

MANUTENÇÃO ELETROMECHANICA

Adry Kleber Ferreira de Lima
Antônio Kleber Ribeiro de Lima

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS

MANUTENÇÃO ELETROMECCÂNICA

Adry Kleber Ferreira de Lima
Antônio Kleber Ribeiro de Lima

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS



 **NT**
EDITORA

Autores

Adry Kleber Ferreira de Lima

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (2011) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (2013). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em análise computacional de estruturas e sistemas mecânicos, bem como em Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD); atuando principalmente em projetos e análises de Turbinas Hidráulicas e Hidrocinéticas.

Antônio Kleber Ribeiro de Lima

Possui graduação em Matemática pela Escola Superior Madre Celeste (2008) e mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (2015), com ênfase em Vibrações e Acústica. Possui larga experiência em técnicas de manutenção preditiva e planejamento de manutenção.

Design Instrucional

Sarah Resende

Projeto Gráfico

NT Editora

Revisão

Filipe Lopes

Capa

NT Editora

Editoração Eletrônica

Talitta Uchôa

Danilo Oliveira

Ilustração

Rodrigo Souza

NT Editora, uma empresa do Grupo NT

SCS Quadra 2 – Bl. C – 4º andar – Ed. Cedro II

CEP 70.302-914 – Brasília – DF

Fone: (61) 3421-9200

sac@grupont.com.br

www.nteditora.com.br e www.grupont.com.br

Lima, Adry Kleber Ferreira de. Lima, Antônio Kleber Ribeiro de.

Manutenção eletromecânica / Adry Kleber Ferreira de Lima;

Antônio Kleber Ribeiro de Lima. – 1. ed. – Brasília:

NT Editora, 2018.

252 p. il. ; 21,0 X 29,7 cm.

ISBN - 978-85-8416-346-5

1. Manutenção. 2. Preditiva.

I. Título

Copyright © 2018 por NT Editora.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer modo ou meio, seja eletrônico, fotográfico, mecânico ou outros, sem autorização prévia e escrita da NT Editora.

ÍCONES

Prezado(a) aluno(a),

Ao longo dos seus estudos, você encontrará alguns ícones na coluna lateral do material didático. A presença desses ícones o(a) ajudará a compreender melhor o conteúdo abordado e a fazer os exercícios propostos. Conheça os ícones logo abaixo:



Saiba mais

Esse ícone apontará para informações complementares sobre o assunto que você está estudando. Serão curiosidades, temas afins ou exemplos do cotidiano que o ajudarão a fixar o conteúdo estudado.



Importante

O conteúdo indicado com esse ícone tem bastante importância para seus estudos. Leia com atenção e, tendo dúvida, pergunte ao seu tutor.



Dicas

Esse ícone apresenta dicas de estudo.



Exercícios

Toda vez que você vir o ícone de exercícios, responda às questões propostas.



Exercícios

Ao final das lições, você deverá responder aos exercícios no seu livro.

Bons estudos!

Sumário

1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	9
1.1 História da manutenção	9
1.2 A importância da manutenção	14
1.3 Tipos de manutenção	19
1.4 Fases da manutenção	22
1.5 A interação entre as fases.....	26
2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA MANUTENÇÃO	32
2.1 Alguns conceitos importantes	32
2.2 Métodos de manutenção	37
2.3 Planejamento da manutenção.....	41
2.4 Avaliação de desempenho	45
2.5 Gerenciamento das intervenções da manutenção.....	50
3 MANUTENÇÃO CORRETIVA E PREVENTIVA	56
3.1 Manutenção corretiva	56
3.2 Organização da manutenção corretiva	59
3.3 Manutenção preventiva.....	62
3.4 Organização da manutenção preventiva	68
4 MANUTENÇÃO DETECTIVA E PREDITIVA	73
4.1 Definição de manutenção detectiva	73
4.2 Sistemas de controle da manutenção detectiva	77
4.3 Definição e objetivos da manutenção preditiva	79
4.4 Metodologia e análise dos parâmetros	81
4.5 Principais técnicas de preditiva	86
5 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	97
5.1 Conhecendo a manutenção.....	97
5.2 Fundamentos da manutenção centrada na confiabilidade.....	101
5.3 Processo de implantação da MCC	104
5.4 Efeitos das falhas	113
5.5 Análise e decisão	118
6 MÉTODOS PARA AUMENTO DA CONFIABILIDADE	126
6.1 Sistema de gestão – parte 1	126
6.2 Sistema de gestão – parte 2	132

6.3 Qualidade na manutenção	137
6.4 Indicadores da manutenção	141
6.5 Manutenção Produtiva Total (TPM)	145
7 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO (PCM)	153
7.1 Conhecendo o PCM	153
7.2 Atribuições do PCM	159
7.3 Plano de inspeção e de manutenção.....	163
7.4 <i>Backlog</i> e carga de trabalho futura	167
7.5 Programação/coordenação e controle da manutenção	171
8 MONTAGEM E DESMONTAGEM DE COMPONENTES ELETROMECÂNICOS	178
8.1 Equipamentos eletromecânicos (válvula)	178
8.2 Equipamentos eletromecânicos (bomba centrífuga)	183
8.3 Equipamentos eletromecânicos (compressores)	188
8.4 Desmontagem de equipamentos eletromecânicos.....	191
8.5 Montagem de equipamentos eletromecânicos.....	196
9 ROLAMENTOS.....	203
9.1 Conhecendo os rolamentos	203
9.2 Princípios construtivos dos mancais de rolamentos	206
9.3 Aplicação dos rolamentos.....	209
9.4 Falhas de rolamentos e suas causas	213
9.5 Montagem e desmontagem de rolamentos	217
10 LUBRIFICAÇÃO	226
10.1 Função do lubrificante	226
10.2 Lubrificação com óleo.....	229
10.3 Propriedades dos óleos lubrificantes	233
10.4 Seleção dos óleos lubrificantes.....	236
10.5 Lubrificação com graxa.....	241
GLOSSÁRIO.....	249
BIBLIOGRAFIA	251

Caro(a) estudante,

Seja bem-vindo(a) à **Manutenção Eletromecânica!**

Este material contribui para desenvolver o aluno com um perfil profissional de habilidades multifunção, característica principal do mantenedor eletromecânico que, no exercício de sua função, opera e mantém equipamentos eletromecânicos e instalações elétricas. Por isso, esse profissional encontra um mercado de trabalho bastante amplo.

Assim, com o estudo deste componente curricular, você será capaz de aplicar os conhecimentos científicos para explicar, planejar ações de controle nos processos produtivos, bem como fazer avaliação e intervenção destes; exercer a cidadania e a preparação básica para o trabalho, desenvolver a formação ética e a autonomia intelectual no desempenho de suas funções; inserir-se no programa de controle de qualidade das organizações, aplicando a bens e serviços produzidos critérios de padronização e mensuração; realizar instalação de equipamentos, especificando materiais (peças) e instrumentos, que possibilitem a otimização de sistemas convencionais e suas adequações a tecnologias mais avançadas; aplicar normas técnicas em instalação e processos de fabricação de máquinas, produto e equipamentos na manutenção eletromecânica, utilizando catálogos, manuais e tabelas.

Nesse sentido, os objetivos deste componente curricular são:

- conhecer todos os tipos de manutenção existente e sua importância dentro dos processos produtivos para melhor desempenho das atividades do técnico eletromecânico;
- planejar, executar e gerenciar a manutenção de equipamentos eletromecânicos com atribuições próprias para o bom desempenho profissional de técnico de nível médio;
- dominar os princípios básicos que norteiam a eletromecânica, articulando esses conhecimentos com as normas técnicas afins, segurança do trabalho, saúde e meio ambiente, para contribuir com a organização no atendimento às certificações;
- utilizar conhecimentos eletromecânicos na execução e manutenção de instalações e equipamentos, aplicando corretamente manuais e catálogos, para garantir a qualidade do serviço realizado;
- aplicar corretamente as técnicas de montagem e desmontagem de conjuntos eletromecânicos para proporcionar uma boa organização do ambiente de trabalho em cumprimento de programa de qualidade como 5S.

Além disso, você conhecerá a trajetória da manutenção dividida em gerações ao longo dos anos, entendendo os tipos de manutenção existentes e as suas aplicações, de acordo com a necessidade do processo.

Bons estudos!

Adry Kleber Ferreira de Lima

Antônio Kleber Ribeiro de Lima

1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO

Por uma questão de necessidade, ainda que não se percebesse, a manutenção sempre fez parte das atividades do homem, até mesmo dos povos antigos. A partir do século XVI, quando surgiu o relógio mecânico, vieram os primeiros técnicos em reparos e assistência, dando origem, assim, à palavra manutenção. Tornou-se então uma função ao longo da revolução industrial e necessária no período pós-guerra. Agora, convido você a conhecer mais sobre a história da manutenção.

Então, vamos começar?

Objetivos

Ao final desta lição, você deverá ser capaz de:

- conhecer a história da manutenção e como ocorreu sua evolução ao longo do tempo;
- compreender a importância da manutenção no crescimento da indústria e na modernização de seus processos produtivos;
- entender que a manutenção passou por várias fases ao longo do tempo;
- fazer a integração entre as fases da manutenção, também chamadas de geração da manutenção.

1.1 História da manutenção

A manutenção sempre existiu desde os tempos mais remotos, embora despercebida. Passou a ser conhecida como manutenção por volta do século XVI com o surgimento do relógio mecânico, que deu origem a função de técnico de montagem e reparos. A manutenção se consolidou com a chegada da Revolução Industrial, movimento que mudaria o comércio mundial e a vida da sociedade da época, e se fez mais necessária ainda no período de reconstrução pós-guerra nos países mais desenvolvidos como: Inglaterra, Alemanha, Estados Unidos, França e, principalmente, Japão.





Energia motriz: é a força que movimenta alguma máquina ou objeto.

Saiba mais

Você sabia que a Revolução Industrial ficou assim conhecida por ter revolucionado a economia e o comércio com a criação das primeiras indústrias? Pois é, a Revolução Industrial refere-se a um processo histórico que levou à substituição das ferramentas manuais pelas máquinas de produção em larga escala, da força de trabalho do homem pela energia motriz e do modo de produção doméstico (artesanal) pelo sistema mecanizado (fabril). A América do Norte e os países da Europa deram início a essa transformação na forma de produzir seus produtos que revolucionou o comércio nestes países.

Primeira Revolução Industrial e a manutenção

Em meados do século XVIII, ocorreu a primeira Revolução Industrial com o surgimento da mecanização. Esse movimento marcou uma fase de intensa industrialização com a utilização de máquinas no lugar de trabalhos manuais. Houve, na época, um crescimento do comércio e aumento da riqueza, permitindo a acumulação de capital capaz de financiar o progresso técnico e o alto custo das instalações nas indústrias.



Você sabia que as causas da Revolução Industrial estão relacionadas ao poder? Isso mesmo, o país com maior riqueza (maior comércio) se tornava a maior potência.

Assim, as principais causas da Revolução Industrial para a época foram:

- hegemonia naval;
- aumento da riqueza e acúmulo de capital;
- revolução comercial e expansão do comércio internacional;
- consolidação do capitalismo industrial;
- desenvolvimento da indústria metalúrgica e siderúrgica;
- criação de máquinas para a indústria;
- invenção da máquina a vapor;
- mecanização do processo industrial.



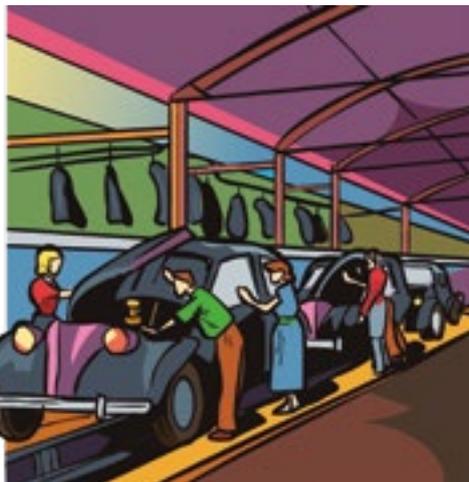
Nesse período, a manutenção ganhou corpo exigindo o progresso técnico científico, por parte dos operários, para realizar reparos e controle de operação das máquinas nas linhas de produção e na indústria naval.

Importante

Os países considerados potências, para época, eram assim considerados de acordo com sua frota marítima. A Inglaterra recebeu o título de maior potência por possuir a maior frota de navios de toda Europa. Começou, assim, a caminhada para o desenvolvimento da manutenção.

E quais as consequências da Revolução Industrial para a manutenção?

Ainda que muitos pontos sejam positivos, surgiu também a expansão da industrialização, em que os trabalhadores das fábricas viviam em condições precárias com altas jornadas de trabalho e salários baixos. Mulheres e crianças também trabalhavam nas fábricas e recebiam menos que os homens. Por esses aspectos, percebe-se que a manutenção ainda não era conceitualmente bem definida, não havia preparo da mão de obra. Esse processo concentrou a riqueza nas mãos de uma elite e, com isso, a miséria e a insalubridade em que viviam as populações menos favorecidas aumentaram significativamente.





Manufatura: sistema de produção com técnica de produção artesanal.

Maquinofatura: produção de por meio de máquina.

Principais consequências da Revolução Industrial para a manutenção:

- divisão e especialização do trabalho;
- elevado crescimento econômico seguido de maior investimento nos parques industriais;
- surgimento das linhas de montagem (fordismo e taylorismo);
- substituição da **manufatura** para a **maquinofatura**;
- criação de empresas e indústrias;
- dinamização do processo industrial;
- redução do custo de produção;
- presença de crianças e mulheres nas linhas de produção;
- desenvolvimento industrial e urbano;
- as cidades tornam-se grandes centros industriais;
- expansão do comércio e das atividades industriais.



Saiba mais

Essas consequências provocaram um maior investimento na qualificação da mão de obra, por parte dos empresários, com objetivo de reduzir custo de produção, melhorar o desempenho das indústrias e dinamizar seus processos.



Manutenção do conhecimento

A partir do século XVI, surgiu um equipamento que deu início à necessidade de se fazer manutenção. Qual alternativa é a correta?

- Máquina a vapor.
- Roda d'água.
- Relógio mecânico.
- Correia de transmissão.

Comentário: com o surgimento do relógio mecânico surgiu também a figura do técnico de montagem e reparos desses equipamentos, ou seja, as primeiras aplicações da manutenção. Portanto, se marcou a letra "c", você acertou.

A Segunda Revolução Industrial e a manutenção

A Segunda Revolução Industrial se deu a partir do final do século XIX, acabando assim com a fase da livre concorrência e dando início ao capitalismo monopolista. As empresas e até mesmo países monopolizavam o comércio. Essa fase era também conhecida como a fase do capitalismo financeiro ou monopolista.

Importante

Nessa fase, foram estabelecidas as bases do progresso tecnológico e científico com a finalidade de promover a invenção e o aperfeiçoamento das técnicas de produção e os produtos. Com o advento de novas técnicas de produção, veio a necessidade de estabelecer um sistema de manutenção que prevenisse as quebras ao invés de somente corrigir as falhas já ocorridas.

Você sabia que na fase do capitalismo financeiro houve grandes descobertas? Isso mesmo, as principais invenções e descobertas dessa segunda fase da Revolução Industrial foram:

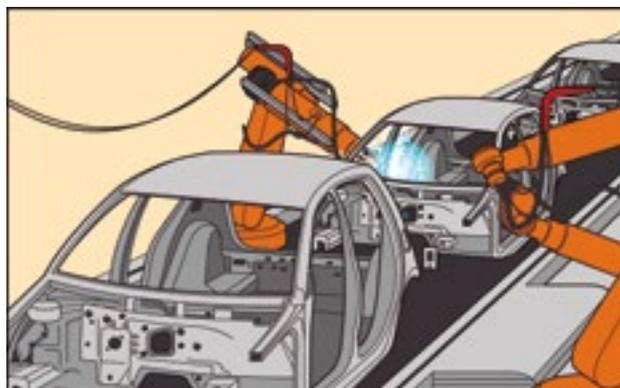
- novos processos de fabricação do aço, permitindo sua utilização também na construção civil;
- desenvolvimento técnico de produção da energia elétrica;
- invenção da lâmpada incandescente;
- surgimento e avanço dos meios de transporte: ferrovia, automóvel e aeronaves;
- descoberta das várias formas de aproveitamento do petróleo como fonte de energia;
- surgimento do plástico.

Saiba mais

A indústria automobilística Ford, implantada nos Estados Unidos, foi a primeira a fazer uso das esteiras que levavam o chassi do carro a percorrer toda a fábrica. Os operários montavam os carros com as peças que chegavam em suas mãos em outra esteira. Esse método de racionalização de produção foi chamado de fordismo.

A Terceira Revolução Industrial e a manutenção

Na terceira fase da Revolução Industrial, verificou-se o topo do desenvolvimento industrial, embalada pelo surgimento da eletrônica que proporcionou o desenvolvimento da informática e a automação industrial. A terceira fase da Revolução Industrial, fase informatizada, teve início na década de 1950 e promoveu a evolução das técnicas de manutenção se valendo de instrumentos com tecnologias de ponta para detecção de defeitos, antes mesmo, de ocorrer a falha. Essas novas técnicas de manutenção têm como objetivo redução de custo, aperfeiçoamento da qualidade do produto acabado e aumento de produtividade.





5s: cinco
senso
para
práticas
padrão de
comporta-
mento.



A globalização da produção das indústrias teve forte influência na terceira fase da Revolução Industrial, e conseqüentemente na evolução da manutenção que, além de desenvolver técnicas mais modernas, como manutenção baseada na condição, manutenção baseada na confiabilidade, implantou também algumas filosofias de manutenção e qualidade, como TPM – Manutenção produtiva total e 5S. Esse processo de modernização e desenvolvimento da manutenção ocorreu para atender as exigências da globalização e a competitividade entre as empresas em qualquer lugar do planeta.

Manutenção do conhecimento

A respeito da segunda e terceira revolução da manutenção, julgue os itens a seguir.
I-A Segunda Revolução Industrial se deu a partir do final do século XIX, acabando assim com a fase da livre concorrência, dando início ao capitalismo monopolista.

II-A Segunda Revolução Industrial era também conhecida como a fase do capitalismo financeiro ou monopolista.

III-Na terceira fase da Revolução Industrial, verificou-se o topo do desenvolvimento industrial, embalada pelo surgimento da eletrônica que proporcionou o desenvolvimento da informática e a automação industrial.

Podemos dizer que:

- a) as afirmativas I e III estão corretas.
- b) todas as afirmativas estão corretas.
- c) as afirmativas II e III estão incorretas.
- d) a afirmativa I está incorreta.

Comentário: a alternativa correta do nosso exercício é a letra "b". A Segunda Revolução Industrial se deu a partir do final do século XIX, acabando assim com a fase da livre concorrência, dando início ao capitalismo monopolista. Essa fase era também conhecida como a fase do capitalismo financeiro ou monopolista. Na terceira fase da revolução industrial, houve o topo do desenvolvimento industrial, com surgimento da eletrônica, que proporcionou o desenvolvimento da informática e a automação industrial. A fase informatizada teve início na década de 50 e promoveu a evolução das técnicas de manutenção se valendo de instrumentos com tecnologias de ponta para detecção de defeitos, antes mesmo de ocorrer a falha.

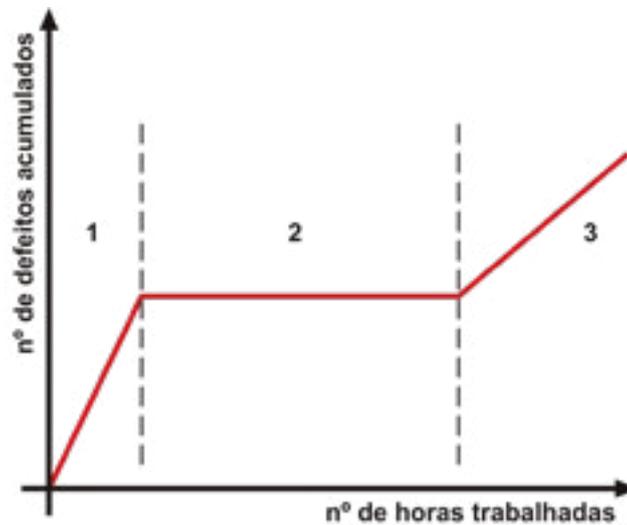
1.2 A importância da manutenção

A globalização da economia fez com que as empresas, no mundo inteiro, pensassem em competitividade. Para isso, a busca pela excelência em produtos e serviços e a qualificação da mão de obra, aliadas à preservação do meio ambiente, se tornaram metas das empresas em seus processos produtivos. Nesse cenário, a manutenção tem papel importante, pois um bom plano de manutenção pode garantir:

- disponibilidade dos equipamentos;
- menos parada de máquinas para correção de defeitos;
- maior produtividade;
- melhor qualidade do produto final;
- menor custo de produção;
- maior segurança às pessoas e ao meio ambiente

-se também um desgaste natural (crescente), que após um certo tempo inviabilizará seu desempenho, determinando assim o seu fim.

O ciclo de vida de um componente pode ser representado graficamente levando-se em consideração os defeitos acumulados pelas horas trabalhadas.

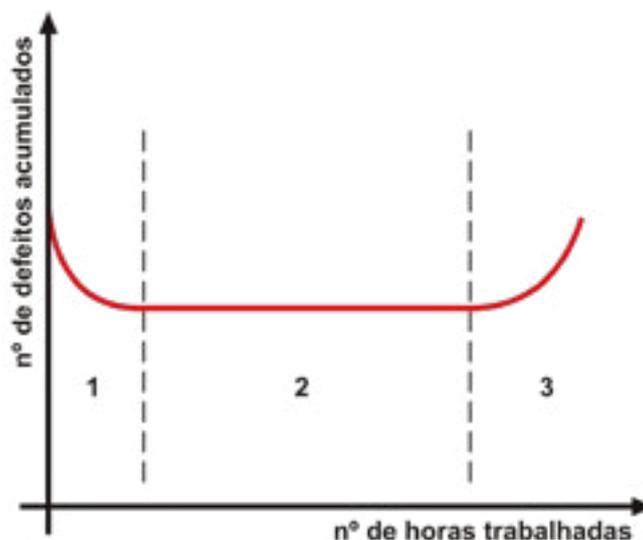


1. Fase de amaciamento: os defeitos internos do equipamento se manifestam pelo uso normal e pelo autoajuste do sistema. Normalmente esses defeitos estão cobertos pela garantia de fábrica.

2. Vida útil do componente: essa é a fase de pouquíssimas quebras e/ou paradas e é a fase de maior rendimento do equipamento.

3. Envelhecimento: os vários componentes vão atingindo o fim da vida útil e passam a apresentar quebras e/ou paradas mais frequentes. É a hora de decidir pela reforma total ou sucateamento.

O próximo gráfico é também conhecido como Curva da Banheira. Representa o custo da manutenção em relação a cada fase. Observe:



Saiba mais

Você sabia que a manutenção tem grande importância no desenvolvimento da humanidade?

É verdade! A manutenção estratégica é responsável pela performance produtiva das grandes empresas e, com isso, o crescimento da economia mundial. Pensar na importância da manutenção nos dias de hoje é pensar numa maneira estratégica de produzir de forma que as atividades de manutenção se integrem ao processo de produção de forma efetiva com objetivo claro de buscar a excelência na qualidade do produto final.

A manutenção estratégica pode ser vista como fruto dos desafios do mundo moderno que tem como cenário uma economia globalizada e altamente competitiva, as mudanças ocorrem em grande velocidade levando a manutenção a ser um agente proativo, uma vez que tem um papel fundamental dentro do processo produtivo industrial.



Neste cenário, não mais existem espaços para improvisos e arranjos: competência, criatividade, flexibilidade, velocidade, cultura de mudança e trabalho em equipe são características básicas das empresas e organizações que têm a competitividade como razão de ser de sua sobrevivência. Para as pessoas, essas características são essenciais para garantir sua empregabilidade.

Importante

Atualmente, a manutenção existe para garantir que não haja manutenção corretiva; por essa ótica, verifica-se que o trabalho da manutenção se torna cada vez mais nobre, onde, cada vez mais, os profissionais de manutenção estão equipados e qualificados para evitar que o equipamento venha a falhar ao invés de corrigi-las.

Você sabe qual a função da manutenção no processo de produção?



É simples, a manutenção tem uma função estratégica no processo de produção. E o grande papel da manutenção dentro do processo produtivo é garantir a disponibilidade e a confiabilidade das instalações da empresa. Nesse contexto as empresas não pagam mais pelos serviços e, sim, pelas soluções. Essas estratégias da manutenção têm reflexo direto em alguns resultados, tais como:



- aumento da disponibilidade;
- aumento na segurança do trabalhador e das instalações;
- aumento da lucratividade;
- redução dos custos da produção;
- redução da demanda de serviços;
- preservação do meio ambiente.

Quanto aos profissionais, chamados homens da manutenção? Você sabia que nos programas de manutenção as pessoas apresentam significativas mudanças em seu comportamento, de maneira, a se encaixar nas filosofias da manutenção?

É isso mesmo, as organizações não pregam a esses profissionais uma mudança de cultura, que é um processo muito lento e não condiz com a atual realidade das organizações; pregam, sim, uma cultura de mudanças, com a finalidade de combater a perpetuação dos paradigmas e algumas práticas indesejáveis.



Saiba mais

A grande necessidade de mudanças está presente no ambiente da manutenção, cabe ao gestor gerenciar esse processo. Com a grande variedade de ferramentas voltadas à gestão e ao controle da manutenção existente hoje, o homem de manutenção tem que se manter atualizado para melhor desempenho de suas atividades, tais ferramentas são: CCQ, TPM, Reengenharia, Gerência das rotinas, Gerência pelas diretrizes, Seis Sigma, Gestão de Ativos etc.

As causas de sucesso devem começar pela definição correta da missão da manutenção de seus conceitos básicos e aplicação destes. Dentro desse quadro, a utilização dessas ferramentas elevará a organização a patamares mais elevados de competitividade.

Manutenção do conhecimento

De acordo com o que nós estudamos, podemos dizer que manutenção é:

- um investimento feito na compra de máquinas mais caras e sofisticadas, com uma duração de vida mais longa.
- manter sempre um estoque de materiais novos para repor assim que os velhos forem quebrados.
- um serviço que tem como objetivo evitar quebras e/ou parada na produção, fazendo com que tudo seja feito com planejamento e qualidade.
- a conferência realizada diariamente em cada máquina, observando sempre o tempo de descanso do equipamento.

Comentário: manutenção é atuar no sistema (de uma forma geral) com o objetivo de evitar quebras e/ou paradas na produção, bem como garantir a qualidade planejada dos produtos. A alternativa correta do nosso exercício é a letra "c".

1.3 Tipos de manutenção

Existem dois tipos básicos de manutenção: a manutenção planejada e a não planejada. Neste tópico falaremos melhor sobre os dois tipos de manutenção. Vamos conhecê-las melhor?

Manutenção não planejada

Também conhecida como manutenção corretiva, limita-se a corrigir os defeitos dos equipamentos após a falha. Esta ocorre, geralmente, de forma inesperada e eleva o custo da manutenção, pois na maioria dos casos não há tempo hábil para preparar sobressalentes, e a interrupção da produção é inevitável. A manutenção não planejada pode se dividir em duas, descritas a seguir.

Inesperada: tem o objetivo de localizar e reparar defeitos que levam à quebra do equipamento de forma repentina interrompendo o regime de trabalho do equipamento.

Ocasional: consiste em realizar reparos na máquina aproveitando a parada desta que não seja por quebra. Essas paradas podem ocorrer devido a revezamento de máquinas ou até de linha de produção.

Manutenção planejada



Análise termográfica:

técnica de sensoria-mento re-moto que possibilita a medição de tem-perature e a forma-ção de imagens térmica de um com-ponente, equipa-mento ou processo, a partir da radiação infraver-melha.

Esse tipo de manutenção ocorre segundo um plano de manutenção e visa eliminar a falha e garantir a disponibilidade da máquina, bem como melhorar seu rendimento.

Essa manutenção envolve quatro técnicas que podem ser aplicadas de acordo com a criticidade da máquina para o processo, são elas:

- **Preventiva:** consiste na parada planejada da máquina para que seja feita uma inspeção em seus componentes e realizar trocas, caso necessário, e, em seguida, disponibilizá-la para mais uma campanha.
- **Preditiva:** esse tipo de manutenção tem por objetivo prever defeitos, ou seja, detectar e monitorar os defeitos com a máquina ainda em funcionamento e assim, programar a parada do equipamento para fazer os reparos antes que este venha a falhar. Esse tipo de monitoramento é conhecido como manutenção baseada na condição. A manutenção preditiva utiliza várias técnicas de monitoramento, seguem algumas:
 - análise de vibração;
 - **análise termográfica;**
 - análise de óleo lubrificante
 - medição de espessura por ultrassom;
 - acompanhamento de soldagem.



**Manuten-
bilidade:**
caracte-
rística ine-
rente a um
projeto de
sistema ou
produto, e
se refere à
facilidade,
precisão,
segurança
e econo-
mia na
execução
de ações
de manu-
tenção.

- **Detectiva:** é a manutenção preventiva realizada por instrumentos ou painéis de controle que, dotados de sensores, percebem o defeito e interrompem o funcionamento do equipamento antes que este venha falhar. Por exemplo, controle de temperatura, em que sensores acusam a elevação da temperatura para patamares acima do pré-estabelecido, fazendo com que o equipamento pare de funcionar para que seja tomada uma ação.
- **Engenharia de manutenção:** é o nível mais elevado de investimento em manutenção. Consiste em buscar as causas da manutenção já no projeto do equipamento, modificando situações permanentes de mau desempenho, problemas crônicos, e desenvolvendo a **manutenibilidade**. O quadro desse tipo de manutenção, geralmente, é composto apenas por engenheiros.

Manutenção do conhecimento

A respeito da manutenção planejada e da manutenção não planejada, julgue os itens a seguir.

I- A manutenção não planejada é também conhecida como manutenção corretiva.

II- A manutenção planejada ocorre segundo um plano de manutenção e visa eliminar a falha.

III- A manutenção não planejada ocorre, geralmente, de forma inesperada e eleva o custo da manutenção.

IV- A manutenção planejada envolve duas técnicas que são chamadas de: preventiva e preventiva.

A sequência correta é:

- a) V-V-V-F
- b) V-V-V-V
- c) F-V-F-V
- d) F-V-V-F

Comentário: a alternativa correta do nosso exercício é a letra “a”. Também conhecida como manutenção corretiva, limita-se a corrigir os defeitos dos equipamentos após a falha. Esta ocorre, geralmente, de forma inesperada e eleva o custo da manutenção, pois na maioria dos casos não há tempo hábil para preparar sobressalentes e a interrupção da produção é inevitável. A manutenção planejada ocorre segundo um plano de manutenção e visa eliminar a falha e garantir a disponibilidade da máquina, bem como melhorar seu rendimento. Esse tipo de manutenção envolve quatro técnicas (preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção) que podem ser aplicadas de acordo com a criticidade da máquina para o processo.



1.4 Fases da manutenção

A partir de 1930 até o dia de hoje, a manutenção pode ser dividida por fases, também chamada de geração da manutenção, conforme a tabela que segue.

Evolução da manutenção				
	Primeira geração	Segunda geração	Terceira geração	Quarta geração
Ano	1940 - 1950	1960-1970	1980-1990	2000-2010
Aumento das expectativas em relação à manutenção	Conserto após a falha	Disponibilidade crescente Maior vida útil do equipamento	Maior confiabilidade Maior disponibilidade Melhor relação custo-benefício Preservação do meio ambiente	Maior confiabilidade Maior disponibilidade Preservação do meio ambiente Segurança Incluir nos resultados do negócio Gerenciar os ativos
Visão quanto à falha do equipamento	Todos os equipamentos desgastam com a idade e, por isso, falham	Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira	Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray)	Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowlan & Heap e Moubray)
Mudança nas técnicas de manutenção	Habilidades voltadas para o reparo	Planejamento manual da manutenção Computadores grandes e lentos Manutenção preventiva (por tempo)	Monitoramento da condição Manutenção preditiva Análise de risco Computadores pequenos e rápidos, <i>Softwares</i> potentes, Grupos de trabalho multidisciplinares Projetos voltados para a confiabilidade Contratação por mão de obra e serviços	Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da condição Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada Análise de falhas Técnicas de confiabilidade Manutenibilidade Engenharia de Manutenção Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e custo do ciclo de vida. Contratação por resultados

Primeira geração da manutenção

A primeira geração começou no período antes da Segunda Guerra Mundial e foi marcada pela mecanização dos processos produtivos; nesse período os equipamentos eram de grande porte e

composto de mecanismo muito simples. Nessa época, a economia baseava-se em produção artesanal, prioritariamente, assim, a produção não era prioridade nas primeiras indústrias e, como consequência, a manutenção não necessitava de sistematização. Fica fácil perceber que a manutenção dessa época era não planejada e se restringia a serviços de limpeza, troca de peças e reparos após a quebra da máquina. Como filosofia de manutenção da época, o pensamento era de que todo equipamento sofria desgaste até quebrar, e o profissional de manutenção tinha apenas que desenvolver habilidades para a recuperação do equipamento.



Segunda geração da manutenção

O período em que ocorreu a segunda geração da manutenção se deu de 1950 a 1970. Portanto, no período pós-guerra, em que havia um aumento na procura pelos mais diversos tipos de produtos como principal consequência da guerra. Isso, aliado a falta de mão de obra industrial, forçou o aumento da mecanização da indústria, bem como o aumento da complexidade de suas instalações.

Importante

A escassez da mão de obra contribuiu para melhorar a eficiência da manutenção. Isso mesmo, sem mão de obra suficiente, os equipamentos teriam que quebrar menos e produzir mais. Dessa forma, começou se tornar evidente a necessidade de confiabilidade e disponibilidade.



A indústria passou a garantir um bom funcionamento da máquina, o que levou todos a pensarem que falhas poderiam ser evitadas, despertando, assim, a ideia de manutenção preventiva. No início, as paradas para manutenção preventiva eram feitas em datas fixas.



O custo com a manutenção aumentou consideravelmente em comparação com outros custos relacionados à produção. Então, surgiu o controle e planejamento da manutenção, que, com aperfeiçoamentos, faz parte da manutenção até os dias de hoje. Assim, aumentaram-se os investimentos em itens físicos e, para garantir a viabilidade destes custos o pessoal de manutenção, passou-se a pensar em aumentar a vida útil dos itens físicos.

A terceira geração da manutenção

Na década de 1970, os processos de mudanças na indústria se aceleraram. O objetivo principal das mudanças era neutralizar as paradas ocorridas na produção que na época eram muito frequentes e, como consequência dessas paradas, havia registros de elevação dos custos e diminuição da qualidade do produto final. Tais paradas eram uma preocupação geral.



Saiba mais

O aumento da mecanização e a chegada da automação passaram a ser indicativos de que os setores mais distintos, como saúde, gerenciamento de edificações e telecomunicações, passaram a ter a disponibilidade e a confiabilidade como pontos-chave em seus serviços.

E a automação faz parte dessas mudanças?

Sim. Mas toda mudança requer ajustes. A automação aumentou, porém os defeitos ficaram mais frequentes e afetaram diretamente a qualidade, tanto do produto quanto do serviço. As falhas traziam consequências também para a segurança dos operários e do meio ambiente justamente num período onde começaram a aumentar as exigências relacionadas à qualidade de vida e ao meio ambiente, através da política de sustentabilidade.



E que outras mudanças ocorreram na terceira geração? Muitas outras. Na terceira geração, as mudanças:

- reforçaram o conceito de manutenção preditiva;
- enfatizaram quanto o avanço da informática contribuiu para utilização de *softwares* mais potentes para o planejamento e controle dos processos e da manutenção;
- mostraram que o conceito de confiabilidade começa a ser aplicado cada vez mais pela engenharia na manutenção;
- têm a manutenção centrada na confiabilidade (MCC), que começa a ser implantada na década de 90;
- abordaram as falhas prematuras (mortalidade infantil), que estavam frequentes, consequência da falta de comunicação entre os setores manutenção, operação e engenharia.

A quarta geração da manutenção

Você sabia que na quarta geração as expectativas são, na maioria, as mesmas da terceira geração? Isso mesmo, a disponibilidade continua sendo parâmetro de performance, e a confiabilidade continua sendo o objetivo principal da manutenção. A engenharia da manutenção busca consolidar suas atividades dentro da estrutura organizacional da manutenção, garantindo a disponibilidade, a confiabilidade e a manutenibilidade como justificativas de sua existência.

Importante

A manutenção tem como desafio a redução das falhas prematuras ou mortalidade infantil. Para tanto, utiliza-se a análise de falha como forma de garantir a performance dos equipamentos consequentemente das organizações.

A manutenção preditiva é cada vez mais frequente com a finalidade de diminuir as intervenções, prática normal na manutenção preventiva, mas que impacta direto na produção. E a manutenção corretiva não planejada passa a ser indicador de ineficácia da manutenção.



As novas plantas devem privilegiar a disponibilidade, a confiabilidade e o custo do ciclo de vida das instalações. Os novos projetos devem contemplar, ainda, uma maior interação entre as áreas de manutenção, operação e engenharia.

Manutenção do conhecimento

Observe as afirmativas a seguir e assinale aquela que apresenta características da segunda geração de manutenção.

- Promovia o funcionamento das máquinas a todo vapor, tendo apenas manutenções quando alguma falha ocorresse.
- Prezava um o bom funcionamento da máquina, o que levou todos a pensarem que falhas poderiam ser evitadas, despertando, assim, a ideia de manutenção preventiva. No início, as paradas para manutenção preventiva eram feitas em datas fixas.
- Procurava utilizar o mínimo possível das máquinas, para que elas demorassem a se desgastar ou apresentar defeitos.
- Agir com cobranças aos colaboradores, para que eles fossem responsáveis por todas as quebras que ocorressem nas máquinas, evitando assim mais gastos com consertos.

Comentário: a indústria passou a garantir um bom funcionamento da máquina, o que levou todos a pensarem que falhas poderiam ser evitadas, despertando, assim, a ideia de manutenção preventiva. No início, as paradas para manutenção preventiva eram feitas em datas fixas. Portanto se você marcou a letra “b”, você acertou

1.5 A interação entre as fases

Se as fases de projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção forem executadas com perfeição, o resultado será de alta confiabilidade. Agora, convido você a acompanhar algumas fases que fazem a diferença no processo de manutenção.

Projeto

Nesta fase é preciso fazer o levantamento de dados específicos. Os levantamentos das necessidades, inclusive a nível de detalhamento, entre outros, são de grande importância para o sucesso das demais fases e assim não gerar impactos econômicos e de desempenho.



Os aspectos de desempenho podem ser citados em relação às questões ligadas à confiabilidade, produtividade e qualidade do produto final, e os econômicos, a questões ligadas ao nível de custo.



Dicas

O equipamento deve se adequar-se ao projeto, à capacidade inerente esperada, à qualidade, à manutenibilidade, além de à eficiência. Tudo comprovado em documentação técnica.

Deve-se levar em consideração a padronização com os demais equipamentos da planta que fazem parte do projeto para facilitar a manutenção. O estoque de sobressalentes, as facilidades de operação e a manutenção.



Fabricação

A fabricação deve ser criteriosamente acompanhada, as modernidades tecnológicas devem compor o equipamento para aumentar sua confiabilidade, além das sugestões referentes às práticas de manutenção.

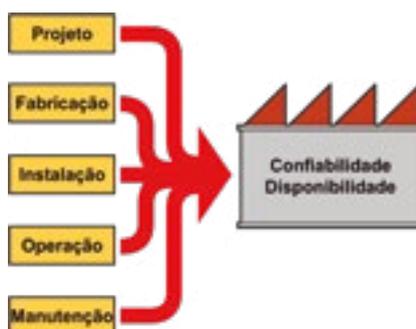
Instalação

Segundo Kardec (2009), a fase da instalação deve manter cuidados com a qualidade da implantação do projeto e as técnicas utilizadas para esta finalidade. Quando a qualidade não é apurada, muitas vezes são inseridos pontos potenciais de falhas que se mantêm ocultos por vários períodos e vêm a se manifestar muitas vezes quando o sistema é fortemente solicitado, ou seja, quando o processo produtivo assim o exige e quando, normalmente, precisamos de confiabilidade.



Operação e manutenção

As fases de operação e manutenção dizem respeito a garantir a função dos equipamentos, sistemas e instalações no decorrer de sua vida útil e a manutenção do desempenho. Nessa fase funcional, normalmente, aparecem as deficiências das fases anteriores, caso não haja a interação entre as fases, a manutenção encontrará dificuldades em suas atividades. A confiabilidade estará a baixo da prevista.



Unidade de alta performance

A unidade de alta performance é a mais nova fase e consiste na busca de unidades e sistemas de alta performance, fruto de uma economia mais globalizada e requer uma maior competitividade, além de atender às exigências cada vez maiores por parte da sociedade com relação às questões relacionadas à saúde, ao meio ambiente e à segurança (SMS).



Manutenção do conhecimento

Em que fase temos que fazer levantamento de dados específicos para elaboração da manutenção?

- a) Na fase de instalação
- b) Na fase de fabricação
- c) Na fase de projeto
- d) Na fase de manutenção

Comentário: nesta fase, é preciso fazer o levantamento de dados específicos, os levantamentos das necessidades, inclusive a nível de detalhamento, dentre outros, são de grande importância para o sucesso das demais fases e assim não gerar impactos econômicos e de desempenho. Portanto se você escolheu a letra "c", você acertou.

Resumindo

Nesta lição, estudamos sobre a história da manutenção, como ela se desenvolveu ao longo dos anos e sua relação com as fases da Revolução Industrial. Vimos também a importância da manutenção para o desenvolvimento comercial, financeiro e social, definindo bem seu papel dentro da estrutura das organizações. Em seguida, estudamos as fases da manutenção, também conhecidas como as gerações da manutenção. E, por fim, vimos sobre as técnicas de manutenção e suas aplicações e sobre as interações entre as fases na concepção de uma unidade fabril.

Veja se você está apto a:

- narrar a história da manutenção e como ocorreu sua evolução ao longo do tempo;
- explicar a importância da manutenção no crescimento da indústria e na modernização de seus processos produtivos;
- listar as várias fases que a manutenção passou ao longo do tempo;
- realizar a interação entre as fases da manutenção, também chamadas de geração da manutenção.



Parabéns, você finalizou esta lição!

Agora responda às questões ao lado.

Exercícios

Questão 1 – A partir do século XVI, surgiu um equipamento que deu início à necessidade de fazer manutenção. Qual das alternativas abaixo corresponde a esse equipamento?

- a) Máquina a vapor.
- b) Roda d'água.

- c) Relógio mecânico.
- d) Correia de transmissão.

Questão 2 – Das invenções e descobertas realizadas na segunda fase da Revolução Industrial, podemos citar três mais importantes, que são:

- a) invenção do telefone, desenvolvimento técnico da produção de energia elétrica, descoberta das várias formas de aproveitamento do vento como fonte de energia.
- b) invenção da roda, desenvolvimento técnico da produção de energia elétrica, descoberta das várias formas de aproveitamento da água como fonte de energia.
- c) invenção da lâmpada, desenvolvimento técnico da produção de energia elétrica, descoberta das várias formas de aproveitamento do petróleo como fonte de energia.
- d) invenção da máquina a vapor, desenvolvimento técnico da produção de energia elétrica, descoberta das várias formas de usar o sol como fonte de energia.

Questão 3 – A manutenção é considerada uma função estratégica das empresas na busca por um espaço no mercado globalizado. Qual aspecto garante às empresas seu lugar no mercado?

- a) Competitividade.
- b) Disponibilidade.
- c) Contabilidade.
- d) Confiabilidade.

Questão 4 – O ciclo de vida dos equipamentos é dividido em quantas fases?

- a) Quatro.
- b) Duas.
- c) Três.
- d) Cinco.

Questão 5 – Relacione a primeira coluna com a segunda de acordo com o ciclo de vida dos equipamentos.

- | | |
|--|-------------------------------|
| (A) Pouquíssimas quebras e/ou paradas | () Fase do amaciamento |
| (B) Quebras e/ou paradas mais frequente | () Fase vida útil/componente |
| (C) Defeitos estão cobertos pela garantia de fábrica | () Fase do envelhecimento |

Questão 6 – De quais fatores depende a organização da manutenção de uma instalação fabril?

- a) Tamanho da empresa, seus objetivos e projetos de ampliação.
- b) Tamanho da equipe, seus objetivos e projetos de ampliação.
- c) Custo da empresa, seus funcionários e projetos de ampliação.
- d) Tamanho da empresa, seu dinheiro e projetos de ampliação.

Questão 7 – Com relação às especialidades da manutenção, marque C ou E, conforme a sentença esteja certa ou errada.

- a) () Instrumentação e caldeiraria são especialidades da manutenção.
- b) () A manutenção só pode ser desenvolvida se todas as especialidades atuarem em conjunto.
- c) () Quanto à estrutura do setor de manutenção, pode ser centralizada, descentralizada e mista.
- d) () Na manutenção centralizada, um único departamento é responsável por planejar e executar as demandas da manutenção.

Questão 8 – Com relação à definição de organização da manutenção em estrutura descentralizada, assinale a alternativa correta.

- a) Nessa estrutura, a planta de produção é dividida em áreas de operação e cada uma dessas áreas não possui equipe de manutenção.
- b) Nessa estrutura, a planta de produção é uma única área de operação com uma equipe de três pessoas que são responsáveis pela recuperação das peças.
- c) Nessa estrutura, a planta de produção é dividida em área de operação e cada uma dessas áreas possui um líder de manutenção.
- d) Nessa estrutura, a planta de produção é dividida em área de operação e cada uma dessas áreas possui sua própria equipe de manutenção.

Questão 9 – A idealização de uma unidade fabril passa por várias fases até que se possa estabelecer o processo plenamente. Essas fases ou etapas obedecem uma ordem cronológica para que uma unidade fabril seja concebida. Com base nisso, identifique o item que relaciona essas fases na sequência correta.

- a) Projeto, fabricação, instalação, manutenção e operação.
- b) Projeto, confecção, restauração, manutenção e instalação.
- c) Projeto, construção, confecção, restauração e execução.
- d) Projeto, criação, instalação, manutenção e construção.

Questão 10 – Com relação às fases de instalação, manutenção e operação, analise as sentenças e marque a alternativa correta.

I. Na fase de instalação, quando a qualidade não é apurada, pode-se inserir pontos potenciais de falhas que se mantêm ocultos e se manifestam quando o sistema está sendo solicitado em sua capacidade máxima.

II. Nessa fase, os cuidados com a qualidade refletem a confiabilidade.

III. As fases de operação e manutenção dizem respeito a garantir a função dos equipamentos, sistemas e instalações no decorrer de sua vida útil e a manutenção do desempenho.

- a) As afirmativas I e II estão incorretas.
- b) Apenas a afirmativa III está incorreta.
- c) As afirmativas I e II estão corretas.
- d) Todas as afirmativas estão corretas.