tipos de manutenção é essencial para selecionar a estratégia mais adequada para cada equipamento ou sistema.

Temos os seguintes tipos de manutenção:

- **Manutenção Corretiva.**
- **Manutenção Preventiva.**
- **Manutenção Preditiva.**
- **Manutenção Detectiva.**
- **Manutenção Proativa.**

Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva ocorre somente após a falha de um equipamento. Por ser reativa, é frequentemente associada a altos custos e paradas inesperadas, já que a falha interrompe o funcionamento do sistema. Apesar disso, ela é indispensável em situações de emergência ou quando outras estratégias de manutenção não foram aplicadas de forma eficaz. Essa abordagem é direta, mas pode gerar custos elevados devido às interrupções na produção e à necessidade de substituir componentes danificados.

EXEMPLOS:

Quando uma bomba hidráulica apresenta vazamentos significativos e precisa ser substituída, a manutenção corretiva é a única solução viável. Esse tipo de manutenção é direto e rápido, mas depende de estoques de peças sobressalentes e de uma equipe pronta para agir imediatamente.

Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é planejada com antecedência, baseada em intervalos regulares de tempo ou ciclos de uso. Essa abordagem visa evitar falhas inesperadas e aumentar a vida útil dos equipamentos. Inspeções regulares, ajustes ou substituições são realizados antes que ocorram problemas, garantindo maior confiabilidade ao sistema.

No entanto, a manutenção preventiva pode resultar em custos adicionais devido à substituição de componentes que ainda estão funcionais.

EXEMPLOS:

Inspeções trimestrais em motores elétricos para verificar o estado dos rolamentos e substituir os desgastados, prevenindo falhas futuras.

Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva utiliza tecnologias avançadas, como análise de vibração, termografia e ultrassom, para monitorar continuamente as condições dos equipamentos. Com isso, é possível prever falhas antes que elas ocorram, permitindo intervenções planejadas e direcionadas. Embora muito eficaz, essa abordagem exige investimentos significativos em equipamentos e treinamento de pessoal. Ainda assim, é amplamente utilizada em indústrias que demandam alta disponibilidade dos sistemas.

EXEMPLOS:

Monitoramento da temperatura dos rolamentos em compressores industriais, detectando aumentos de temperatura que indicam desgaste iminente.

Manutenção Detectiva

A manutenção detectiva é focada na identificação de falhas latentes em sistemas de segurança. Este tipo de manutenção é fundamental para garantir a confiabilidade de dispositivos como alarmes, sensores e sistemas de proteção, que não apresentam sinais visíveis de falha até serem testados. Apesar de essencial, essa abordagem não previne falhas diretamente em sistemas produtivos.

EXEMPLOS:

Realização de testes periódicos em sistemas de detecção de incêndio para garantir que estejam prontos para operar em caso de emergência.



Figura 1: Profissional realizando uma manutenção detectiva em um equipamento.

Manutenção Proativa

A manutenção proativa busca eliminar as causas-raiz das falhas, utilizando técnicas como análise de falhas e ações de melhoria contínua. Essa abordagem é focada em prevenir problemas recorrentes, melhorando o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos. Embora exija maior especialização e recursos, seus benefícios incluem a redução de intervenções futuras e maior eficiência operacional.

EXEMPLOS:

Reprojeto de eixos submetidos a cargas excessivas para evitar trincas recorrentes, aumentando a durabilidade do equipamento.

**VOCÊ SABIA?****A origem da manutenção preditiva está na aviação**

A manutenção preditiva, amplamente utilizada na indústria hoje, teve suas raízes no setor de aviação. Nos anos 1940, o conceito foi desenvolvido para monitorar o desgaste de peças críticas em aeronaves, prevenindo falhas durante os voos.

Desde então, técnicas como análise de vibrações e termografia se expandiram para outros setores industriais.

FALHAS EM MÁQUINAS E TÉCNICAS DE MONTAGEM E DESMONTAGEM

Análise de falhas em máquinas

A análise de falhas em máquinas é um processo essencial para identificar as causas de danos e defeitos, prevenir a recorrência de problemas e otimizar a operação dos equipamentos. Em ambientes industriais, onde a continuidade operacional é fundamental, entender a origem das falhas é crucial para evitar paradas não planejadas e prejuízos financeiros. Exploraremos os principais tipos de falhas, suas características gerais e os métodos mais eficazes para diagnosticá-las e corrigi-las.

Origem dos danos em máquinas

A compreensão da origem dos danos em máquinas é fundamental para prevenir falhas e garantir a longevidade dos equipamentos. Muitas vezes, os problemas surgem de causas que poderiam ser evitadas com procedimentos adequados de manutenção, instalação correta e operação dentro dos limites especificados pelo fabricante. Este tópico explora as principais fontes de danos em máquinas, destacando os fatores que contribuem para o desgaste e os erros mais comuns que levam a falhas operacionais.

Os danos em máquinas podem ter diferentes origens, como:

- ✓ **Cargas Excessivas:** A aplicação de cargas acima da capacidade projetada do equipamento pode causar desgastes prematuros, deformidades e trincas em componentes.
- ✓ **Falta de Lubrificação:** A ausência ou o uso inadequado de lubrificantes leva ao aumento do atrito entre superfícies, provocando superaquecimento e desgaste acelerado.
- ✓ **Desalinhamento:** Componentes mal ajustados ou desalinhados geram vibrações e tensões adicionais, contribuindo para falhas mecânicas.

- ✓ **Fadiga de Material:** O uso contínuo de equipamentos ao longo do tempo pode causar microtrincas que evoluem para falhas mais severas.
- ✓ **Condições Ambientais:** Temperaturas extremas, umidade e exposição a produtos químicos podem acelerar o processo de corrosão e degradação dos materiais.

Compreender essas origens é essencial para implementar medidas preventivas e corretivas que garantam a confiabilidade do sistema.

Características gerais dos danos e defeitos

Cada tipo de falha ou danos em máquinas apresenta sinais específicos que podem ser analisados para determinar suas causas e severidade. O entendimento das características gerais dos danos é essencial para que os técnicos identifiquem rapidamente problemas potenciais e tomem ações corretivas ou preventivas. Esses sinais podem variar desde desgastes superficiais até trincas ou falhas catastróficas, e sua identificação precoce muitas vezes depende de inspeções visuais detalhadas ou do uso de ferramentas especializadas.

As características dos danos geralmente fornecem pistas importantes sobre os fatores que os provocaram. Situações como o desgaste irregular podem indicar desalinhamento, enquanto fraturas podem sugerir ações de cargas excessivas ou ciclos repetitivos de tensão. Este tópico explora as principais formas de danos, permitindo que os profissionais se preparem para reconhecer padrões e realizar intervenções eficazes.

As falhas em máquinas apresentam padrões específicos que ajudam na identificação da causa-raiz.

Algumas das características mais comuns incluem:

- ✓ **Desgaste por Atrito:** Superfícies que apresentam ranhuras ou perda de material indicam desgaste por contato contínuo sem lubrificação adequada.
- ✓ **Fraturas ou Trincas:** Fraturas geralmente estão associadas a cargas excessivas ou ciclos de fadiga.
- ✓ **Corrosão:** Superfícies oxidadas ou com sinais de degradação química apontam para exposição a umidade ou substâncias corrosivas.

- ✓ **Deformações Plásticas:** Peças dobradas ou fora de forma indicam sobrecarga ou falhas no projeto.
- ✓ **Vibrações Excessivas:** Falhas em rolamentos, desalinhamento ou componentes soltos podem causar vibrações anormais.

A identificação precoce dessas características permite que a equipe de manutenção adote soluções apropriadas antes que a falha se agrave.

Métodos para diagnóstico de falhas

A identificação precisa das causas de falhas é um passo fundamental para garantir a eficiência e a confiabilidade dos equipamentos. Diversos métodos podem ser utilizados para diagnosticar problemas em máquinas, cada um adequado para situações específicas. Esses métodos ajudam a identificar não apenas os sintomas visíveis, mas também as causas subjacentes que podem levar a falhas recorrentes.

Os principais métodos de diagnóstico são:

- **Análise Visual.**
- **Monitoramento de Vibração.**
- **Termografia.**
- **Análise de Lubrificantes.**
- **Ensaio Não Destrutivo (END).**

OBSERVAÇÕES:

Investir em técnicas de análise de falhas não apenas aumenta a vida útil dos equipamentos, mas também melhora a segurança e a confiabilidade do sistema. A documentação detalhada das falhas e suas soluções é essencial para a melhoria contínua dos processos de manutenção.

Análise Visual

A análise visual é o ponto de partida para a maioria dos diagnósticos. Consiste em inspecionar fisicamente os componentes da máquina em busca de sinais visíveis de danos.

Embora seja um método simples, a análise visual pode ser complementada por ferramentas como lupas ou câmeras de alta resolução para melhorar a precisão.

EXEMPLOS:

- 1) **Desgastes superficiais:** Identificáveis por ranhuras ou alterações na textura das superfícies.
- 2) **Trincas:** Pequenas fissuras que podem indicar fadiga ou sobrecarga.
- 3) **Corrosão:** Sinais de degradação química ou oxidação que comprometem a integridade do material.

Monitoramento de Vibração

Esse método utiliza equipamentos especializados para medir os padrões de vibração de componentes em operação.

Alterações nos padrões podem indicar problemas como:

- ✓ **Desalinhamento:** Vibrações em amplitudes não usuais.
- ✓ **Falhas em rolamentos:** Identificadas por vibrações de alta frequência.
- ✓ **Componentes soltos:** Padrões irregulares e ruídos.



Figura 2: Profissional realizando um Monitoramento de Vibração em um equipamento.

O monitoramento de vibração é altamente eficaz para prever falhas antes que ocorram, reduzindo paradas não planejadas.

Termografia

A termografia utiliza câmeras infravermelhas para identificar variações de temperatura em componentes mecânicos e elétricos.

Este método detecta:

- ✓ **Superaquecimento:** Resultante de falta de lubrificação ou atrito excessivo.
- ✓ **Conexões elétricas comprometidas:** Que geram calor excessivo.



Figura 3: Termografia sendo realizada.

Esse método é especialmente eficaz em sistemas onde as temperaturas fora do normal podem levar a falhas críticas.

Análise de Lubrificantes

A análise de lubrificantes examina a condição do fluido e a presença de partículas que indicam desgaste interno.

Parâmetros avaliados incluem:

- ✓ **Contaminação:** Presença de água ou sujeira.
- ✓ **Partículas metálicas:** Indicativas de desgaste de rolamentos ou engrenagens.

Essa técnica é ideal para monitoramento contínuo e planejamento de manutenção preventiva.



Figura 4: Coleta de óleo lubrificante para análise.

Ensaios Não Destrutivos (END)

Os ENDs utilizam técnicas como ultrassom, radiografia ou partículas magnéticas para detectar trincas ou defeitos internos sem comprometer a integridade do componente.

Os ENDs são altamente eficazes em situações onde a segurança é uma prioridade, garantindo a integridade dos componentes e prevenindo falhas graves.



Figura 5: Tipo de ensaio não destrutivo (Ultrassom).

EXEMPLOS:

- 1) **Ultrassom:** Para localizar trincas profundas em soldas.
- 2) **Radiografia:** Para inspeção de componentes internos.
- 3) **Partículas magnéticas:** Para identificar fissuras superficiais em materiais ferromagnéticos.

As técnicas de montagem e desmontagem

A montagem e desmontagem de elementos de máquina são atividades essenciais para a manutenção e o reparo de equipamentos industriais. Realizar essas tarefas de forma adequada garante a integridade dos componentes, reduz o risco de danos durante os procedimentos e aumenta a vida útil das máquinas. A aplicação de técnicas apropriadas e o uso de ferramentas adequadas são fundamentais para garantir a precisão e a segurança nos processos.

Abordaremos as melhores práticas para montagem e desmontagem, destacando os principais desafios encontrados e os cuidados necessários para evitar problemas, como desalinhamento ou desgastes prematuros dos elementos mecânicos.

Importância da Montagem e Desmontagem Adequadas

Garantir que a montagem e desmontagem de componentes sejam realizadas corretamente é essencial para assegurar o desempenho e a durabilidade dos equipamentos. Essa atenção à precisão nas operações evita problemas como desalinhamento, danos às superfícies de contato e falhas prematuras, contribuindo para a segurança e a eficiência do processo produtivo.

A montagem correta de componentes mecânicos é crucial para garantir o desempenho adequado de uma máquina.

Erros nessa etapa podem resultar em:

- ✓ **Desalinhamento:** Provoca vibrações excessivas e desgastes desnecessários.
- ✓ **Torque inadequado:** Aperto excessivo ou insuficiente pode causar falhas precoces nos componentes.
- ✓ **Danos a superfícies de contato:** O uso de ferramentas inadequadas pode danificar as peças.

A desmontagem também requer cuidados especiais, pois erros podem comprometer a reutilização de componentes ou causar danos a peças adjacentes. Por isso, é fundamental seguir procedimentos estabelecidos e utilizar as ferramentas apropriadas.

Equipamentos e Ferramentas Utilizados

A seleção e o uso adequado de ferramentas técnicas desempenham um papel crucial nos processos de montagem e desmontagem. Esses instrumentos permitem a realização de ajustes precisos, minimizando riscos de danos e garantindo a integridade dos componentes.

A escolha das ferramentas adequadas é essencial para garantir a eficiência e a segurança dos processos de montagem e desmontagem.

Alguns dos equipamentos mais utilizados incluem:

- ✓ **Chaves de Torque:** Garantem o aperto correto, evitando sobrecargas ou folgas nos parafusos.
- ✓ **Extratores:** Facilitam a remoção de rolamentos, polias e engrenagens sem danificar os componentes.
- ✓ **Prensas Hidráulicas:** Usadas para montagem e desmontagem de peças que exigem aplicação de força controlada.
- ✓ **Martelos de Borracha:** Permitem ajustes precisos sem danificar superfícies sensíveis.

- ✓ **Lubrificantes:** Reduzem o atrito durante a montagem e evitam travamentos em componentes ajustados.



Figura 6: Equipamentos e ferramentas utilizadas nos processos de montagem e desmontagem.

(Da esquerda para a direita temos: uma Chaves de Torque, um Extrator, uma Prensa Hidráulica, um Martelos de Borracha e um Lubrificante).

Procedimentos Padrão e Boas Práticas

Realizar as etapas de montagem e desmontagem com base em procedimentos estruturados é indispensável para assegurar a qualidade e a segurança do trabalho. A organização e o planejamento são fundamentais para evitar erros e aumentar a eficiência nas operações.

Preparativos

O planejamento adequado antes de qualquer operação é indispensável para assegurar a eficiência e a segurança dos procedimentos. Preparar-se corretamente evita erros e reduz o risco de danos aos componentes ou ao equipamento durante as etapas de montagem e desmontagem.

Antes de iniciar qualquer operação, é essencial:

- ✓ **Verificar o Manual do Fabricante:** Para entender os procedimentos e especificações técnicas.
- ✓ **Inspecionar as Ferramentas:** Garantir que estejam em boas condições de uso.
- ✓ **Limpar os Componentes:** Remover sujeiras, graxas antigas e outros contaminantes.

Montagem

A montagem de componentes requer precisão e atenção aos detalhes para garantir o funcionamento adequado e a longevidade do equipamento. Essa etapa é fundamental para evitar problemas como desalinhamento ou falhas prematuras.

- ✓ **Alinhe os Componentes:** Use ferramentas de medição para garantir um alinhamento preciso.
- ✓ **Aplique o Torque Correto:** Utilize chaves de torque calibradas para evitar aperto excessivo ou insuficiente.
- ✓ **Utilize Lubrificantes Adequados:** Aplique lubrificação nas superfícies de contato para reduzir o atrito e facilitar o encaixe.

Desmontagem

A desmontagem deve ser conduzida de forma cuidadosa, com o uso de ferramentas apropriadas e seguindo procedimentos estabelecidos. Realizar essa etapa corretamente é essencial para evitar danos aos componentes e facilitar a remontagem posterior.

- ✓ **Utilize Ferramentas Apropriadas:** Evite improvisações que possam danificar os componentes.
- ✓ **Aplique Força Gradual:** Em casos de componentes travados, utilize prensas ou extratores.
- ✓ **Identifique e Armazene as Peças:** Organize os componentes desmontados para facilitar a remontagem.

EXEMPLOS:

Um técnico precisa substituir um rolamento desgastado em um eixo de motor. Para isso:

- 1) Utiliza um extrator para remover o rolamento antigo sem danificar o eixo.
- 2) Limpa o alojamento e aplica uma fina camada de lubrificante.
- 3) Posiciona o novo rolamento e utiliza uma prensa hidráulica para garantir o encaixe perfeito.
- 4) Verifica o torque de aperto das porcas de fixação, assegurando-se de seguir as especificações do fabricante.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que é, o que é? Feito para andar e não anda?

RESPOSTA:

A rua.

VARIEDADES DE MANUTENÇÃO

Manutenção de rolamentos

Os rolamentos desempenham um papel essencial no funcionamento de máquinas industriais, reduzindo o atrito e facilitando o movimento de componentes rotativos. Uma manutenção adequada é fundamental para garantir o desempenho eficiente e a longa vida útil desses componentes. Problemas em rolamentos podem resultar em paradas inesperadas, custos elevados e comprometer a segurança das operações.

Nesta seção, abordaremos os procedimentos de inspeção, desmontagem e montagem de rolamentos, além das falhas mais comuns e suas respectivas causas.

Inspeção de Rolamentos

A inspeção de rolamentos é uma etapa preventiva que ajuda a identificar potenciais problemas antes que comprometam o desempenho do equipamento. Essa atividade deve ser realizada regularmente, seguindo procedimentos padronizados para garantir a confiabilidade dos componentes.

Antes de qualquer intervenção, a inspeção é uma etapa essencial para identificar sinais de desgaste ou danos. Essa atividade deve ser **realizada regularmente** para evitar falhas inesperadas.

Procedimentos de Inspeção

A realização de inspeções detalhadas é essencial para identificar sinais de desgaste ou falhas nos rolamentos antes que possam comprometer o desempenho do equipamento.

Essa atividade envolve passos específicos, como a:

- ✓ **Verificação Visual:** Inspeccione o rolamento em busca de trincas, ranhuras, corrosão ou sinais de superaquecimento.

- ✓ **Rotatividade:** Gire o rolamento manualmente para identificar ruídos ou movimentos irregulares.
- ✓ **Verificação de Lubrificação:** Certifique-se de que o lubrificante esteja em quantidade e condições adequadas.
- ✓ **Monitoramento de Vibrações:** Utilize instrumentos para detectar padrões anormais que indiquem desgaste ou desalinhamento.

Uma inspeção bem conduzida pode identificar problemas antes que eles comprometam o desempenho do equipamento.

Falhas Comuns em Rolamentos e Suas Causas

Os rolamentos estão sujeitos a diversas condições operacionais que podem levar a falhas. Compreender as principais causas de desgaste ou danos é essencial para implementar medidas preventivas e garantir a longevidade desses componentes.

As falhas em rolamentos podem ocorrer por diversos motivos, como:

- ✓ **Lubrificação Inadequada:** Falta de lubrificante ou uso de produtos inadequados acelera o desgaste.
- ✓ **Contaminação:** Poeira, água ou outros contaminantes podem causar danos às superfícies internas.
- ✓ **Sobrecarga:** Aplicar cargas acima do limite projetado leva a deformações ou trincas.
- ✓ **Desalinhamento:** Causa tensões adicionais e desgaste irregular.
- ✓ **Instalação Incorreta:** Uso de ferramentas inadequadas ou aplicação de força excessiva pode danificar o componente.

Conhecer as causas permite implementar soluções preventivas que aumentem a vida útil dos rolamentos.

Procedimentos de Manutenção

Realizar a manutenção de rolamentos de forma adequada exige a aplicação de técnicas específicas que assegurem a integridade dos componentes e a eficiência do sistema.

Cada etapa, desde a desmontagem até a montagem, deve ser realizada com precaução e seguindo as melhores práticas do setor, podemos dividir essa manutenção de rolamento em três etapas:

- 1) **Desmontagem.**
- 2) **Inspeção.**
- 3) **Montagem.**

Desmontagem de Rolamentos

A desmontagem deve ser realizada com cuidado para evitar danos ao rolamento e aos componentes adjacentes.

Seguem os passos principais:

- 1) **Escolha das Ferramentas Adequadas:** Utilize extratores ou prensas específicas para rolamentos.
- 2) **Aplique Força Gradual:** Evite movimentos bruscos que possam comprometer a integridade do rolamento.
- 3) **Inspeção Durante a Desmontagem:** Verifique as condições do alojamento e das superfícies de contato.

Inspeção Durante a Manutenção

Durante a manutenção, é fundamental realizar uma inspeção minuciosa nos rolamentos para identificar danos ou desgastes que possam comprometer sua funcionalidade. Após essa análise, os componentes adequados devem ser selecionados para garantir uma reinstalação precisa e segura. Em seguida, o processo de montagem deve ser conduzido

com atenção para assegurar o correto posicionamento e o funcionamento eficiente do sistema.

Ao realizar a inspeção lembre-se de:

- ✓ Limpar o rolamento para remover sujeira e resíduos.
- ✓ Inspecionar as superfícies internas e externas em busca de desgastes ou rachaduras.
- ✓ Substituir componentes que apresentem danos irreparáveis.

Montagem de Rolamentos

A montagem adequada dos rolamentos é um processo crítico para assegurar o desempenho ideal e a longevidade dos componentes. Com os rolamentos inspecionados e preparados, é hora de aplicar técnicas corretas que garantam a precisão do ajuste e o alinhamento adequado do sistema. Essa etapa deve incluir o uso de ferramentas específicas e lubrificação apropriada para evitar danos durante a operação inicial e prolongar a vida útil do equipamento.

Ao realizar a montagem dos rolamentos o técnico deve lembrar dos seguintes pontos:

- 1) **Prepare o Alojamento:** Certifique-se de que esteja limpo e livre de contaminantes.
- 2) **Posicionamento Correto:** Alinhe o rolamento com o eixo ou alojamento.
- 3) **Uso de Ferramentas Específicas:** Utilize prensas hidráulicas ou ferramentas de impacto controlado.
- 4) **Lubrificação Adequada:** Aplique o lubrificante recomendado pelo fabricante antes da operação.



VOCÊ SABIA?

O desgaste de rolamentos é responsável por 50% das falhas em máquinas rotativas

Rolamentos são componentes pequenos, mas críticos para o funcionamento de máquinas. Estatísticas indicam que aproximadamente metade das falhas em máquinas rotativas são causadas por problemas nos rolamentos, como lubrificação inadequada, desalinhamento ou contaminação. A análise de ruído e vibração é uma das principais ferramentas para prever esses problemas.

Manutenção em polias, correias e esteiras

As polias, correias e esteiras transportadoras são componentes essenciais em sistemas de transmissão e transporte de materiais. Sua manutenção adequada é fundamental para garantir o funcionamento eficiente e seguro dos equipamentos. Problemas como desalinhamento, tensão incorreta ou desgaste excessivo podem levar a falhas operacionais, aumentando os custos e reduzindo a produtividade.

Nesta seção, serão abordados os principais cuidados e procedimentos relacionados à manutenção desses componentes, desde a identificação de danos até as melhores práticas para montagem, alinhamento e tensionamento.

Cuidados Exigidos com Polias, Correias e Esteiras

Manter polias, correias e esteiras em condições ideais de operação exige cuidados específicos, pois cada componente possui suas particularidades. Esses cuidados garantem que o sistema de transmissão ou transporte opere com segurança e eficiência.

Polias em "V"

As polias em "V" são componentes críticos em sistemas de transmissão devido à sua eficiência e confiabilidade.

Para garantir o desempenho ideal, é essencial observar os seguintes cuidados:

- ✓ **Limpeza Regular:** Certifique-se de que as superfícies estejam livres de sujeira, óleos ou detritos que possam comprometer o atrito entre a polia e a correia.
- ✓ **Inspeção Visual:** Verifique desgastes ou danos nas superfícies da polia.

- ✓ **Verificação de Alinhamento:** Utilize ferramentas de alinhamento para garantir que a polia esteja corretamente posicionada em relação ao eixo e à correia.

Correias

As correias desempenham um papel vital na transmissão de potência e no funcionamento seguro do sistema.

Para evitar falhas ou desgastes prematuros, siga estas recomendações:

- ✓ **Verificação de Tensão:** Certifique-se de que a tensão da correia esteja de acordo com as especificações do fabricante. Uma tensão incorreta pode causar desgaste prematuro ou falhas.
- ✓ **Inspeção de Superfície:** Verifique rachaduras, desgastes ou irregularidades nas correias.
- ✓ **Lubrificação Evitada:** Evite o uso de lubrificantes em correias, pois eles podem reduzir o atrito e causar deslizamentos.

Esteiras Transportadoras

As esteiras transportadoras são fundamentais em processos industriais, garantindo a movimentação eficiente de materiais.

Manter essas esteiras em condições adequadas requer cuidados específicos, como os descritos abaixo:

- ✓ **Inspeção de Roletes e Guias:** Verifique se os roletes estão funcionando corretamente e se as guias estão alinhadas.
- ✓ **Verificação de Emendas:** Avalie as condições das emendas das esteiras, que são pontos críticos para falhas.
- ✓ **Limpeza Regular:** Remova detritos ou materiais acumulados para evitar obstruções e desgaste excessivo.
- ✓ **Tensão Adequada:** Ajuste a tensão da esteira para garantir a estabilidade durante o transporte de materiais.

Danos Típicos e Suas Causas

Os danos em componentes como polias, correias e esteiras transportadoras podem impactar diretamente o desempenho do sistema. Compreender as causas mais frequentes ajuda a antecipar problemas e implementar ações preventivas eficazes.

Os danos em polias, correias e esteiras transportadoras podem ter diferentes origens, como:

- ✓ **Desgaste por Atrito:** Provocado por tensão inadequada ou desalinhamento.
- ✓ **Rompimento de Correias:** Geralmente associado ao uso de materiais inadequados ou sobrecarga.
- ✓ **Deformações em Polias:** Podem ocorrer devido a impactos ou falhas estruturais.
- ✓ **Danos em Esteiras Transportadoras:** Resultantes de sobrecarga, desalinhamento ou contaminação.

A identificação precoce dessas falhas permite a implementação de medidas corretivas antes que comprometam o desempenho do sistema.

Procedimentos de Manutenção

Os procedimentos de manutenção para polias, correias e esteiras transportadoras envolvem etapas essenciais como:

- Montagem.
- Alinhamento.
- Tensionamento.

Montagem

A montagem correta é fundamental para assegurar o desempenho seguro e eficiente de sistemas que utilizam polias e correias.

Este processo requer atenção a detalhes importantes que garantem a funcionalidade do conjunto, como os que seguem:

- ✓ **Seleção de Componentes:** Certifique-se de que as polias e correias sejam compatíveis em tamanho e material.
- ✓ **Preparativos:** Limpe todas as superfícies e inspecione os componentes antes da montagem.
- ✓ **Posicionamento:** Instale os componentes no alinhamento correto, garantindo que as correias estejam devidamente encaixadas nas canaletas das polias.

Alinhamento

O desalinhamento é uma das principais causas de falhas em sistemas de polias e correias.

Para evitar problemas:

- ✓ Utilize ferramentas de alinhamento, como alinhadores a laser.
- ✓ Verifique a posição das polias em relação ao eixo.
- ✓ Ajuste até que as superfícies estejam paralelas e alinhadas corretamente.

Tensionamento

A tensão incorreta é uma das causas mais comuns de desgaste prematuro.

Para ajustar a tensão:

- ✓ Utilize ferramentas de medição específicas, como tensiômetros.
- ✓ Siga as especificações do fabricante quanto à tensão ideal.
- ✓ Certifique-se de que a correia tenha flexibilidade suficiente, mas sem deslizar ou comprometer a transmissão de potência.

Manutenção em correntes

As correntes são elementos fundamentais em sistemas de transmissão mecânica e transporte industrial. Elas oferecem uma solução robusta e confiável para transmitir potência e mover materiais em diversas aplicações. Entretanto, como qualquer componente mecânico, as correntes estão sujeitas a desgastes e falhas que podem comprometer o desempenho do sistema.

Nesta seção, abordaremos os tipos de correntes, os danos mais frequentes e suas causas, além de procedimentos de manutenção e boas práticas para aumentar a eficiência e a vida útil desses componentes.

Tipos de Correntes e Suas Aplicações

As correntes podem ser classificadas em diferentes tipos, cada uma adequada para aplicações específicas:

- ✓ **Correntes de Transmissão:** Usadas em sistemas que exigem a transferência de potência mecânica, como em motocicletas ou esteiras transportadoras.
- ✓ **Correntes de Rolos:** Indicadas para operações industriais onde a carga é significativa e a durabilidade é essencial.

- ✓ **Correntes Silenciosas:** Projetadas para aplicações que exigem operação com baixo nível de ruído.
- ✓ **Correntes de Transporte:** Utilizadas para movimentar materiais em linhas de produção ou esteiras transportadoras.

A escolha correta da corrente é fundamental para garantir a eficiência e evitar falhas precoces no sistema.

Danos Típicos e Suas Causas

As falhas em correntes podem ser causadas por uma combinação de fatores operacionais e ambientais.

Os danos mais comuns incluem:

- ✓ **Desgaste por Atrito:** Ocorre devido à falta de lubrificação ou operação prolongada em condições de alta carga.
- ✓ **Alongamento Excessivo:** Resulta do uso contínuo e do desgaste nos pinos e buchas.
- ✓ **Corrosão:** Causada por exposição a ambientes ácidos, úmidos ou químicos.
- ✓ **Falhas por Impacto:** Danos ocasionados por cargas repentinas ou operação em condições inadequadas.

Identificar precocemente esses problemas permite aplicar soluções antes que comprometam o sistema.

Procedimentos de Manutenção e Inspeção

A manutenção regular de correntes é essencial para garantir sua longevidade e eficiência.

Abaixo estão os principais passos:

- **Limpeza.**
- **Lubrificação.**
- **Inspeção Visual.**
- **Ajustes e Substituição.**

Limpeza

Manter a corrente limpa é essencial para evitar o acúmulo de sujeiras e detritos que podem comprometer sua funcionalidade. Essa etapa inicial prepara a corrente para inspeções mais detalhadas e garante a eficiência do sistema.

Para realizá-la, é necessário:

- ✓ Remover sujeiras e detritos acumulados utilizando escovas e solventes apropriados.
- ✓ Evitar o uso de produtos corrosivos que possam danificar a superfície da corrente.

Lubrificação

A lubrificação adequada reduz significativamente o atrito entre os componentes da corrente, aumentando sua durabilidade e eficiência.

Para realizá-la corretamente, é importante:

- ✓ Utilizar lubrificantes recomendados pelo fabricante para reduzir o atrito e minimizar o desgaste.
- ✓ Aplicar a lubrificação de maneira uniforme em todos os elos, garantindo que penetre nas articulações.

Inspeção Visual

A inspeção visual é uma etapa crítica para identificar sinais de desgaste ou danos que possam comprometer o desempenho da corrente.

Durante essa análise, deve-se observar:

- ✓ Verificar a condição dos elos, pinos e buchas em busca de desgaste ou trincas.
- ✓ Certificar-se de que a corrente esteja alinhada corretamente com os dentes das engrenagens.

Ajustes e Substituição

Realizar ajustes precisos e substituir componentes comprometidos é essencial para manter a funcionalidade e a segurança do sistema.

Para realizá-los, é necessário:

- ✓ Ajustar a tensão da corrente para evitar folgas excessivas ou tensionamento exagerado.

- ✓ Substituir correntes que apresentem danos irreparáveis ou alongamento superior ao limite especificado.

OBSERVAÇÕES:***Boas Práticas para Prolongar a Vida Útil das Correntes***

Para maximizar a eficiência e reduzir os custos operacionais, adote as seguintes práticas:

- ✓ Realize inspeções regulares para identificar sinais de desgaste precoce.
- ✓ Mantenha as correntes limpas e bem lubrificadas.
- ✓ Evite cargas acima do especificado pelo fabricante.
- ✓ Alinhe corretamente as engrenagens para evitar desgastes desnecessários.
- ✓ Utilize ferramentas adequadas para ajustes e substituições.

Manutenção em redutores

Os redutores, moto redutores e engrenagens desempenham um papel crucial na transmissão de potência em sistemas mecânicos, convertendo velocidades e torques para atender às necessidades operacionais de diferentes equipamentos. Sua manutenção adequada é essencial para garantir o funcionamento eficiente, prevenir falhas e prolongar a vida útil dos componentes. Nesta seção, exploraremos as melhores práticas para a manutenção desses sistemas, desde a identificação de falhas comuns até procedimentos específicos de inspeção e montagem.

Importância da Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é uma estratégia fundamental para evitar falhas inesperadas e manter a eficiência operacional.

Em redutores e engrenagens, medidas como inspeções regulares e lubrificação adequada ajudam a:

- ✓ Reduzir o desgaste de dentes de engrenagens e rolamentos internos.
- ✓ Evitar superaquecimento devido ao atrito excessivo.
- ✓ Identificar desalinhamentos que possam comprometer o desempenho.
- ✓ Aumentar a confiabilidade dos sistemas e reduzir custos de reparo.

Manutenção preventiva bem implementada minimiza os tempos de inatividade e melhora a segurança operacional.

Falhas Comuns e Suas Causas

As falhas em redutores, moto redutores e engrenagens podem impactar significativamente a produtividade e a segurança de sistemas industriais. Entender as causas dessas falhas é essencial para implementar medidas preventivas e garantir o funcionamento eficiente dos equipamentos.

Abaixo, são detalhadas as falhas mais frequentes:

- **Vibrações excessivas.**
- **Superaquecimento.**
- **Desgaste prematuro.**

Vibrações Excessivas

As vibrações em redutores e engrenagens são sinais claros de problemas, geralmente causados por:

- ✓ **Desgaste de dentes:** Resulta da falta de lubrificação ou carga excessiva.
- ✓ **Desalinhamento:** Alterações na posição das engrenagens afetam a distribuição de carga.

Superaquecimento

O aquecimento excessivo pode ser provocado por:

- ✓ **Lubrificação inadequada:** Quantidade insuficiente ou uso de lubrificantes inadequados.
- ✓ **Carga excessiva:** Operação acima da capacidade nominal do equipamento.

Desgaste Prematuro

Desgastes prematuros geralmente são resultado de:

- ✓ **Contaminação:** Presença de partículas sólidas no lubrificante.
- ✓ **Manutenção inadequada:** Falta de substituição de componentes desgastados.

Identificar essas falhas precocemente permite implementar soluções eficazes antes que o sistema seja comprometido.

Procedimentos de Manutenção

A realização de procedimentos de manutenção em redutores, moto redutores e engrenagens é essencial para assegurar a confiabilidade e o desempenho dos sistemas mecânicos. Cada etapa deve ser conduzida com precaução e seguindo as melhores práticas para evitar danos e prolongar a vida útil dos componentes.

A seguir, destacam-se as principais etapas a serem seguidas:

- **Desmontagem.**
- **Inspeção.**
- **Montagem.**

Desmontagem

Para realizar a desmontagem segura de redutores e engrenagens:

- ✓ **Desligue o equipamento:** Certifique-se de que está completamente isolado da energia.
- ✓ **Identifique as Peças:** Marque as posições das engrenagens e rolamentos para facilitar a remontagem.
- ✓ **Utilize Ferramentas Adequadas:** Extratores e prensas são essenciais para evitar danos.

Inspeção

Durante a inspeção, verifique:

- ✓ **Dentes das Engrenagens:** Procure por trincas, desgaste ou marcas de pitting.
- ✓ **Rolamentos:** Avalie o estado dos rolamentos quanto a desgastes e folgas.
- ✓ **Lubrificação:** Certifique-se de que o óleo ou graxa está em condição adequada.

Montagem

Ao montar os componentes, assegure-se de:

- ✓ **Realizar Limpeza:** Remova qualquer resíduo ou contaminação das superfícies.
- ✓ **Aplicar Torque Correto:** Siga as especificações do fabricante para o aperto de parafusos e porcas.
- ✓ **Lubrificar Adequadamente:** Utilize o tipo e a quantidade de lubrificante recomendado.

Manutenção em sistemas de bombeamento

Os sistemas de bombeamento são utilizados em diversos setores industriais para transportar fluidos, sejam líquidos ou gases, de um ponto a outro. Eles desempenham um papel essencial na produção, refrigeração e distribuição de fluidos, sendo fundamentais para garantir a eficiência dos processos operacionais.

Para assegurar o desempenho ideal, é indispensável compreender o princípio de funcionamento das bombas e adotar práticas de manutenção adequadas. Nesta seção, exploraremos os tipos de bombas, os principais problemas encontrados e as melhores estratégias de manutenção.

Tipos de Bombas e Suas Características

As bombas industriais podem ser classificadas em diferentes categorias, dependendo do princípio de funcionamento e da aplicação, as principais categorias são:

- **Bombas Centrífugas.**
- **Bombas de Deslocamento Positivo.**
- **Bombas Submersíveis.**

Bombas Centrífugas

As bombas centrífugas utilizam a força centrífuga para movimentar os fluidos. São amplamente utilizadas em aplicações que requerem altas vazões e pressões moderadas.

Suas principais características incluem:

- ✓ **Vantagens:** Alta eficiência, operação contínua e custo acessível.
- ✓ **Limitações:** Menor eficiência para fluidos viscosos.

Bombas de Deslocamento Positivo

Essas bombas transferem uma quantidade fixa de fluido a cada ciclo, sendo ideais para aplicações que exigem vazões constantes e alta pressão.

Suas principais características incluem:

- ✓ **Vantagens:** Adequadas para fluidos viscosos e alta pressão.
- ✓ **Limitações:** Custo elevado e operação mais complexa.

EXEMPLOS:

Os principais tipos de bombas incluem:

- ✓ Bombas de pistão.
- ✓ Bombas de engrenagem.
- ✓ Bombas de parafuso.

Bombas Submersíveis

Projetadas para operações submersas, essas bombas são comumente usadas em drenagem e sistemas de água subterrânea.

Suas principais características incluem:

- ✓ **Vantagens:** Resistente a ambientes adversos e alta capacidade de bombeamento.
- ✓ **Limitações:** Difícil acesso para manutenção.

Falhas Comuns em Sistemas de Bombeamento

Os sistemas de bombeamento estão sujeitos a uma série de problemas operacionais que podem reduzir sua eficiência e vida útil.

As falhas mais comuns incluem:

- ✓ **Cavitação:** Ocorre quando bolhas de vapor se formam no fluido, causando danos às superfícies internas da bomba.
- ✓ **Desgaste Mecânico:** Resulta do atrito excessivo entre componentes em movimento.
- ✓ **Vedantes Comprometidos:** Vazamentos devido ao desgaste ou instalação inadequada dos elementos de vedação.
- ✓ **Desalinhamento:** Causa vibrações excessivas e desgaste prematuro.

Identificar essas falhas precocemente permite adotar medidas corretivas antes que comprometam o sistema.

Procedimentos de Manutenção

A manutenção regular é essencial para garantir a eficiência e confiabilidade dos sistemas de bombeamento.

As principais etapas incluem:

- **Inspeção Visual.**

- **Limpeza.**
- **Substituição de Componentes.**
- **Alinhamento e Lubrificação.**

Inspeção Visual

A inspeção visual é o primeiro passo para identificar problemas aparentes no sistema de bombeamento.

Essa etapa permite avaliar a integridade dos componentes externos e detectar sinais iniciais de falha, como:

- ✓ Verifique sinais de vazamento ou danos externos.
- ✓ Avalie as condições dos vedantes e rolamentos.

Limpeza

A limpeza adequada dos componentes de uma bomba é essencial para garantir seu funcionamento eficiente.

Resíduos e incrustações podem comprometer o desempenho do sistema, sendo importante realizar as seguintes ações:

- ✓ Remova detritos ou incrustações que possam obstruir o fluxo.
- ✓ Certifique-se de que as superfícies estejam limpas antes de reinstalar os componentes.

Substituição de Componentes

A substituição de componentes desgastados ou danificados é fundamental para manter a confiabilidade do sistema.

Essa etapa garante que a bomba opere dentro dos parâmetros ideais, incluindo:

- ✓ Troque vedantes, rolamentos ou rotores desgastados.
- ✓ Utilize peças compatíveis e siga as especificações do fabricante.

Alinhamento e Lubrificação

O alinhamento e a lubrificação corretos são indispensáveis para evitar vibrações excessivas e reduzir o desgaste prematuro dos componentes.

Para garantir a eficiência, é importante realizar:

- ✓ Certifique-se de que a bomba esteja alinhada corretamente com o motor.
- ✓ Aplique lubrificantes adequados para minimizar o atrito e o desgaste.



PAUSA PARA REFLETIR...

É necessário cuidar da ética para não anestesiarmos a nossa consciência e começarmos a achar que tudo é normal.

Mario Sergio Cortella.

GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL

Manutenção Industrial: Como funciona?

A manutenção industrial pode ser conceituada como sendo uma conjunto de ações necessárias para manter ou restaurar uma peça, equipamento, máquina ou sistema de forma a estabelecer uma condição operável objetivando a máxima vida útil. Em busca de competitividade e excelência operacional, a manutenção assume cada vez mais uma função estratégica nas organizações.

Como ela é a responsável direta pela disponibilidade dos ativos, acaba tendo uma importância capital nos resultados da empresa sendo eles tão melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção industrial. Este artigo apresenta algumas formas de como é estruturada a manutenção industrial em algumas empresas e como normalmente se baseia o fluxo de trabalho desta importante atividade.

Tipos de Manutenção Industrial

Os tipos de manutenção industrial são:

- ✓ **Manutenção corretiva não planejada:** É a correção realizada em um componente ou equipamento que apresenta desempenho menor do que o esperado ou da falha de maneira aleatória.

- ✓ **Manutenção corretiva planejada:** É a correção do desempenho menor que o esperado ou da falha, que é realizado por decisão gerencial.
- ✓ **Manutenção preventiva:** É a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado com periodicidade definida.
- ✓ **Manutenção preditiva:** É a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.
- ✓ **Manutenção detectiva:** É a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção industrial.
- ✓ **Engenharia de manutenção:** É uma evolução na área da manutenção industrial. O engenheiro de manutenção procura perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas e estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo.

EXEMPLO:**Fluxo de Trabalho da Manutenção Industrial**

A manutenção industrial obedece diferentes padrões, dependendo da empresa ou da característica dos equipamentos que compõem a linha de produção. No entanto, percebe-se alguns padrões considerados “boas práticas” que são seguidos por empresas que buscam a excelência operacional.

Para entender alguns conceitos básicos, utilizaremos um fluxograma básico mostrando o processo de manutenção. Aqui, o intuito é definir alguns conceitos e mostrar como se dá a relação entre o cliente (a operação) e o mantenedor. No nosso exemplo, não vamos considerar as subdivisões da manutenção (equipe de planejamento ou de execução).

Vejamos o fluxograma abaixo (*figura 7*):

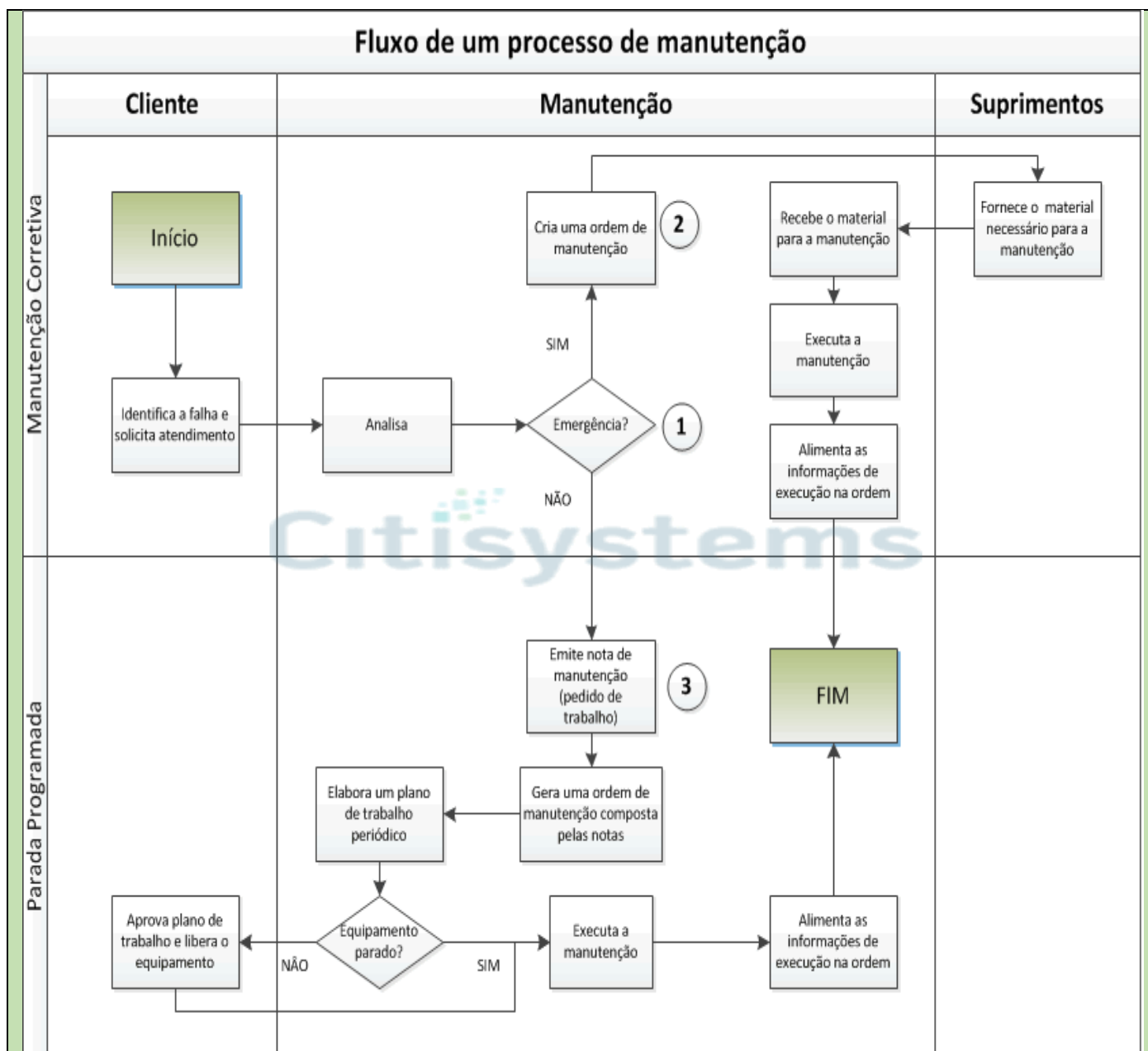


Figura 7: Fluxo de trabalho da manutenção industrial.

O processo se inicia com alguém (cliente) identificando uma falha no equipamento e solicitando uma avaliação de uma pessoa especializada no assunto (o manutentor). A primeira questão a ser avaliada pelo manutentor é quanto a prioridade (1). É através da prioridade definida que será estabelecido o prazo limite para que seja realizada a manutenção industrial.

Prioridades da Manutenção Industrial

As prioridades de manutenção industrial geralmente são de três tipos:

- ✓ **Emergência:** Utilizada em manutenções quando o defeito ou falha traga sérios riscos a operação. Para este tipo a manutenção o reparo deve ser imediato.
- ✓ **Crítico:** Utilizada em manutenções não emergenciais que podem ser programadas e executadas em até sete dias da emissão da ordem.
- ✓ **Normal:** Utilizada em manutenções a serem planejadas e programadas com execução prevista a partir de 7 dias da emissão da ordem.

Seguindo o fluxograma, o mantenedor verifica se a falha exige uma manutenção emergencial. Se sim, uma ordem de manutenção corretiva é criada com o motivo emergencial para que o serviço seja executado.

Ordem de Manutenção Industrial

Uma ordem de manutenção industrial é uma instrução escrita gerada por meio eletrônico, impressa ou não, que define um trabalho a ser executado pela manutenção.

Elas contêm campos para registro e apropriação de todos os recursos (materiais e humanos) necessários para a execução do serviço.

As ordens de manutenção industrial podem ser dos seguintes tipos:

- ✓ **Ordem Corretiva:** Utilizada para serviços emergenciais, onde requer execução imediata e que não necessita de planejamento e programação prévia.
- ✓ **Ordem Planejada:** Utilizada para serviços solicitados pelo cliente que não possuem caráter emergencial ou fazem parte do plano de manutenção preventiva.
- ✓ **Ordem de Rota:** Ordem utilizada somente para planos de manutenção (inspeção, lubrificação, preditiva).
- ✓ **Ordem de Parada Geral:** Utilizada para os serviços a serem realizados em paradas setoriais ou total, com a mesma sistemática da Ordem Planejada.

Uma vez criada a ordem de manutenção industrial, os recursos (quantidade e especialidade de mantenedores necessários e materiais a serem utilizados) são alocados na ordem. O material necessário é então fornecido pela equipe de suprimentos e a equipe de mantenedores se prepara para a execução do serviço. Assim que o equipamento a ser

mantido estiver disponível, ela executa o serviço e aponta na ordem ou em uma nota de manutenção (depende do sistema) todo o trabalho que foi realizado. Isto é muito importante para gerar históricos de manutenção de forma a analisar as falhas ou verificar se as intervenções foram eficazes.

O processo descrito até agora é quando uma manutenção é do tipo emergencial ou corretiva. Para manutenções programadas, voltemos à decisão do manutentor no fluxograma em definir a prioridade (1). Neste ponto, se a decisão for do tipo não emergencial, será aberta uma nota de manutenção ou pedido de trabalho. Vamos definir notas de manutenção industrial:

Notas de Manutenção Industrial

São solicitações de manutenção industrial emitidas eletronicamente ou não, visando assegurar a continuidade do processo. São utilizadas para registro de todas as ocorrências, estatística, análise de falhas, danos, históricos, etc.

As notas podem ser dos seguintes tipos:

- ✓ **Pedido de Trabalho:** Refere-se a uma solicitação de serviço de manutenção que não tenha caráter emergencial e tenha que ser planejado e programado.
- ✓ **Nota de Operação:** Utilizada pelo cliente (produção) para descrever e registrar históricos ou serviços operacionais executados pela própria produção.
- ✓ **Nota de Ocorrência:** Nota gerada automaticamente a partir de uma ordem corretiva, onde será registrado o histórico de manutenção. Refere-se ao registro de um serviço corretivo de emergência.
- ✓ **Nota de inspeção:** Utilizada para valores coletados na execução de rotas, emitidas automaticamente quando os valores confirmados estiverem fora dos parâmetros estabelecidos.

Voltando ao nosso fluxograma, na emissão de um pedido de trabalho (3), verificamos que logo em seguida é criada uma ordem de manutenção composta por todas as notas de pedido de trabalho. Isto acontece porque a manutenção industrial está sendo programada utilizando-se uma Ordem Planejada ou de Parada Geral que por sua vez é composta por várias atividades que serão realizadas na oportunidade da parada do equipamento.

Geralmente, as ordens de manutenção programada (e não estamos falando da do tipo corretiva) são geradas por uma equipe de planejamento e controle da manutenção, o PCM. Este setor que é responsável por planejar, controlar e informar tudo que acontece na manutenção. O PCM também programa os planos de trabalho, que são as atividades que devem ser executadas rotineiramente. Os planos de trabalho podem ser compostos por ordens de manutenção planejadas, rotas ou paradas.

Com o plano de trabalho pronto, a manutenção submete o mesmo para a aprovação do cliente (operação). O motivo da aprovação é que devido a adequação de demandas produtivas, o cliente precisa adaptar as necessidades de intervenção com as necessidades de produção. Observe ainda no fluxograma que existe a possibilidade da manutenção aproveitar uma eventual parada do equipamento para executar as atividades que foram planejadas. Isto pode ocorrer no caso, por exemplo, da falta de material para produzir que faz com que o equipamento fique fora de operação. Uma vez o equipamento estando parado, as atividades de manutenção são então executadas e as atividades realizadas e materiais utilizados são apontados na ordem e nas notas que foram geradas no intuito de gerar histórico das intervenções.

Um fato importante que devemos mencionar é que a manutenção programada é muito melhor para a empresa pois além de prevenir a parada inesperada dos equipamentos produtivos, fornece a possibilidade de consertar falhas e avarias sem que haja uma parada não programada que afete a produção, causando perdas maiores ou lucro cessante. Em termos de custo, a manutenção corretiva é mais onerosa do que a manutenção preventiva.

Rotas de manutenção

Além das manutenções preventivas e corretivas, existem também as manutenções baseadas na condição (preditiva e inspeção). Para estas manutenções, geralmente são utilizados planos de rotas.

Os planos de rotas servem para sistematizar tarefas de manutenção industrial que devem ser executadas baseadas em uma periodicidade definida.

Abaixo podemos visualizar alguns tipos de rotas:

- ✓ **Rotas de manutenção preditiva e inspeção:** Atividades periódicas (diária, semanal, mensal, bimestral, etc.) que são executadas no intuito de detectar falhas antes que elas ocorram. A inspeção pode ser feita de forma visual ou utilizando aparelhos para detectar ruídos, desalinhamentos, aquecimento, vibração, temperatura, pressão, aceleração, etc.

- ✓ **Rotas de lubrificação:** São rotas que estabelecem atividades necessárias para manter os equipamentos lubrificados e em perfeito funcionamento. As rotas de lubrificação também podem possuir periodicidade semanal, mensal, etc.

Um fluxograma (*figura 8*) que pode ser utilizado para entendermos o fluxo de trabalho com o plano de rotas pode ser visualizado abaixo:

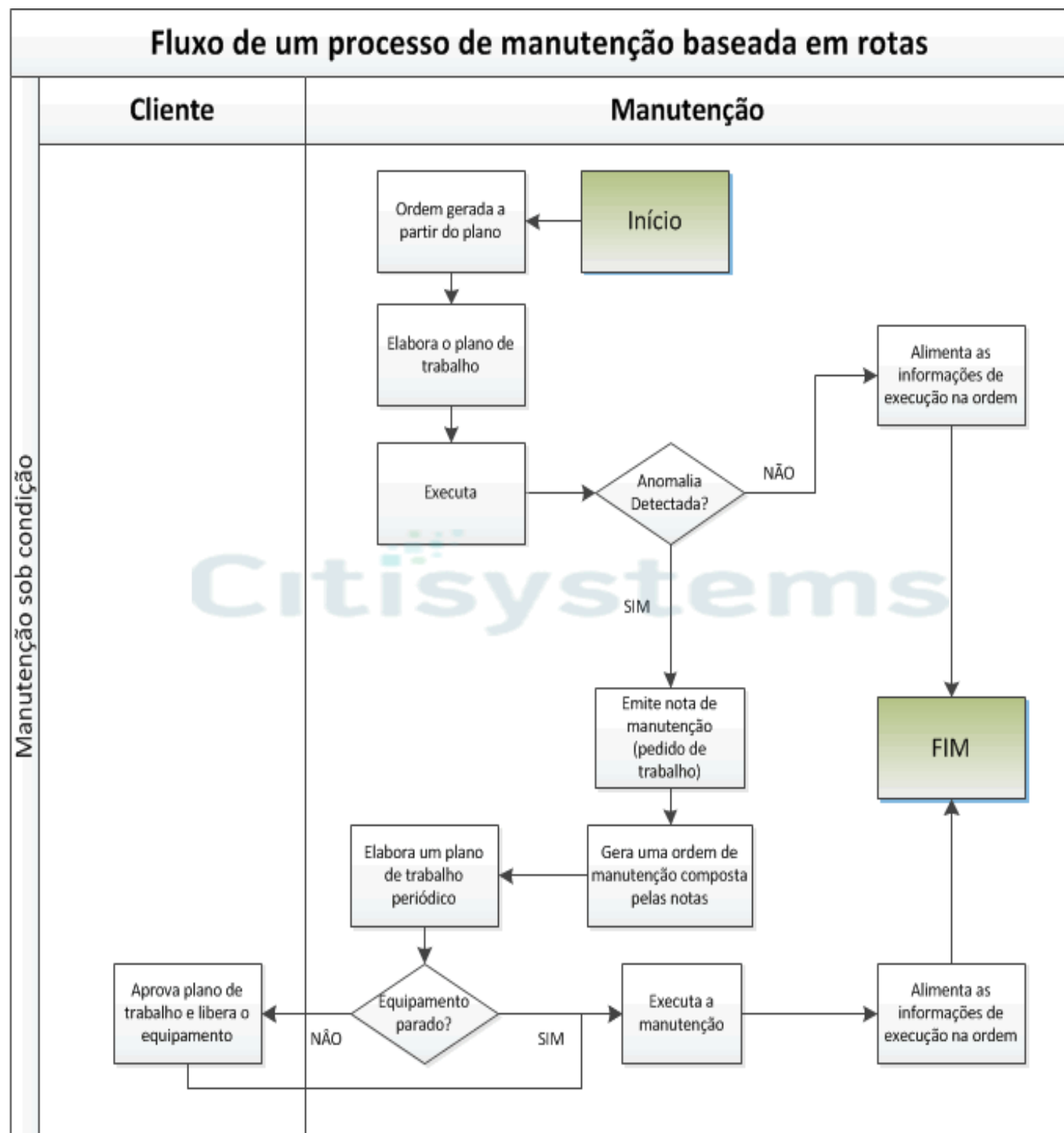


Figura 8: Fluxograma: Rota de manutenção industrial.

Este segundo fluxograma parte do princípio de que a empresa já possui o plano de rotas elaborado pela equipe de engenharia. O plano de rotas é elaborado com base na importância e criticidade dos equipamentos e é cuidadosamente estudado a fim de estabelecer procedimentos com o intuito de evitar que as falhas ocorram. Uma vez tendo o plano de rota, saberemos quais serão as atividades pertinentes e qual a periodicidade em que devem ser executadas. Assim, quando a data de execução estiver próxima, a ordem de rota é gerada, pelo PCM ou pelos sistemas.

Uma vez gerada, a ordem precisa ser executada. Durante execução das atividades da rota, podem ser encontradas anomalias que necessitam de tratamento. Caso não forem encontradas anomalias, o plano é alimentado com as informações pertinentes e o processo é finalizado. Por outro lado, caso forem encontradas anomalias o processo segue exatamente como uma manutenção planejada. Serão geradas notas, que se transformarão em ordem que por sua vez fará parte de um plano de trabalho e programada para execução até o encerramento do fluxo.

É fácil visualizarmos que o intuito das rotas é levantar possíveis falhas minimizando a manutenção corretiva e maximizando as manutenções programadas, pois as anomalias detectadas serão programadas para execução na prioridade devida.

Benefícios da manutenção planejada

São vários os benefícios de se executar uma manutenção planejada. Dentre eles, podemos citar:

- ✓ Permite estabelecer procedimentos para planejar, executar, monitorar e controlar os recursos de manutenção;
- ✓ Reduz atrasos na espera de homens, materiais e ferramentas depois de iniciado um trabalho em andamento;
- ✓ Prevê a recolha sistemática de materiais antes de planejar as atividades;
- ✓ Fornece procedimentos para implementar, continuar e melhorar um programa de manutenção planejada;
- ✓ Fornece um link de comunicação entre manutenção e operações;
- ✓ Fornece um plano diário para equipe que supervisiona as atividades no chão-de-fábrica (supervisores e líderes);
- ✓ Permite que trabalho dos empregados horistas seja o mais aproveitado possível, buscando a maior eficiência;
- ✓ Ajuda no ganho de tempo em execução de reparos coordenados em campo;
- ✓ Permite o desenvolvimento de relatórios de desempenho de forma a melhorar o processo de manutenção;
- ✓ Reduz o tempo necessário de paradas críticas ou revisões necessárias;
- ✓ Reduz os custos de manutenção;

- ✓ Fornece uma ferramenta para a operação atribuir prioridades;
- ✓ Reduz falhas de emergência.

O conjunto de analisar o funcionamento regular de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações são determinantes para o bom andamento das atividades dentro de uma fábrica, a restauração, conservação, prevenção e substituição são técnicas altamente favoráveis que constituem a linha de produção de diferentes segmentos, para saber mais sobre **o que é Manutenção Industrial de máquinas e equipamentos** temos que ter em mente, que todos esses aspectos estão interligados.

OBSERVAÇÕES:

A manutenção elétrica industrial não é apenas um custo, mas um investimento estratégico!

Estudos mostram que empresas que adotam **manutenção preditiva e preventiva** aumentam sua produtividade e reduzem drasticamente as falhas inesperadas. Além disso, a automação e o uso de **sensores inteligentes** na **Indústria 4.0** permitem a detecção antecipada de problemas, diminuindo os custos com reparos emergenciais.

O que é Manutenção Industrial?

Segundo a ABNT (NBR 5462/1994), temos como conceito de manutenção o: *conjunto de ações técnicas e administrativas que tange como um todo o ramo e área industrial como um sistema único* que destina manter ou recolocar um equipamento, instalação ou maquinário de um determinado setor, ou seja, sua principal função é **manter em ordem o funcionamento dos equipamentos através de intervenções corretas e oportunas.**

De forma mais ampla a manutenção industrial de máquinas e equipamentos é um conjunto de ações necessárias para manter a vida útil dos produtos mais longínqua, diminuindo a possibilidade de realizar manutenções corretivas e possíveis paradas na linha de produção de fábricas e indústrias. Além é claro, de diminuir os custos com reparos, operacionais e empresas terceirizadas.

Planos de Gestão de Manutenção

Ao contrário do que muitos pensam a manutenção industrial não é apenas um “tapa buraco” na *linha de produção* quando algum equipamento quebra ou dá sinais de mau

funcionamento. Ter um **plano de gestão de manutenção** é adequado para evitar paradas e analisar se o tempo útil dos produtos não está sendo prejudicado por outros fatores. Os planos de *manutenção preventiva, corretiva e preditiva* são capazes de detectar quando um equipamento ou peça está desgastado ou necessita de certos reparos, por isto, ter uma *gestão de manutenção industrial de máquinas e equipamentos* é imprescindível para qualquer empresa ou indústria.

Levantar o **histórico do equipamento** também é um fator determinante no momento de realizar o plano de gestão, somente com as informações necessárias que os responsáveis poderão conferir os defeitos já apresentados, trocas realizadas e prazo de validade das peças, geralmente todo maquinário apresenta um cronograma de suas atividades, mantê-las atualizadas poderá ser de grande valia no momento de analisar os problemas apresentados.

Planos de Lubrificação

Não é somente de reparos que a manutenção industrial se concentra, realizar um **plano de lubrificação para máquinas**, equipamentos e peças também irá determinar o prolongamento da vida útil dos produtos. O principal problema de falhas geralmente ocorre pelo atrito das peças e componentes, isto facilmente é evitado com a *lubrificação correta das peças*, lembrando que cada componente recebe uma lubrificação específica, alguns recebem óleos minerais, sintéticos ou graxos, cabe ao técnico de manutenção industrial saber qual produto utilizar.

Tipos de Manutenção

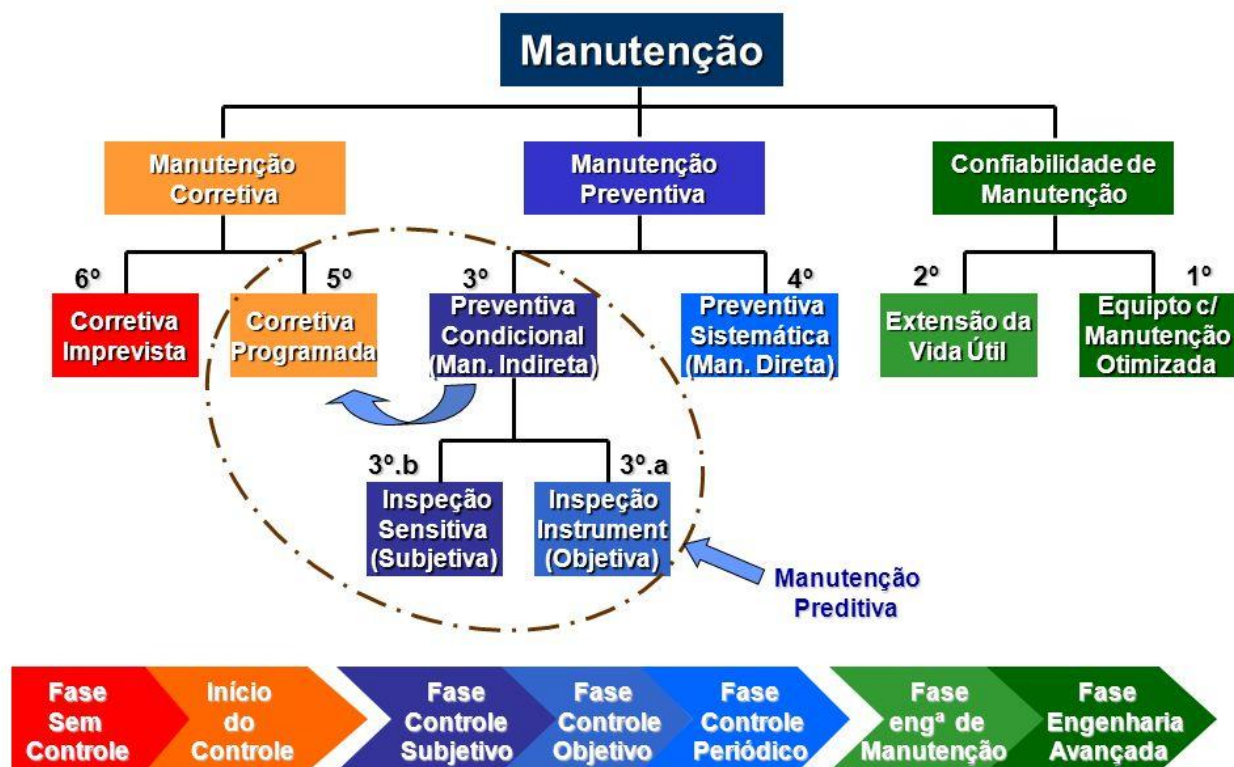


Figura 9: tipos de manutenção.

Saber **o que é Manutenção Industrial de máquinas e equipamentos** lhe ajudará a prolongar a vida útil dos produtos, evitar paradas na linha de produção e analisar com eficácia os planos e gerenciamentos de determinadas etapas importantes em todo processo industrial.

A manutenção industrial visa maximizar a vida útil de uma máquina ao realizar uma série de ações necessárias para manter ou restaurar um componente, peça ou até mesmo a máquina inteira.

Sendo imprescindível em um mercado cada vez mais competitivo, a manutenção industrial é um “fator-chave” na estratégia de qualquer empreendimento que quer ter o máximo de eficiência em seus serviços aliado a excelência no custo-benefício. Dentro deste conceito, podemos subdividi-las em seis categorias:

Manutenção corretiva não planejada

Quando um componente ou o equipamento falha ou apresenta uma diminuição significativa de desempenho de modo não esperado.

Manutenção corretiva planejada

Neste caso, quando a máquina começa a demonstrar os primeiros sinais de que seu desempenho está reduzindo, ou que uma falha pode vir a ocorrer, há um planejamento para que a manutenção seja realizada.

Manutenção preventiva

Como o próprio nome diz, visa prevenir falhas ao adotar uma série de medidas periódicas.

Manutenção preditiva

Considerada a mais moderna e uma das mais eficientes no ramo da manutenção industrial, a manutenção preditiva atua na inspeção rotineira de equipamentos para identificação de irregularidades que podem vir a dar problema. Por essa razão vem o nome “preditiva”, de prever, já que é possível prever uma futura falha e evitá-la.

Manutenção Detectiva

Busca detectar falhas ocultas ou não perceptíveis.

Engenharia da manutenção

Considerada uma evolução da manutenção industrial, neste o engenheiro aplica as técnicas mais modernas e segue benchmarks.



PAUSA PARA REFLETIR...

O orgulho é a fonte de todas as fraquezas, porque é a fonte de todos os vícios.

Agostinho de Hipona.

PRIORIDADES E ORDEM DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

- ✓ **Emergencial:** Quando um defeito pode trazer riscos a operação ou ao trabalhador, e neste caso deve se aplicar a manutenção corretiva imediatamente.
- ✓ **Crítico:** Um patamar “abaixo” do emergencial, já que neste caso pode ser programa e executada no período de uma semana. Aqui, faz parte o plano de manutenção preventiva.
- ✓ **Normal:** Utilizada em manutenções a serem planejadas a partir de 7 dias da emissão.

Neste caso, a manutenção preditiva.

Após definida a prioridade, é necessário avaliar a ordem de trabalho a ser executado. Esta contém campos para registro e apropriação dos recursos e execução do serviço, podendo ser:

- ✓ **Corretiva:** Utilizada para serviços emergenciais onde a execução precisa ser imediata. Não há planejamento.
- ✓ **Planejada:** Parte do plano da já citada manutenção preventiva ou quando o serviço é solicitado pelo cliente.
- ✓ **Rota:** Utilizada somente para planos de manutenção.
- ✓ **Parada Geral:** Semelhante a ordem planejada, essa é utilizada para serviços a serem realizados em paradas setoriais ou totalmente.



SE LIGA NA CHARADA!

PERGUNTA:

O que há bem no meio do coração?

RESPOSTA:

A letra “a”.

A IMPORTÂNCIA DO FLUXOGRAMA

Fundamental para qualquer tipo de manutenção industrial, em especial na preditiva, o fluxograma precisa mapear todos os equipamentos, constando as respectivas datas e frequências junto de localizações e códigos de identificações.

Ele nada mais é que uma representação com símbolos gráficos para descrever todos os passos de um processo. Quando todo o “fluxo” é colocado de modo visual, fica muito mais fácil entender as informações e o que deve ser feito para inspecionar os equipamentos.

Após o plano de rota ser estabelecido, a periodicidade e as atividades pertinentes devem ser colocadas no fluxograma. Logo em seguida, elas devem ser executadas, e durante este período, é comum que encontre-se anomalias. Caso isso ocorra, o processo segue como uma manutenção planejada: são geradas notas, que se transformarão em ordem, que depois se tornará o plano de trabalho.



VOCÊ SABIA?

Gigantes da Indústria Gastam Bilhões com Manutenção

Empresas globais do setor industrial, como a General Electric (GE), Siemens e Toyota, investem bilhões de dólares anualmente em manutenção elétrica e mecânica para evitar falhas e aperfeiçoar a produção. De acordo com estimativas do setor, cerca de 15 a 40% do orçamento operacional das indústrias é destinado à manutenção. No setor automotivo, por exemplo, a Ford Motor Company destina aproximadamente US\$ 1 bilhão por ano para manter suas fábricas operando sem falhas.

Principais aspectos da gestão de manutenção industrial



Figura 10: manutenção industrial.

Em uma realidade cada vez mais globalizada e digitalizada, a chave para o sucesso no empreendedorismo é o acompanhamento minucioso de todos os processos diretos e indiretos.

Reconhecer a importância da manutenção industrial (*figura 10*) é dar o primeiro passo para uma gestão de custos muito mais eficiente e, conseqüentemente, para a conquista de uma inteligência estratégica muito mais assertiva. No entanto, para além do reconhecimento do status do setor em uma empresa, o gestor deve, antes de tudo, entender quais são os principais aspectos da gestão.

E é exatamente por isso que estamos aqui hoje! Preparado? Então continue acompanhando!

Quais são os pontos-chave dos processos de manutenção industrial?

A gestão da manutenção engloba um rol de ajustes nos processos industriais de manutenção com ênfase na função estratégica do setor. A seguir, confira quais deverão ser os seus principais focos.

Manutenção preditiva

O fato de que a manutenção é indissociável de todos os processos industriais é indiscutível. Por esse motivo, é primordial enfatizar a função estratégica dessa área potencializando as medidas de manutenção.

Portanto, nunca deixe de fazer avaliações periódicas e check ups rotineiros na sua fábrica e maquinário. Tais avaliações exigem uma elevada precisão de análise das condições de funcionamento dos equipamentos industriais.

Em um cenário ideal, a manutenção preditiva jamais gera alterações na planta da indústria, apenas fornece diagnósticos que garantem uma melhor gestão do setor de manutenção.

Manutenção corretiva

Outro ponto central da gestão de manutenção industrial é a chamada manutenção corretiva. Ela pode ser dividida entre duas categorias: a não previsível (ou não planejada) e a previsível (ou planejada).

Como a própria nomenclatura já indica, a manutenção corretiva não planejada é a que gera mais gastos, uma vez que ela não foi prevista em orçamento e geralmente é aplicada para consertos ou correções de máquinas defeituosas.

O ideal é que esse tipo de manutenção seja reduzido ao mínimo possível, com a utilização da manutenção preditiva. Entretanto, mesmo em administrações articuladas e bem planejadas é possível acontecer imprevistos. Desse modo, evitam-se paralisações na produção ou comprometimento orçamentário de outras frentes do negócio.

A manutenção corretiva planejada, por outro lado, compõe um plano previamente articulado de inspeção e monitoramento. Em alguns casos, ela pode até admitir a troca de peças ou utilização de máquinas até o esgotamento e perda total.

Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é focada no estabelecimento de períodos de intervalos — sempre muito bem definidos — de tempo para a monitoração, reparo e correção das máquinas da fábrica.

O foco desse tipo de manutenção é a prevenção. Quando organizada adequadamente, a manutenção preventiva é uma excelente aliada para evitar a ocorrência da manutenção corretiva sem planejamento.

VOCÊ SABIA?



A Manutenção Corretiva Pode Custar 10x Mais do que a Preventiva!

Estudos apontam que a manutenção corretiva **não planejada** pode ser até **10 vezes mais cara** do que a manutenção preventiva. Isso ocorre porque falhas inesperadas geram custos adicionais com **paradas de produção, desperdício de matéria-prima, horas extras para reparos emergenciais e, em alguns casos, danos irreversíveis aos equipamentos**. Empresas que adotam a **manutenção preditiva** podem reduzir em até **30% os custos operacionais** e aumentar em **25% a vida útil dos equipamentos**.

Como melhorar o processo de gestão industrial?

Desde o final dos anos de 1940, a indústria mundial passou a reconhecer a importância de uma gestão de manutenção industrial de qualidade. Esse processo foi gradativamente se acentuando ao longo das décadas.

Por essa razão, empresários industriais do mundo inteiro passaram a investir na manutenção preventiva e preditiva.

Isso deixa claro que economias e estratégias mal elaboradas de redução de custos costumam acarretar muito mais prejuízos (no longo prazo).

É claro que reduzir custos é uma medida imprescindível para ampliação de lucros empresariais. No entanto, a real inteligência estratégica é aquela que alimenta perspectivas a longo prazo.

Portanto, evite a tentação de dispensar uma logística mais completa de gestão da sua manutenção por isso parecer mais barato. Essa economia inicial poderá representar grandes gastos com manutenções corretivas não planejadas e prejudicar toda a sua produção e lucratividade.

A manutenção industrial é uma ferramenta estratégica?

Uma das principais medidas do sucesso de um negócio é o chamado ROI (do inglês, Return on Investment) que, em tradução livre, é o denominado Retorno sobre o Investimento. Essa ferramenta é utilizada para medir o quanto de retorno cada tipo de investimento traz para o empreendimento.

Mas, enquanto isso, como isso se aplica desta forma à manutenção industrial? Com uma boa gestão de manutenção industrial você evitará gargalos em frentes diversas, como: ritmo de produção, equilíbrio orçamental, minimização de imprevistos e fluidez de processos. Logo, com todas essas melhorias, há, naturalmente, melhor aplicação de recursos.

Como a tecnologia pode auxiliar a manutenção industrial?

Nossa realidade está cada vez mais digitalizada e isso gera uma série de possibilidades.

Existem softwares de gestão de processos impressionantes que aprimoram pontos cruciais do gerenciamento de manutenção industrial, tais como:

- ✓ Cadastro de dados referentes à manutenção;
- ✓ Planejamento de serviços que serão executados pela manutenção;
- ✓ Acompanhamento das atividades de manutenção;
- ✓ Programação da execução dos serviços por meio de controles automáticos;
- ✓ Nivelamento de recursos materiais, humanos e financeiros;
- ✓ Emissão automática de alarmes e documentos referentes aos serviços;
- ✓ Criação de históricos dos eventos e elaboração de cronogramas e gráficos;
- ✓ Análise de perdas na produção, cálculo de custos e análise de ocorrências;
- ✓ Controle do consumo de materiais em estoque e executantes dos serviços.

A indústria 4.0

A indústria 4.0 é considerada a quarta revolução industrial. Trata-se de um conceito recente, moderno, resultante da evolução tecnológica global que afeta a sociedade em geral e a economia em particular.

Assim, a indústria 4.0 envolve as mais importantes novidades da tecnologia na área da automação, TI e controle quando utilizadas nos processos de produção industrial ou manufatura. Caracteriza-se principalmente pela descentralização dos processos, já que assim, as decisões podem ser tomadas pelo próprio sistema autônomo.

Esses processos estão se tornando cada vez mais eficazes, personalizáveis e autônomos a partir de Sistemas Ciber-Físicos, Internet dos Serviços e Internet das Coisas.

O Sistema Ciber-Físico é, acima de tudo, formado por elementos de computação que colaboram entre si a fim de manter sob controle algumas entidades físicas. Sua aplicação

é abrangente, envolvendo os segmentos aeroespacial, automotivo, infraestrutura civil, energia, manufatura, processos químicos e assim por diante.

A Internet das Coisas (IoT) é uma rede objetos físicos, edificações, veículos e demais elementos que têm tecnologia embarcada, sensores e conexão com a rede de internet, sendo capaz de recolher e transmitir dados.

A Internet dos Serviços (IoS) consiste na prática de atrelar os serviços à IoT ou a IoT produzir serviços que estão ligados a ela.

Os princípios

A Indústria 4.0 apresenta os seguintes princípios: capacidade de operação em tempo real; descentralização; virtualização (cópia virtual das indústrias); modularidade (produção a partir de módulos, respeitando a demanda); orientação a serviços (conceito de IoS).

Os pilares

A Quarta Revolução Industrial está ancorada em três pilares:

- ✓ Big Data Analytics (estruturas muito complexas de dados que usam novas abordagens para coletar, analisar e gerir as informações);
- ✓ Internet das Coisas;
- ✓ Segurança.

Os impactos

Um dos principais impactos da Indústria 4.0 é que ela afetará (e já está afetando) o mercado de um modo geral. Como o mercado está se tornando mais exigente, as organizações procuram ajustar as necessidades de cada cliente ao produto ou serviço prestado.

A personalização prévia do produto será mais uma variável no ciclo de produção. Mas as fábricas inteligentes (aquelas que aderiram à Indústria 4.0) podem assim certamente considerar as necessidades de cada cliente e , em conclusão, customizar seus produtos/serviços.

Outros impactos se referem às pesquisas e ao desenvolvimento em segurança de TI, interação máquina-máquina e maior confiabilidade na produção industrial. Os recursos da

tecnologia devem evoluir o suficiente para ajustar as organizações ao novo modelo de indústria emergente.

Também será necessária a adaptação dos profissionais, pois, acima de tudo, a automação otimizada desta forma, criará novas demandas e outras deixarão de existir. Os trabalhadores precisam se qualificar e saber como atuar com a tecnologia diversificada das fábricas inteligentes.

Como é a manutenção preditiva na indústria 4.0?

Já falamos sobre a importância da manutenção preditiva na manutenção industrial. Ela é um conceito altamente ligado ao de indústria 4.0. Esse tipo de manutenção busca sempre prever cenários futuros, antecipando-se aos problemas e, dentro das possibilidades, evitando-os e eliminando-os.

As ferramentas que preveem o futuro complementam sensores nas máquinas de monitoramento. São elas:

A CAMM (Gestão da Manutenção Assistida por Computador)

É uma ferramenta que possibilita prever pane e avarias, ajudando os elementos de uma determinada linha de produção a serem reparados de forma a evitar interrupções não planejadas. O fornecimento de informações por parte da CAMM contribui para tomar decisões.

Os controladores digitais

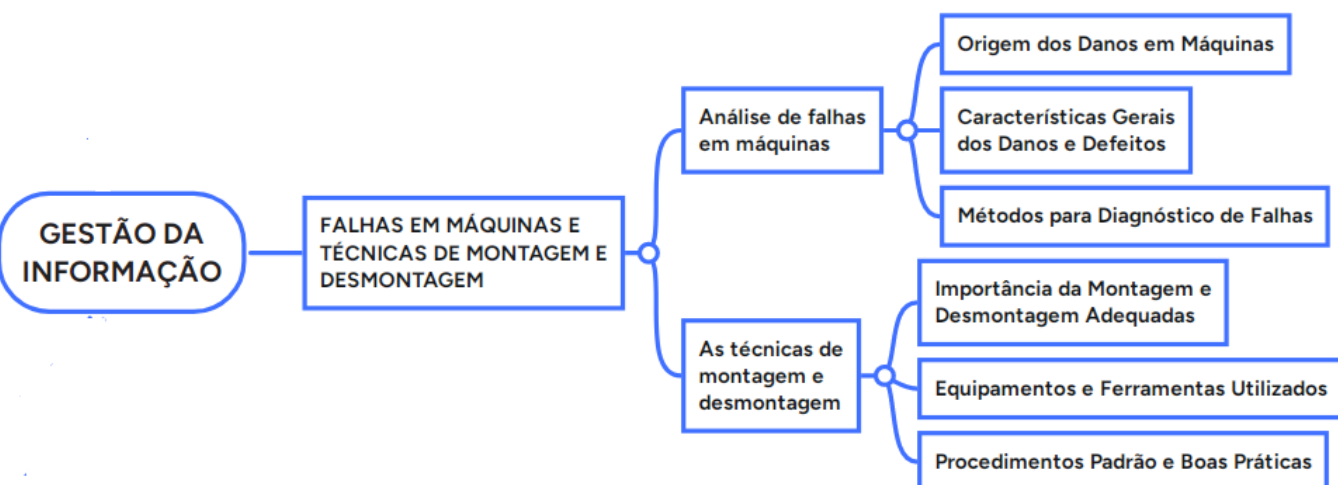
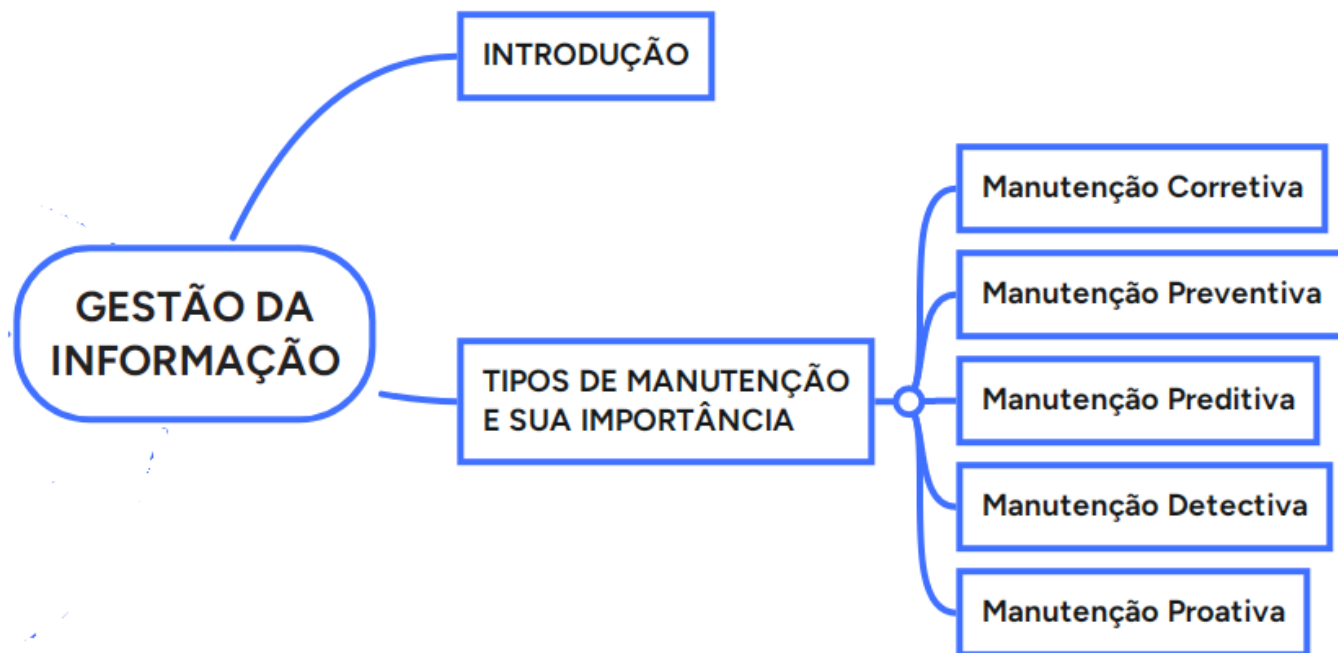
São controladores usados para a programação e a operação de máquinas-ferramentas. Eles permitem analisar os dados de motores para definir o seu estado de deterioração e programar sua troca.

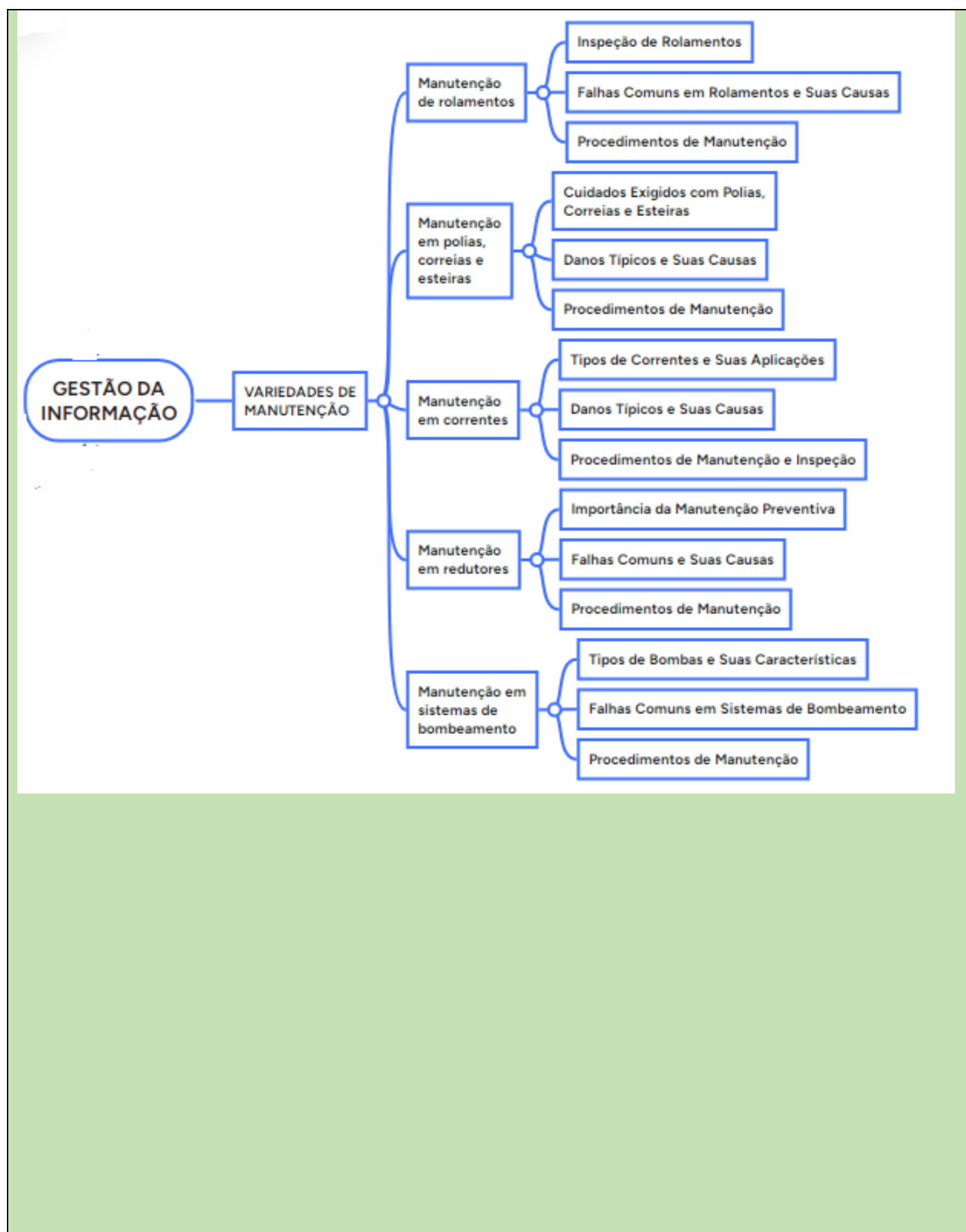
Os softwares de monitoramento

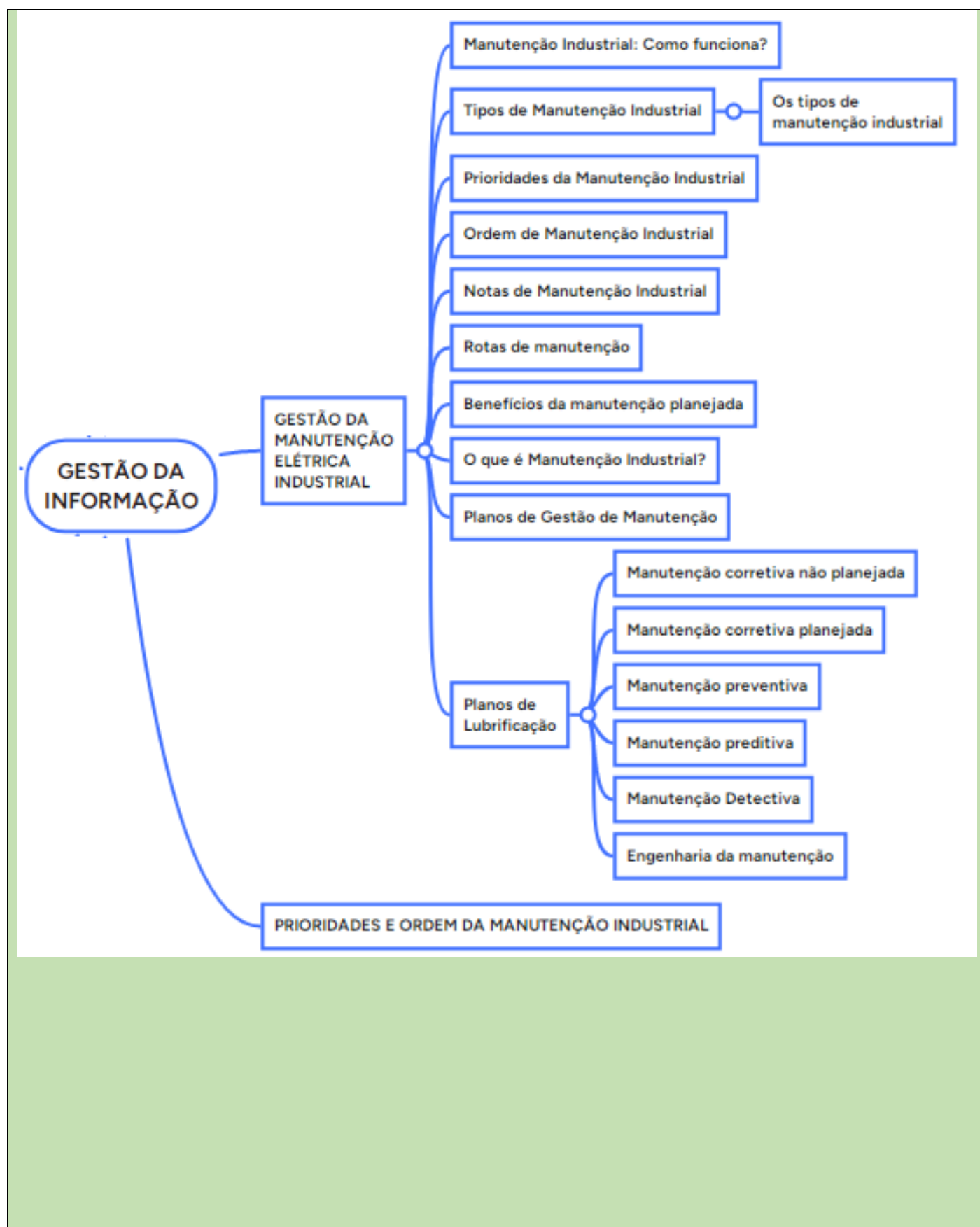
São aplicativos que relatam problemas em tempo real, servindo como auxiliares valiosos na manutenção preditiva. Por exemplo, da mesma forma, se essas ferramentas estiverem em conexão com aplicativos de CAMM, elas poderão assim ativar solicitações de manutenção assim que uma falha de produto for identificada.

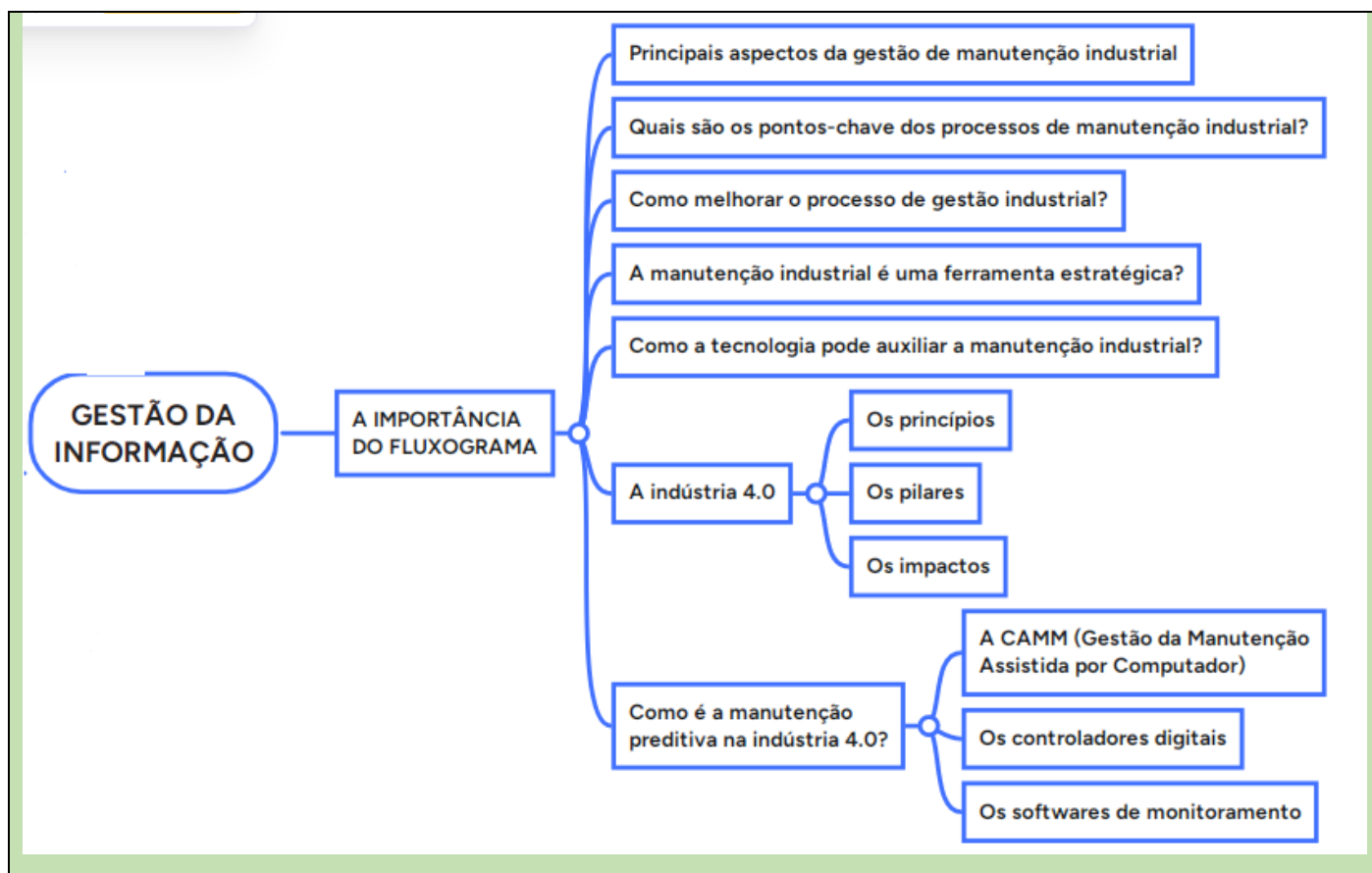
SESSÕES ESPECIAIS

MAPA DE ESTUDO









SÍNTESE DIRETA

1. INTRODUÇÃO

- Objetivos principais: aumentar a confiabilidade, reduzir custos, assegurar a segurança e melhorar a eficiência operacional.

2. ANÁLISE DE FALHAS

- Identificação de falhas em máquinas e seus efeitos no desempenho operacional.
- Tipos de danos mais comuns: desgaste, trincas e corrosão.
- Técnicas de diagnóstico: inspeção visual, medições e análises detalhadas.

3. TÉCNICAS DE MONTAGEM E DESMONTAGEM

- Procedimentos para desmontagem segura de componentes.
- Ferramentas necessárias para garantir precisão e evitar danos.
- Passos para montagem correta, incluindo alinhamento e aplicação de torque adequado.

4. MANUTENÇÃO DE ROLAMENTOS

- Inspeção de rolamentos: identificação de desgastes e falhas comuns.
- Procedimentos de desmontagem e montagem de rolamentos.
- Boas práticas para lubrificação e prolongamento da vida útil.

5. MANUTENÇÃO EM POLIAS, CORREIAS E ESTEIRAS TRANSPORTADORAS

- Identificação de danos típicos, como desgaste e desalinhamento.
- Técnicas para montagem, alinhamento e tensionamento de correias.
- Cuidados específicos com esteiras transportadoras.

6. MANUTENÇÃO EM REDUTORES E MOTO REDUTORES

- Diagnóstico de falhas comuns, como superaquecimento e vibrações.
- Técnicas para desmontagem, inspeção e montagem.
- Importância do alinhamento e da lubrificação.

7. SISTEMAS DE BOMBEAMENTO

- Tipos de bombas industriais: centrífugas, de deslocamento positivo e submersíveis.
- Falhas mais comuns, como cavitação e desgaste.
- Procedimentos de manutenção: inspeção, limpeza e substituição de componentes.

8. GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL

- Manutenção industrial:
 - ✓ Conjunto de ações para restaurar ou manter equipamentos em funcionamento.
 - ✓ Papel estratégico na produtividade e competitividade das empresas.
- Tipos de manutenção industrial:
 - ✓ **Manutenção corretiva:** realizada após a falha ocorrer.
 - ✓ **Manutenção preventiva:** reduz a possibilidade de falhas por meio de inspeções programadas.
 - ✓ **Manutenção preditiva:** monitora o desempenho para antecipar falhas.

- ✓ **Manutenção detectiva:** identifica falhas ocultas em sistemas de proteção.
- ✓ **Engenharia de manutenção:** gestão avançada baseada em benchmarks e novas tecnologias.

9. PRIORIDADES DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL:

- Classificação:
 - ✓ **Emergencial:** falha que apresenta risco à operação – deve ser corrigida imediatamente.
 - ✓ **Crítica:** pode ser programada e realizada dentro de até sete dias.
 - ✓ **Normal:** intervenções planejadas para execução a partir de sete dias.
- Rotas de manutenção:
 - ✓ Programação de inspeções regulares para evitar falhas inesperadas.
- Benefícios da manutenção planejada
 - ✓ Reduz paradas inesperadas e custos operacionais.
 - ✓ Melhora a confiabilidade dos equipamentos e a segurança do ambiente de trabalho.
- Planos de gestão de manutenção
 - ✓ Organizam e otimizam os processos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva.
- Planos de lubrificação
 - ✓ Prolongam a vida útil dos equipamentos, reduzindo o atrito e o desgaste.
- Manutenção corretiva não planejada
 - ✓ Realizada após falha inesperada, resultando em maior tempo de inatividade.
- Manutenção corretiva planejada
 - ✓ Intervenção programada antes da falha atingir estado crítico.
- Manutenção preventiva
 - ✓ Baseada em inspeções e intervenções programadas para evitar falhas.
- Manutenção preditiva
 - ✓ Utiliza sensores e monitoramento para prever falhas antes que aconteçam.
- Manutenção detectiva
 - ✓ Identifica falhas ocultas em sistemas de proteção e controle.
- Engenharia da manutenção
 - ✓ Aplicação de técnicas avançadas para maximizar eficiência e confiabilidade.

10. A IMPORTÂNCIA DO FLUXOGRAMA

- Representação gráfica que facilita o planejamento e execução das atividades.
- Principais aspectos da gestão de manutenção industrial
 - ✓ Envolve processos de planejamento, execução e análise de desempenho.
- Pontos-chave dos processos de manutenção industrial
 - ✓ Definição clara das prioridades e padronização das atividades.
- Como melhorar o processo de gestão industrial?
 - ✓ Investir em tecnologia, treinamento e controle de processos.
- A manutenção industrial é uma ferramenta estratégica?
 - ✓ Impacta diretamente na produtividade e competitividade da empresa.
- Como a tecnologia pode auxiliar a manutenção industrial?
 - ✓ Uso de sensores, softwares e inteligência artificial para prever falhas.
- Indústria 4.0
 - ✓ Revolução tecnológica que integra automação e análise de dados.

- Os princípios da indústria 4.0
 - ✓ Operação em tempo real, descentralização e modularidade.
- Os pilares da indústria 4.0
 - ✓ **Big Data Analytics**: análise avançada de dados.
 - ✓ **Internet das Coisas (IoT)**: monitoramento remoto de equipamentos.
 - ✓ **Segurança digital**: proteção de dados e processos automatizados.
- Impactos da indústria 4.0 na manutenção
 - ✓ Redução de custos, aumento da confiabilidade e eficiência dos equipamentos.
- CAMM (gestão da manutenção assistida por computador)
 - ✓ Sistema de gestão automatizada para prever falhas e otimizar intervenções.
- Controladores digitais
 - ✓ Monitoram dados de desempenho para prever deterioração dos equipamentos.
- Softwares de monitoramento
 - ✓ Relatam problemas em tempo real e auxiliam no planejamento das manutenções.

GABARITO QUIZ

QUESTÃO	ALTERNATIVA
1	B
2	C
3	C
4	C
5	D

REFERÊNCIAS

BECHTOLD, Maurício José. Manutenção mecânica. Florianópolis: SENAI/SC, 2010.

AMORIM, Josino Ferreira de; CRUZ, Ronaldo Neves; ULIANA, Renilton Carlos. Máquinas Operatrizes I – Ferramentaria. ETFES. 1995.

KARDEC, Alan. Gestão estratégica e Manutenção Autônoma. Rio de Janeiro: Qualitymark: Abraman. 2002.

KARDEC, Alan. Gestão estratégica e técnicas preditivas. Rio de Janeiro: Qualitymark: Abraman. 2002.

MIRSHAWKA, Victor; OLMEDO, Napoleão Lupes. Manutenção: Combate aos custos da nãoeficácia. Makron Books. 2003.

ROCCA, Jairo Estevão; NETO, José Nunes; GOMES, Robison Orlando. Organização da Manutenção, Ferramentas, Equipamentos. CEFETES. 2003.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. Manual prático da manutenção industrial. São Paulo: Ícone editora. 1999.

SENAI. Mecânica: Noções Básicas de Amarração, Sinalização e Movimentação de Cargas. Espírito Santo: SENAI/CST. 1996.

SENAI. Mecânica: Procedimento de Segurança e Higiene do Trabalho. Espírito Santo: SENAI/CST. 1996.

TELECURSO2002. Mecânica: Manutenção. Editora Globo. 2002.

RODRIGUES, Marcelo. *Gestão da Manutenção Elétrica, Eletrônica e Mecânica*. São Paulo: Érica, 2018.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. *Gestão da Manutenção: Aplicado às Áreas Industrial, Predial e Elétrica*. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

VIANA, Herbert. *Fatores de Sucesso na Gestão da Manutenção*. São Paulo: Blucher, 2017.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. *Manutenção Função Estratégica*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. *Técnicas de Manutenção Preditiva – Volume 1*. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

MOSCHIN, John. *Gerenciamento da Parada de Manutenção*. Porto Alegre: Bookman, 2019.



OBRIGADO!
CONTINUE ESTUDANDO.