



SENAI – CFP “ALVIMAR CARNEIRO DE REZENDE”

Gestão da Manutenção



FIEMG
CIEMG
SESI
SENAI
IEL

Sistema FIEMG

SENAI-CFP “Alvimar Carneiro de Rezende”
Via Sócrates Marianni Bittencourt, 711 – CINCO
CONTAGEM – MG – Cep. 32010-010
Tel. 31-3352-2384 – E-mail: cfp-acr@fiemg.com.br



Presidente da FIEMG
Robson Braga de Andrade

Gestor do SENAI
Petrônio Machado Zica

Diretor Regional do SENAI e
Superintendente de Conhecimento e Tecnologia
Alexandre Magno Leão dos Santos

Gerente de Educação e Tecnologia
Edmar Fernando de Alcântara

Elaboração
Adriana Louzada Pereira e Fábio Lúcio neves.

Unidade Operacional
Centro de Formação Profissional “Alvimar Carneiro de Rezende”



Sumário

PRESIDENTE DA FIEMG.....	2
APRESENTAÇÃO.....	6
UM BREVE HISTÓRICO.....	7
CONCEITO E OBJETIVOS.....	8
SERVIÇOS DE ROTINA E SERVIÇOS PERIÓDICOS.....	8
TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	9
PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE.....	10
ORGANIZAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO.....	11
A ORIGEM DA TPM.....	12
EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE MANUTENÇÃO.....	13
OBJETIVOS DA TPM.....	14
EFEITOS DA TPM NA MELHORIA DOS RECURSOS HUMANOS.....	16
ROTINA DE PLANEJAMENTO.....	17
SEQÜÊNCIA PARA PLANEJAMENTO.....	17
DIAGRAMA ESPINHA DE PEIXE.....	18
DIAGRAMA DE GANTT.....	18
MÉTODOS PERT - CPM.....	19
MÉTODO CPM.....	19
CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA CPM.....	21
O CAMINHO CRÍTICO.....	22
RESULTADO FINAL DA APLICAÇÃO DO CPM.....	23
CONCEITOS.....	24
OBJETIVOS.....	26
DESENVOLVIMENTO.....	27
EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	28

FIEMG

CIEMG

SESI

SENAI

IEL

CONCEITO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	31
OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	31
EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	31
DIAGNÓSTICO.....	32
ANÁLISE DA TENDÊNCIA DA FALHA.....	32
ESTUDO DAS VIBRAÇÕES.....	32
ANÁLISE DOS ÓLEOS.....	33
ANÁLISE DO ESTADO DAS SUPERFÍCIES	34
ANÁLISE ESTRUTURAL.....	35
PERIODICIDADE DOS CONTROLES.....	35
LIMITES TÉCNICOS DA MANUTENÇÃO PREDITIVA.....	36
MANUTENÇÃO CORRETIVA É AQUELA DE ATENDIMENTO IMEDIATO À PRODUÇÃO. ESSE TIPO DE MANUTENÇÃO BASEIA-SE NA SEGUINTE FILOSOFIA: “EQUIPAMENTO PAROU, MANUTENÇÃO CONCERTA IMEDIATAMENTE”	37
NOME DO CAPÍTULO.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
7. ANÁLISE DE FALHAS EM MÁQUINAS.....	37
8. MANUTENÇÃO ELETROELETRÔNICA I.....	40
9. MANUTENÇÃO ELETROELETRÔNICA II.....	45
10. BIBLIOGRAFIA.....	50
11. EXERCÍCIOS.....	51



FIEMG
CIEMG
SESI
SENAI
IEL

Sistema FIEMG

Apresentação

“Muda a forma de trabalhar, agir, sentir, pensar na chamada sociedade do conhecimento”.
Peter Drucker

O ingresso na sociedade da informação exige mudanças profundas em todos os perfis profissionais, especialmente naqueles diretamente envolvidos na produção, coleta, disseminação e uso da informação.

O **SENAI**, maior rede privada de educação profissional do país, sabe disso, e, consciente do seu papel formativo, educa o trabalhador sob a égide do conceito da competência: *“formar o profissional com responsabilidade no processo produtivo, com iniciativa na resolução de problemas, com conhecimentos técnicos aprofundados, flexibilidade e criatividade, empreendedorismo e consciência da necessidade de educação continuada”*.

Vivemos numa sociedade da informação. O conhecimento, na sua área tecnológica, amplia-se e se multiplica a cada dia. Uma constante atualização se faz necessária. Para o **SENAI**, cuidar do seu acervo bibliográfico, da sua infovia, da conexão de suas escolas à rede mundial de informações – internet – é tão importante quanto zelar pela produção de material didático.

Isto porque, nos embates diários, instrutores e alunos, nas diversas oficinas e laboratórios do **SENAI**, fazem com que as informações, contidas nos materiais didáticos, tomem sentido e se concretizem em múltiplos conhecimentos.

O **SENAI** deseja, por meio dos diversos materiais didáticos, aguçar a sua curiosidade, responder às suas demandas de informações e construir *links* entre os diversos conhecimentos, tão importantes para sua formação continuada!

Gerência de Educação e Tecnologia

1. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Com a globalização da economia, a busca da qualidade total em serviços, produtos e gerenciamento ambiental passou a ser a meta de todas as empresas.

– O que a manutenção tem a ver com a qualidade total?

Disponibilidade de máquina, aumento da competitividade, aumento da lucratividade, satisfação dos clientes, produtos com defeito zero...

– Não entendeu???

Vamos comparar. Imagine que eu seja um fabricante de rolamentos e que tenha concorrentes no mercado. Pois bem, para que eu venha a manter meus clientes e conquistar outros, precisarei tirar o máximo rendimento de minhas máquinas para oferecer rolamentos com defeito zero e preço competitivo.

Deverei, também, estabelecer um rigoroso cronograma de fabricação e de entrega de meus rolamentos. Imagine você que eu não faça manutenção de minhas máquinas...

Se eu não tiver um bom programa de manutenção, os prejuízos serão inevitáveis, pois máquinas com defeitos ou quebradas causarão:

- diminuição ou interrupção da produção;
- atrasos nas entregas;
- perdas financeiras;
- aumento dos custos;
- rolamentos com possibilidades de apresentar defeitos de fabricação;
- insatisfação dos clientes;
- perda de mercado.
-

Para evitar o colapso de minha empresa devo, obrigatoriamente, definir um programa de manutenção com métodos preventivos a fim de obter rolamentos nas quantidades previamente estabelecidas e com qualidade. Também devo incluir, no programa, as ferramentas a serem utilizadas e a previsão da vida útil de cada elemento das máquinas.

Todos esses aspectos mostram a importância que se deve dar a manutenção.

UM BREVE HISTÓRICO

A manutenção embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência.

Tomou corpo ao longo da Revolução Industrial e firmou-se, como necessidade absoluta, na Segunda Guerra Mundial. No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália e principalmente o Japão alicerçaram seu desempenho industrial nas bases da engenharia e manutenção.

Nos últimos anos, com a intensa concorrência, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação para se prevenir contra as falhas de máquinas e equipamentos.

Essa motivação deu origem à manutenção preventiva.

Em suma, nos últimos vinte anos é que tem havido preocupação de técnicos e empresários para o desenvolvimento de técnicas específicas para melhorar o complexo sistema Homem/Máquina/Serviço.

CONCEITO E OBJETIVOS

Podemos entender manutenção como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

Por exemplo, quando mantemos as engrenagens lubrificadas, estamos conservando-as. Se estivermos retificando uma mesa de despenho, estaremos restaurando-a. Se estivermos trocando o plugue de um cabo elétrico, estaremos substituindo-o.

De modo geral, a manutenção em uma empresa tem como objetivos:

- manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos;
- prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas.

Alcançar esses objetivos requer manutenção diária em serviços de rotina e de reparos periódicos programados.

A manutenção ideal de uma máquina É a que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado.

SERVIÇOS DE ROTINA E SERVIÇOS PERIÓDICOS

Os serviços de rotina constam de inspeção e verificação das condições técnicas das unidades das máquinas. A detecção e a identificação de pequenos defeitos dos elementos das máquinas, a verificação dos sistemas de lubrificação e a constatação de falhas de ajustes são exemplos dos serviços da manutenção de rotina.

A responsabilidade pelos serviços de rotina não é somente do pessoal da manutenção, mas também de todos os operadores de máquinas. Salientemos que há, também, manutenção de emergência ou corretiva que será estudada logo adiante.

Os serviços periódicos de manutenção consistem de vários procedimentos que visam manter a máquina e equipamentos em perfeito estado de funcionamento.

Esses procedimentos envolvem várias operações:

- monitorar as partes da máquina sujeitas a maiores desgastes;
- ajustar ou trocar componentes em períodos predeterminados;
- exame dos componentes antes do término de suas garantias;
- replanejar, se necessário, o programa de prevenção;
- testar os componentes elétricos etc.

Os serviços periódicos de manutenção podem ser feitos durante paradas longas das máquinas por motivos de quebra de peças (o que deve ser evitado) ou outras falhas, ou durante o planejamento de novo serviço ou, ainda, no horário de mudança de turnos.

As paradas programadas visam a desmontagem completa da máquina para exame de suas partes e conjuntos. As partes danificadas, após exame, são recondiçionadas ou substituídas. A seguir, a máquina é novamente montada e testada para assegurar a qualidade exigida em seu desempenho.

Reparos não programados também ocorrem e estão inseridos na categoria conhecida pelo nome de manutenção corretiva. Por exemplo, se uma furadeira de bancada estiver em funcionamento e a correia partir, ela deverá ser substituída de imediato para que a máquina não fique parada.

O acompanhamento e o registro do estado da máquina, bem como dos reparos feitos, são fatores importantes em qualquer programa de manutenção.

TIPOS DE MANUTENÇÃO

Há dois tipos de manutenção: a planejada e a não planejada.

A manutenção planejada classifica-se em quatro categorias: preventiva, preditiva, TPM e Terotecnologia.

A manutenção preventiva consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam manter a máquina em funcionamento.

A manutenção preditiva é um tipo de ação preventiva baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos. Esses dados são obtidos por meio de um acompanhamento do desgaste de

peças vitais de conjuntos de máquinas e de equipamentos. Testes periódicos são efetuados para determinar a época adequada para substituições ou reparos de peças. Exemplos: análise de vibrações, monitoramento de mancais ,etc.

A TPM (Manutenção Produtiva Total) foi desenvolvida no Japão, num modelo calcado no conceito “de minha máquina, cuido eu”.

A Terotecnologia é uma técnica inglesa que determina a participação de um especialista em manutenção desde a concepção do equipamento até sua instalação e primeiras horas de produção. Com a terotecnologia, obtém-se equipamentos que facilitam a intervenção dos mantenedores.

Modernamente há empresas que aplicam o chamado retrofitting, que são reformas de equipamentos com atualização tecnológica. Por exemplo, reformar um torno mecânico convencional transformando-o em torno CNC é um caso de retrofitting.

A manutenção não planejada classifica-se em duas categorias: a corretiva e a de ocasião.

A manutenção corretiva tem o objetivo de localizar e reparar defeitos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo.

A manutenção de ocasião consiste em fazer consertos quando a máquina se encontra parada.

Planejamento, programação e controle

Nas instalações industriais, as paradas para manutenção constituem uma preocupação constante para a programação da produção. Se as paradas não forem previstas, ocorrem vários problemas, tais como: atrasos no cronograma de fabricação, indisponibilidade da máquina, elevação dos custos, etc.

Para evitar esses problemas, as empresas introduziram, em termos administrativos, o planejamento e a programação da manutenção. No Brasil, o planejamento e a programação da manutenção foram introduzidos durante os anos 60.

A função planejar significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar decisões.

A função programar significa determinar pessoal, dia e hora para execução dos trabalhos.

Um plano de manutenção deve responder as seguintes perguntas:

- Como?
- O quê?
- Em quanto tempo?

- Quem?
- Quando?
- Quanto?

As três primeiras perguntas são essenciais para o planejamento e as três últimas, imprescindíveis para a programação.

O plano de execução deve ser controlado para se obter informações que orientem a tomada de decisão quanto a equipamentos e equipes de manutenção.

O controle é feito por meio de coleta e tabulação de dados, seguidos de interpretação, desta forma que são estabelecidos os padrões ou normas de trabalho.

Organização e administração

Por organização do serviço de manutenção podemos entender a maneira como se compõem, se ordenam e se estruturam os serviços para o alcance dos objetivos visados.

A administração do serviço de manutenção tem o objetivo de normatizar as atividades, ordenar os fatores de produção, contribuir para a produção e a produtividade com eficiência, sem desperdícios e retrabalho.

O maior risco que a manutenção pode sofrer, especialmente nas grandes empresas, é o da perda do seu principal objetivo, por causa, principalmente, da falta de organização e de uma administração excessivamente burocratizada.

02. PLANEJAMENTO, ORGANIZAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO

Durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção corretiva. Com isso, ocorriam desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e esforços humanos, além de prejuízos financeiros.

A partir de uma análise desse problema, passou-se a dar ênfase na manutenção preventiva. Com enfoque nesse tipo de manutenção, foi desenvolvido o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM (total productive maintenance), que inclui programa de manutenção preventiva e preditiva.

A origem da TPM

A manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950.

Até então, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, após a falha da máquina ou equipamento. Isso representava um custo e um obstáculo para a melhoria da qualidade.

A primeira indústria japonesa a aplicar e obter os efeitos do conceito de manutenção preventiva, também chamada de PM (preventive maintenance) foi a Toa Nenryo Kogyo, em 1951. São dessa época as primeiras discussões a respeito da importância da manutenibilidade e suas consequências para o trabalho de manutenção.

Em 1960, ocorre o reconhecimento da importância da manutenibilidade e da confiabilidade como sendo pontos-chave para a melhoria da eficiência das empresas. Surgiu, assim, a manutenção preventiva, ou seja, o enfoque da manutenção passou a ser o de confiança no setor produtivo quanto à qualidade do serviço de manutenção realizado.

Na busca de maior eficiência da manutenção produtiva, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu a TPM, em 1970, no Japão.

Nessa época era comum:

- avanço na automação industrial;
- busca em termos da melhoria da qualidade;
- aumento da concorrência empresarial;
- emprego do sistema “just-in-time”;
- maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia;
- dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos;
- aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente.

Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento da TPM.

A empresa usuária da máquina se preocupava em valorizar e manter o seu patrimônio, pensando em termos de custo do ciclo de vida da máquina ou equipamento. No mesmo período, surgiram outras teorias com os mesmos objetivos.

Evolução do conceito de manutenção

O quadro a seguir mostra a evolução do conceito de manutenção ao longo do tempo.

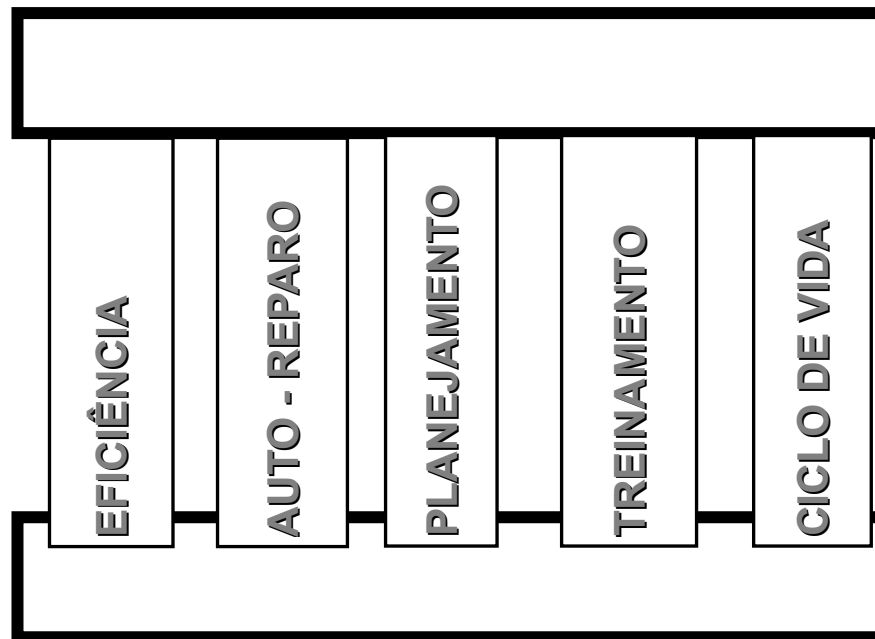
PERÍODOS	ATÉ DÉCADA DE 1950	DÉCADA DE 1950	DÉCADA DE 1960	DÉCADA DE 1980
ESTÁGIOS CONCEITOS	MANUTENÇÃO CORRETIVA	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	MANUTENÇÃO SISTEMA DE PRODUÇÃO	TPM- MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL
REPARO CORRETIVO	X	X	X	X
GESTÃO MECÂNICA DA MANUTENÇÃO		X	X	X
MANUTENÇÕES PREVENTIVAS		X	X	X
VISÃO SISTÊMICA			X	X
MANUTENÇÃO CORRETIVA COM INCORPORAÇÃO DE			X	X
PREVENÇÃO DE MANUTENÇÃO			X	X
MANUTENÇÃO PREDITIVA				X
ABORDAGEM PARTICIPATIVA				X
MANUTENÇÃO AUTÔNOMA				X

Os cinco pilares da TPM são as bases sobre as quais construímos um programa de TPM, envolvendo toda a empresa e habilitando-a para encontrar metas, tais como defeito zero, falhas zero, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade.

Os cinco pilares são representados por:

- eficiência;
- auto-reparo;
- planejamento;
- treinamento;
- ciclo de vida.

Esquemáticamente:



Os cinco pilares são baseados nos seguintes princípios:

- Atividades que aumentam a eficiência do equipamento.
- Estabelecimento de um sistema de manutenção autônomo pelos operadores.
- Estabelecimento de um sistema planejado de manutenção.
- Estabelecimento de um sistema de treinamento objetivando aumentar as habilidades técnicas do pessoal.
- Estabelecimento de um sistema de gerenciamento do equipamento.

Objetivos da TPM

O objetivo global da TPM É a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais (máquinas, equipamentos, ferramentas, matéria-prima, produtos, etc.) e em termos humanos (aprimoramento das capacitações pessoais envolvendo conhecimentos, habilidades e atitudes). A meta a ser alcançada é o rendimento operacional global.

As melhorias devem ser conseguidas por meio dos seguintes passos:

- Capacitar os operadores para conduzir a manutenção de forma voluntária.
- Capacitar os mantenedores a serem polivalentes, isto é, atuarem em equipamentos mecatrônicos.
- Capacitar os engenheiros a projetarem equipamentos que dispensem manutenção, isto é, o “ideal” da máquina descartável.
- Incentivar estudos e sugestões para modificação dos equipamentos existentes a fim de melhorar seu rendimento.

. Aplicar o programa dos oito S:

1. Seiri = organização; implica eliminar o supérfluo.
2. Seiton = arrumação; implica identificar e colocar tudo em ordem .
3. Seiso = limpeza; implica limpar sempre e não sujar.
4. Seiketsu = padronização; implica manter a arrumação, limpeza e ordem em tudo.
5. Shitsuke = disciplina; implica a autodisciplina para fazer tudo espontaneamente.
6. Shido = treinar; implica a busca constante de capacitação pessoal.
7. Seison = eliminar as perdas.
8. Shikari yaro = realizar com determinação e união.

· Eliminar as seis grandes perdas:

1. Perdas por quebra.
2. Perdas por demora na troca de ferramentas e regulagem.
3. Perdas por operação em vazio (espera).
4. Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal.
5. Perdas por defeitos de produção.
6. Perdas por queda de rendimento.

· Aplicar as cinco medidas para obtenção da “quebra zero”:

1. Estruturação das condições básicas.
2. Obediência às condições de uso.
3. Regeneração do envelhecimento.
4. Sanar as falhas do projeto (terotecnologia).
5. Incrementar a capacitação técnica.

A idéia da “quebra zero” baseia-se no conceito de que a quebra é a falha visível. A falha visível é causada por uma coleção de falhas invisíveis como um iceberg.

Logo, se os operadores e mantenedores estiverem conscientes de que devem evitar as falhas invisíveis, a quebra deixar de ocorrer.

As falhas invisíveis normalmente deixam de ser detectadas por motivos físicos e psicológicos.

Motivos físicos

As falhas não são visíveis por estarem em local de difícil acesso ou encobertas por detritos e sujeiras.

Motivos psicológicos

As falhas deixam de ser detectadas devido à falta de interesse ou de capacitação dos operadores ou mantenedores.

Manutenção autônoma

Na TPM os operadores são treinados para supervisionarem e atuarem como mantenedores em primeiro nível. Os mantenedores específicos são chamados

quando os operadores de primeiro nível não conseguem solucionar o problema. Assim, cada operador assume suas atribuições de modo que tanto a manutenção preventiva como as de rotina estejam constantemente em ação. Segue uma relação de suas principais atividades:

- Operação correta de máquinas e equipamentos.
- Aplicação dos oito S.
- Registro diário das ocorrências e ações.
- Inspeção autônoma.
- Monitoração com base nos seguintes sentidos humanos: visão, audição, olfato e tato.
- Lubrificação.
- Elaboração de padrões (procedimentos).
- Execução de regulagens simples.
- Execução de reparos simples.
- Execução de testes simples.
- Aplicação de manutenção preventiva simples.
- Preparação simples (set-up).
- Participação em treinamentos e em grupos de trabalho.

Efeitos da TPM na melhoria dos recursos humanos

Na forma como é proposta, a TPM oferece plenas condições para o desenvolvimento das pessoas que atuam em empresas preocupadas com manutenção. A participação de todos os envolvidos com manutenção resulta nos seguintes benefícios:

- Realização (autoconfiança).
- Aumento da atenção no trabalho.
- Aumento da satisfação pelo trabalho em si (enriquecimento de cargo).
- Melhoria do espírito de equipe.
- Melhoria nas habilidades de comunicação entre as pessoas.
- Aquisição de novas habilidades.
- Crescimento através da participação.
- Maior senso de posse das máquinas.
- Diminuição da rotatividade de pessoal.
- Satisfação pelo reconhecimento.

Para finalizar “a manutenção não deve ser apenas aquela que conserta, mas, sim, aquela que elimina a necessidade de consertar” (Anônimo).

03. CPM (CRITIC PATH METHOD) – MÉTODO DO CAMINHO CRÍTICO

O serviço de manutenção de máquinas é indispensável e deve ser constante. Por outro lado, é necessário manter a produção, conforme o cronograma estabelecido.

Esses dois aspectos levantam a questão de como conciliar o tempo com as paradas das máquinas para manutenção sem comprometer a produção. Veremos como as empresas conciliam o tempo com as paradas das máquinas, considerando a produção.

Rotina de planejamento

O setor de planejamento recebe as requisições de serviço, analisa o que e como deve ser feito, quais as especialidades e grupos envolvidos, e os materiais e ferramentas a serem utilizados. Isso resulta no plano de operação, na lista de materiais para empenho ou compra de estoque e outros documentos complementares como relação de serviços por grupo, ordens de serviço etc.

Quando há necessidade de estudos especiais, execução de projetos e desenhos ou quando o orçamento de um trabalho excede determinado valor, o setor de planejamento requisita os serviços da Engenharia de Manutenção. Ela providencia os estudos necessários e verifica a viabilidade econômica.

Se o estudo ou projeto for viável, todas as informações coletadas pelo planejamento são enviadas ao setor de programação, que prepara o cronograma e os programas diários de trabalho coordenando a movimentação de materiais.

Seqüência para planejamento

É o rol de atividades para o planejador atingir o plano de operação e emitir os documentos necessários.

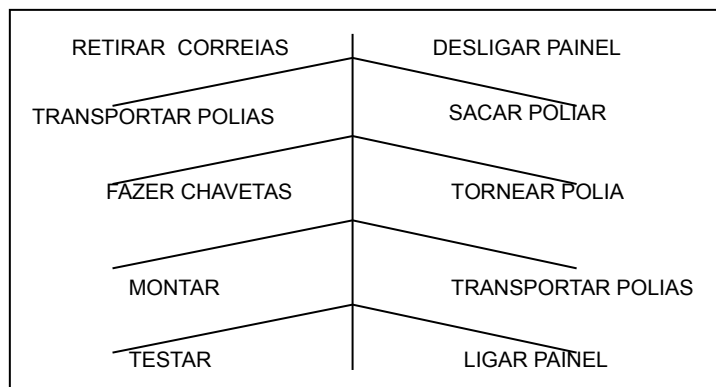
Esse rol de atividades consiste em:

- Listar os serviços a serem executados;
- Determinar o tempo, especialidades e número de profissionais;
- Determinar a seqüência lógica das operações de trabalho por meio do diagrama espinha de peixe;
- Construir PERT-CPM;
- Construir diagrama de barras (Gantt), indicando as equipes de trabalho;
- Emitir as ordens de serviço, a lista de materiais, a relação de serviços por grupo e outros documentos que variam conforme a empresa.

Diagrama espinha de peixe

É uma construção gráfica simples que permite construir e visualizar rapidamente a seqüência lógica das operações.

Exemplo:



Em planejamentos simples e para um único grupo de trabalho, pode-se passar da espinha de peixe ao diagrama de barras ou o diagrama de Gantt.

Diagrama de Gantt

É um cronograma que permite fazer a programação das tarefas mostrando a dependência entre elas. Usado desde o início do século, consiste em um diagrama onde cada barra tem um comprimento diretamente proporcional ao tempo de execução real da tarefa. O começo gráfico de cada tarefa ocorre somente após o término das atividades das quais depende.

As atividades para elaboração do diagrama são a determinação das tarefas, das dependências, dos tempos e a construção gráfica.

Vamos exemplificar considerando a fabricação de uma polia e um eixo. A primeira providência é listar as tarefas, dependências e tempo envolvidos.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO/DIAS
A	PREPARAR DESENHOS E LISTA DE MATERIAIS	-	1
B	OBTER MATERIAIS PARA O EIXO	A	2
C	TORNEAR O EIXO	B	2
D	FRESAR O EIXO	C	2
E	OBTER MATERIAIS PARA A POLIA	A	3
F	TORNEAR A POLIA	E	4
G	MONTAR O CONJUNTO	D e F	1
H	BALANCEAR O CONJUNTO	G	0,5

De posse da lista, constrói-se o diagrama de Gantt.

TAREFAS	TEMPO													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
A														
B														
C														
D														
E														
F														
G														
H														

O diagrama de Gantt é um auxiliar importante do planejador e do programador, pois apresenta facilidade em controlar o tempo e em reprogramá-lo. Apesar desta facilidade, o diagrama de Gantt não resolve todas as questões, tais como:

- Quais tarefas atrasariam se a terceira tarefa (C) se atrasar um dia?
 - Como colocar de forma clara os custos no diagrama?
 - Quais tarefas são críticas para a realização de todo o trabalho?
- Para resolver as questões que o diagrama de Gantt não consegue solucionar, foram criados os métodos PERT - CPM.

Métodos PERT - CPM

Os métodos PERT (Program Evaluation and Review Technique – Programa de Avaliação e Técnica de Revisão) e CPM (Critical Path Method – Método do Caminho Crítico) foram criados em 1958.

O PERT foi desenvolvido pela NASA com o fim de controlar o tempo e a execução de tarefas realizadas pela primeira vez.

O CPM foi criado na empresa norte-americana Dupont com o objetivo de realizar as paradas de manutenção no menor prazo possível e com o nível constante de utilização dos recursos.

Os dois métodos são quase idênticos; porém, as empresas, em termos de manutenção, adotam basicamente o CPM.

Método CPM

O CPM se utiliza construções gráficas simples como flechas, círculos numerados e linhas tracejadas, que constituem, respectivamente:

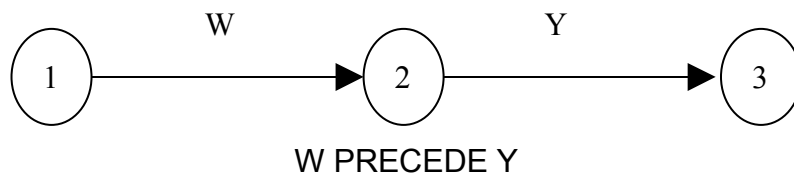
- o diagrama de flechas;
- a atividade fantasma;
- o nó ou evento.

Diagrama de flechas – É um gráfico das operações, em que cada operação é representada por uma flecha. Cada flecha tem uma ponta e uma cauda. A cauda representa o início da operação e a ponta marca o seu final.

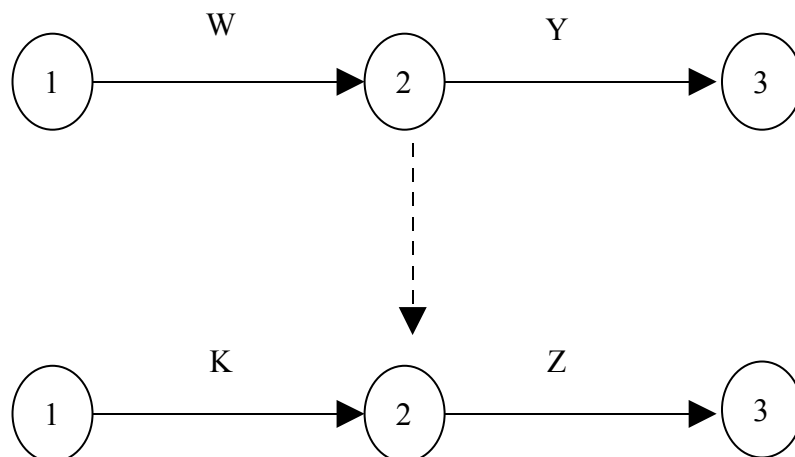
As flechas são usadas para expressar as relações entre as operações e definir uma ou mais das seguintes situações:

- a operação deve preceder algumas operações;
- a operação deve suceder algumas operações;
- a operação pode ocorrer simultaneamente a outras operações.

Exemplo:



Atividade fantasma – é uma flecha tracejada usada como artifício para identificar a dependência entre operações. É também chamada de operação imaginária e não requer tempo. Observe a figura:



A figura exemplifica as seguintes condições:

- W deve preceder Y;
- K deve preceder Z;

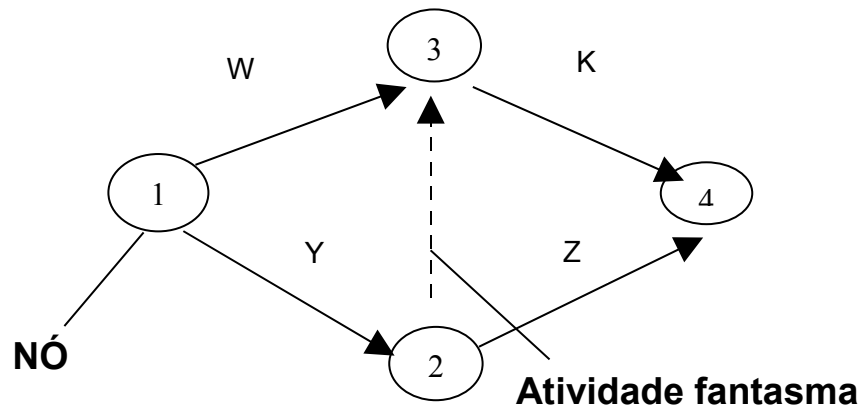
· Y deve seguir-se a W e K.

Assim, as atividades W, Y, K e Z são operações físicas como tornear, montar, testar, etc. Cada uma dessas operações requer um tempo de execução, enquanto a atividade fantasma é um ajuste do cronograma, isto é, depende apenas da programação correta.

Nó ou evento – São círculos desenhados no início e no final de cada flecha.

Têm o objetivo de facilitar a visualização e os cálculos de tempo. Devem ser numerados.

Exemplo:



O nó não deve ser confundido com uma atividade que demande tempo. Ele é um instante, isto é, um limite entre o início de uma atividade e o final de outra.

Construção do diagrama CPM

Para construir o diagrama é preciso ter em mãos a lista das atividades, os tempos e a seqüência lógica. Em seguida, vai-se posicionando as flechas e os nós obedecendo a seqüência lógica e as relações de dependência. Abaixo das flechas, coloca-se o tempo da operação e acima, a identificação da operação.

Exemplo:

Um torno apresenta defeitos na árvore e na bomba de lubrificação e é preciso corrigir tais defeitos.

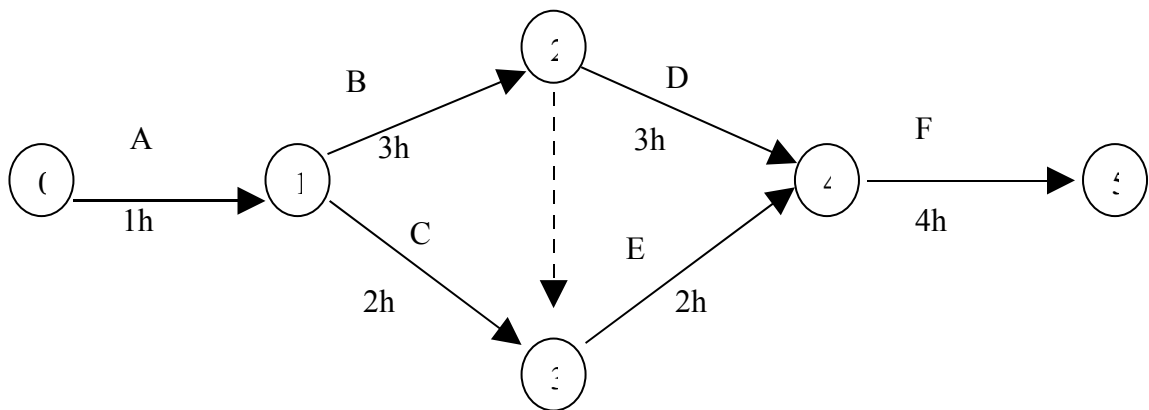
O que fazer?

Primeiramente, listam-se as tarefas, dependências e tempos, numa seqüência lógica:

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO
A	RETIRAR PLACA, PROTEÇÃO E ESGOTAR ÓLEO.	-	1h

B	RETIRAR ÁRVORE E TRANSPORTÁ-LA	A	3h
C	LAVAR CABEÇOTE	A	2h
D	TROCAR ROLAMENTOS	B	3h
E	TROCAR REPARO DA BOMBA DE LUBRIFICAÇÃO	B e C	2h
F	MONTAR, ABASTECER E TESTAR CONJUNTO	D e E	4h

A seguir, constrói-se o diagrama:



O caminho crítico

É um caminho percorrido através dos eventos (nós) cujo somatório dos tempos condiciona a duração do trabalho. Por meio do caminho crítico obtém-se a duração total do trabalho e a folga das tarefas que não controlam o término do trabalho.

No diagrama anterior há três caminhos de atividades levando o trabalho do evento 0 (zero) ao evento 5:

- A – B – D – F , com duração de 11 horas;
- A – C – E – F , com duração de 9 horas;
- A – B – imaginária – E – F, com duração de 10 horas.

Há, pois, um caminho com duração superior aos demais, que condiciona a duração do projeto. É este o caminho crítico. A importância de se identificar o caminho crítico fundamenta-se nos seguintes parâmetros:

- permitir saber, de imediato, se será possível ou não cumprir o prazo anteriormente estabelecido para a conclusão do plano;
- identificar as atividades críticas que não podem sofrer atrasos, permitindo um controle mais eficaz das tarefas prioritárias;
- permitir priorizar as atividades cuja redução terá menor impacto na antecipação da data final de término dos trabalhos, no caso de ser necessária uma redução desta data final;
- permitir o estabelecimento da primeira data do término da atividade;

- permitir o estabelecimento da última data do término da atividade.

Freqüentemente, o caminho crítico é tão maior que os demais que basta acelerá-lo para acelerar todo o trabalho.

Tendo em vista o conceito do caminho crítico, pode-se afirmar que as tarefas C e E do diagrama anterior podem atrasar até duas horas sem comprometer a duração total.

Resultado final da Aplicação do CPM

O método do caminho crítico permite um balanceamento dos recursos, principalmente mão-de-obra. O departamento de manutenção possui um contingente fixo e não é desejável ter um perfil de utilização desse contingente com carência em uns momentos e ociosidade em outros.

Para evitar este problema, o planejador joga com o atraso das tarefas com folga e o remanejamento do pessoal envolvido nas tarefas iniciais.

Nas paradas para reformas parciais ou totais, após o balanceamento dos recursos físicos e humanos com programação de trabalho em horários noturnos e em fins de semana, pode ocorrer ainda a carência de mão-de-obra. Neste caso, a solução é a contratação de serviços externos ou a ampliação do quadro de pessoal. Essas decisões só podem ser tomadas após a análise e comprovação prática das carências.

04. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Consideremos o motor de um automóvel.

De tempos em tempos o usuário deverá trocar o óleo do cárter. Não realizando essa operação periódica, estaria correndo o risco de danificar os elementos que constituem o motor.

Como o usuário faria para poder controlar essa troca periódica do óleo do motor?

Para realizar esse controle, o usuário deverá acompanhar a quilometragem do carro e, baseado nela, fazer a previsão da troca do óleo.

Essa previsão nada mais é do que uma simples manutenção preventiva.

Conceitos

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um período predeterminado.

O método preventivo proporciona um determinado ritmo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades.

O controle das peças de reposição é um problema que atinge todos os tipos de indústria. Uma das metas a que se propõe o órgão de manutenção preventiva é a diminuição sensível dos estoques. Isso se consegue com a organização dos prazos para reposição de peças. Assim, ajustam-se os investimentos para o setor.

Se uma peça de um conjunto que constitui um mecanismo estiver executando seu trabalho de forma irregular, ela estabelecerá, fatalmente, uma sobrecarga nas demais peças que estão interagindo com ela. Como consequência, a sobrecarga provocará a diminuição da vida útil das demais peças do conjunto. O problema só pode ser resolvido com a troca da peça problemática, com antecedência, para preservar as demais peças.

Em qualquer sistema industrial, a improvisação é um dos focos de prejuízo.

É verdade que quando se improvisa pode-se evitar a paralisação da produção, mas perde-se em eficiência. A improvisação pode e deve ser evitada por meio de métodos preventivos estabelecidos pelos técnicos de manutenção preventiva. A aplicação de métodos preventivos assegura um trabalho uniforme e seguro.

O planejamento e a organização, fornecidos pelo método preventivo, são uma garantia aos homens da produção que podem controlar, dentro de uma faixa de erro mínimo, a entrada de novas encomendas.

Com o tempo, os industriais foram se conscientizando de que a máquina que funcionava ininterruptamente até quebrar acarretava vários problemas que poderiam ser evitados com simples paradas preventivas para lubrificação, troca de peças gastas e ajustes.

Com o auxílio dos relatórios escritos sobre os trabalhos realizados, são suprimidas as inconveniências das quebras inesperadas. Isso evita a difícil tarefa de trocas rápidas de máquinas e improvisações que causam o desespero do pessoal da manutenção corretiva.

A manutenção preventiva é um método aprovado e adotado atualmente em todos os setores industriais, pois abrange desde uma simples revisão – com paradas que não obedecem a uma rotina – até a utilização de sistemas de alto índice técnico.

A manutenção preventiva abrange cronogramas nos quais são traçados planos e revisões periódicas completas para todos os tipos de materiais utilizados nas oficinas. Ela inclui, também, levantamentos que visam facilitar sua própria introdução em futuras ampliações do corpo da fábrica.

A aplicação do sistema de manutenção preventiva não deve se restringir a setores, máquinas ou equipamentos. O sistema deve abranger todos os setores da indústria para garantir um perfeito entrosamento entre eles, de modo tal que, ao se constatar uma anomalia, as providências independam de qualquer outra regra que porventura venha a existir em uma oficina. Essa liberdade, dentro da indústria, é fundamental para o bom funcionamento do sistema preventivo.

O aparecimento de focos que ocasionam descontinuidade no programa deve ser encarado de maneira séria, organizando-se estudos que tomem por base os relatórios preenchidos por técnicos da manutenção. Estes deverão relatar, em linguagem simples e clara, todos os detalhes do problema.

A manutenção preventiva nunca deve ser confundida com o órgão de comando, apesar dela ditar algumas regras de conduta a serem seguidas pelo pessoal da fábrica. À manutenção preventiva cabe apenas o lugar de apoio ao sistema fabril.

O segredo para o sucesso da manutenção preventiva está na perfeita compreensão de seus conceitos por parte de todo o pessoal da fábrica, desde os operários à presidência.

A manutenção preventiva, por ter um alcance extenso e profundo, deve ser organizada. Se a organização da manutenção preventiva carecer da devida solidez, ela provocar desordens e confusões. Por outro lado, a capacidade e o espírito de cooperação dos técnicos são fatores importantes para a manutenção preventiva.

A manutenção preventiva deve, também, ser sistematizada para que o fluxo dos trabalhos se processe de modo correto e rápido. Sob esse aspecto, é necessário estabelecer qual deve ser o sistema de informações empregado e os procedimentos adotados.

O desenvolvimento de um sistema de informações deve apresentar definições claras e objetivas e conter a delegação das responsabilidades de todos os elementos participantes. O fluxo das informações deverá fluir rapidamente entre todos os envolvidos na manutenção preventiva.

A manutenção preventiva exige, também, um plano para sua própria melhoria. Isto é conseguido por meio do planejamento, execução e verificação dos trabalhos que são indicadores para se buscar a melhoria dos métodos de manutenção, das técnicas de manutenção e da elevação dos níveis de controle.

Esta é a dinâmica de uma instalação industrial.

Finalmente, para se efetivar a manutenção preventiva e alcançar os objetivos pretendidos com sua adoção, é necessário dispor de um período de tempo relativamente longo para contar com o concurso dos técnicos e dos dirigentes de alto gabarito. Isso vale a pena, pois a instalação do método de manutenção preventiva, pela maioria das grandes empresas industriais, é a prova concreta da pouca eficiência do método de manutenção corretiva.

Objetivos

Os principais objetivos das empresas são, normalmente, redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, preservação do meio ambiente, aumento da vida útil dos equipamentos e redução de acidentes do trabalho.

a) Redução de custos - Em sua grande maioria, as empresas buscam reduzir os custos incidentes nos produtos que fabricam. A manutenção preventiva pode colaborar atuando nas peças sobressalentes, nas paradas de emergência etc., aplicando o mínimo necessário, ou seja, sobressalente X compra direta; horas ociosas X horas planejadas; material novo X material recuperado.

b) Qualidade do produto - A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir a meta qualidade do produto, a manutenção preventiva deverá ser aplicada com maior rigor, ou seja: máquinas deficientes X máquinas eficientes; abastecimento deficiente X abastecimento otimizado.

c) Aumento de produção - O aumento de produção de uma empresa se resume em atender à demanda crescente do mercado. É preciso manter a fidelidade dos clientes já cadastrados e conquistar outros, mantendo os prazos de entrega dos produtos em dia. A manutenção preventiva colabora para o alcance dessa meta atuando no binômio produção atrasada X produção em dia.

d) Efeitos no meio ambiente - Em determinadas empresas, o ponto mais crítico é a poluição causada pelo processo industrial. Se a meta da empresa for a diminuição ou eliminação da poluição, a manutenção preventiva, como primeiro passo, deverá estar voltada para os equipamentos antipoluição, ou seja, equipamentos sem acompanhamento X equipamentos revisados; poluição X ambiente normal.

e) Aumento da vida útil dos equipamentos – É um fator que, na maioria das vezes, não pode ser considerado de forma isolada. Esse fator, geralmente, é consequência de:

- redução de custos;
- qualidade do produto;
- aumento de produção;
- efeitos do meio ambiente.

A manutenção preventiva, atuando nesses itens, contribui para o aumento da vida útil dos equipamentos.

f) Redução de acidentes do trabalho - Não são raros os casos de empresas cujo maior problema é a grande quantidade de acidentes. Os acidentes no trabalho causam:

A manutenção preventiva pode colaborar para a melhoria dos programas de segurança e prevenção de acidentes.

- aumento de custos;
- diminuição do fator qualidade;
- efeitos prejudiciais ao meio ambiente;
- diminuição de produção;
- diminuição da vida útil dos equipamentos.

Desenvolvimento

Consideremos uma indústria ainda sem nenhuma manutenção preventiva, onde não haja controle de custos e nem registros ou dados históricos dos equipamentos. Se essa indústria desejar adotar a manutenção preventiva, deverá percorrer as seguintes fases iniciais de desenvolvimento:

a) Decidir qual o tipo de equipamento que deverá marcar a instalação da manutenção preventiva com base no “feeling” da supervisão de manutenção e de operação.

b) Efetuar o levantamento e posterior cadastramento de todos os equipamentos que serão escolhidos para iniciar a instalação da manutenção preventiva (plano piloto).

c) Redigir o histórico dos equipamentos, relacionando os custos de manutenção (mão-de-obra, materiais e, se possível, lucro cessante nas emergências), tempo de parada para os diversos tipos de manutenção, tempo de disponibilidade dos equipamentos para produzirem, causas das falhas etc.

d) Elaborar os manuais de procedimentos para manutenção preventiva, indicando as frequências de inspeção com máquinas operando, com máquinas paradas e as intervenções.

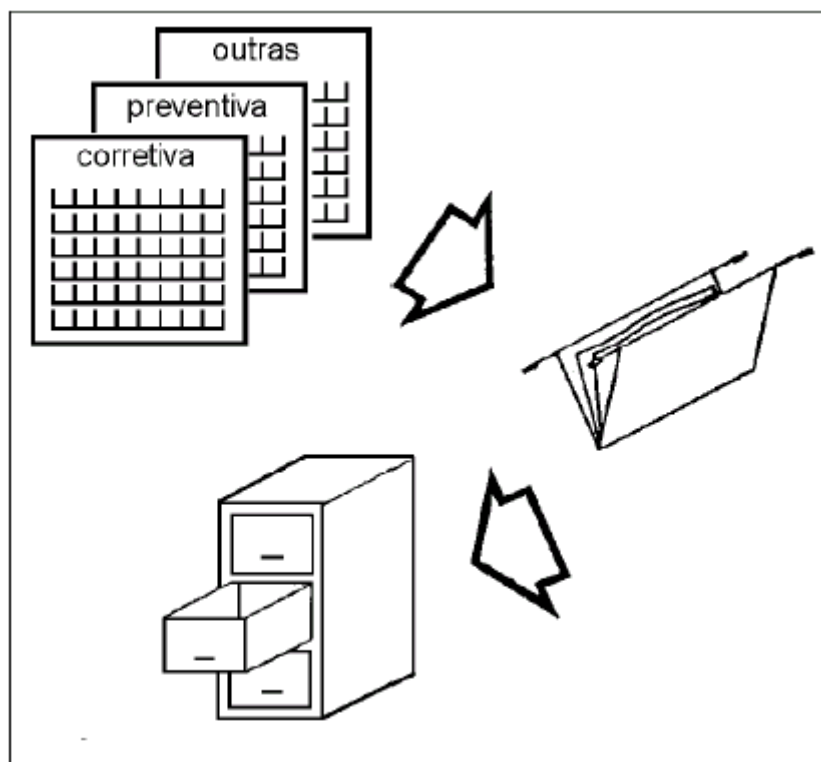
- e) Enumerar os recursos humanos e materiais que serão necessários à instalação da manutenção preventiva.
- f) Apresentar o plano para aprovação da gerência e da diretoria.
- g) Treinar e preparar a equipe de manutenção.

Execução da manutenção preventiva

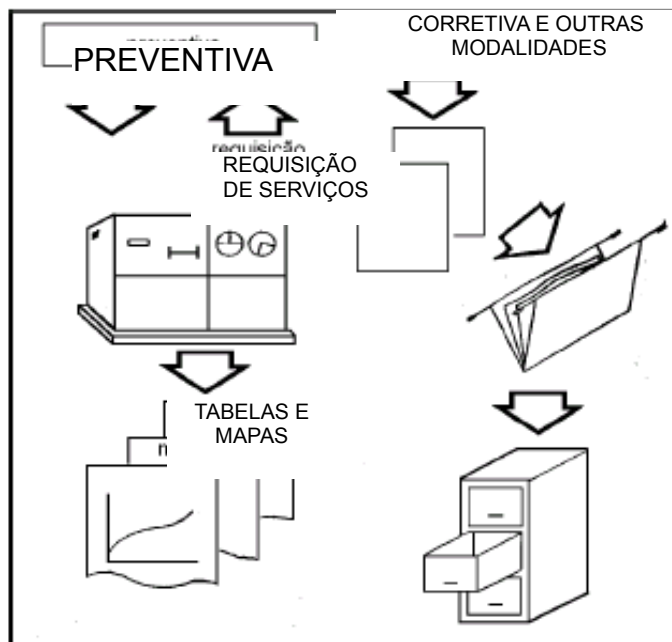
- a) **Ferramental e pessoal** - Se uma empresa contar com um modelo organizacional ótimo, com material sobressalente adequado e racionalizado, com bons recursos humanos, com bom ferramental e instrumental e não tiver quem saiba manuseá-los, essa empresa estará perdendo tempo no mercado. A escolha do ferramental e instrumental é importante, porém, mais importante é o treinamento da equipe que irá utilizá-los.
- b) **Controle da manutenção** - Em manutenção preventiva é preciso manter o controle de todas as máquinas com o auxílio de fichas individuais. É por meio das fichas individuais que se faz o registro da inspeção mecânica da máquina e, com base nessas informações, a programação de sua manutenção.

Quanto à forma de operação do controle, há quatro sistemas: manual, semiautomatizado, automatizado e por microcomputador.

Controle manual – É o sistema no qual as manutenções preventivas e corretivas são controladas e analisadas por meio de formulários e mapas, preenchidos manualmente e guardados em pastas de arquivo. Esquematicamente:



Controle semi-automatizado – É o sistema no qual a intervenção preventiva é controlada com o auxílio do computador, e a intervenção corretiva obedece ao controle manual. Esquematicamente:

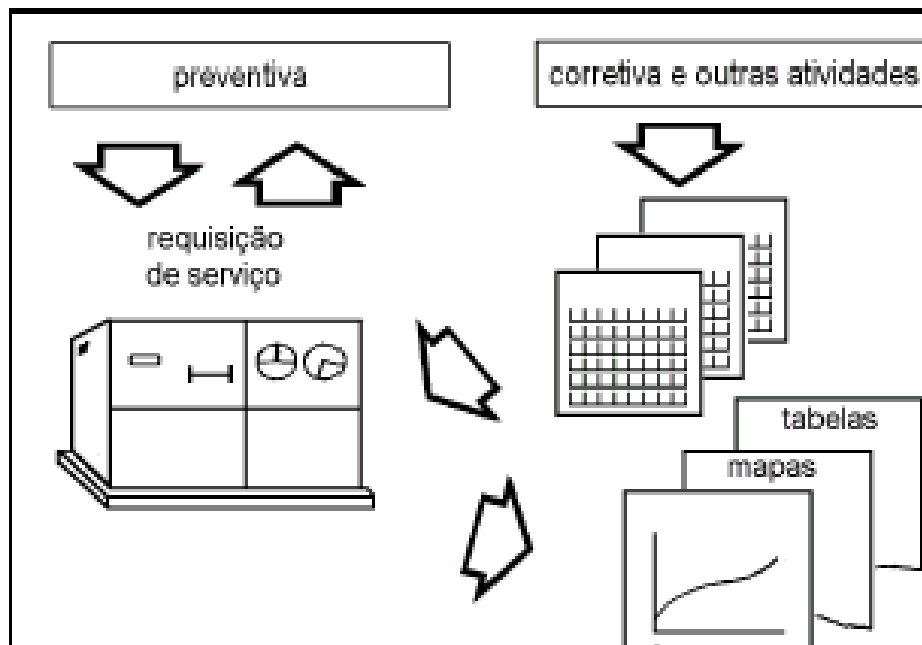


A fonte de dados desse sistema deve fornecer todas as informações necessárias para serem feitas as requisições de serviço, incluindo as rotinas de inspeção e execução. O principal relatório emitido pelo computador deve conter, no mínimo:

- o tempo previsto e gasto;
- os serviços realizados;
- os serviços reprogramados (adiados);
- os serviços cancelados.

Esses dados são fundamentais para a tomada de providências por parte da supervisão.

Cont
manu
listag
neces
Esqu



s da
enha
ne a
ição.

PREVENTIVA

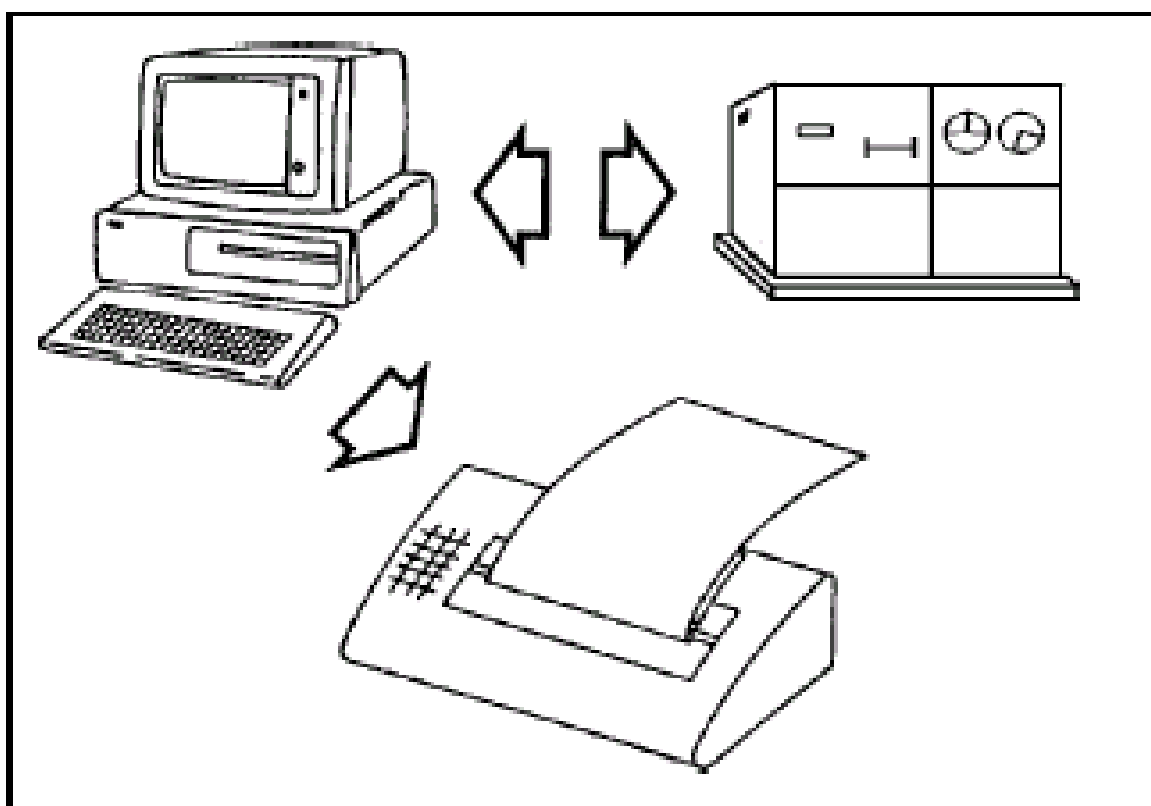
CORRETIVA E OUTRAS ATIVIDADES

Requisição De
Serviço

tabelas
mapas

Controle por microcomputador – É o sistema no qual todos os dados sobre as intervenções da manutenção ficam armazenados no microcomputador. Esses dados são de rápido acesso através de monitor de vídeo ou impressora.

Esquematicamente:



05. MANUTENÇÃO PREDITIVA

Uma empresa vinha desenvolvendo de modo satisfatório um programa de manutenção, porém, o relatório final de produção indicava a possibilidade de aperfeiçoamentos no processo. Estudos posteriores revelaram que, para aperfeiçoar o processo com ganhos de produção, era preciso, entre outros procedimentos, incluir a manutenção preditiva no programa de manutenção.

Após muitas reuniões entre dirigentes, gerentes, encarregados, supervisores e operários, chegou-se ao consenso de que a empresa, para instalar um programa de manutenção preditiva, precisaria, antes de qualquer coisa, capacitar uma equipe em manutenção preditiva e orientar todo o pessoal por meio de treinamentos específicos.

Conceito de manutenção preditiva

Manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. Trata-se da manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado.

Na Europa, a manutenção preditiva é conhecida pelo nome de manutenção condicional e nos Estados Unidos recebe o nome de preditiva ou previsional.

Objetivos da manutenção preditiva

Os objetivos da manutenção preditiva são:

- determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento;
- eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
- aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- reduzir o trabalho de emergência não planejado;
- impedir o aumento dos danos;
- aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção;
- determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.

Por meio desses objetivos, pode-se deduzir que eles estão direcionados a uma finalidade maior e importante: redução de custos de manutenção e aumento da produtividade.

Execução da manutenção preditiva

Para ser executada, a manutenção preditiva exige a utilização de aparelhos adequados, capazes de registrar vários fenômenos, tais como:

- vibrações das máquinas;
- pressão;
- temperatura;
- desempenho;
- aceleração.

Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos.

A manutenção preditiva, após a análise dos fenômenos, adota dois procedimentos para atacar os problemas detectados: estabelece um diagnóstico e efetua uma análise de tendências.

Diagnóstico

Detectada a irregularidade, o responsável terá o encargo de estabelecer, na medida do possível, um diagnóstico referente à origem e à gravidade do defeito constatado. Este diagnóstico deve ser feito antes de se programar o reparo.

Análise da tendência da falha

A análise consiste em prever com antecedência a avaria ou a quebra, por meio de aparelhos que exercem vigilância constante predizendo a necessidade do reparo.

A manutenção preditiva, geralmente, adota vários métodos de investigação para poder intervir nas máquinas e equipamentos. Entre os vários métodos destacam-se os seguintes: estudo das vibrações; análise dos óleos; análise do estado das superfícies e análises estruturais de peças.

Estudo das vibrações

Todas as máquinas em funcionamento produzem vibrações que, aos poucos, levam-nas a um processo de deteriorização. Essa deteriorização é caracterizada por uma modificação da distribuição de energia vibratória pelo conjunto dos elementos que constituem a máquina. Observando a evolução do nível de vibrações, é possível obter informações sobre o estado da máquina.

O princípio de análise das vibrações baseia-se na ideia de que as estruturas das máquinas excitadas pelos esforços dinâmicos (ação de forças) dão sinais vibratórios, cuja frequência é igual à frequência dos agentes excitadores.

Se captadores de vibrações forem colocados em pontos definidos da máquina, eles captarão as vibrações recebidas por toda a estrutura. O registro das vibrações e sua análise permitem identificar a origem dos esforços presentes em uma máquina operando.

Por meio da medição e análise das vibrações de uma máquina em serviço normal de produção detecta-se, com antecipação, a presença de falhas que devem ser corrigidas:

- rolamentos deteriorados;
- engrenagens defeituosas;
- acoplamentos desalinhados;
- rotores desbalanceados;
- vínculos desajustados;
- eixos deformados;
- lubrificação deficiente;
- folga excessiva em buchas;
- falta de rigidez;
- problemas aerodinâmicos;
- problemas hidráulicos;
- cavitação.

O aparelho empregado para a análise de vibrações é conhecido como analisador de vibrações. No mercado há vários modelos de analisadores de vibrações, dos mais simples aos mais complexos; dos portáteis – que podem ser transportados manualmente de um lado para outro – até aqueles que são instalados definitivamente nas máquinas com a missão de executar monitoração constante.

Na figura, um operador usando um analisador de vibrações portátil e, em destaque, o aparelho.



Análise dos óleos

Os objetivos da análise dos óleos são dois: economizar lubrificantes e sanar os defeitos.

Os modernos equipamentos permitem análises exatas e rápidas dos óleos utilizados em máquinas. É por meio das análises que o serviço de manutenção pode determinar o momento adequado para sua troca ou renovação, tanto em componentes mecânicos quanto hidráulicos.

A economia é obtida regulando-se o grau de degradação ou de contaminação dos óleos. Essa regulação permite a otimização dos intervalos das trocas.

A análise dos óleos permite, também, identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente. A identificação é feita a partir do estudo das partículas sólidas que ficam misturadas com os óleos. Tais partículas sólidas são geradas pelo atrito dinâmico entre peças em contato.

A análise dos óleos é feita por meio de técnicas laboratoriais que envolvem vidrarias, reagentes, instrumentos e equipamentos. Entre os instrumentos e equipamentos utilizados temos viscosímetros, centrífugas, fotômetros de chama, reômetros, espectrômetros, microscópios etc. O laboratorista, usando técnicas adequadas, determina as propriedades dos óleos e o grau de contaminantes neles presentes.

As principais propriedades dos óleos que interessam em uma análise são:

- Índice de viscosidade;
- Índice de acidez;
- Índice de alcalinidade;
- ponto de fulgor;
- ponto de congelamento.

Em termos de contaminação dos óleos, interessa saber quanto existe de:

- resíduos de carbono;
- partículas metálicas;
- água.

Assim como no estudo das vibrações, a análise dos óleos é muito importante na manutenção preditiva. É a análise que vai dizer se o óleo de uma máquina ou equipamento precisa ou não ser substituído e quando isso deverá ser feito.

Análise do estado das superfícies

A análise das superfícies das peças, sujeitas aos desgastes provocados pelo atrito, também é importante para se controlar o grau de deteriorização das máquinas e equipamentos.

A análise superficial abrange, além do simples exame visual – com ou sem lupa – várias técnicas analíticas, tais como:

- endoscopia;
- holografia;
- estroboscopia;

- molde e impressão.

Análise estrutural

A análise estrutural de peças que compõem as máquinas e equipamentos também é importante para a manutenção preditiva. É por meio da análise estrutural que se detecta, por exemplo, a existência de fissuras, trincas e bolhas nas peças das máquinas e equipamentos. Em uniões soldadas, a análise estrutural é de extrema importância. As técnicas utilizadas na análise estrutural são:

- interferometria holográfica;
- ultra-sonografia;
- radiografia (raios X);
- gamagrafia (raios gama);
- ecografia;
- magnetoscopia;
- correntes de Foucault;
- infiltração com líquidos penetrantes.

Periodicidade dos controles

A coleta de dados é efetuada periodicamente por um técnico que utiliza sistemas portáteis de monitoramento. As informações recolhidas são registradas numa ficha, possibilitando ao responsável pela manutenção preditiva tê-las em mãos para as providências cabíveis.

A periodicidade dos controles é determinada de acordo com os seguintes fatores:

- número de máquinas a serem controladas;
- número de pontos de medição estabelecidos;
- duração da utilização da instalação;
- caráter “estratégico” das máquinas instaladas;
- meios materiais colocados à disposição para a execução dos serviços.

As vantagens da manutenção preditiva são:

- aumento da vida útil do equipamento;
- controle dos materiais (peças, componentes, partes etc.) e melhor gerenciamento;
- diminuição dos custos nos reparos;
- melhoria da produtividade da empresa;
- diminuição dos estoques de produção;
- limitação da quantidade de peças de reposição;
- melhoria da segurança;
- credibilidade do serviço oferecido;
- motivação do pessoal de manutenção;

- boa imagem do serviço após a venda, assegurando o renome do fornecedor.

Limites técnicos da manutenção preditiva

A eficácia da manutenção preditiva está subordinada à eficácia e à confiabilidade dos parâmetros de medida que a caracterizam.

06. MANUTENÇÃO CORRETIVA

Consideremos uma linha de produção de uma fábrica de calçados e que a máquina faz as costuras no solado pare de funcionar por um motivo qualquer.

Se providências não forem tomadas imediatamente, toda a produção de calçados com costuras no solado ficará comprometida.

Diante de situações com esta, a manutenção corretiva deverá entrar em ação.

Manutenção Corretiva é aquela de atendimento imediato à produção. Esse tipo de manutenção baseia-se na seguinte filosofia: “equipamento parou, manutenção concerta imediatamente”.

Não existe filosofia, teoria ou fórmula para dimensionar uma equipe de manutenção corretiva, pois nunca se sabe quando alguém vai ser solicitado para atender aos eventos que requerem a presença dos mantenedores. Por esse motivo as empresas que não tem manutenção programada e bem administrada convivem com o caos, pois nunca haverá pessoal de manutenção suficiente para atender as solicitações. Mesmo que venham a contar com pessoal de manutenção em quantidade suficiente, não saberão o que fazer com esses mantenedores em épocas em que tudo caminha tranquilamente.

É por esse motivo que, normalmente, a manutenção aceita serviços de montagem para executar e nunca cumpre os prazos estabelecidos, pois há ocasiões em que terá de decidir se atende às emergências ou continua o que está programado.

Como ocorrências de emergência são inevitáveis, sempre haverá necessidade de uma equipe para esses atendimentos, mesmo porque, não se deve ter 100 % de manutenção preventiva. Dependendo do equipamento, às vezes é mais conveniente, por motivos econômicos, deixá-lo parar e resolver o problema por atendimento de emergência.

Mesmo em empresas que não podem ter emergências, às vezes elas ocorrem com resultados geralmente catastróficos. Exemplo: empresas aéreas.

Nas empresas que convivem com emergências que podem redundar em desastres, deve haver uma equipe muito especial de manutenção, cuja função é eliminar ou minimizar as emergências.

A filosofia deve ser adotada é: “Emergências não ocorrem, são causadas. Elimine a causa e você não terá novamente a mesma emergência”.

Atendimento

A equipe de manutenção corretiva deve estar sempre em um local específico para ser encontrada facilmente e atender a produção de imediato.

Como a equipe não sabe o local onde vai atuar, o usuário com problemas deverá solicitar o atendimento por telefone, porém, para efeitos de registro e estatística, ele deverá emitir um documento com as seguintes informações:

Equipamento.....da seção.....parou às.....horas do dia
.

Um analista de equipe de manutenção corretiva atende ao chamado, verifica o que deve ser feito e emite uma ficha de execução para sanar o problema.

Observação: É conveniente ressaltar que os modelos de ficha de execução e os modelos de relatórios de avaria mudam de empresa para empresa, bem como os códigos de natureza da avaria e suas causas. Não há, infelizmente, uma norma a respeito do assunto.

07. ANÁLISE DE FALHAS EM MÁQUINAS

As origens de falhas das máquinas estão nos danos sofridos pelas peças componentes.

A máquina nunca quebra totalmente de uma só vez, mas pára de trabalhar quando alguma parte vital de seu conjunto se danifica.

A parte vital pode estar no interior da máquina, no mecanismo de transmissão, no comando ou nos controles. Pode, também, estar no exterior, em partes rodantes ou em acessórios. Por exemplo, um pneu é uma parte rodante vital para que um caminhão funcione, assim como um radiador é um acessório vital para o bom funcionamento de um motor.

Origem dos danos

A origem dos danos pode ser assim agrupada:

Erros de especificação ou de projeto - A máquina ou alguns de seus componentes não correspondem às necessidades de serviço. Nesse caso os problemas, com certeza, estarão nos seguintes fatores: dimensões, rotações, marchas, materiais, tratamentos térmicos, ajustes, acabamentos superficiais ou, ainda, em desenhos errados.

Falhas de fabricação - A máquina, com componentes falhos, não foi montada corretamente. Nessa situação pode ocorrer o aparecimento de trincas, inclusões, concentração de tensões, contatos imperfeitos, folgas exageradas ou insuficientes, empeno ou exposição de peças a tensões não previstas no projeto.

Instalação imprópria - Trata-se de desalinhamento dos eixos entre o motor e a máquina acionada. Os desalinhamentos surgem devido aos seguintes fatores:

- fundação (local de assentamento da máquina) sujeita a vibrações;
- sobrecargas;
- trincas;
- corrosão.

Manutenção imprópria - Trata-se da perda de ajustes e da eficiência da máquina em razão dos seguintes fatores:

- sujeira;
- falta momentânea ou constante de lubrificação;
- lubrificação imprópria que resulta em ruptura do filme ou em sua decomposição;
- superaquecimento por causa do excesso ou insuficiência da viscosidade do lubrificante;
- falta de reapertos;
- falhas de controle de vibrações.

Operação imprópria - Trata-se de sobrecarga, choques e vibrações que acabam rompendo o componente mais fraco da máquina. Esse rompimento, geralmente, provoca danos em outros componentes ou peças da máquina.

Salientemos que não estão sendo consideradas medidas preventivas a respeito de projetos ou desenhos, mas das falhas originadas nos erros de especificação, de fabricação, de instalação, de manutenção e de operação que podem ser minimizados com um controle melhor.

As falhas são inevitáveis quando aparecem por causa do trabalho executado pela máquina. Nesse aspecto, a manutenção restringe-se à observação do progresso do dano para que se possa substituir a peça no momento mais adequado.

É assim que se procede, por exemplo, com os dentes de uma escavadeira que vão se desgastando com o tempo de uso.

Análise de danos e defeitos

A análise de danos e defeitos de peças tem duas finalidades:

- a) apurar a razão da falha, para que sejam tomadas medidas objetivando a eliminação de sua repetição;
- b) alertar o usuário a respeito do que poderá ocorrer se a máquina for usada ou conservada inadequadamente.

Para que a análise possa ser bem-feita, não basta examinar a peça que acusa a presença de falhas.

É preciso, de fato, fazer um levantamento de como a falha ocorreu, quais os sintomas, se a falha já aconteceu em outra ocasião, quanto tempo a máquina trabalhou desde sua aquisição, quando foi realizada a última reforma, quais os reparos já feitos na máquina, em quais condições de serviço ocorreu a falha, quais foram os serviços executados anteriormente, quem era o operador da máquina e por quanto tempo ele a operou.

Enfim, o levantamento deverá ser o mais minucioso possível para que a causa da ocorrência fique perfeitamente determinada.

Evidentemente, uma observação pessoal das condições gerais da máquina e um exame do seu dossiê (arquivo ou pasta) são duas medidas que não podem ser negligenciadas.

O passo seguinte é diagnosticar o defeito e determinar sua localização, bem como decidir sobre a necessidade de desmontagem da máquina. A desmontagem completa deve ser evitada, porque é cara e demorada, além de comprometer a produção, porém, às vezes, ela é inevitável. É o caso típico do dano causado pelo desprendimento de limalhas que se espalham pelo circuito interno de lubrificação ou pelo circuito hidráulico de uma máquina.

Após a localização do defeito e a determinação da desmontagem, o responsável pela manutenção deverá colocar na bancada as peças interligadas, na posição de funcionamento. Na hora da montagem não podem faltar ou sobrar peças.

As peças não devem ser limpas na fase preliminar e sim na fase do exame final. A limpeza deverá ser feita pelo próprio analisador, para que não se destruam vestígios que podem ser importantes. Após a limpeza, as peças devem ser

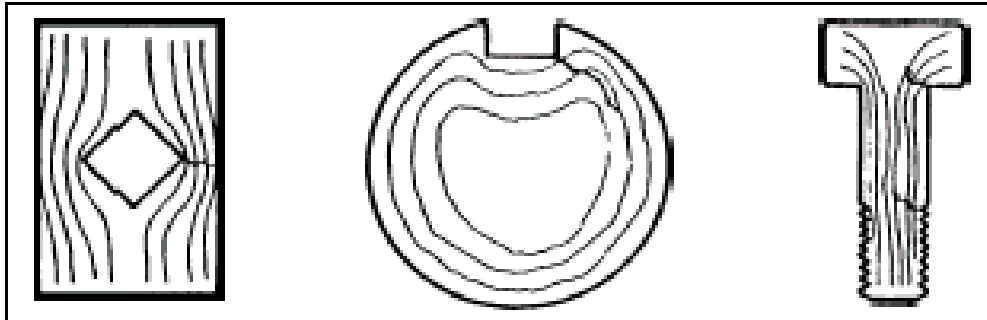
etiquetadas para facilitar na identificação e na seqüência de montagem da máquina.

Características gerais dos danos e defeitos

Os danos e defeitos de peças, geralmente, residem nos chamados intensificadores de tensão, e estes são causados por erro de projeto ou especificações.

Se os intensificadores de tensão residem no erro de projeto, a forma da peça é o ponto crítico a ser examinado, porém, se os intensificadores de tensão residem nas especificações, estas são as que influirão na estrutura interna das peças.

O erro mais freqüente na forma da peça é a ocorrência de cantos vivos.

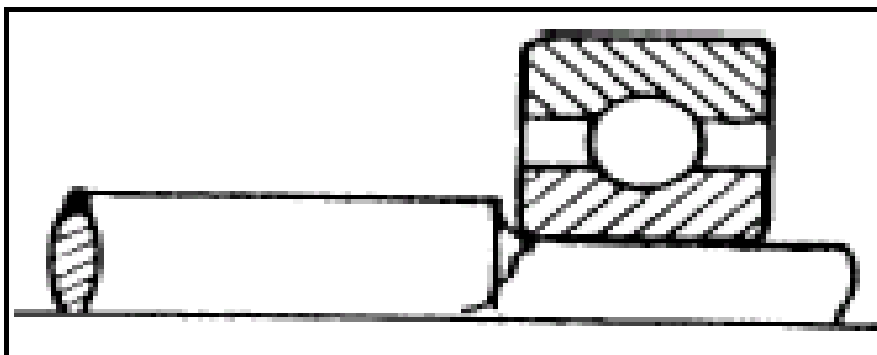


As figuras mostram linhas de tensão em peças com cantos vivos. Com cantos vivos, as linhas de tensão podem se romper facilmente.

Quando ocorre mudança brusca de seção em uma peça, os efeitos são praticamente iguais aos provocados por cantos vivos.

Por outro lado, se os cantos forem excessivamente suaves, um único caso é prejudicial. Trata-se do caso do excesso de raio de uma peça em contato com outra.

Por exemplo, na figura abaixo, a tensão provocada pelo canto de um eixo rolante, com excesso de raio, dar início a uma trinca que se propagar em toda sua volta.



08. MANUTENÇÃO ELETROELETRÔNICA I

Uma máquina industrial apresentou defeito. O operador chamou a manutenção mecânica, que solucionou o problema.

Indagado sobre o tipo de defeito encontrado, o mecânico de manutenção disse que estava na parte elétrica, mas que ele, como mecânico, conseguiu resolver. Onde termina a parte mecânica e começa a parte elétrica?

Apresentaremos noções de manutenção de partes eletroeletrônicas existentes em máquinas. Para uma melhor compreensão, vamos rever noções de eletricidade e eletrônica.

Máquinas eletromecânicas

Máquinas eletromecânicas são combinações de engenhos mecânicos com circuitos elétricos eletrônicos capazes de comandá-los. Defeitos nessas máquinas tanto podem ser puramente mecânicos como mistos, envolvendo também a parte eletroeletrônica, ou então puramente elétricos ou eletrônicos.

Com três áreas tecnológicas bem distintas nas máquinas, uma certa divisão do trabalho de manutenção é necessária. Há empresas que mantêm os mecânicos de manutenção, os eletricistas e os eletrônicos em equipes separadas.

É interessante notar que a boa divisão do trabalho só dá certo quando as equipes mantêm constantes a troca de informações e ajuda mútua. Para facilitar o diálogo entre as equipes, é bom que elas conheçam um pouco das outras áreas.

Um técnico eletrônico com noções de mecânica deve decidir bem melhor quanto à natureza de um defeito do que aquele desconhecedor da mecânica.

O mecânico com alguma base eletroeletrônica tanto pode diferenciar melhor os defeitos como até mesmo resolver alguns problemas mistos.

Conhecimentos sobre tensão, corrente e resistência elétricas são imprescindíveis para quem vai fazer manutenção em máquinas eletromecatrônicas.

Recordando:

Tensão elétrica (U) - É a força que alimenta as máquinas. A tensão elétrica é medida em volt (V). As instalações de alta-tensão podem atingir até 15.000 volts. As mais comuns são as de 110V, 220V e 380V. Pode ser contínua (a que tem polaridade definida) ou alternada.

Corrente elétrica (I) - É o movimento ordenado dos elétrons no interior dos materiais submetidos a tensões elétricas. A corrente elétrica é medida em ampère (A). Sem tensão não há corrente, e sem corrente as máquinas elétricas param. A corrente elétrica pode ser contínua (CC) ou alternada (CA).

Resistência elétrica (R) - É a oposição à passagem de corrente elétrica que todo material oferece. Quanto mais resistência, menos corrente. Máquinas elétricas e componentes eletrônicos sempre apresentam uma resistência característica. A

medida da resistência, cujo valor é expresso em ohm (W), é um indicador da funcionalidade das máquinas e de seus componentes.

Aparelhos elétricos

Os aparelhos elétricos mais utilizados na manutenção eletroeletrônica são: voltímetro, amperímetro, ohmímetro, multímetro e osciloscópio. Os aparelhos elétricos podem ser digitais ou dotados de ponteiros. Os dotados de ponteiros são chamados de analógicos.

Voltímetro: é utilizado para medir a tensão elétrica tanto contínua (VC) quanto alternada (VA).

Amperímetro: é utilizado para medir a intensidade da corrente elétrica contínua (CC) e alternada (CA).

Ohmímetro: é utilizado para medir o valor da resistência elétrica.

Multímetro: serve para medir a tensão, a corrente e a resistência elétricas.

Osciloscópio: permite visualizar gráficos de tensões elétricas variáveis e determinar a frequência de uma tensão alternada.

Medidas elétricas

Para se medir a tensão, a corrente e a resistência elétrica com o uso de aparelhos elétricos, devem ser tomadas as seguintes providências:

- escolher o aparelho com escala adequada;
- conectar os dois fios ao aparelho;
- conectar as duas pontas de prova (fios) em dois pontos distintos do objeto em análise.

Medida de tensão

A medida de tensão elétrica é feita conectando as pontas de prova do aparelho aos dois pontos onde a tensão aparece. Por exemplo, para se medir a tensão elétrica de uma pilha com um multímetro, escolhe-se uma escala apropriada para medida de tensão contínua e conecta-se a ponta de prova positiva (geralmente vermelha) ao pólo positivo da pilha, e a ponta negativa (geralmente preta) ao pólo negativo.

Em multímetros digitais, o valor aparece direto no mostrador. Nos analógicos, deve-se observar o deslocamento do ponteiro sobre a escala graduada para se determinar o valor da tensão.

Nas medidas de tensão alternada, a polaridade das pontas de prova não se aplica.

Medida de corrente

A corrente elétrica a ser medida deve passar através do aparelho. Para isso, interrompe-se o circuito cuja corrente deseja-se medir: o aparelho entra no

circuito, por meio das duas pontas de prova, como se fosse uma ponte religando as partes interrompidas.

Em sistemas de corrente contínua, deve-se observar a polaridade das pontas de prova. Em circuitos de alta corrente, muitas vezes é inconveniente e perigosa a interrupção do circuito para medições. Em casos assim, faz-se uma medição indireta, utilizando um modelo de amperímetro denominado “alicate”, que abraça o condutor percorrido por corrente. O aparelho capta o campo eletromagnético existente ao redor do condutor e indica uma corrente proporcional à intensidade do campo.

Medida de resistência

As medidas de resistência devem ser feitas, sempre, com o circuito desligado, para não danificar o aparelho. Conectam-se as pontas de prova do aparelho aos dois pontos onde se deseja medir a resistência.

O aparelho indica a resistência global do circuito, a partir daqueles dois pontos. Quando se deseja medir a resistência de um componente em particular, deve-se desconectá-lo do circuito.

Pane elétrica

Diante de uma pane elétrica, deve-se verificar primeiramente a alimentação elétrica, checando a tensão da rede e, depois, os fusíveis.

Os fusíveis são componentes elétricos que devem apresentar baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Intercalados nos circuitos elétricos, eles possuem a missão de protegê-los contra as sobrecargas de corrente.

De fato, quando ocorre uma sobrecarga de corrente que ultrapassa o valor da corrente suportável por um fusível, este “queima”, interrompendo o circuito.

Em vários modelos de fusível, uma simples olhada permite verificar suas condições. Em outros modelos é necessário medir a resistência.

Em todos os casos, ao conferir as condições de um fusível, deve-se desligar a máquina da rede elétrica.

Fusível “queimado” pode ser um sintoma de problema mais sério. Por isso, antes de simplesmente trocar um fusível, é bom verificar o que ocorreu com a máquina, perguntando, olhando, efetuando outras medições e, se necessário, pedir auxílio a um profissional especializado na parte elétrica.

Resistência, aterramento e continuidade

Resistência de entrada

A resistência elétrica reflete o estado geral de um sistema.

Podemos medir a resistência geral de uma máquina simplesmente medindo a resistência a partir dos seus dois pontos de alimentação. Em máquinas de alimentação trifásica, mede-se a resistência entre cada duas fases por vez. Essa resistência geral é denominada de resistência de entrada da máquina.

Qual a resistência elétrica de entrada de uma máquina em bom estado? Esta pergunta não tem resposta direta. Depende da máquina, porém, duas coisas podem ser ditas.

1. Se a resistência de entrada for zero, a máquina está em curto-circuito. Isto fatalmente levará à queima de fusível quando ligada. Assim, é natural que o curto-circuito seja removido antes de ligar a máquina.

A corrente elétrica sai por um dos terminais da fonte elétrica (pilha ou bateria), percorre um fio condutor de resistência elétrica desprezível e penetra pelo outro terminal, sem passar por nenhum aparelho ou instrumento. Quando isso ocorre, dizemos que há um curto-circuito. O mesmo se dá, por exemplo, quando os pólos de uma bateria são unidos por uma chave de fenda, ou quando dois fios energizados e desencapados se tocam.

Quando ocorre um curto-circuito, a resistência elétrica do trecho percorrido pela corrente é muito pequena, considerando que as resistências elétricas dos fios de ligação são praticamente desprezíveis. Assim, pela lei de Ohm, se U (tensão) é constante e R (resistência) tende a zero, necessariamente I (corrente) assume valores elevados. Essa corrente é a corrente de curto-circuito.

Resumindo:

CURTO-CIRCUITO $U = R \cdot I$
↓
CONSTANTE
↓
TENDE A ZERO
↓
VALORES ELEVADOS

Circuito em curto pode se aquecer exageradamente e dar início a um incêndio. Para evitar que isso aconteça, os fusíveis do circuito devem estar em bom estado para que, tão logo a temperatura do trecho “em curto” aumente, o filamento do fusível funda e interrompa a passagem da corrente.

2. Se a resistência de entrada for muito grande, a máquina estará com o circuito de alimentação interrompido e não funcionará até que o defeito seja removido.

Vimos a importância da medida da resistência na entrada de alimentação elétrica. No caso em que a resistência for zero, podemos dizer ainda que a máquina está sem isolamento entre os pontos de alimentação. Sim, pois o termo curto-circuito significa que os dois pontos de medição estão ligados eletricamente, formando assim um caminho curto para passagem de corrente entre eles. Contudo, o teste de isolamento pode ser aplicado também em outras circunstâncias.

Aterramento

Instalações elétricas industriais costumam possuir os fios “fase”, “neutro” e um fio chamado de “terra”. Trata-se de um fio que de fato é ligado à terra por meio de uma barra de cobre em uma área especialmente preparada. O fio neutro origina-se de uma ligação à terra no poste da concessionária de energia elétrica.

A resistência ideal entre neutro e terra deveria ser zero, já que o neutro também encontra-se ligado à terra; mas a resistência não é zero.

Até chegar às tomadas, o fio neutro percorre longos caminhos. Aparece uma resistência entre neutro e terra, que todavia não deve ultrapassar uns 3 ohms, sob pena de o equipamento não funcionar bem. Assim, um teste de resistência entre neutro e terra pode ser feito com ohmímetro, porém, sempre com a rede desligada.

O fio terra cumpre uma função de proteção nas instalações. As carcaças dos equipamentos devem, por norma, ser ligadas ao fio terra. Assim, a carcaça terá sempre um nível de tensão de zero volt comparado com o chão em que pisamos. Nesse caso, dizemos que a carcaça está aterrada, isto é, no mesmo nível elétrico que a terra.

Opostamente, uma carcaça desaterrada pode receber tensões elétricas acidentalmente (um fio desencapado no interior da máquina pode levar a isso) e machucar pessoas. Por exemplo, se alguém tocar na carcaça e estiver pisando no chão (terra), fica submetido a uma corrente elétrica (lembre-se de que a corrente circula sempre para o neutro, isto é, para a terra), levando um choque, que poderá ser fatal, dependendo da intensidade da corrente e do caminho que ela faz ao percorrer o corpo.

O isolamento entre a carcaça dos equipamentos e o terra pode ser verificada medindo-se o valor da resistência que deve ser zero. Nas residências, é sempre bom manter um sistema de aterramento para aparelhos como geladeiras, máquinas de lavar e principalmente chuveiros. Um chuveiro elétrico sem aterramento é uma verdadeira cadeira elétrica!

Continuidade

Outros problemas simples podem ser descobertos medindo a resistência dos elementos de um circuito. Por exemplo, por meio da medida da resistência, pode-se descobrir se há mau contato, se existe um fio quebrado ou se há pontos de oxidação nos elementos de um circuito. Resumindo, para saber se existe continuidade em uma ligação, basta medir a resistência entre suas pontas. Esse procedimento é recomendado sempre que se tratar de percursos não muito longos.

09. MANUTENÇÃO ELETROELETRÔNICA II

Na linha de produção de uma empresa há uma máquina muito sofisticada. Certo dia essa máquina apresentou um defeito e parou. Imediatamente foi acionada a equipe de manutenção, que ao fazer uma análise geral na máquina, não constatou nenhum defeito mecânico, mas sim um provável defeito no sistema central eletrônico. Ao detectar o defeito, a equipe de manutenção tratou logo de encaminhar o problema a um especialista, informando-o sobre o local de defeito e as consequências dele.

Para que um mecânico de manutenção, bem qualificado, possa detectar defeitos como o relatado, é fundamental possuir noções sobre componentes eletrônicos que compõem o centro de comando de muitas máquinas.

Blocos eletrônicos

Blocos são conjuntos de circuitos eletrônicos e as máquinas que possuem eletrônica embutida, em geral, possuem esses blocos bem distintos. Em quase todas elas aparece um bloco chamado fonte. A fonte converte a tensão elétrica alternada da rede, em tensões apropriadas para o funcionamento dos outros blocos eletrônicos.

Se tivermos acesso à fonte, podemos medir as tensões que ela fornece diretamente no seu conector de saída. Nesse caso, procuramos o terra da fonte, que pode estar sinalizado, ou então medir as tensões em relação à carcaça do aparelho. A seguir comparamos os valores medidos com os especificados na própria fonte ou em sua documentação. Se houver diferenças nos valores, dois problemas podem estar ocorrendo: ou a fonte está com defeito ou ela não está suportando a ligação com os outros blocos.

Para saber se a fonte está com defeito, deve-se desconectá-la dos outros blocos e verificar se as diferenças persistem. Se a fonte não estiver suportando a ligação com os outros blocos, ao ser desconectada as tensões voltam ao normal. O defeito, em suma, pode estar na fonte como em algum dos blocos.

Placas de controle

São placas de fibra de vidro ou fenolite, nas quais se imprimem trilhas de material condutor, geralmente cobre, para ligação de circuitos. Os componentes eletrônicos, discretos e integrados, são soldados e ficam imóveis na placa. Alguns componentes podem ser colocados por meio de soquetes. As placas de controle podem estar soquetadas em gabinetes, armários etc., formando um módulo de controle.

Placas de controle funcionam com baixa tensão (3,3V, 5V, 12V tipicamente). Formam a parte “inteligente” de um ciclo realimentado com servo-motores, por exemplo. Quando não vão bem, todo o sistema vai mal.

A manutenção das placas de controle começa com a verificação das tensões e das conexões. Maus contatos entre as placas e seus conectores são sanados facilmente, bastando retirar as placas e limpar seus pontos de contato com borracha de apagar lápis. Depois é só recolocá-las no lugar.

Se componentes soquetados apresentarem problemas, basta retirá-los dos soquetes, limpar seus terminais e recolocá-los novamente nos respectivos soquetes.

Placas de acionamento

São as placas que contêm os circuitos eletrônicos que vão trabalhar com correntes mais altas. Os componentes típicos nestas placas são:

Transistores: mais empregados em acionamentos com correntes contínua.

Tiristores (SCR, DIAC, TRIAC): usados em acionamentos com correntes contínua e alternada.

Circuitos integrados: são digitais ou analógicos, de baixa ou de alta potência.

Resistores de potência: são normalmente de tamanho grande.

As placas de acionamento podem estar soquetadas em gabinetes, armários etc., formando um módulo de acionamento.

A função das placas de acionamento é fornecer as formas de onda e os valores adequados de tensão para fazer as cargas funcionarem bem. Quando não operam adequadamente, as cargas apresentam alguma anormalidade: motores podem disparar, desandar, parar.

Um módulo de acionamento possui , pelo menos, três conexões:

- com a fonte;
- com as placas de controle;
- com as cargas e o sistema de sensoramento, se houver.

As tensões de alimentação, bem como a continuidade das conexões de um módulo de acionamento, podem ser verificadas facilmente.

Motores elétricos

As máquinas elétricas responsáveis pelo movimento são os motores elétricos. Recebem energia elétrica e a convertem em energia mecânica que fica disponível em seu eixo.

Os motores elétricos, quanto à forma de corrente, classificam-se em:

- motores CC (que trabalham com corrente contínua);
- motores CA monofásicos (que trabalham com corrente alternada, alimentados por uma fase e neutro);
- motores CA trifásicos (que trabalham com corrente alternada, recebendo três fases);
- motores universais para correntes contínua e alternada.

Quanto ao movimento, os motores elétricos classificam-se em:

- motores síncronos (com velocidade proporcional à frequência da rede);
- motores assíncronos (com velocidade variável de acordo com a carga movimentada);
- motores de passos (de corrente contínua, que gira um passo a cada troca correta nas correntes em seus enrolamentos estatores);
- servo-motores (com sensoramento acoplado ao eixo).

Em geral, todo motor elétrico possui um rotor (elemento girante) e um estator (elemento estático). A corrente elétrica é aplicada aos enrolamentos do estator e flui também nos enrolamentos do rotor, exceto nos motores de passos cujos estatores não possuem enrolamento.

Antes de qualquer ação de manutenção em um motor, deve-se verificar o tipo de corrente que o alimenta e como se dá seu movimento.

Podemos verificar as ligações entre os módulos de acionamento e medir as tensões de alimentação. A verificação do movimento do motor, se possível, deve ser feita com carga e sem carga.

Sensoriamento

Os sistemas eletrônicos controlados possuem elementos sensores. Os principais são:

- de contato;
- de proximidade;
- de carga;
- de temperatura;
- fotossensores;
- encoders;
- resolvers.

Encoders e resolvers são usados em servo-motores.

O mau funcionamento de um sensor leva a falhas de acionamento. Pense num sistema com sensor de contato para indicar o fim de curso de um pistão hidráulico. Ora, se o sensor estiver com defeito, simplesmente o curso do pistão não é detectado, e uma seqüência programada pode ser interrompida.

Imagine um encoder que auxilie no controle de velocidade de um servo-motor. Ora, se o encoder não fornecer os sinais eletrônicos proporcionais à velocidade do motor, este pode disparar, parar, trabalhar descontroladamente, etc.

Em manutenção, as ligações elétricas entre os sensores e os demais dispositivos podem ser verificadas. Ensaio de simulação com sensores podem ser executados. Por exemplo, consideremos um fotossensor que capta a passagem de peças por uma esteira. Podemos efetuar uma simulação, introduzindo um objeto na esteira, e verificar a resposta elétrica medindo a tensão nos terminais do fotossensor diante dessa simulação. Isto é possível de ser feito porque todo sensor eletroeletrônico fornece uma variação de tensão a partir de um estímulo externo por ele reconhecido.

Sinalização

São módulos que procuram fornecer sinais úteis para o operador do equipamento ou mesmo para quem vai fazer a manutenção. Os sinais normalmente são luminosos ou sonoros.

Diversos equipamentos eletrônicos possuem programas internos de autodiagnóstico. Quando uma falha é detectada, o sistema informa, podendo também dar indicações de possíveis causas, como apontar a placa defeituosa. Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) possuem LEDs que indicam o estado das saídas (ligada/desligada). Tudo isso fornece boas pistas do que se passa com um sistema.

Ações preventivas

Limpeza e contatos de qualidade são essenciais na prevenção de defeitos de componentes eletroeletrônicos.

Os sistemas devem estar o mais possível livres de poeira, cavacos, fumaça e outros poluentes.

Os terminais metálicos dos fios, cabos ou conectores de ligação entre os módulos devem estar livres de oxidação.

Fios, cabos e chicotes que de qualquer maneira se movimentam na máquina ou no sistema, devem ser revisados periodicamente, pois a continuidade da operação pode ser interrompida por causa da fadiga que o material condutor sofre com o tempo.

Em casos em que o problema seja crítico, as soldas dos componentes também podem ser revistas.

Do campo para a bancada

Até aqui, vimos algumas coisas que podem ser feitas no “chão da fábrica”, ao “pé da máquina” em termos de manutenção eletroeletrônica.

Quando se constata defeito em um módulo, o melhor a fazer é substituí-lo por outro em bom estado. O módulo defeituoso deve ser levado para um laboratório, com os equipamentos necessários para o conserto.

Os módulos eletrônicos são reparados de duas maneiras. Primeiro, pode-se medir as resistências elétricas de componentes suspeitos, comparar com os valores de um módulo bom e substituir os defeituosos. Tudo isso, com o módulo desligado.

O segundo caminho consiste em ligar a alimentação e, de posse de esquemas elétricos do módulo - aqui se requer um conhecimento mais profundo de eletrônica -, acompanhar as tensões elétricas ao longo dos circuitos até descobrir o(s) componente(s) causador(es) do defeito.

Neste caso, é útil ter o que se chama de “giga de testes”, que é um aparelho capaz de simular todo o sistema ao qual se conecta o módulo defeituoso.

No laboratório, além daqueles instrumentos de medidas elétricas indicados no início da aula, outros aparelhos e ferramentas são necessários, tais como:

- ferros de solda;
- dessoldadores;
- alicates de bico;
- alicates de corte;
- pinças para eletrônica;

· isolantes.

Além das “gigas”, outros equipamentos eletrônicos, tais como geradores de sinais eletrônicos, analisadores de sinais e computadores, aparecem nos laboratórios, dependendo da complexidade dos circuitos a reparar.

10. BIBLIOGRAFIA

- Telecurso 2000 – Manutenção

- www.intermega.com.br

11. EXERCÍCIOS

Fase I

1) Assinale V para as afirmações verdadeiras e F para as falsas.

- a) () Conservação, restauração e substituição de elementos de máquinas são operações desnecessárias nos programas de manutenção das empresas.
- b) () Garantir a produção normal e a qualidade dos produtos fabricados é um dos objetivos da manutenção efetuada pelas empresas.
- c) () A troca de óleo é um serviço de rotina na manutenção de máquinas.
- d) () A responsabilidade pelos serviços de rotina, na manutenção de máquinas é exclusividade dos operadores.
- e) () O desmonte completo de uma máquina só ocorre em situações de emergência.
- f) () A checagem de ajustes é um serviço de rotina na manutenção de máquinas.
- g) O registro do estado de uma máquina e dos reparos nela efetuados faz parte dos programas de manutenção das empresas.

2) Responda.

- a) No que consiste a manutenção preventiva?
- b) Qual é o objetivo da manutenção corretiva?
- c) No que consiste a manutenção de ocasião?
- d) Em manutenção, o que significa planejar?
- e) Quando se pensa em manutenção, quais são as perguntas básicas que devem ser feitas na fase do planejamento? E na fase da programação?
- f) Elabore o planejamento e a programação de uma manutenção (Escolha do grupo).

3) Complete as frases.

- a) Um bom programa de manutenção deve ter por base a organização e a
- b) A coleta e a tabulação de dados, seguidas de interpretação, fazem parte do

4) Marque com X a alternativa correta.

A sigla TPM significa:

- a) () Total manutenção preventiva;
- b) () Manutenção preditiva total;
- c) () Manutenção produtiva total;
- d) () Máquina produtiva total;
- e) () Manutenção perfeita e total.

5) Quais as ocorrências que contribuíram para o aparecimento da TPM ?

- a) () Recessão industrial; buscas em termos da melhoria da qualidade e aumento da concorrência empresarial.

- b) () Avanços na automação industrial; emprego do sistema “just-in-time; facilidade de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos sujos, pesados ou perigosos.
- c) () Dificuldade em conservação de energia; emprego do sistema “just-in-time”.
- d) () Dificuldade de recrutamento de mão-de-obra e avanço na automação industrial.
- e) () Avanços na automação industrial; emprego do sistema “just-in-time”; maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia.

6) Os cinco pilares da TPM são:

- a) () Eficiência, planejamento, autotreinamento, auto-reparo e ciclo de vida.
- b) () Eficiência, planejamento, auto-reparo, treinamento e ciclo de vida.
- c) () Eficiência, planejamento, reparo, treinamento e ciclo de reparo.
- d) () Eficiência, planejamento, auto-reparo, organização e administração.
- e) () Eficiência, planejamento, ciclo da energia, treinamento e oito S.

7) Os efeitos da TPM na melhoria dos recursos humanos são:

- a) () Aumento da atenção no trabalho; melhoria do espírito de equipe; satisfação pelo reconhecimento e melhoria nas habilidades de comunicação entre as pessoas.
- b) () Melhoria do espírito de equipe; autodisciplina para fazer tudo espontaneamente; incrementar a capacitação técnica; participação em grupos de trabalho e em treinamentos.
- c) () Aumento da atenção no trabalho; melhoria na capacidade de trabalhar sozinho; satisfação salarial e aumento da liderança autocrítica.
- d) () Incrementar a capacitação técnica; aquisição de técnicas de gerenciamento; melhoria nas habilidades de comunicação entre as pessoas e melhoria do espírito de equipe.
- e) () Autodisciplina para fazer tudo espontaneamente; participação em treinamentos e em grupos de trabalho; melhoria do espírito individual e aumento da gestão participativa.

8) Complete a frase.

Normalmente as falhas invisíveis deixam de ser detectadas por motivos e

9) Relacione a coluna 1 de acordo com a 2:

- | Coluna 1 | Coluna 2 |
|--------------------|---|
| a) Seiri 1. | () Eliminar perdas. |
| b) Seiton 2. | () Limpeza, limpar sempre e não sujar. |
| c) Seiso 3. | () Arrumação. |
| d) Seiketsu 4. | () Disciplina. |
| e) Shitsuke 5. | () Treinar. |
| f) Shido 6. | () Realizar com determinação. |
| g) Seison 7. | () Eliminar o supérfluo. |
| h) Shikari yaro 8. | () Padronização. |

Fase II

1) Na elaboração de um planejamento de manutenção existe uma seqüência ou um rol de atividades para o planejador atingir o plano de operação e emitir os documentos necessários. Coloque a seqüência abaixo em ordem, numerando-a de 1 a 6:

- a) ☐ Construir PERT-CPM
- b) ☐ Determinar o tempo
- c) ☐ Construir o diagrama de barras
- d) ☐ Listar os serviços a serem executados
- e) ☐ Determinar a seqüência lógica das operações através do diagrama espinha de peixe
- f) ☐ Emitir as ordens de serviço

Assinale com X a alternativa correta.

2) O diagrama de construção gráfica simples que permite visualizar rapidamente a seqüência lógica de operações é o diagrama :

- a) ☐ de Gantt
- b) ☐ de barras
- c) ☐ espinha de peixe
- d) ☐ PERT
- e) ☐ CPM

3) Para resolver as questões que o diagrama de Gantt não consegue solucionar, foram criados os diagramas:

- a) ☐ espinhas de peixe;
- b) ☐ PERT-CPM;
- c) ☐ de barras;
- d) ☐ de flechas;
- e) ☐ de custos.

4) Complete as frases.

- a) O foi desenvolvido com a finalidade de controlar o tempo e a execução de tarefas a serem realizadas pela primeira vez.
- b) O foi criado com o objetivo de realizar as paradas de no menor prazo possível e com o nível constante de utilização dos recursos.
- c) O CPM se utiliza construções gráficas simples como, numerados e linhas.
- d) Atividade é também chamada operação imaginária e não requer tempo.
- e) O objetivo de um nó ou evento é facilitar a e os cálculos de tempo.

5) Construa um diagrama CPM para uma fresadora que apresenta defeitos no acionamento da mesa.

Utilize os dados da tabela para construir o diagrama.

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO (H)
A	Desmontar o conjunto de acionamento da mesa	-	4
B	Lavar o conjunto da mesa	A	1
C	Recuperar as guias	B	2
D	Troca de engrenagens danificadas	B	1
E	Montar guias	C	2
F	Montar engrenagens	D	2
G	Teste dos conjuntos	E e F	0.5

Fase III

1) Assinale com X a alternativa.

A respeito de manutenção preventiva, pode-se afirmar que:

- a) ☐ É aquela feita por ocasião; obedece a um padrão previamente esquematizado, assegurando o defeito da máquina por um longo período.
- b) ☐ Ela obedece a um padrão previamente esquematizado; estabelece paradas periódicas para troca de peças gastas, assegurando o funcionamento perfeito da máquina por um período predeterminado.
- c) ☐ Ela proporciona um leve ritmo de trabalho; desequilíbrio do bom andamento desse ritmo, com controle das peças de reposição e organização dos prazos para reposição dessas peças.
- d) ☐ Ela permite a mudança da peça com antecedência, evitando sobrecarga e permitindo paralisação de um trabalho, mesmo à custa de uma menor eficiência.
- e) ☐ É aquela baseada em informações precisas de instrumentos específicos, os quais indicam, por meio de parâmetros, as ocasiões das paradas para substituição de peças.

2) A Aplicação da manutenção preventiva apresenta as seguintes vantagens:

- a) ☐ Substituição de peças novas; menor número de funcionários envolvidos; número maior de máquinas funcionando.
- b) ☐ Substituição de peças novas; maior número de funcionários envolvidos; menor número de máquinas funcionando.
- c) ☐ Equilíbrio no ritmo de trabalho; controle das peças de reposição; eliminação ou diminuição de improvisações e redução de acidentes do trabalho.
- d) ☐ Não evita a sobrecarga de determinadas peças; mudança de todas as peças que formam o conjunto e equilíbrio no ritmo de trabalho.
- e) ☐ Elimina totalmente a necessidade de manutenção corretiva.

3) Entre as ferramentas utilizadas na manutenção preditiva, as mais comuns são:

- a) () o estudo das vibrações e análise dos Óleos;
- b) () exame visual e ultra-som;
- c) () ecografia e estroboscopia;
- d) () análise dos óleos e raio X;
- e) () ecografia e estudo das vibrações.

4) São objetivos a serem alcançados pela instalação da manutenção preventiva:

- a) () Redução de custos; qualidade do produto; efeitos no meio ambiente e maior vida útil dos equipamentos.
- b) () Diminuição de pessoal; diminuição de produção; maior vida útil dos equipamentos; efeitos no meio ambiente e maior durabilidade dos insumos.
- c) () Redução de custos; qualidade do produto; diminuição de produção e menor vida útil dos equipamentos.
- d) () Conscientização da gerência em manutenção corretiva; eliminação de improvisações e efeitos no meio ambiente.
- e) () Diminuição de máquinas paradas em manutenção; aumento de pessoal especializado e eliminação de peças sobressalentes.

5) A manutenção preventiva deverá ser registrada e controlada. Com base nessa afirmação, indique qual documento deverá ser usado para fins de registro.

- a) () Planilha de controle.
- b) () Inventário individual.
- c) () Catálogo individual.
- d) () Cartão de registro.
- e) () Ficha individual de registro.

6) O tipo de manutenção que avalia a tendência evolutiva de um defeito é denominado manutenção:

- a) () corretiva;
- b) () condicional;
- c) () preditiva;
- d) () preventiva;
- e) () ocasional.

7) A análise das vibrações se baseia no seguinte aspecto:

- a) () ruído que a máquina apresenta;
- b) () sinais vibratórios das máquinas em serviço;
- c) () rotação do eixo-árvore da máquina;
- d) () Óleo muito viscoso;
- e) () rotação muito alta.

8) A análise dos óleos tem o objetivo de:

- a) () descobrir a causa do defeito;
- b) () eliminar o defeito das máquinas;
- c) () economizar o lubrificante e sanar o defeito;

- d) () descobrir a viscosidade do lubrificante;
- e) () diminuir as partículas metálicas no óleo.

Fase IV

1) Assinale com X a alternativa correta.

Erros de especificação, falhas de fabricação, instalação imprópria, manutenção imprópria e operação imprópria são fatores que dão origem:

- a) () aos danos;
- b) () às trincas, nas chavetas;
- c) () às fendas, nos eixos;
- d) () à elasticidade natural das molas;
- e) () às rupturas exclusivas dos cabos de aço.

2) ... um exemplo de intensificador de tensão:

- a) () uma chaveta lubrificada;
- b) () os cantos vivos em eixos;
- c) () um cabo de aço enrolado e solto no solo;
- d) () um furo redondo em um bloco;
- e) () uma mola helicoidal corretamente aplicada.

3) Pode-se evitar o surgimento da “gaiola de passarinho” em um cabo de aço quando:

- a) () ele for protegido com óleo;
- b) () suas guias forem esféricas;
- c) () a fixação do seu cabo for corrigida;
- d) () o operador receber treinamento adequado para seu manuseio;
- e) () estiver constantemente tracionado.

4) Uma mola pesada, com pontas quebradas, pode ser consertada usando solda elétrica, desde que o eletrodo tenha um alto teor de:

- a) () silício;
- b) () cromo;
- c) () estanho;
- d) () prata;
- e) () bronze.

5) A flambagem ocorre em molas helicoidais, por falta de guia. Nesse caso, as molas helicoidais são:

- a) () de diâmetro superior a 13 mm;
- b) () curtas;
- c) () praticamente sem elasticidade;
- d) () sempre soldáveis;
- e) () longas.

6) A Aplicação de uma mola dupla com seção menor É sempre recomendável para evitar:

- a) () o nó ;
- b) () o amassamento;
- c) () a flambagem;
- d) () o amolecimento;
- e) () o aquecimento.

Fase V

1) Relacione a primeira coluna com a segunda.

Grandeza física	Aparelho
a) () Tensão elétrica	1. Amperímetro
b) () Corrente elétrica	2. Voltímetro
c) () Resistência elétrica	3. Ohmímetro
	4. Osciloscópio

2) Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as afirmações.

- a) () Escolha de uma escala apropriada, uso de duas pontas de provas e conexão das pontas de prova a dois pontos distintos são etapas que aparecem nas três modalidades de medidas elétricas.
- b) () Em medida de tensão contínua, as pontas de prova do voltímetro devem ser ligadas aos pólos positivo e negativo da fonte de tensão observando-se a polaridade.
- c) () Em medida de corrente, o circuito deve ser desligado e interrompido, colocando-se o amperímetro de tal forma que a corrente o atravesse.
- d) () Ao se medir resistência de um circuito,ele deve estar desligado.

3) Assinale com X a alternativa correta.

Os fusíveis “queimam” porque:

- a) () sempre apresentam defeitos de fabricação;
- b) () são atravessados por correntes acima do valor para os quais foram fabricados;
- c) () sofrem desgastes naturais;
- d) () sofrem aumentos súbitos de resistência elétrica;
- e) () possuem elevadas resistências.

4) Em um curto-circuito:

- a) () a corrente é zero e a resistência é elevada;
- b) () a resistência é zero e a tensão é elevada.;
- c) () a resistência é alta e a corrente é elevada;
- d) () a resistência é zero e a corrente é elevada;
- e) () a tensão e a corrente são nulas.

5) Em uma instalação elétrica com aterramento, o fio deve estar ligado àdos equipamentos. A tensão entre a carcaça e o terra, nesses casos, é volt.

6) A melhor seqüência de palavras que preenche corretamente as lacunas da afirmação é:

- a) () terra, carcaça, zero.
- b) () neutro, fonte, um.
- c) () fase, carcaça, zero.
- d) () terra, fonte, meio.
- e) () neutro, carcaça, zero.

7) Quando falamos em continuidade de uma ligação elétrica, estamos querendo dizer que:

- a) () a medida da resistência elétrica de ponta a ponta na ligação é infinita;
- b) () a medida da resistência elétrica de ponta a ponta na ligação é zero;
- c) () visualmente a ligação é contínua;
- d) () somente corrente contínua pode circular pela ligação;
- e) () somente corrente alternada pode circular pela ligação.

8) Assinale com X a alternativa.

As seguintes afirmações são feitas a respeito de um sistema eletrônico:

A fonte de tensão fornece 8 volts quando deveria estar fornecendo 12 volts.

A placa de controle recebe os 8 volts da fonte e não funciona adequadamente.

Quando desligada da placa de controle, a fonte consegue fornecer 12 volts.

9) Analisando essas afirmações, pode-se concluir que:

- a) () a fonte está com defeito;
- b) () a placa de controle está com defeito;
- c) () tanto a fonte quanto a placa encontram-se em bom estado, apenas não funcionam quando ligadas uma à outra;
- d) () todas as ligações foram feitas de modo incorreto;
- e) () tanto a fonte como a placa podem estar com defeitos.

10) O que deve ser feito ao se constatar o defeito em um módulo?

- a) () substituir por um bom e jogar fora o danificado;
- b) () recuperar o módulo danificado na própria máquina;
- c) () substituir por um bom e levar o danificado para o laboratório;
- d) () levar o módulo danificado para o laboratório;
- e) () fazer um estoque de módulos iguais.

11) Por meio do que os controladores lógicos programáveis (CLPs) fornecem pistas do que se passa com o sistema?

- a) () das contactoras;
- b) () da temperatura;

- c) () dos transistores;
- d) () dos LEDs;
- e) () do TRIAC.

12) Quais as palavras que devem orientar as manutenções preventivas de componentes eletroeletrônicos?

“Deus para punir os homens pelo seu primeiro projeto de economia globalizada, disse: ‘Que haja muitas línguas e que cada uma tenha muitos dialetos’. E depois, para ter certeza de que os homens nunca se entenderiam, completou: ‘E que haja maus tradutores’”.
Luiz Fernando Veríssimo

Toda manhã na África uma gazela desperta. Ela sabe que deve superar o leão ou ela será morta.

Toda manhã na África um leão desperta. Ele sabe que deve correr mais rápido que a gazela mais lenta ou ele morrerá de fome.

Não importa se você é um leão ou uma gazela quando o sol nascer, é melhor que você esteja correndo.

MUITO SUCESSO!!!!

Nome do capítulo

Referências Bibliográficas