

PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

1. INTRODUÇÃO

As áreas classificadas na indústria petroquímica e de offshore são conhecidas por apresentarem atmosferas explosivas devido à presença de substâncias inflamáveis, como gases, vapores e poeiras combustíveis. Nessas áreas, a implementação de programas e procedimentos de manutenção preventiva desempenha um papel crucial na prevenção de acidentes e na garantia da segurança operacional.



Os programas de manutenção preventiva consistem em uma série de atividades planejadas e sistemáticas que visam identificar e corrigir potenciais falhas e condições que possam resultar em uma atmosfera explosiva. Esses programas são baseados em normas e regulamentos internacionais, como a **IEC 60079**, que estabelece requisitos para equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas, e a **API RP 14C**, que define os critérios para o projeto e a operação segura de sistemas de produção offshore.

A manutenção preventiva é essencial para garantir a operação segura e confiável de equipamentos, sistemas e instalações. Esses setores geralmente lidam com processos complexos e ambientes desafiadores, nos quais a falha de equipamentos pode levar a sérios riscos à segurança e ao meio ambiente, além de causar interrupções significativas na produção.

Os processos de manutenção preventiva nesses setores envolvem uma série de atividades planejadas e sistemáticas, executadas de forma regular com o objetivo de identificar e corrigir problemas antes que eles se tornem falhas críticas e causem danos ou paradas não programadas.

Dentre os procedimentos adotados na manutenção preventiva em áreas classificadas estão:

1.1. Inspeção Regular: A inspeção visual regular é uma etapa fundamental da manutenção preventiva em atmosferas explosivas. Ela desempenha um papel crucial na identificação de potenciais falhas e condições que possam comprometer a integridade dos equipamentos, como vasos de pressão, tubulações, válvulas, bombas e motores.

A importância da inspeção visual reside no fato de que muitas anomalias podem ser detectadas através de uma simples observação visual. Através dessa inspeção, é possível identificar desgastes, corrosão, vazamentos e outras irregularidades que podem levar a acidentes graves se não forem tratadas adequadamente.

Algumas das principais anomalias durante a inspeção visual:

1.1.1. Desgastes: Durante a inspeção, é importante observar se há desgastes excessivos em componentes como engrenagens, correias, rolamentos e partes móveis. Desgastes podem indicar a necessidade de substituição ou ajuste desses componentes.

1.1.2. Corrosão: A corrosão é um problema comum em ambientes onde existe exposição a substâncias corrosivas. Durante a inspeção visual, verifique se há sinais de corrosão, como manchas e áreas enferrujadas. Essa corrosão pode comprometer a integridade estrutural dos equipamentos, levando a vazamentos e falhas.

1.1.3. Vazamentos: Procure por sinais de vazamentos, como manchas de óleo, água ou outros fluidos ao redor dos equipamentos. Esses vazamentos podem indicar problemas de vedação ou falhas em conexões, que devem ser corrigidos para evitar riscos de incêndio ou explosão.

1.1.4. Anomalias visuais: Fique atento a qualquer tipo de anomalia visual, como quebras, trincas, deformações, partes soltas ou danificadas. Essas anomalias podem indicar problemas estruturais que necessitam de reparo imediato.

É importante ressaltar que a inspeção visual deve ser realizada por profissionais qualificados e seguindo as normas e procedimentos de segurança adequados. Além disso, é fundamental documentar as informações obtidas durante a inspeção, para possibilitar um acompanhamento eficaz e programar as ações corretivas necessárias.

1.2. Inspeção Instrumental: Vamos explorar a utilização de instrumentos para inspeção e a interpretação dos dados obtidos com eles. Os instrumentos mais comuns utilizados nesse contexto são termômetros, manômetros e medidores de vazão.

1.2.1. Termômetros

Os termômetros são utilizados para medir a temperatura de equipamentos e sistemas. Eles podem ser de diversos tipos, como termômetros de mercúrio, digitais ou infravermelhos. Para realizar a medição correta, siga estes passos:

- Certifique-se de que o termômetro esteja calibrado e em condições adequadas de uso.
- Posicione o termômetro próximo à área a ser medida.
- Aguarde alguns segundos para que a leitura seja estabilizada.
- Faça a leitura da temperatura indicada pelo termômetro, levando em consideração a escala utilizada (Celsius, Fahrenheit, Kelvin).

1.2.2. Manômetros

Os manômetros são utilizados para medir a pressão de fluidos em equipamentos e sistemas. Eles podem ser de diferentes tipos, como manômetros de tubo Bourdon, manômetros de diafragma ou manômetros digitais. Para realizar a medição correta, siga estes passos:

- Conecte o manômetro ao ponto de medição, utilizando as conexões adequadas.
- Abra ou feche as válvulas necessárias para permitir o fluxo do fluido e estabilizar a pressão.
- Aguarde alguns segundos para que a leitura seja estabilizada.
- Faça a leitura da pressão indicada pelo manômetro, levando em consideração a unidade de medida utilizada (ex: psi, bar).

1.2.3. Medidores de Vazão

Os medidores de vazão são utilizados para medir a quantidade de fluido que passa por um sistema em um determinado período de tempo. Existem diferentes tipos de medidores de vazão, como medidores de turbina, de fluxo magnético e de placa de orifício. Para realizar a medição correta, siga estes passos:

- Instale o medidor de vazão no sistema, de acordo com as instruções do fabricante.
- Certifique-se de que o medidor esteja calibrado e em condições adequadas de uso.
- Inicie o fluxo do fluido através do sistema.
- Observe a leitura do medidor de vazão para verificar a quantidade de fluido que está passando pelo sistema em um determinado intervalo de tempo.

Interpretar os dados obtidos com esses instrumentos requer conhecimento das características e requisitos do sistema em que estão sendo utilizados. É importante comparar os valores obtidos com as especificações e limites estabelecidos para determinar se os equipamentos estão operando dentro dos parâmetros esperados.

Caso ocorram desvios significativos, é necessário investigar a causa raiz e tomar as medidas corretivas apropriadas. Em alguns casos, pode ser necessário recorrer a métodos de calibração ou ajustes nos instrumentos para garantir medições precisas.

1.3. Testes não Destrutivos (TND): Testes Não Destrutivos (TND), que são técnicas utilizadas para avaliar a integridade estrutural de equipamentos e componentes sem comprometer sua funcionalidade. Vamos explorar quatro métodos comuns de TND: radiografia, ultrassom, líquido penetrante e ensaios de partículas magnéticas.

1.3.1. Radiografia

A radiografia é um método que utiliza radiação ionizante para avaliar a integridade de equipamentos e componentes. Ele é especialmente útil para identificar trincas, falhas de soldagem e outros defeitos internos não visíveis a olho nu. O processo envolve os seguintes passos:

- Um gerador de raios X ou uma fonte radioativa é posicionado em um ângulo adequado em relação ao objeto a ser inspecionado.
- A radiação é emitida através do objeto e é capturada por um filme radiográfico ou um detector digital.
- O filme radiográfico ou o detector digital é então revelado ou processado para gerar uma imagem do objeto.
- A imagem radiográfica é interpretada por um especialista que procura por discontinuidades, como trincas, falhas de soldagem ou inclusões não metálicas.

A interpretação das imagens radiográficas requer um conhecimento aprofundado das técnicas, padrões e normas específicas do setor. É importante identificar e avaliar corretamente as discontinuidades, determinando sua gravidade e impacto na integridade do componente.

1.3.2. Ultrassom

O ultrassom é um método que utiliza ondas sonoras de alta frequência para detectar falhas e defeitos em equipamentos. Ele é especialmente eficaz na detecção de discontinuidades internas, como trincas, inclusões e corrosão em materiais sólidos. O processo de inspeção com ultrassom envolve os seguintes passos:

- Um transdutor ultrassônico é utilizado para emitir pulsos de ondas sonoras de alta frequência no objeto a ser inspecionado.
- As ondas sonoras se propagam através do material e são refletidas quando encontram uma descontinuidade.
- O transdutor também atua como receptor, capturando as ondas sonoras refletidas.
- O sinal recebido é convertido em uma imagem visual ou em um sinal elétrico que pode ser interpretado e analisado.

A interpretação dos resultados obtidos com o uso do ultrassom requer habilidades para analisar os padrões de ondas sonoras refletidas e identificar descontinuidades. A profundidade e o tamanho das descontinuidades podem ser determinados a partir das características do sinal ultrassônico.

1.3.3. Líquido Penetrante

O ensaio de líquido penetrante é um método utilizado para detectar descontinuidades superficiais em materiais não porosos. Ele é particularmente útil para identificar trincas, porosidades e inclusões em superfícies lisas. O processo de inspeção com líquido penetrante envolve os seguintes passos:

- A superfície do material é limpa e preparada para receber o líquido penetrante.
- O líquido penetrante é aplicado na superfície e é deixado agir por um determinado período de tempo.
- O excesso de líquido é removido da superfície.
- Um revelador é aplicado, absorvendo o líquido penetrante que pode ter penetrado em descontinuidades.
- O revelador revela a presença de descontinuidades, formando manchas ou linhas visíveis.

A interpretação dos resultados obtidos com o líquido penetrante é relativamente simples. As descontinuidades são indicadas pelas manchas ou linhas visíveis formadas pelo revelador. A aparência e a intensidade dessas indicações podem fornecer informações sobre a natureza e a gravidade das descontinuidades.

1.3.4. Ensaios de Partículas Magnéticas

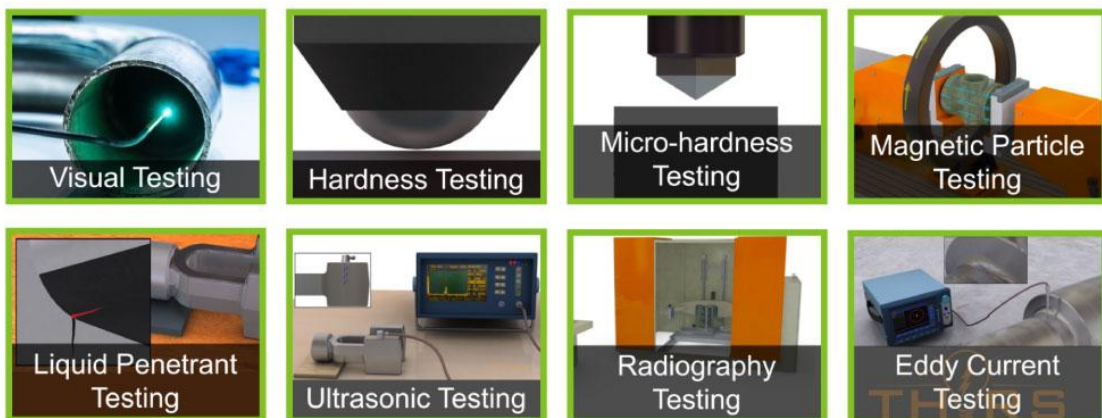
Os ensaios de partículas magnéticas são utilizados para detectar descontinuidades em materiais ferromagnéticos, como aço. O método envolve a criação de um campo magnético nas peças a serem inspecionadas e a aplicação de partículas magnéticas para revelar as descontinuidades. O processo de inspeção com partículas magnéticas inclui os seguintes passos:

- A superfície da peça é limpa e preparada para a inspeção.
- Um ímã ou uma bobina é utilizado para criar um campo magnético na peça.
- Partículas magnéticas, geralmente de ferro ou pó de níquel, são aplicadas na superfície.
- As partículas são atraídas e se acumulam nas discontinuidades, revelando sua presença.
- A inspeção visual é realizada para identificar as indicações formadas pelas partículas magnéticas.

A interpretação dos resultados obtidos com os ensaios de partículas magnéticas envolve a análise das indicações formadas pelas partículas. O tamanho, a forma e a distribuição das indicações podem fornecer informações sobre a natureza e a gravidade das discontinuidades.

NON-DESTRUCTIVE TESTING

Methods Include:



1.4. Lubrificação e troca de Óleo: Vamos abordar a importância da lubrificação adequada em equipamentos rotativos, como bombas, compressores e turbinas. Além disso, vamos explorar o procedimento correto para a lubrificação e a troca de óleo, garantindo o bom funcionamento e a vida útil prolongada desses equipamentos.

1.4.1. Importância da lubrificação adequada:

A lubrificação adequada desempenha um papel fundamental na preservação e no desempenho dos equipamentos rotativos. Ela ajuda a reduzir o atrito e o desgaste entre as partes móveis, evitando assim o desgaste excessivo e as falhas prematuras. Além disso, uma lubrificação adequada também contribui para o resfriamento e a limpeza das superfícies de contato, melhorando a eficiência e a confiabilidade dos equipamentos.

Sem uma lubrificação adequada, as partes móveis dos equipamentos podem sofrer danos, como desgaste excessivo, corrosão e superaquecimento. Isso pode levar a uma redução na eficiência do equipamento, aumento do consumo de energia, perda de produtividade e até mesmo a falhas catastróficas.

1.4.2. Procedimento de Lubrificação

A lubrificação adequada requer a aplicação do lubrificante correto, na quantidade certa e nos intervalos adequados. O procedimento de lubrificação pode variar dependendo do tipo de equipamento, mas geralmente envolve os seguintes passos:

- Identifique os pontos de lubrificação no equipamento, como mancais, engrenagens e articulações.
- Limpe as superfícies de contato para remover sujeira, graxa velha ou outros contaminantes.
- Escolha o tipo de lubrificante adequado para o equipamento, considerando fatores como viscosidade, temperatura de operação e especificações do fabricante.
- Aplique o lubrificante nas partes móveis do equipamento, garantindo uma cobertura uniforme.
- Verifique se o lubrificante atingiu todas as áreas necessárias e se não houve excesso ou falta de lubrificação.
- Monitore regularmente os níveis de lubrificante e a condição do equipamento para garantir que a lubrificação esteja adequada.

É importante seguir as recomendações do fabricante em relação aos intervalos de lubrificação e aos tipos de lubrificante recomendados para cada equipamento específico.

1.4.3. Troca de Óleo

A troca regular de óleo lubrificante é fundamental para manter a qualidade da lubrificação e prolongar a vida útil do equipamento. A importância da troca de óleo está relacionada à remoção de contaminantes, como partículas abrasivas, água e produtos químicos indesejados, que podem se acumular no óleo ao longo do tempo.

A troca de óleo deve ser realizada de acordo com as especificações do fabricante, levando em consideração fatores como o tipo de óleo, a capacidade do sistema de lubrificação e a carga de trabalho do equipamento. O procedimento de troca de óleo pode variar, mas geralmente envolve os seguintes passos:

- Identifique o ponto de drenagem do óleo no equipamento.
- Utilize equipamentos de segurança, como luvas e óculos de proteção, para evitar lesões.
- Abra o ponto de drenagem e deixe o óleo velho escorrer completamente.

- Feche o ponto de drenagem e descarte o óleo usado de acordo com as regulamentações ambientais.
- Abasteça o equipamento com o óleo novo recomendado pelo fabricante, utilizando a quantidade adequada.
- Verifique os níveis de óleo após a troca e monitore regularmente para garantir que estejam dentro dos parâmetros recomendados.

A troca de óleo deve ser realizada em intervalos regulares, conforme as especificações do fabricante, para garantir que o óleo lubrificante mantenha suas propriedades adequadas e continue a proteger o equipamento de maneira eficiente.

1.5. Calibração de Instrumentos: A calibração de instrumentos de medição, como medidores de temperatura, pressão e vazão. A calibração regular desses instrumentos é de extrema importância para garantir a precisão e a confiabilidade das medições realizadas. Vamos explorar a necessidade da calibração regular e o procedimento correto para realizar essa atividade.

1.5.1. Necessidade de Calibração Regular

A calibração regular de instrumentos de medição é fundamental para garantir que as leituras fornecidas por esses instrumentos sejam precisas e confiáveis. Com o tempo, os instrumentos podem sofrer desgaste, desvios devido ao uso contínuo ou até mesmo falhas internas, o que pode levar a medições incorretas.

A calibração é o processo de comparação das leituras do instrumento com padrões de referência conhecidos e a correção de possíveis desvios. Ao realizar a calibração regularmente, podemos identificar e corrigir quaisquer desvios que possam afetar a precisão das medições.

A calibração regular é especialmente importante em setores onde a precisão das medições é crucial, como na indústria farmacêutica, na indústria alimentícia e na área de pesquisa científica. Além disso, a calibração é exigida por normas e regulamentos, como a ISO 9001, que estabelecem os padrões de qualidade e confiabilidade dos processos.

1.5.2. Procedimento de Calibração

O procedimento de calibração envolve etapas específicas para garantir que as medições sejam comparadas com padrões de referência conhecidos e que possíveis desvios sejam corrigidos. Vamos seguir os passos a seguir:

1. Identifique o instrumento que precisa ser calibrado e verifique se está em condições adequadas para o procedimento.
2. Selecione padrões de referência que sejam rastreáveis a padrões nacionais ou internacionais reconhecidos. Esses padrões devem ter uma precisão maior do que o instrumento a ser calibrado.

3. Configure o instrumento e o padrão de referência em um ambiente estável, garantindo que estejam na mesma faixa de temperatura e pressão.
4. Realize uma série de medições com o instrumento e o padrão de referência, anotando as leituras obtidas.
5. Compare as leituras do instrumento com as leituras do padrão de referência e calcule possíveis desvios.
6. Corrija os desvios encontrados no instrumento, ajustando-o de acordo com o padrão de referência.
7. Repita o processo de medição e comparação até que as leituras do instrumento estejam dentro dos limites de precisão aceitáveis.
8. Documente todas as etapas do processo de calibração, incluindo as leituras obtidas, os desvios corrigidos e quaisquer outras observações relevantes.

É importante ressaltar que a calibração deve ser realizada por técnicos especializados e utilizando equipamentos adequados. Além disso, a frequência da calibração depende do tipo de instrumento, do ambiente de uso e das especificações do fabricante.

1.6. Manutenção Preditiva: Além da manutenção preventiva baseada em intervalos de tempo, a indústria petroquímica e offshore também utiliza técnicas de manutenção preditiva. A manutenção preditiva, é um conceito essencial na indústria petroquímica e de offshore. A manutenção preditiva envolve o monitoramento contínuo de parâmetros operacionais para identificar tendências anormais e programar intervenções de manutenção antes que ocorram falhas graves. Vamos explorar esse conceito e discutir os parâmetros operacionais monitorados, bem como a análise dos dados obtidos.

1.6.1. Conceito de Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é uma abordagem proativa que se baseia na coleta e análise de dados em tempo real para identificar falhas iminentes e programar ações corretivas antes que ocorram danos significativos ou paradas não programadas. Isso é especialmente relevante na indústria petroquímica e de offshore, onde a interrupção das operações pode resultar em perdas financeiras consideráveis, além de riscos para a segurança e o meio ambiente.

Ao monitorar continuamente os parâmetros operacionais dos equipamentos, como vibração, temperatura, pressão e corrente elétrica, é possível identificar tendências anormais que podem indicar problemas em estágios iniciais. Isso permite que a manutenção seja programada de forma mais eficiente, evitando interrupções não planejadas e minimizando custos.

A manutenção preditiva oferece uma série de benefícios, como redução dos custos de manutenção, aumento da disponibilidade dos equipamentos, prolongamento da vida útil dos ativos e melhoria da segurança operacional.

1.6.2. Parâmetros Operacionais Monitorados

Existem vários parâmetros operacionais que podem ser monitorados na manutenção preditiva. Vamos destacar alguns dos principais:

- **Vibração:** A vibração é um indicador importante de problemas em equipamentos rotativos, como bombas, motores e turbinas. A análise da vibração pode revelar desalinhamento, desbalanceamento, folgas excessivas e desgaste prematuro em peças.
- **Temperatura:** A variação da temperatura pode indicar problemas de lubrificação, superaquecimento, obstrução de fluxo ou falhas em componentes eletrônicos. Monitorar a temperatura de forma contínua permite identificar tendências anormais e tomar medidas antes que ocorram falhas.
- **Corrente elétrica:** A análise da corrente elétrica pode revelar problemas em motores elétricos, como desgaste nos rolamentos, desbalanceamento de fase e falhas no isolamento. Dados de corrente elétrica podem ser comparados com valores de referência para identificar desvios e indicar a necessidade de intervenção.
- **Pressão:** A variação da pressão em sistemas hidráulicos e pneumáticos pode indicar vazamentos, obstruções ou falhas em válvulas e componentes. Monitorar a pressão regularmente ajuda a identificar problemas antes que ocorram falhas catastróficas.

Ao analisar os dados obtidos a partir desses parâmetros, é possível identificar tendências anormais, padrões de deterioração e sinais de falhas iminentes. Isso permite que a manutenção seja programada de forma eficiente, evitando interrupções não planejadas e minimizando os custos associados.

1.7. Treinamento e Capacitação: Vamos abordar a importância do treinamento e capacitação para a gestão eficaz da manutenção preventiva. A implementação de um programa de manutenção preventiva requer conhecimentos técnicos específicos e habilidades de gerenciamento. Vamos explorar os principais aspectos do treinamento e capacitação necessários para uma gestão efetiva da manutenção preventiva.

17.1. Conhecimentos Técnicos

Para gerenciar adequadamente a manutenção preventiva, é essencial ter um bom entendimento dos equipamentos e sistemas que serão monitorados. Isso inclui conhecimentos técnicos sobre os componentes, funcionamento e características dos equipamentos, bem como dos parâmetros operacionais a serem monitorados. Alguns aspectos importantes a serem considerados incluem:

- Compreender os princípios de funcionamento dos equipamentos e sistemas.
- Identificar os principais pontos críticos de falha e desgaste.
- Saber interpretar os dados obtidos a partir dos parâmetros operacionais monitorados.
- Conhecer as técnicas de análise de falhas e diagnóstico de problemas.

Esses conhecimentos técnicos podem ser adquiridos por meio de cursos especializados, treinamentos específicos fornecidos por fabricantes de equipamentos ou por meio de experiência prática no campo.

1.7.2. Habilidades de Gerenciamento

Além dos conhecimentos técnicos, é importante desenvolver habilidades de gerenciamento para garantir uma gestão eficaz da manutenção preventiva.

Algumas habilidades importantes incluem:

- Planejamento e programação: Capacidade de desenvolver planos de manutenção preventiva, definir as tarefas necessárias e estabelecer uma programação adequada para a execução das atividades.
- Gerenciamento de recursos: Habilidade para alocar recursos adequados, como pessoal, materiais e ferramentas, para a execução das atividades de manutenção preventiva.
- Análise de dados: Capacidade de analisar os dados obtidos a partir dos parâmetros operacionais monitorados, identificar tendências e tomar decisões embasadas em relação à intervenção necessária.
- Gestão de equipe: Habilidade para motivar e liderar uma equipe de manutenção, garantindo a execução adequada das atividades de manutenção preventiva.

Essas habilidades podem ser desenvolvidas por meio de treinamentos em gerenciamento de projetos, cursos de liderança e gestão de equipes, bem como por meio da experiência prática no gerenciamento de manutenção.

1.7.3. Atualização Contínua

A gestão da manutenção preventiva é um campo em constante evolução, com novas tecnologias e práticas sendo desenvolvidas regularmente. Portanto, é importante manter-se atualizado com as últimas tendências e avanços nessa área. Isso pode ser feito por meio da participação em conferências, seminários, cursos de reciclagem e aquisição de certificações relevantes.

Ao investir em treinamento e capacitação adequados, os profissionais responsáveis pela gestão da manutenção preventiva estarão melhor preparados para implementar e

gerenciar efetivamente um programa de manutenção preventiva, garantindo a operação confiável e eficiente dos equipamentos e sistemas.

1.8. Gerenciamento de Ativos: O gerenciamento de ativos e sua importância para a gestão eficaz da manutenção preventiva. O gerenciamento de ativos é um conjunto de práticas e processos utilizados para maximizar o valor dos ativos de uma organização ao longo de seu ciclo de vida. Vamos explorar os principais aspectos do gerenciamento de ativos e como eles se relacionam com a manutenção preventiva.

1.8.1. Ciclo de vida dos Ativos

Para entender o gerenciamento de ativos, é importante compreender o ciclo de vida dos ativos. Os ativos, como equipamentos, máquinas e sistemas, passam por diferentes estágios ao longo de sua vida útil, desde a aquisição até a desativação. Esses estágios podem incluir o planejamento, aquisição, instalação, operação, manutenção, atualização e, eventualmente, a substituição dos ativos.

O gerenciamento de ativos visa otimizar cada estágio do ciclo de vida, garantindo que os ativos sejam utilizados de forma eficiente, confiável e segura ao longo do tempo.

1.8.2. Estratégias de Gerenciamento de Ativos

Existem diferentes estratégias que podem ser adotadas no gerenciamento de ativos, e elas variam de acordo com as necessidades e objetivos específicos de cada organização.

No contexto da gestão de manutenção preventiva, algumas estratégias importantes incluem:

- **Análise de criticidade:** Identificação dos ativos mais críticos para as operações da organização, levando em consideração fatores como impacto na produção, segurança e custos associados a falhas.
- **Definição de intervalos de manutenção:** Estabelecimento de intervalos de tempo ou condições específicas para a execução das atividades de manutenção preventiva, levando em consideração a criticidade dos ativos, a vida útil esperada e as recomendações dos fabricantes.
- **Otimização de recursos:** Alocação eficiente de recursos, como mão de obra, materiais e equipamentos, para as atividades de manutenção preventiva, visando maximizar a produtividade e minimizar os custos.
- **Monitoramento contínuo:** Implementação de sistemas de monitoramento e coleta de dados em tempo real, permitindo a identificação de tendências anormais e a programação de intervenções de manutenção antes que ocorram falhas.

1.8.3. Ferramentas de Gerenciamento de Ativos

O gerenciamento de ativos é apoiado por diversas ferramentas e tecnologias que facilitam a coleta, análise e gerenciamento de dados relacionados aos ativos.

Algumas ferramentas comumente utilizadas incluem:

- Sistema de Gerenciamento de Manutenção (SGM): Software especializado que auxilia na programação e acompanhamento das atividades de manutenção preventiva, permitindo o registro de dados e a geração de relatórios.
- Sistema de Gestão de Ativos (SGA): Plataforma que integra o gerenciamento de ativos com outras áreas da organização, como compras, estoque e contabilidade, facilitando a visibilidade e o controle dos ativos em toda a empresa.
- Internet das Coisas (IoT): Utilização de sensores e dispositivos conectados para coletar dados em tempo real sobre o desempenho dos ativos, permitindo uma monitorização mais precisa e a detecção precoce de falhas.

Ao adotar estratégias de gerenciamento de ativos eficazes e utilizar as ferramentas adequadas, é possível maximizar a eficiência operacional, prolongar a vida útil dos ativos e reduzir os custos de manutenção.

1.9. Inspeções Regulatórias: Vamos abordar as inspeções regulatórias que são aplicáveis na gestão de manutenção preventiva. As inspeções regulatórias são exigências estabelecidas por órgãos governamentais ou entidades reguladoras para garantir a segurança, conformidade e funcionamento adequado dos equipamentos e sistemas. Vamos explorar os principais aspectos das inspeções regulatórias e como elas se relacionam com a manutenção preventiva.

1.9.1. Importância das Inspeções Regulatórias

As inspeções regulatórias desempenham um papel crucial na gestão de manutenção preventiva, pois ajudam a identificar possíveis falhas ou problemas nos equipamentos antes que eles causem danos significativos ou coloquem em risco a segurança dos operadores e do ambiente. Essas inspeções também garantem que as organizações estejam em conformidade com as leis e regulamentações aplicáveis.

1.9.2. Exemplos de Inspeções Regulatórias

As inspeções regulatórias podem variar de acordo com a indústria e o tipo de equipamento ou sistema. Abaixo estão alguns exemplos comuns de inspeções regulatórias:

- Inspeção de equipamentos de elevação: Em muitos países, existem requisitos específicos para a inspeção regular de guindastes, empilhadeiras e outros equipamentos de elevação. Essas inspeções visam garantir que os equipamentos estejam em boas condições de funcionamento e segurança.

- Inspeção de caldeiras e vasos de pressão: Caldeiras e vasos de pressão são equipamentos críticos em várias indústrias. Inspeções regulatórias são realizadas para avaliar a integridade estrutural, as condições de segurança e o cumprimento das normas aplicáveis.
- Inspeção de sistemas de segurança contra incêndio: Sistemas de segurança contra incêndio, como sprinklers e extintores de incêndio, estão sujeitos a inspeções regulares para verificar se estão em conformidade com os padrões de segurança e se estão prontos para serem utilizados em caso de emergência.
- Inspeção de equipamentos elétricos: Equipamentos elétricos, como painéis de controle e quadros de distribuição, devem passar por inspeções regulares para garantir que estejam em conformidade com os padrões de segurança elétrica e que não apresentem riscos de curto-circuito ou incêndio.

1.9.3. Procedimentos de Inspeção e Registros

Durante as inspeções regulatórias, são realizados procedimentos específicos para avaliar a condição e o desempenho dos equipamentos e sistemas. Esses procedimentos podem incluir inspeção visual, testes de funcionamento, medição de parâmetros e análise de documentos e registros.

É importante que todas as inspeções regulatórias sejam devidamente documentadas, registrando os resultados, as ações corretivas tomadas, as datas das inspeções e a assinatura dos responsáveis. Esses registros são essenciais para demonstrar a conformidade com as regulamentações e para rastreabilidade futura.

1.10. Gestão de Integridade: Vamos abordar a gestão de integridade das instalações e equipamentos na gestão de manutenção preventiva. A gestão de integridade é um conjunto de processos e práticas utilizados para garantir que as instalações e equipamentos estejam em condições adequadas de funcionamento, segurança e confiabilidade. Vamos explorar os principais aspectos da gestão de integridade e como eles se relacionam com a manutenção preventiva.

1.10.1. Importância da Gestão de Integridade

A gestão de integridade é fundamental para a manutenção preventiva, pois visa garantir que as instalações e equipamentos permaneçam em boas condições de operação ao longo do tempo. Ela envolve a identificação e avaliação de riscos, a implementação de medidas preventivas e a realização de inspeções e testes regulares para detectar e corrigir problemas antes que ocorram falhas graves.

1.10.2. Etapas da Gestão de Integridade

A gestão de integridade envolve várias etapas que devem ser seguidas para garantir a eficácia das práticas de manutenção preventiva. Essas etapas incluem:

- Avaliação de riscos: Identificação e avaliação dos riscos associados às instalações e equipamentos, levando em consideração fatores como segurança, meio ambiente, conformidade regulatória e impacto nas operações.
- Planejamento de manutenção: Desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva que estabeleça as atividades, as frequências e os recursos necessários para manter a integridade das instalações e equipamentos ao longo do tempo. Esse plano deve ser baseado nas recomendações dos fabricantes, nas melhores práticas da indústria e nas regulamentações aplicáveis.
- Execução das atividades de manutenção: Realização das atividades de manutenção preventiva de acordo com o plano estabelecido, incluindo inspeções, testes, lubrificação, limpeza e substituição de componentes desgastados. É importante seguir procedimentos padronizados e registrar todas as atividades realizadas.
- Monitoramento contínuo: Implementação de sistemas de monitoramento para acompanhar o desempenho das instalações e equipamentos em tempo real, permitindo a detecção precoce de problemas e a programação de intervenções de manutenção antes que ocorram falhas.
- Análise de falhas: Realização de análises de falhas para identificar as causas raiz dos problemas e tomar medidas corretivas adequadas. Essa análise ajuda a melhorar continuamente as práticas de manutenção preventiva e a evitar a repetição de falhas.

1.10.3. Ferramentas de Gestão de Integridade

A gestão de integridade pode ser apoiada por diversas ferramentas e tecnologias que facilitam a coleta, análise e gerenciamento de dados relacionados à integridade das instalações e equipamentos. Algumas ferramentas comumente utilizadas incluem:

- Sistema de Gestão de Integridade (SGI): Software especializado que ajuda na programação, acompanhamento e documentação das atividades de gestão de integridade, permitindo a visualização do status das instalações e equipamentos e a geração de relatórios.
- Técnicas de inspeção não destrutiva (END): Utilização de técnicas como ultrassom, radiografia, magnetismo e líquidos penetrantes para inspecionar componentes sem danificá-los. Essas técnicas são úteis para identificar defeitos internos e avaliar a integridade estrutural.
- Análise de dados e algoritmos avançados: Utilização de análise de dados e algoritmos avançados para identificar padrões e tendências nos dados de monitoramento, permitindo a detecção precoce de problemas e uma gestão mais eficiente da integridade.

Ao adotar práticas eficazes de gestão de integridade e utilizar as ferramentas adequadas, é possível garantir a confiabilidade, segurança e eficiência das instalações e equipamentos, reduzindo os riscos de falhas e paradas não programadas.

A manutenção preventiva em áreas classificadas na indústria petroquímica e de offshore desempenha um papel essencial na redução dos riscos de acidentes e na proteção dos trabalhadores, das instalações e do meio ambiente. O cumprimento das normas e regulamentos pertinentes, bem como a adoção de programas e procedimentos adequados, contribuem para a operação segura e confiável dessas áreas críticas da indústria.

Esses processos de manutenção preventiva na indústria petroquímica e offshore são realizados de forma integrada, combinando diferentes técnicas e abordagens para garantir a segurança, a confiabilidade e a eficiência operacional. A implementação efetiva desses processos requer a colaboração entre equipes de manutenção, operações e engenharia, além do uso de ferramentas de gerenciamento de manutenção e sistemas de informação para coleta e análise de dados.

2. NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

As atividades de manutenção preventiva em atmosferas explosivas devem seguir as normas e regulamentações estabelecidas por órgãos e entidades internacionais, bem como normas nacionais específicas em diferentes países.

Essas normas fornecem diretrizes e requisitos para garantir a segurança e a integridade dos equipamentos e sistemas nessas áreas potencialmente explosivas. Aqui estão algumas das normas mais reconhecidas e amplamente utilizadas:

Normas da IEC

- Norma IEC 60079: A IEC 60079 é uma série de normas internacionais desenvolvidas pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) que trata da segurança elétrica em atmosferas explosivas. A parte 17 da IEC 60079 aborda especificamente os requisitos para manutenção e reparo de equipamentos elétricos em atmosferas explosivas.
- Norma IEC 60079-10: Esta norma especifica os requisitos para a manutenção, inspeção, reparo e revisão de equipamentos elétricos em atmosferas explosivas.
- Norma IEC 60079-14: Esta norma trata dos requisitos para a instalação e manutenção de sistemas elétricos em atmosferas explosivas.
- Norma IEC 60079-17: Esta norma fornece diretrizes para a manutenção e reparo de equipamentos elétricos utilizados em áreas classificadas.

Normas da API

- Norma API 510: Esta norma estabelece os requisitos para a inspeção, avaliação e teste de equipamentos de pressão, incluindo vasos de pressão, caldeiras e tubulações.
- Norma API 570: A API 570 é uma norma do American Petroleum Institute (API) que aborda a inspeção, reparo, alteração e reavaliação de equipamentos de processo e tubulações em serviços de refinaria, petroquímica, química e gás natural. Embora não seja especificamente voltada para áreas classificadas, a API 570 é amplamente seguida na indústria petroquímica e offshore para garantir a integridade dos equipamentos.
- Norma API 571: Esta norma aborda a integridade de equipamentos e fornece orientações sobre a inspeção, avaliação e monitoramento de equipamentos em serviços corrosivos.
- Norma API 574: Esta norma trata da inspeção e manutenção de válvulas de controle, incluindo requisitos para teste, reparo e substituição de componentes.
- Norma API 580: A API 580 é uma norma do API que estabelece a metodologia para avaliação de riscos e gerenciamento de integridade de ativos. Ela fornece orientações sobre a identificação de riscos, avaliação de probabilidade e consequências de falhas, e implementação de estratégias de mitigação. Embora não seja específica para áreas classificadas, a API 580 é uma referência importante para o gerenciamento de integridade de ativos nessas indústrias.

Normas da NFPA

- NFPA 497: Esta norma estabelece os requisitos para a seleção e uso de equipamentos elétricos em áreas classificadas por gases inflamáveis e vapores.
- NFPA 499: Esta norma fornece diretrizes para a classificação de áreas para atmosferas explosivas de poeira combustível e define os requisitos para a instalação e manutenção de equipamentos nessas áreas.
- Norma NFPA 70: A National Fire Protection Association (NFPA) publica a norma NFPA 70, também conhecida como Código Elétrico Nacional (NEC). Embora seja uma norma dos Estados Unidos, ela é amplamente adotada internacionalmente. A seção 500 da NFPA 70 fornece requisitos para instalações elétricas em áreas classificadas.
- NFPA 70E: Esta norma trata da segurança elétrica no local de trabalho e aborda a manutenção preventiva, teste e inspeção de equipamentos elétricos.

Normas da ISO

- ISO 9001: Esta norma estabelece os requisitos para um sistema de gestão da qualidade e pode ser aplicada à gestão e execução de atividades de manutenção preventiva.

- ISO 14001: Esta norma trata do sistema de gestão ambiental e pode ser relevante para a avaliação e mitigação dos impactos ambientais da manutenção preventiva.
- ISO 45001: Esta norma aborda a gestão da saúde e segurança ocupacional e pode ser aplicada à implementação de práticas seguras de manutenção em áreas classificadas.
- ISO 55000: Esta norma estabelece diretrizes para a gestão de ativos. Ela fornece um conjunto de princípios e requisitos para ajudar as organizações a implementar uma abordagem sistemática e eficaz na gestão de seus ativos.
- Norma ISO 80079: A ISO 80079 é uma série de normas internacionais que aborda a seleção, instalação e manutenção de equipamentos elétricos e não elétricos para uso em atmosferas explosivas. A parte 36 da ISO 80079 estabelece requisitos para a manutenção e reparo de equipamentos elétricos em áreas classificadas.

Normas da ATEX/ EN (European Norms)

- Diretiva ATEX 2014/34/UE: Esta é a diretiva principal da ATEX, que estabelece as exigências essenciais de segurança e saúde para equipamentos e sistemas de proteção destinados a serem utilizados em atmosferas explosivas. Ela define as obrigações dos fabricantes, importadores e distribuidores de equipamentos relacionados à prevenção de explosões.
- Norma EN 60079-10-1: Esta norma estabelece os requisitos para a seleção, instalação e manutenção de equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. Ela fornece diretrizes para a classificação de áreas perigosas, avaliação de riscos e seleção adequada de equipamentos à prova de explosão.
- Norma EN 60079-14: Esta norma aborda os requisitos para a instalação, inspeção, manutenção e reparo de sistemas elétricos em atmosferas explosivas. Ela fornece orientações sobre a seleção e instalação de equipamentos elétricos, bem como sobre a manutenção preventiva e inspeção periódica.
- Norma EN 60079-17: Esta norma trata dos aspectos relacionados à manutenção e reparo de equipamentos elétricos utilizados em atmosferas explosivas. Ela estabelece os requisitos para a inspeção, manutenção, limpeza e reparo de equipamentos à prova de explosão.
-

É fundamental que as empresas estejam cientes das normas e regulamentações aplicáveis em suas respectivas regiões e sigam os requisitos estabelecidos. Isso garantirá a conformidade legal, a segurança operacional e a proteção dos trabalhadores em ambientes com risco de explosão. Além das normas mencionadas, cada país pode ter regulamentações adicionais específicas para garantir a segurança em atmosferas explosivas, e é essencial consultar as normas locais para garantir a conformidade adequada.

3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva em atmosferas explosivas envolve a implementação de procedimentos e processos específicos para garantir a segurança e o desempenho adequado dos equipamentos. Esses procedimentos e processos abrangem as seguintes atividades:

3.1. Planejamento da Manutenção

O planejamento de manutenção preventiva desempenha um papel fundamental na garantia da eficiência e segurança dos processos. Ele permite que as atividades de manutenção sejam realizadas de forma organizada e estruturada, evitando interrupções não programadas e minimizando riscos operacionais. Além disso, o planejamento adequado ajuda a otimizar o uso dos recursos disponíveis, como mão de obra, materiais e equipamentos.

O processo de planejamento envolve várias etapas:

3.1.1. Definição de atividades: É necessário identificar as atividades de manutenção preventiva que serão realizadas. Isso pode incluir inspeções regulares, lubrificação, substituição de peças desgastadas, ajustes e testes de funcionamento. Cada atividade deve ser claramente definida, especificando o que será feito e quais são os critérios de aceitação.

Planejamento da Manutenção Preventiva

1. Identificação dos Equipamentos Críticos:

- O primeiro passo no planejamento da manutenção preventiva é identificar os equipamentos críticos, ou seja, aqueles que têm um impacto significativo na produção, segurança ou meio ambiente em caso de falha.
- Esses equipamentos devem receber atenção especial e ter programas de manutenção preventiva mais abrangentes.

2. Definição dos Intervalos de Manutenção:

- Com base nas características dos equipamentos e nas recomendações dos fabricantes, é necessário definir os intervalos de manutenção preventiva para cada componente ou sistema.
- Esses intervalos devem considerar fatores como a criticidade do equipamento, a frequência de uso, as condições de operação e as especificações técnicas.

3. Elaboração dos Planos de Manutenção:

- Os planos de manutenção são documentos que descrevem as atividades a serem realizadas em cada equipamento durante a manutenção preventiva.
- Eles devem incluir detalhes como as tarefas a serem executadas, as ferramentas e materiais necessários, as instruções de execução e as frequências de realização.

Exemplo de um plano de manutenção para uma bomba:

- Tarefa: Verificar o alinhamento da bomba.
- Ferramentas necessárias: Relógio comparador, calços, chave de ajuste.
- Instruções de execução: Medir o desalinhamento axial e radial da bomba em relação ao motor. Realizar ajustes utilizando calços e a chave de ajuste, se necessário.
- Frequência de realização: A cada 6 meses.

4. Programação das Atividades de Manutenção:

- Com base nos planos de manutenção, é necessário programar as atividades, definindo datas e horários para a execução.
- É importante considerar a disponibilidade dos equipamentos, a capacidade da equipe de manutenção e a minimização do impacto na produção.

Exemplo de programação de atividades de manutenção:

- Bomba A: Verificação de alinhamento - 15/04/2023, 8h.
- Compressor B: Troca de filtro de ar - 17/04/2023, 14h.

5. Registro e Análise dos Dados:

- Durante a execução das atividades de manutenção preventiva, é fundamental registrar todas as informações relevantes, como datas, horas, tarefas realizadas, materiais utilizados e observações.
- Esses registros são importantes para a análise de dados e ajudam a identificar tendências, falhas recorrentes e oportunidades de melhoria nos programas de manutenção preventiva.

3.1.2. Recursos necessários: É importante determinar os recursos necessários para realizar as atividades de manutenção preventiva. Isso pode envolver a alocação de equipes de trabalho, a obtenção de materiais e peças de reposição, o agendamento de equipamentos e a reserva de espaço físico, se necessário.

3.1.3. Cronograma: O próximo passo é desenvolver um cronograma que especifique quando cada atividade será executada. Isso pode ser feito com base em fatores como a frequência recomendada pelo fabricante, a criticidade do equipamento, a disponibilidade de recursos e as janelas de tempo disponíveis para a manutenção.

3.1.4. Execução da Manutenção Preventiva

1. Preparação para a Manutenção:

- Antes de iniciar a execução das atividades de manutenção preventiva, é necessário fazer uma preparação adequada.
- Isso inclui a verificação da disponibilidade de todas as ferramentas, equipamentos e materiais necessários, bem como a preparação do ambiente de trabalho.
- É importante seguir os procedimentos de segurança, como o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados.

2. Inspeção Visual:

- A inspeção visual é uma das técnicas mais simples e eficazes na execução da manutenção preventiva.
- Consiste em observar visualmente o estado dos equipamentos, procurando por sinais de desgaste, vazamentos, corrosão ou qualquer outra anormalidade.

Exemplo: Durante a inspeção visual de uma tubulação, você pode observar uma área enferrujada, indicando a presença de corrosão.

3. Limpeza e Lubrificação:

- A limpeza e lubrificação adequadas dos equipamentos são essenciais para a manutenção preventiva.
- Isso envolve a remoção de resíduos, sujeira e produtos químicos indesejados, bem como a aplicação correta de lubrificantes.

Exemplo: Ao limpar e lubrificar um motor elétrico, você pode remover poeira, aplicar o lubrificante recomendado nas partes móveis e verificar se há vazamentos de óleo.

4. Testes de Funcionamento:

- Os testes de funcionamento são realizados para verificar se os equipamentos estão operando corretamente.
- Isso pode envolver a verificação de parâmetros como temperatura, pressão, fluxo, ruídos, entre outros.

Exemplo: Ao fazer um teste de funcionamento em uma caldeira, você pode verificar se a pressão está dentro dos limites estabelecidos e se não há vazamentos.

5. Monitoramento de Condição:

- O monitoramento de condição é uma técnica avançada que envolve o uso de sensores e instrumentos para coletar dados em tempo real sobre as condições dos equipamentos.
- Esses dados são analisados para identificar qualquer desvio ou tendência que possa indicar a necessidade de intervenção antes que ocorra uma falha.

Exemplo: Utilizando um sensor de vibração em uma bomba, é possível monitorar continuamente a vibração e identificar qualquer aumento que possa indicar desgaste ou desalinhamento.

3.1.5. Otimização da Manutenção Preventiva

1. Análise de Criticidade:

- A análise de criticidade é uma etapa fundamental na otimização da manutenção preventiva.
- Consiste em avaliar a importância e o impacto de cada equipamento no processo produtivo, levando em consideração aspectos como segurança, confiabilidade, custos de reparo e impacto na produção.
- Com base nessa análise, é possível priorizar os equipamentos mais críticos para receberem uma atenção especial na manutenção preventiva.

2. Planejamento de Frequência de Inspeções:

- O planejamento adequado da frequência de inspeções é essencial para otimizar os recursos e evitar intervenções desnecessárias.
- Deve-se considerar a criticidade dos equipamentos, as recomendações dos fabricantes, a experiência passada e os dados de monitoramento de condição, quando disponíveis.

Exemplo: Equipamentos críticos podem exigir inspeções mais frequentes, enquanto equipamentos menos críticos podem ter intervalos maiores entre as inspeções.

3. Uso de Tecnologias Avançadas:

- A utilização de tecnologias avançadas pode trazer grandes benefícios na otimização da manutenção preventiva.
- Isso inclui o uso de sensores inteligentes, análise de dados em tempo real, sistemas de gestão de manutenção computadorizados (CMMS) e manutenção baseada em condição (CBM).

Exemplo: O uso de sensores de temperatura e pressão em um reator químico permite monitorar em tempo real as condições de operação e identificar possíveis problemas antes que ocorra uma falha.

4. Treinamento e Capacitação:

- O treinamento adequado dos profissionais envolvidos na manutenção preventiva é essencial para a otimização do processo.
- Isso inclui capacitar os técnicos para a realização das inspeções, a interpretação de dados de monitoramento e a execução correta das tarefas de manutenção preventiva.

Exemplo: Os técnicos podem receber treinamento específico sobre o uso de equipamentos de medição, interpretação de relatórios de inspeção e aplicação adequada de lubrificantes.

5. Análise de Falhas:

- A análise de falhas é uma ferramenta poderosa na otimização da manutenção preventiva, pois permite identificar as principais causas de falhas e implementar ações corretivas eficazes.
- Isso envolve a investigação das falhas, a identificação das causas raiz, a avaliação dos impactos e a definição de ações para prevenir recorrências.

Exemplo: Ao analisar uma falha em um compressor, pode-se descobrir que a falta de lubrificação adequada foi a causa raiz, levando à implementação de um programa de lubrificação mais rigoroso.

3.16. Implementação de um Programa de Manutenção Preventiva

1. Identificação de Equipamentos Críticos:

- O primeiro passo para implementar um programa de manutenção preventiva é identificar os equipamentos críticos que exigem atenção especial.
- Esses equipamentos são aqueles que têm um impacto significativo na segurança, na produção e/ou nos custos operacionais.

Exemplo: Em uma refinaria, os equipamentos críticos podem incluir bombas de alta pressão, trocadores de calor e reatores químicos.

2. Definição de Tarefas de Manutenção Preventiva:

- Com base na análise de criticidade e nas recomendações dos fabricantes, é necessário definir as tarefas de manutenção preventiva para cada equipamento.
- Essas tarefas podem incluir inspeções visuais, testes de funcionamento, troca de peças desgastadas, limpeza e lubrificação, entre outras.

Exemplo: Para um compressor de ar, as tarefas de manutenção preventiva podem incluir a troca regular de filtros de ar, a verificação da pressão de operação e a inspeção das válvulas de segurança.

3. Estabelecimento de Frequência e Programação:

- Com base nas tarefas definidas, é necessário estabelecer a frequência de execução e a programação das atividades de manutenção preventiva.
- Isso pode variar de acordo com a criticidade dos equipamentos, as recomendações dos fabricantes, a disponibilidade de recursos e a capacidade de interromper a produção.

Exemplo: Para uma bomba de alta pressão, pode ser necessário executar uma inspeção visual a cada mês e uma troca de óleo a cada 6 meses.

4. Implementação de Sistemas de Monitoramento:

- A implementação de sistemas de monitoramento contínuo pode ser uma estratégia eficaz para complementar a manutenção preventiva.
- Isso pode incluir o uso de sensores, análise de dados em tempo real e sistemas de alerta precoce para identificar problemas antes que ocorram falhas.

Exemplo: Um sistema de monitoramento de vibração pode alertar sobre o desgaste excessivo em um motor, permitindo uma intervenção antes que ocorra uma falha catastrófica.

5. Treinamento e Engajamento dos Funcionários:

- É crucial envolver os funcionários em todos os níveis da organização na implementação do programa de manutenção preventiva.
- Isso inclui fornecer treinamento adequado sobre as tarefas de manutenção, os procedimentos de segurança e a importância do programa.

Exemplo: Os operadores podem ser treinados para realizar inspeções visuais diárias nos equipamentos e relatar qualquer anomalia encontrada.

3.2. Programação da Manutenção

A programação de manutenção preventiva envolve a definição de quando e em que ordem as atividades serão realizadas. Para isso, é necessário levar em consideração as prioridades e a disponibilidade de recursos. Algumas etapas para uma programação eficiente são:

- **Priorização:** Avalie a criticidade dos equipamentos e sistemas para determinar quais atividades de manutenção devem ter prioridade. Itens críticos podem exigir uma frequência maior de inspeções e manutenção, enquanto itens menos críticos podem ter uma frequência menor.
- **Disponibilidade de recursos:** Considere a disponibilidade de mão de obra, materiais e equipamentos necessários para realizar as atividades de manutenção. Agende as tarefas de acordo com a capacidade dos recursos disponíveis, evitando sobrecargas e conflitos de agenda.
- **Agrupamento de atividades:** Procure agrupar atividades semelhantes ou que possam ser realizadas simultaneamente para otimizar o tempo e os recursos necessários. Isso pode reduzir o tempo de parada dos equipamentos e minimizar o impacto nas operações.

3.3. Registro e Análise de Dados

O registro e a análise de dados coletados durante as atividades de manutenção preventiva são essenciais para a melhoria contínua dos processos.

Alguns pontos importantes a serem considerados são:

- **Importância do registro:** Registrar os dados coletados durante as atividades de manutenção, como resultados de inspeções, medições e substituições de peças, é fundamental para manter um histórico confiável. Esses registros permitem monitorar o desempenho dos equipamentos, identificar problemas recorrentes e tomar decisões informadas.

- Análise de dados: Utilize os registros coletados para realizar análises periódicas e identificar tendências. Isso pode incluir a análise de falhas, identificação de áreas de melhoria, identificação de peças com vida útil reduzida e avaliação da eficácia das atividades de manutenção preventiva. A análise de dados pode ser feita manualmente ou com o auxílio de ferramentas de software específicas.
- Melhoria contínua: Com base na análise de dados, é possível identificar oportunidades de melhoria nos processos de manutenção preventiva. Essas melhorias podem incluir ajustes nas atividades programadas, atualizações nos planos de manutenção, treinamentos adicionais para a equipe técnica ou alterações nos critérios de aceitação.

3.3.1. Armazenamento e Organização

- É importante armazenar e organizar os dados de forma eficiente para facilitar a análise e o acesso posterior.
- Isso pode ser feito por meio de sistemas de gestão de manutenção computadorizados (CMMS) ou outras ferramentas de banco de dados.

Exemplo: Os dados podem ser armazenados em um CMMS, onde podem ser categorizados por equipamento, tipo de tarefa de manutenção ou data de execução.

É importante seguir o planejamento de manutenção preventiva de acordo com as recomendações dos fabricantes, diretrizes regulatórias e normas aplicáveis. Além disso, manter registros precisos de todas as atividades de manutenção realizadas é fundamental para rastreabilidade, análise de histórico e conformidade com regulamentações específicas. A manutenção preventiva adequada desempenha um papel fundamental na minimização de riscos, na segurança dos trabalhadores e na integridade dos equipamentos em atmosferas explosivas.

4. MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

4.1. Conceito de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva na indústria petroquímica é uma abordagem sistemática para evitar falhas e maximizar a disponibilidade dos equipamentos. Ela envolve a realização de atividades programadas, como substituição de componentes desgastados, inspeções e monitoramento contínuo das condições operacionais.

Existem duas categorias principais de Manutenção Preventiva:

- Manutenção preventiva baseada no tempo: Nesse tipo de manutenção, as intervenções são programadas com base em intervalos de tempo predefinidos. É

realizada a substituição ou inspeção de componentes conforme recomendações dos fabricantes ou regulamentos específicos.

- Manutenção preventiva baseada em condição: Nesse caso, as intervenções são programadas com base em monitoramento contínuo das condições dos equipamentos. São utilizados sensores e sistemas de monitoramento para coletar dados em tempo real, permitindo a detecção precoce de desvios ou anomalias que possam levar a falhas.

4.2. Benefícios da Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva traz benefícios significativos para a indústria petroquímica, tais como:

- Aumento da disponibilidade dos equipamentos: Ao antecipar falhas potenciais e realizar intervenções programadas, a manutenção preventiva reduz a probabilidade de paradas não planejadas. Isso resulta em maior disponibilidade dos equipamentos e redução de perdas de produção.
- Redução de custos: A manutenção preventiva ajuda a evitar falhas catastróficas que podem levar a danos mais graves e dispendiosos. Além disso, a substituição programada de componentes desgastados é mais econômica do que a substituição de um equipamento inteiro.
- Melhoria da segurança e conformidade: A manutenção preventiva contribui para a segurança dos colaboradores e a conformidade com regulamentações e normas do setor. Ao identificar e corrigir potenciais problemas antes que se tornem críticos, é possível prevenir acidentes e minimizar riscos operacionais.

4.3. Estratégias de Manutenção Preventiva

Existem diferentes estratégias que podem ser adotadas para implementar a manutenção preventiva na indústria petroquímica, tais como:

- Inspeções periódicas: Realização de inspeções visuais e testes em intervalos regulares para identificar desgastes, corrosões, vazamentos ou outras condições anormais nos equipamentos. Por exemplo, inspeções visuais podem ser realizadas em tubulações para identificar corrosões ou vazamentos que possam comprometer a integridade do sistema.
- Lubrificação adequada: A lubrificação correta de equipamentos como bombas, compressores e redutores de velocidade é essencial para evitar desgaste excessivo e falhas prematuras. A manutenção preventiva envolve a aplicação de lubrificantes adequados em intervalos regulares, conforme especificações dos fabricantes.
- Monitoramento de condições: Utilização de sensores e sistemas de monitoramento para coletar dados em tempo real sobre parâmetros como temperatura, pressão, vibração, fluxo e níveis de fluidos. Esses dados permitem a detecção precoce de desvios e a programação de intervenções antes que ocorram falhas. Por exemplo, a análise de vibração em um compressor pode

indicar desalinhamento ou desgaste em rolamentos, permitindo a programação de uma intervenção antes que ocorra uma falha catastrófica.

- **Análise de óleo:** A análise periódica do óleo lubrificante utilizado em equipamentos críticos pode fornecer informações valiosas sobre a condição dos componentes internos. Através da análise de amostras de óleo, é possível identificar desgastes anormais, contaminações ou condições operacionais inadequadas. Isso permite a programação de intervenções preventivas, como a substituição de componentes desgastados, antes que ocorram falhas.

Exemplo 1: Em uma unidade de produção de polímeros, a manutenção preventiva pode incluir a realização de inspeções visuais em intervalos regulares nos reatores de polimerização. Durante essas inspeções, é possível identificar depósitos de resíduos ou desgaste excessivo nas paredes internas, que podem comprometer a eficiência do processo. Caso sejam encontrados problemas, intervenções programadas podem ser realizadas para limpeza ou reparo dos reatores.

Exemplo 2: Em um sistema de bombeamento de produtos químicos, a manutenção preventiva pode envolver a análise periódica de amostras de óleo lubrificante das bombas. Essas análises podem indicar a presença de partículas metálicas ou contaminantes, que podem ser sinais de desgaste ou contaminação no sistema. Com base nessas informações, é possível programar a substituição de componentes desgastados ou realizar a limpeza do sistema, evitando falhas e garantindo a confiabilidade operacional.

4.4. Técnicas e Programas que podem ser aplicados para a realização dos procedimentos de Manutenção Preventiva.

Vamos apresentar algumas das principais:

1. **CMMS (Computerized Maintenance Management System)** ou sistema de gerenciamento de manutenção computadorizado:
 - É um software que permite o gerenciamento de todas as atividades de manutenção, incluindo a programação de tarefas preventivas, registro de histórico, controle de estoque de peças, entre outros.
 - Facilita o planejamento e o acompanhamento das atividades de manutenção preventiva, garantindo que elas sejam realizadas de acordo com os prazos estabelecidos.

File View Screen Reports Validation Files Setup Special Critical Jobs Help

EQUIP SVC LOG WORK OR TRBL CL PM PROC SPARES VENDOR PURCHASE

EQUIP ID: CMP-1001 COMPONENT: _____ JOB ID: TC-0109
 NAME: GAS COMPRESSOR REQS'D BY: BILL S
 BLDG: ZONE 1 PHONE: _____
 LOCN: MACH 1 DATE REQS'D: 01/29/2008
 COST CTR: _____ TIME REQS'D: 5:29 PM
 DESC: Cylinder #1 is not holding pressure. Check this out. Unit has been shut down. COMPL DATE: 00/00/0000
 SCHD DATE: 01/29/2008
 STATUS: REQ
 APPROVED: _____

TRACKING

TO BE COMPLETED BY MAINTENANCE

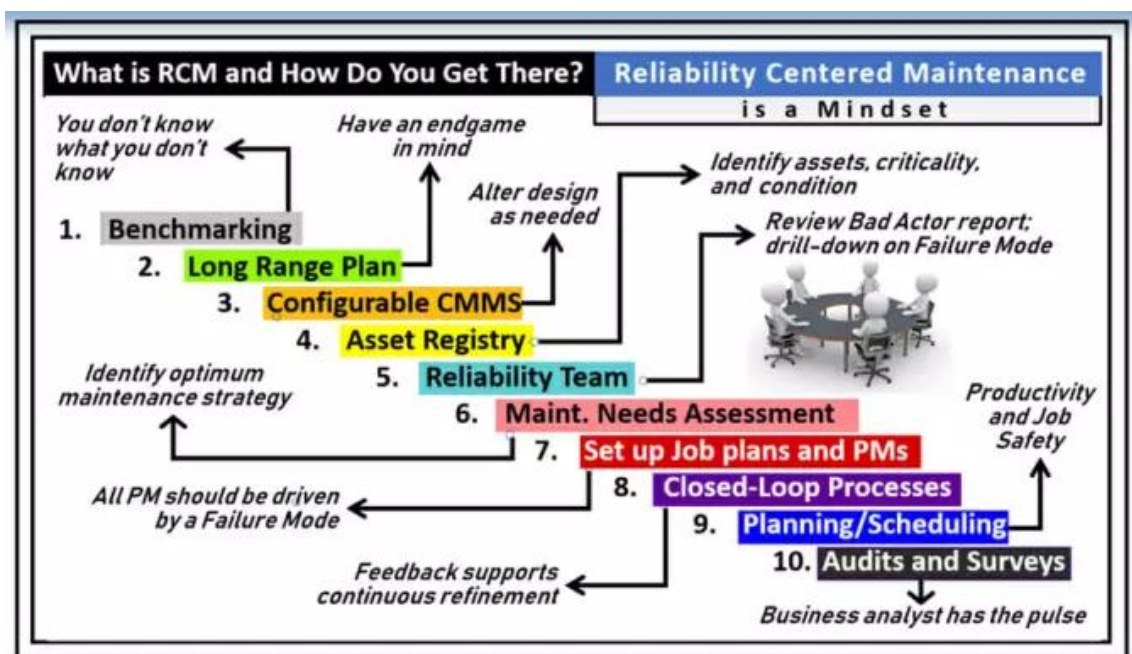
PRIORITY: _____ ACCOUNT: _____
 TAKEN BY: _____ LOTO?
 LEAD SHOP: _____ EST TIME: 0.00
 ASSIGNED TO: _____

TRACKING COMMENTS DOCUMENTS

Wednesday, April 02, 2008 NUM

2. RCM (Reliability Centered Maintenance) ou manutenção centrada em confiabilidade:

- É uma abordagem metodológica para identificar as tarefas de manutenção preventiva mais eficazes e relevantes para cada equipamento ou sistema.
- O RCM analisa as funções, modos de falha, efeitos das falhas, frequência de ocorrência e consequências das falhas, para determinar as melhores estratégias de manutenção preventiva.

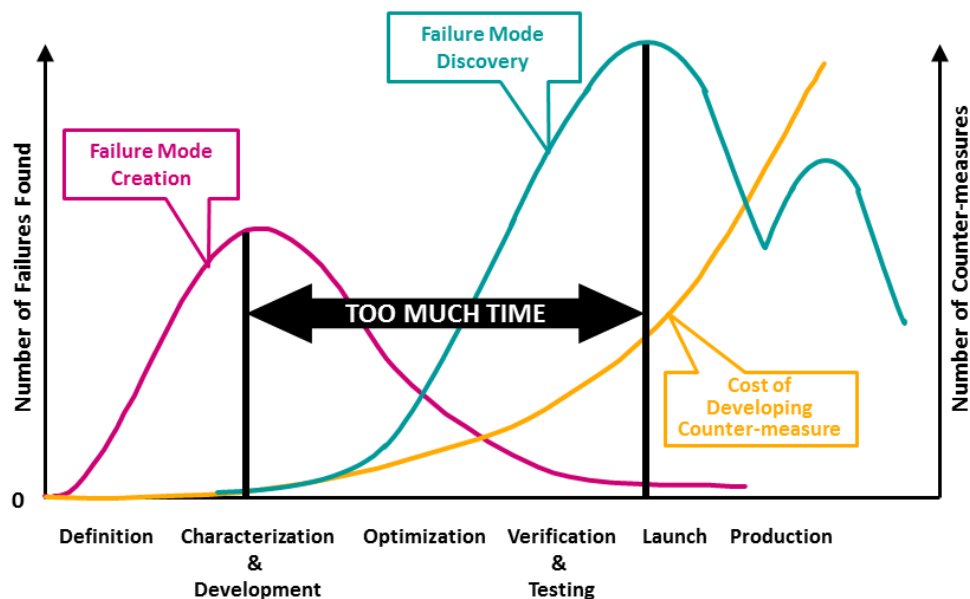


3. Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA - Failure Mode and Effects Analysis):

- É uma técnica que identifica, avalia e prioriza os modos de falha potenciais de um equipamento ou sistema.
- A FMEA analisa as possíveis causas das falhas, seus efeitos e a probabilidade de ocorrência, permitindo a definição de ações preventivas para mitigar ou eliminar os riscos.



Late Failure Mode Discovery



www.quality-one.com

© 2015 Quality-One International

4. Análise de Vibração:

- É uma técnica que utiliza sensores para medir e analisar as vibrações em equipamentos rotativos, como bombas, compressores e motores.
- A análise de vibração permite identificar desalinhamentos, desgastes prematuros, problemas de balanceamento e outras condições anormais que possam levar a falhas.
- Com base nos resultados da análise, podem ser programadas ações preventivas, como alinhamento de eixos, balanceamento de rotores e substituição de rolamentos.

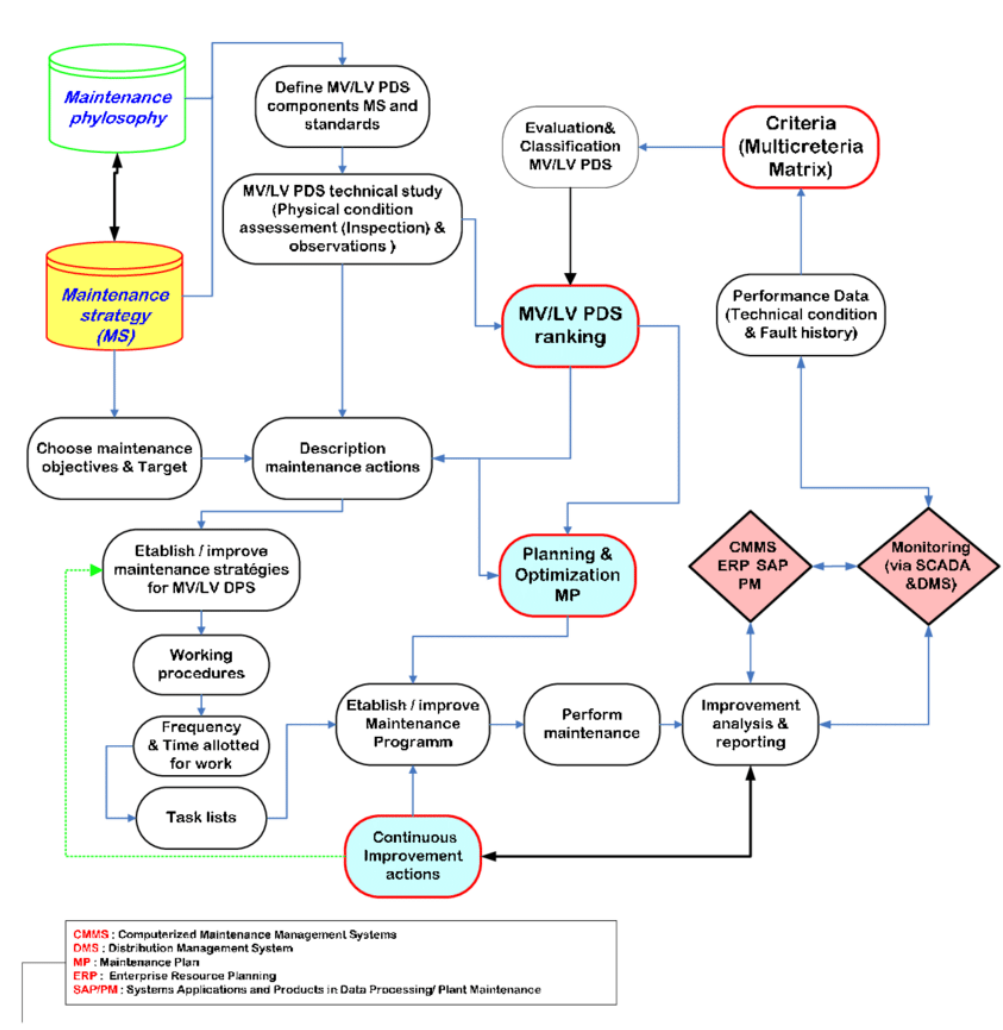
5. Termografia Infravermelha:

- É uma técnica que utiliza câmeras termográficas para medir e visualizar a temperatura de componentes e equipamentos.

- A termografia permite identificar pontos quentes, variações de temperatura e problemas de isolamento, que podem indicar desgastes, falhas elétricas ou problemas de refrigeração.
- Com base nas análises termográficas, podem ser programadas ações preventivas, como substituição de componentes superaquecidos ou melhorias no sistema de isolamento.

6. Inspeção por Ultrassom:

- A inspeção por ultrassom é utilizada para identificar vazamentos, falhas de vedação, cavitação, entre outros problemas em equipamentos e tubulações.
- O técnico utiliza um aparelho de ultrassom para detectar as ondas sonoras emitidas pelos equipamentos, identificando qualquer anomalia que possa indicar a necessidade de manutenção preventiva.



Essas são algumas das técnicas mundialmente aceitas que podem ser aplicadas na indústria petroquímica para a realização dos procedimentos de manutenção preventiva. É importante lembrar que a escolha das técnicas adequadas deve considerar as características e necessidades específicas de cada planta e equipamento.

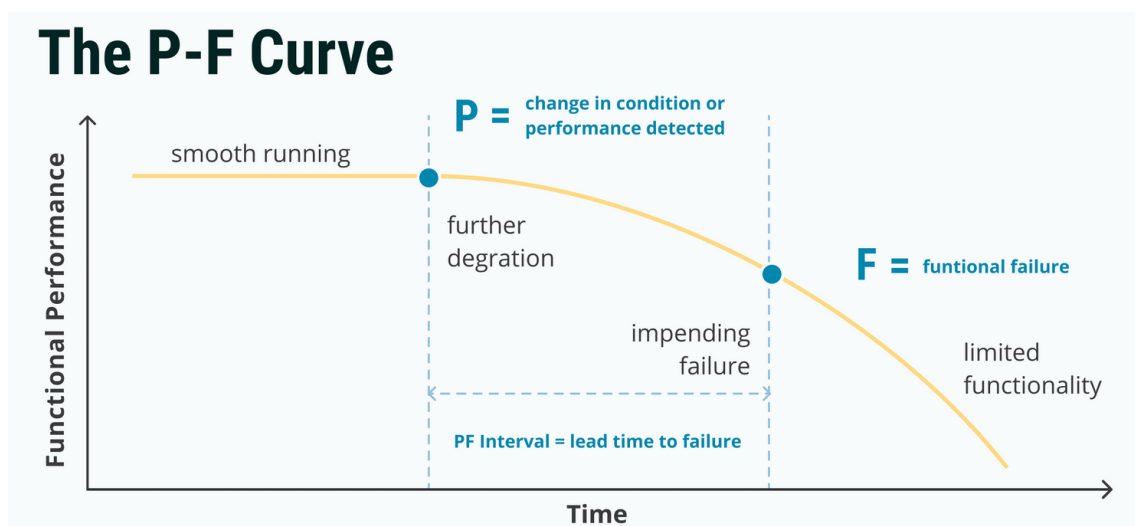
4.5. Manutenção Baseada em Condições (CBM)

A manutenção preventiva, às vezes referida como manutenção de rotina, pode ser definida como “uma estratégia de manutenção de equipamentos baseada na substituição ou restauração de um ativo em um intervalo fixo, independentemente de sua condição. Tarefas de restauração programadas e tarefas de substituição são exemplos de tarefas de manutenção preventiva.”

A maioria dos modos de falha não está relacionada à idade. No entanto, a maioria dos modos de falha dá algum tipo de aviso de que eles estão em processo de ocorrência ou estão prestes a ocorrer. Se a evidência pode ser encontrada de que algo está nos estágios iniciais do fracasso, pode ser possível tomar medidas para evitar que ele falte completamente e / ou para evitar as consequências do fracasso.

A manutenção baseada em condições como estratégia, portanto, procura evidências físicas de que uma falha está ocorrendo ou está prestes a ocorrer. Pensar em CBM desta forma mostra suas aplicações mais amplas fora das técnicas de monitoramento de condições, muitas vezes associadas apenas a equipamentos rotativos.

Um conceito importante dentro da Manutenção Baseada em Condição é a curva P-F mostrada na figura abaixo:



A curva mostra que, à medida que uma falha começa a se manifestar, o equipamento se deteriora até o ponto em que pode ser detectado (ponto “P”). Se a falha não for detectada e mitigada, ela continua até que ocorra uma falha funcional (ponto “F”). O intervalo de tempo entre P e F, comumente chamado de intervalo P-F, é a janela de

oportunidade durante a qual uma inspeção pode detectar a falha iminente e dar-lhe tempo para abordá-la.

É importante perceber que o CBM como uma estratégia de manutenção não reduz a probabilidade de uma falha ocorra através da renovação da vida, mas sim visa intervir antes que a falha ocorra, com a premissa de que isso é mais econômico e deve ter menos impacto na disponibilidade.

Em outras palavras: o monitoramento da condição não corrige máquinas e o monitoramento da condição não interrompe falhas. O monitoramento de condições permite apenas encontrar problemas antes que eles se tornem um fracasso.

Uma regra comum é que o intervalo entre as tarefas do CBM deve ser de metade ou um terço do intervalo P-F.

Quanta manutenção baseada em condições mais eficaz é comparada à manutenção da quebra depende de quanto tempo o intervalo P-F é. Com bastante aviso, a retificação pode ser planejada, materiais e recursos podem ser mobilizados e a avarias evitadas (embora a produção ainda seja interrompida durante a manutenção). Quando o intervalo P-F é apenas alguns dias, as ações organizacionais e de trabalho resultantes são muito parecidas com uma quebra e o valor do CBM é amplamente perdido.

Para que o CBM seja eficaz como uma de suas estratégias de manutenção, a intervenção precoce é essencial. Isso requer um processo eficiente e eficaz para a coleta de dados, análise de dados, tomada de decisão e, finalmente, intervenção.

Para os modos de falha em que o intervalo P-F mostra uma grande variabilidade, o monitoramento da condição não é uma estratégia eficaz.

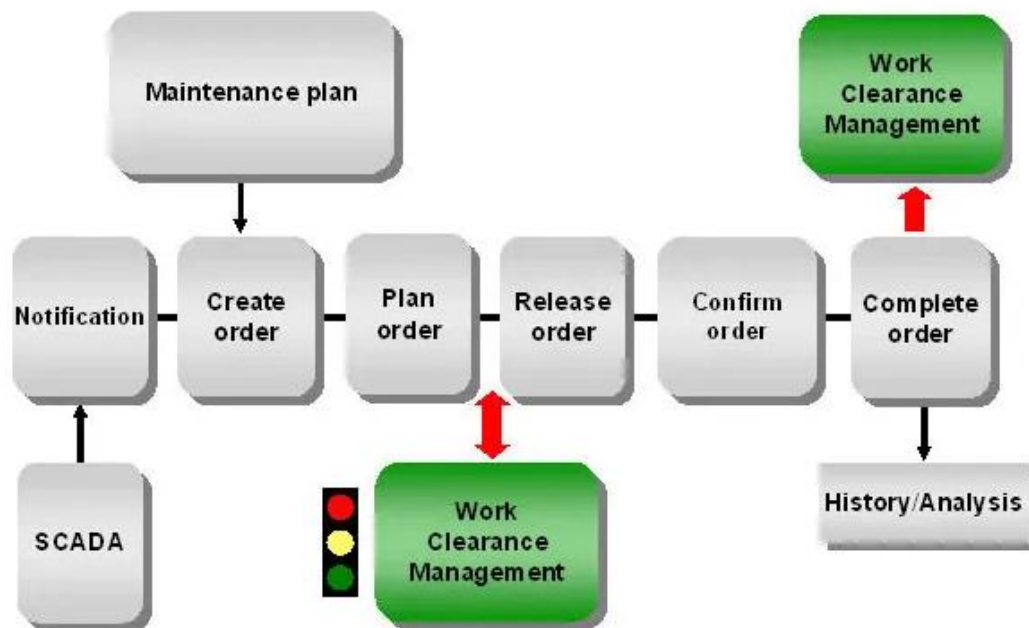
PROGRAMAS E SOFTWARE QUE PODEM SER APLICADOS À GESTÃO DA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

1. Sistema de Gerenciamento de Manutenção (SGM):

- O SGM é um software que auxilia na gestão de todas as atividades de manutenção, incluindo a manutenção preventiva.
- Ele permite o agendamento e monitoramento das tarefas de manutenção, registro de histórico, gestão de ordens de serviço, controle de estoque de peças de reposição, entre outras funcionalidades.

Exemplo: Um SGM como o SAP PM (Plant Maintenance) pode ser utilizado para gerenciar a manutenção preventiva em uma refinaria, permitindo o planejamento das inspeções,

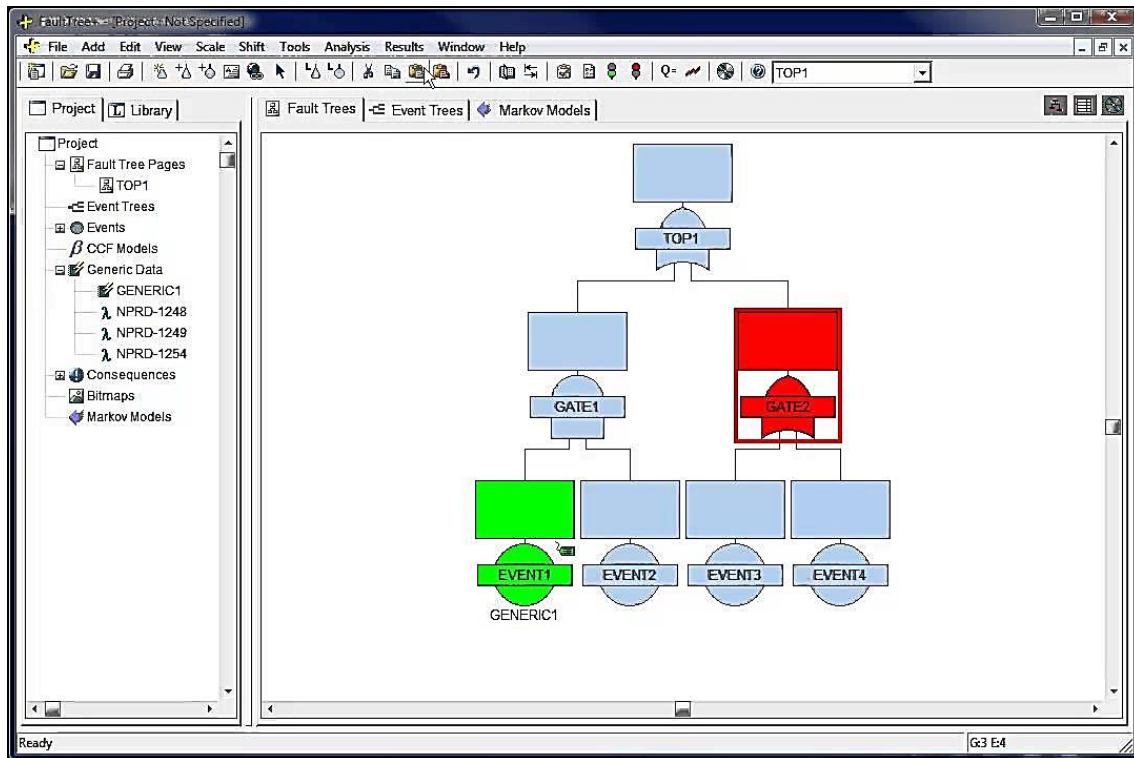
programação das atividades, registro de resultados e análise de indicadores de desempenho.



2. Software de Análise de Falhas:

- Esses softwares ajudam a analisar as causas raiz de falhas ocorridas em equipamentos e sistemas, com o objetivo de identificar medidas de prevenção para evitar recorrências.
- Eles podem utilizar técnicas como a análise de árvore de falhas, análise de modos de falha e efeitos (FMEA), entre outras.

Exemplo: Um software como o Reliability Workbench pode ser utilizado para analisar as falhas em um sistema de bombeamento, identificar as causas raiz e propor melhorias na manutenção preventiva para evitar futuras falhas.



3. Software de Monitoramento de Condição:

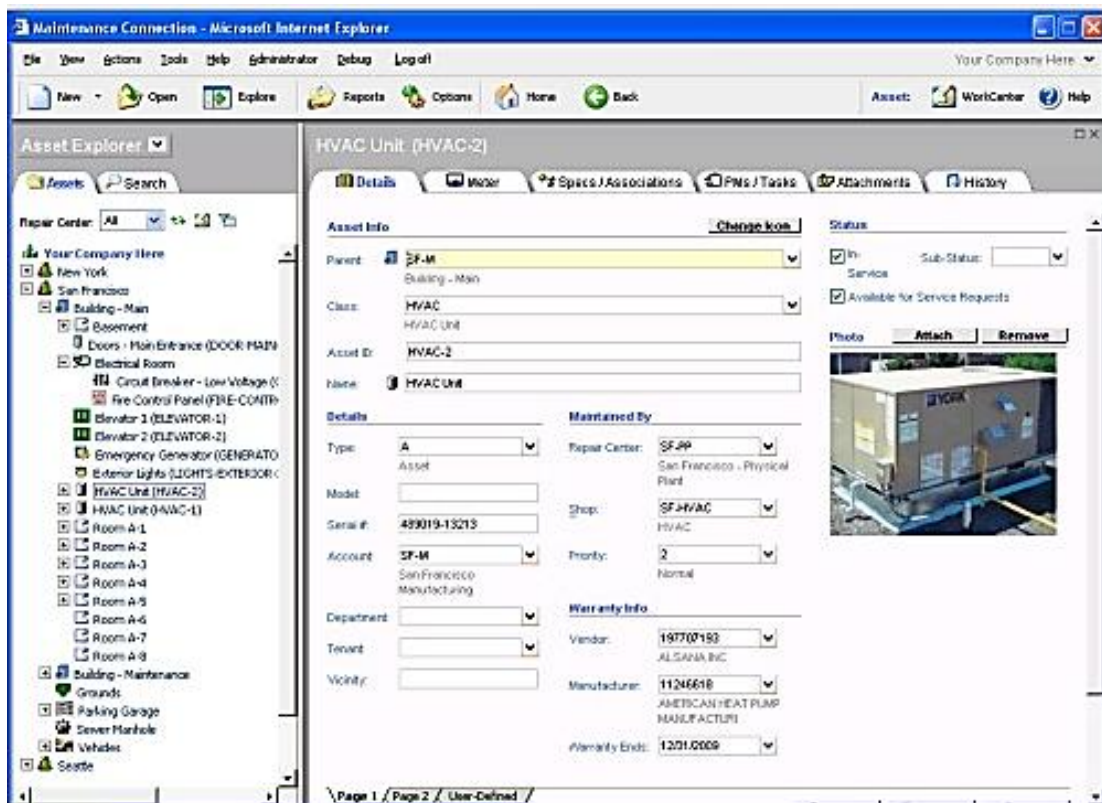
- Esses softwares permitem o monitoramento contínuo das condições dos equipamentos por meio de sensores e análise de dados em tempo real.
- Eles podem fornecer alertas de condições anormais, ajudar na detecção precoce de falhas iminentes e auxiliar na programação de atividades de manutenção preventiva.

Exemplo: Um software como o IBM Maximo permite o monitoramento de parâmetros como temperatura, vibração e pressão em um sistema de compressores, ajudando a identificar desvios e agendar ações de manutenção antes que ocorra uma falha.

4. Software de Gestão de Indicadores de Desempenho:

- Esses softwares permitem o acompanhamento e análise de indicadores de desempenho relacionados à manutenção preventiva, como tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio de reparo (MTTR), taxa de cumprimento do plano de manutenção, entre outros.
- Eles fornecem relatórios e dashboards que auxiliam na tomada de decisões e na identificação de áreas de melhoria.

Exemplo: Um software como o Maintenance Connection pode ser utilizado para acompanhar e analisar indicadores de desempenho da manutenção preventiva em uma planta de processamento de gás natural.



5. A INTERRELAÇÃO ENTRE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E MANUTENÇÃO CORRETIVA

5.1. Definição de Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva

A manutenção preventiva e a manutenção corretiva são duas abordagens distintas para a gestão de equipamentos e sistemas. Enquanto a manutenção corretiva busca corrigir falhas após sua ocorrência, a manutenção preventiva tem o objetivo de evitar que essas falhas aconteçam, realizando atividades programadas de inspeção, reparo e substituição de componentes.

5.2. Identificação e Diagnóstico de Falhas

Tanto na manutenção preventiva quanto na manutenção corretiva, a identificação e o diagnóstico de falhas são etapas essenciais. Os métodos e técnicas utilizados para essa finalidade são semelhantes, incluindo:

- Inspeção visual: Observar o equipamento para identificar sinais visuais de desgaste, danos ou mau funcionamento.

- Monitoramento de parâmetros: Utilizar sensores e instrumentos para monitorar parâmetros operacionais, como temperatura, pressão e vibração, a fim de detectar possíveis variações que indiquem a necessidade de intervenção.
- Análise de dados: Utilizar técnicas estatísticas e análise de dados históricos para identificar padrões e tendências que possam indicar falhas iminentes.
- Testes não destrutivos: Utilizar técnicas como ultrassom, radiografia, termografia e análise de vibração para identificar falhas internas ou ocultas antes que elas causem danos significativos.

5.3. Priorização e Resolução de Falhas

Na manutenção preventiva, a priorização de falhas é baseada na avaliação dos riscos associados a cada componente ou sistema. A resolução das falhas envolve a execução de atividades planejadas de manutenção, como a substituição preventiva de peças desgastadas ou a realização de reparos antes que a falha ocorra.

Já na manutenção corretiva, a priorização de falhas é baseada na criticidade e no impacto operacional. A resolução das falhas envolve a identificação da causa raiz, a seleção de ações corretivas e a implementação das mesmas para restaurar a operacionalidade do equipamento.

5.4. Análise de Causa Raiz

A análise de causa raiz desempenha um papel importante tanto na manutenção preventiva quanto na manutenção corretiva. Ela busca identificar as causas fundamentais das falhas para prevenir sua recorrência. As ferramentas comumente utilizadas nesse processo, como o diagrama de Ishikawa, os 5 Porquês e a Análise de Pareto, podem ser aplicadas em ambas as abordagens.

Na manutenção preventiva, a análise de causa raiz auxilia na identificação das ações corretivas necessárias para evitar que as falhas ocorram. Já na manutenção corretiva, a análise de causa raiz permite entender por que a falha aconteceu e tomar medidas para que ela não se repita.

5.5. Monitoramento Pós-Falha

Tanto na manutenção preventiva quanto na manutenção corretiva, o monitoramento pós-falha é essencial para garantir que a intervenção realizada seja eficaz e para prevenir novas falhas.

Na manutenção preventiva, o monitoramento pós-falha envolve a verificação da efetividade das ações corretivas realizadas, bem como a análise de tendências para identificar possíveis melhorias nos planos de manutenção.

Na manutenção corretiva, o monitoramento pós-falha é realizado para garantir que a falha tenha sido completamente resolvida e que não haja recorrência. Isso pode envolver inspeções adicionais, análise de tendências e ajustes nos planos de manutenção.

Comparison of maintenance types							
Maintenance type	Preventive Maintenance					Corrective Maintenance	
	Time based	Failure finding	Risk based	Condition based	Predictive	Deferred	Emergency
Task type	Scheduled Overhaul / Replacement	Functional Test	Measurement of condition	Calculation and extrapolation of parameters	Inspection or Test	Repair/ Replace	Repair/ Replace
Objective	Restore or replace regardless of condition	Determine if hidden failure has occurred	Restore or replace based on a measured condition compared to a defined standard	Determine if failure is imminent and intervention is required	Determine condition and conduct risk assessment to determine when next inspection, test or intervention is required.	Restore or replace following failure. Result of a Run to Failure Strategy or an unplanned failure.	Restore or replace following unplanned failure.
Interval	Fixed time or usage interval e.g. 1 month, 1,000hrs or 10,000 km	Fixed time interval (can be set based on risk assessment e.g. SIL)	Fixed time interval for condition measurements/ inspections	Continuous online monitoring of parameters, intervention as required	Time based interval between tasks and scope of task is based on risk assessment	Not applicable, but intervention is deferred to allow for proper planning & scheduling.	Immediate intervention required.

5.6. Exemplos para ilustrar a interrelação entre a Manutenção Preventiva e a Manutenção Corretiva

Exemplo 1: Trocadores de Calor

Na indústria petroquímica e offshore, os trocadores de calor desempenham um papel crucial na transferência de calor entre os fluidos, permitindo o resfriamento ou aquecimento de processos. Para garantir a eficiência e evitar falhas nos trocadores de calor, um programa de manutenção preventiva pode incluir:

- Limpeza regular dos tubos e aletas dos trocadores para remover incrustações e depósitos;
- Inspeção visual para detectar vazamentos nos tubos ou problemas de corrosão;
- Verificação do fluxo de fluido e pressão diferencial para garantir o desempenho adequado do trocador de calor;
- Monitoramento da temperatura dos fluidos de entrada e saída para identificar possíveis problemas de transferência de calor;
- Substituição programada de juntas de vedação e isolamento térmico.

No entanto, mesmo com um plano de manutenção preventiva bem estabelecido, falhas podem ocorrer. Por exemplo, uma falha de vedação pode resultar em vazamentos nos tubos do trocador de calor. Nesse caso, a manutenção corretiva pode envolver:

- Substituição das juntas de vedação danificadas;
- Reparo ou substituição de tubos com vazamentos;
- Testes de pressão para verificar a integridade do trocador de calor após a intervenção corretiva.

Exemplo 2: Compressores

Na indústria petroquímica e offshore, os compressores são amplamente utilizados para comprimir gases ou vapor em processos industriais. Para garantir a confiabilidade e a eficiência dos compressores, um programa de manutenção preventiva pode incluir:

- Lubrificação regular dos componentes móveis para reduzir o atrito e o desgaste;
- Verificação periódica dos níveis de óleo e recarga, se necessário;
- Monitoramento das temperaturas e pressões de operação para identificar desvios;
- Inspeção visual para detectar vazamentos, desgaste excessivo ou danos nos componentes;
- Substituição programada de filtros de ar e óleo.

No entanto, mesmo com a manutenção preventiva adequada, pode ocorrer uma falha no compressor. Por exemplo, um superaquecimento do motor pode ocorrer devido a uma obstrução no sistema de refrigeração. Nesse caso, a manutenção corretiva pode envolver:

- Remoção da obstrução no sistema de refrigeração;
- Substituição de peças danificadas, como o motor ou o sistema de controle;
- Testes de desempenho e calibração após a intervenção corretiva.

Exemplo 3: Válvulas de Controle

Na indústria petroquímica e offshore, as válvulas de controle são utilizadas para regular o fluxo de fluidos em sistemas de processo. Para garantir a operação segura e confiável das válvulas, um programa de manutenção preventiva pode incluir:

- Lubrificação regular dos componentes móveis para garantir um movimento suave;
- Verificação e substituição periódica de vedações e gaxetas para evitar vazamentos;
- Inspeção visual para detectar danos externos, corrosão ou desgaste excessivo;
- Testes de abertura e fechamento para verificar a operação adequada;
- Ajustes e calibração para garantir a precisão do controle de fluxo.

No entanto, mesmo com a manutenção preventiva adequada, as válvulas de controle podem apresentar falhas. Por exemplo, uma válvula pode ficar presa na posição aberta devido a um acúmulo de resíduos. Nesse caso, a manutenção corretiva pode envolver:

- Limpeza e remoção dos resíduos que estão obstruindo a válvula;
- Substituição de componentes danificados ou desgastados;
- Testes de operação e calibração após a intervenção corretiva.

Exemplo 4: Torres de Destilação

Nas refinarias de petróleo, as torres de destilação são utilizadas para separar os diferentes componentes do petróleo bruto por meio do processo de destilação. Para garantir um funcionamento eficiente e seguro dessas torres, um programa de manutenção preventiva pode incluir:

- Inspeção regular das colunas para detectar corrosão, trincas ou vazamentos;
- Limpeza dos pratos e bandejas para remover incrustações ou depósitos;
- Verificação e calibração dos instrumentos de medição de temperatura e pressão;
- Substituição programada de selos, gaxetas e juntas para evitar vazamentos;
- Testes de desempenho para garantir a eficiência da separação dos componentes.

No entanto, mesmo com a manutenção preventiva adequada, podem ocorrer falhas nas torres de destilação. Por exemplo, uma bandeja pode ficar entupida devido ao acúmulo de resíduos, resultando em um fluxo de produto inadequado. Nesse caso, a manutenção corretiva pode envolver:

- Limpeza e desobstrução da bandeja afetada;
- Substituição de componentes danificados ou desgastados;
- Testes de funcionamento e desempenho após a intervenção corretiva.

Exemplo 5: Sistemas de Combate a Incêndio Offshore

Nas plataformas de petróleo offshore, os sistemas de combate a incêndio desempenham um papel crucial na prevenção e controle de incêndios. Para garantir a segurança e eficácia desses sistemas, um programa de manutenção preventiva pode incluir:

- Inspeção regular dos equipamentos de combate a incêndio, como extintores, mangueiras e sprinklers;
- Verificação das válvulas de controle e atuadores para garantir o funcionamento adequado;
- Testes periódicos dos sistemas de detecção de fogo e alarmes;
- Manutenção dos geradores de emergência para garantir a energia necessária durante um incêndio;
- Treinamento regular da equipe para garantir o conhecimento e a prontidão em situações de emergência.

No entanto, mesmo com a manutenção preventiva adequada, falhas podem ocorrer nos sistemas de combate a incêndio offshore. Por exemplo, um sprinkler pode falhar em acionar durante um incêndio devido a um problema no sistema de pressurização. Nesse caso, a manutenção corretiva pode envolver:

- Verificação e reparo do sistema de pressurização para garantir o funcionamento adequado do sprinkler;
- Substituição de componentes danificados ou desgastados;

- Testes e simulações de incêndio para verificar a eficácia do sistema após a intervenção corretiva.

Após a intervenção corretiva, é importante analisar a causa raiz da falha para determinar se há ajustes a serem feitos no plano de manutenção preventiva, como a adição de verificações adicionais nos sistemas elétricos para evitar recorrências.

Esses exemplos mostram como a manutenção preventiva e a manutenção corretiva estão interligadas. A manutenção preventiva busca evitar falhas, mas a manutenção corretiva é necessária quando essas falhas ocorrem. É um ciclo contínuo de monitoramento, prevenção e correção para garantir a confiabilidade e o desempenho dos sistemas e equipamentos.

6. MANUTENÇÃO CORRETIVA

A Manutenção Corretiva na indústria petroquímica, com foco em Áreas Classificadas.

6.1. Conceito de Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é um tipo de manutenção que visa corrigir falhas e reparar equipamentos e sistemas quando ocorrem paradas não planejadas ou quando há mau funcionamento dos mesmos. Em áreas classificadas, onde há a presença de materiais inflamáveis ou explosivos, a manutenção corretiva assume um papel ainda mais crítico para evitar riscos à segurança e ao meio ambiente. Ela está relacionada à correção de falhas e reparo de equipamentos e sistemas, como vasos de pressão, tanques de armazenamento, tubulações, bombas e compressores, que são cruciais para o processo de produção petroquímica.

Existem duas categorias principais de manutenção corretiva:

- **Manutenção corretiva planejada:** Nesse caso, as intervenções corretivas são programadas com antecedência, com base em históricos de falhas, análise de criticidade dos equipamentos ou de acordo com requisitos regulatórios. A manutenção planejada pode incluir a substituição programada de peças desgastadas, reparos em equipamentos ou sistemas com tempo de vida útil pré-determinado, entre outros.
- **Manutenção corretiva não planejada:** Essa modalidade de manutenção ocorre quando uma falha ou mau funcionamento ocorre de forma imprevista, exigindo uma intervenção imediata para garantir a continuidade das operações. A manutenção corretiva não planejada geralmente é resultado de eventos inesperados, como falhas de componentes, vazamentos, quebras ou mau funcionamento de sistemas críticos.

Exemplo 1: Imagine que em uma refinaria petroquímica, uma bomba de alimentação apresenta falha repentina, levando a uma parada não planejada na unidade de destilação. A manutenção corretiva seria realizada para diagnosticar e reparar a falha, garantindo o reinício das operações.

Exemplo 2: Em uma unidade de craqueamento catalítico, um trocador de calor apresenta vazamento em um tubo, comprometendo a eficiência do processo. A manutenção corretiva planejada seria programada para substituir o tubo danificado e evitar paradas não programadas.

6.2. Identificação de Falhas

A identificação de falhas é uma etapa crucial na manutenção corretiva, pois permite determinar a causa raiz do problema. Alguns métodos e técnicas utilizados para identificar falhas em equipamentos e sistemas incluem:

- **Inspecções visuais:** Através de uma observação cuidadosa, é possível identificar sinais visuais de falhas, como vazamentos, rachaduras, desgaste excessivo ou deformações em componentes.
- **Monitoramento de parâmetros:** Utilizando instrumentos de medição, é possível monitorar parâmetros como temperatura, pressão, vibração, fluxo ou níveis de fluidos. Desvios significativos desses parâmetros podem indicar falhas em equipamentos.
- **Análise de dados:** Através da análise de dados históricos, registros de incidentes ou alarmes, é possível identificar padrões ou tendências que possam indicar falhas iminentes ou recorrentes em equipamentos ou sistemas.

Uma vez identificada a falha, é importante realizar uma análise dos sinais e sintomas para determinar a causa raiz do problema. Isso pode envolver a análise de registros operacionais, consulta a manuais técnicos, entrevistas com operadores e técnicos, entre outros.

Exemplo 3: Monitoramento de vibração: Utilizando sensores de vibração, é possível monitorar as vibrações de equipamentos rotativos, como compressores, turbinas e bombas. A análise desses dados permite identificar desalinhamentos, desgastes de rolamentos ou desbalanceamentos que podem levar a falhas.

Exemplo 4: Inspecção visual: Realizando inspeções periódicas, é possível identificar sinais visuais de desgaste, corrosão, trincas ou vazamentos em equipamentos e tubulações. Essa identificação precoce ajuda a evitar falhas catastróficas e permite agendar a manutenção corretiva planejada.

6.3. Procedimentos de Reparo

Os procedimentos de reparo são as etapas a serem seguidas para corrigir a falha identificada. Os procedimentos devem seguir as melhores práticas para garantir a segurança e eficiência das operações. Alguns passos envolvidos no procedimento de reparo de equipamentos e sistemas incluem:

1. **Preparação:** Antes de iniciar qualquer reparo, é necessário garantir a segurança do ambiente de trabalho, utilizar os EPIs adequados e isolar a área, se necessário. Além disso, é importante contar com as ferramentas e materiais necessários para o reparo.
2. **Desmontagem:** O equipamento ou sistema com falha deve ser desmontado de acordo com as orientações do fabricante ou procedimentos estabelecidos. Durante a desmontagem, é importante tomar cuidado para evitar danos adicionais ou perda de peças.
3. **Identificação de peças danificadas:** Durante a desmontagem, é necessário identificar e avaliar as peças danificadas, verificando se elas podem ser reparadas ou se precisam ser substituídas.
4. **Reparo ou substituição de peças:** Com base na avaliação das peças danificadas, é necessário realizar o reparo adequado ou substituí-las por novas. Os reparos devem ser realizados de acordo com as melhores práticas da indústria e seguindo as orientações do fabricante.
5. **Montagem:** Após o reparo ou substituição das peças danificadas, o equipamento ou sistema deve ser montado novamente, garantindo que todas as peças estejam corretamente posicionadas e fixadas.
6. **Testes e com Continuação:**
7. **Testes e comissionamento:** Após a montagem, é fundamental realizar testes para verificar se o equipamento ou sistema está funcionando corretamente. Isso pode incluir testes de funcionamento, testes de desempenho, verificações de vazamentos, entre outros. O comissionamento envolve a colocação do equipamento ou sistema em operação e garantir que todos os parâmetros estejam dentro dos limites especificados.
8. **Documentação e registro:** Durante todo o processo de reparo, é importante documentar todas as etapas realizadas, incluindo a identificação da falha, as peças substituídas, os procedimentos realizados e os resultados dos testes. Esses registros são importantes para fins de rastreabilidade, histórico de manutenção e análise de dados.

É crucial ressaltar que a segurança é uma prioridade durante o procedimento de reparo. Certifique-se de seguir todas as normas de segurança relevantes, utilizar os EPIs adequados e garantir que os procedimentos sejam realizados por profissionais qualificados.

Exemplo 5: Reparo de um trocador de calor: Após identificar um vazamento em um trocador de calor, os procedimentos de reparo podem incluir: isolamento da unidade, drenagem do fluido, desmontagem do trocador, inspeção visual para identificar o tubo danificado, remoção do tubo danificado, preparação do novo tubo (cortando e dobrando), instalação do novo tubo, montagem do trocador, teste de pressão e comissionamento.

7. AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE MUDANÇAS

A análise de riscos é uma etapa fundamental para identificar e avaliar os riscos associados às atividades de manutenção preventiva, especialmente em áreas classificadas. Existem diversos métodos e técnicas utilizados para realizar essa análise. Alguns exemplos incluem:

- **Análise Preliminar de Riscos (APR):** Nessa técnica, os riscos são identificados e avaliados por meio de uma análise qualitativa, com base em experiências anteriores, conhecimento técnico e boas práticas. A APR é uma abordagem bastante utilizada para riscos comuns e conhecidos.
- **Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA):** Nesse método, os modos de falha possíveis são identificados, avaliados quanto à severidade, probabilidade de ocorrência e detecção, e atribuídos valores numéricos. A multiplicação desses valores resulta em uma pontuação de risco, que ajuda a priorizar as ações de mitigação.
- **Análise de Árvore de Falhas (FTA):** Na FTA, são identificados os eventos de falha e suas causas, utilizando uma representação gráfica em forma de árvore. A análise da árvore de falhas ajuda a entender as relações de causa e efeito entre as falhas e os impactos resultantes.

Ao realizar a análise de riscos em áreas classificadas, é necessário considerar as características específicas dessas áreas, como a presença de materiais inflamáveis ou explosivos. A identificação e avaliação dos riscos devem levar em conta as normas e regulamentações aplicáveis, como as diretrizes da API (American Petroleum Institute) para a indústria offshore.

7.1. Controle de Mudanças

O controle de mudanças desempenha um papel crucial na manutenção preventiva, pois permite gerenciar as alterações nos processos, equipamentos e sistemas. Isso é importante para garantir a segurança, confiabilidade e eficiência das atividades de manutenção. Alguns pontos importantes sobre o controle de mudanças são:

- Importância do controle de mudanças: O controle de mudanças é fundamental para evitar riscos associados a alterações não planejadas ou mal executadas. Ele permite analisar o impacto das mudanças, identificar possíveis riscos e implementar medidas de mitigação adequadas.
- Passos envolvidos no processo de controle de mudanças: O processo de controle de mudanças geralmente envolve os seguintes passos:
 1. Identificação da mudança: Todas as mudanças propostas devem ser identificadas e documentadas, incluindo detalhes sobre o motivo da mudança, os requisitos envolvidos e os impactos esperados.
 2. Análise de impacto: A análise de impacto envolve a avaliação dos efeitos potenciais da mudança nos processos, equipamentos, sistemas e, principalmente, na segurança e confiabilidade das operações. Isso inclui a identificação de riscos associados à mudança proposta.
 3. Plano de mitigação: Com base na análise de impacto, um plano de mitigação deve ser desenvolvido para minimizar ou eliminar os riscos identificados. Isso pode envolver a implementação de medidas de segurança adicionais, treinamento da equipe, alterações nos procedimentos operacionais, entre outros.
 4. Implementação da mudança: Após a aprovação do plano de mitigação, a mudança pode ser implementada de acordo com os procedimentos estabelecidos, garantindo que todas as etapas sejam executadas corretamente e que os riscos sejam adequadamente controlados.
 5. Monitoramento e revisão: Após a implementação da mudança, é importante monitorar continuamente os resultados e revisar periodicamente o processo de controle de mudanças para garantir sua eficácia e identificar possíveis melhorias.

Esses passos ajudam a garantir que as mudanças sejam gerenciadas de forma segura e controlada, minimizando os riscos potenciais para as operações de manutenção preventiva.

8. PROCEDIMENTOS E PROCESSOS DE TREINAMENTO E QUALIFICAÇÃO PARA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

A realização de manutenção preventiva em atmosferas explosivas requer profissionais capacitados e devidamente treinados. A gestão de manutenção preventiva em atmosferas explosivas, é fundamental garantir que a equipe responsável pela execução das atividades esteja devidamente treinada e qualificada. Isso é necessário para garantir a segurança das operações e a eficiência das medidas preventivas adotadas.

Os principais, mas não únicos, procedimentos e processos de treinamento e qualificação para manutenção preventiva em atmosferas explosivas, são:

1. Identificação das necessidades de treinamento: O primeiro passo é identificar as necessidades específicas de treinamento para a equipe de manutenção. Isso pode ser feito por meio de avaliações de competências, análise de riscos e requisitos regulatórios. É importante considerar os diferentes perfis de trabalho, como eletricitas, mecânicos e técnicos de instrumentação.
2. Desenvolvimento do programa de treinamento: Com base nas necessidades identificadas, é necessário desenvolver um programa de treinamento abrangente. Esse programa deve incluir os seguintes elementos:
 - a) Conteúdo do treinamento: Definir os temas e tópicos que serão abordados no treinamento, como princípios de atmosferas explosivas, classificação de áreas, tipos de proteção contraexplosão, procedimentos de trabalho seguros e uso adequado de equipamentos de proteção individual.
 - b) Metodologia de treinamento: Escolher a metodologia mais adequada para ministrar o treinamento, como aulas teóricas, atividades práticas, simulações ou treinamento online. É importante garantir uma abordagem interativa e participativa, que permita aos participantes aplicar o conhecimento adquirido na prática.
 - c) Recursos de treinamento: Providenciar os recursos necessários para o treinamento, como materiais didáticos, equipamentos de demonstração, simuladores e ferramentas específicas para atmosferas explosivas.
 - d) Instrutores qualificados: Selecionar instrutores qualificados e experientes, com conhecimento técnico sólido e habilidades de comunicação eficazes. Eles devem ser capazes de transmitir o conhecimento de forma clara e responder a perguntas dos participantes.
3. Realização do treinamento: O treinamento deve ser realizado de acordo com o programa estabelecido. Durante as sessões de treinamento, os seguintes aspectos devem ser considerados:
 - a) Engajamento dos participantes: Estimular a participação ativa dos participantes por meio de perguntas, discussões em grupo e atividades práticas. Isso ajuda a reforçar o aprendizado e a promover o compartilhamento de experiências entre os participantes.

b) Avaliação do progresso: Realizar avaliações periódicas para verificar o progresso dos participantes. Isso pode ser feito por meio de testes escritos, exercícios práticos ou avaliações de desempenho simuladas.

c) Feedback: Fornecer feedback contínuo aos participantes, destacando pontos fortes e áreas de melhoria. Isso ajuda a reforçar o aprendizado e permite que os participantes façam ajustes conforme necessário.

4. Certificação e qualificação: Após a conclusão bem-sucedida do treinamento, os participantes devem ser certificados e qualificados para executar tarefas de manutenção preventiva em atmosferas explosivas. A certificação pode ser obtida por meio de exames teóricos e práticos, bem como por meio de avaliação contínua de desempenho.

Existem organizações e programas de certificação que estabelecem os padrões para a qualificação dos profissionais envolvidos na manutenção preventiva em atmosferas explosivas. Essas certificações podem ser obtidas por meio da conclusão bem-sucedida de cursos reconhecidos e da aprovação em exames específicos.

As certificações e qualificações são uma forma de garantir que os profissionais possuam o conhecimento e as habilidades necessárias para realizar a manutenção preventiva em conformidade com as normas e regulamentos aplicáveis.

5. Atualização e reciclagem: As qualificações devem ser atualizadas periodicamente para garantir que os conhecimentos e habilidades permaneçam atualizados. É importante fornecer treinamento de reciclagem para reforçar os conceitos-chave e abordar quaisquer alterações nas regulamentações ou procedimentos.

Devido à evolução contínua das normas, tecnologias e práticas de segurança, é fundamental que os profissionais recebam atualizações regulares e oportunidades de reciclagem. Isso garante que eles estejam cientes das mais recentes diretrizes e melhores práticas e estejam preparados para lidar com os desafios emergentes.

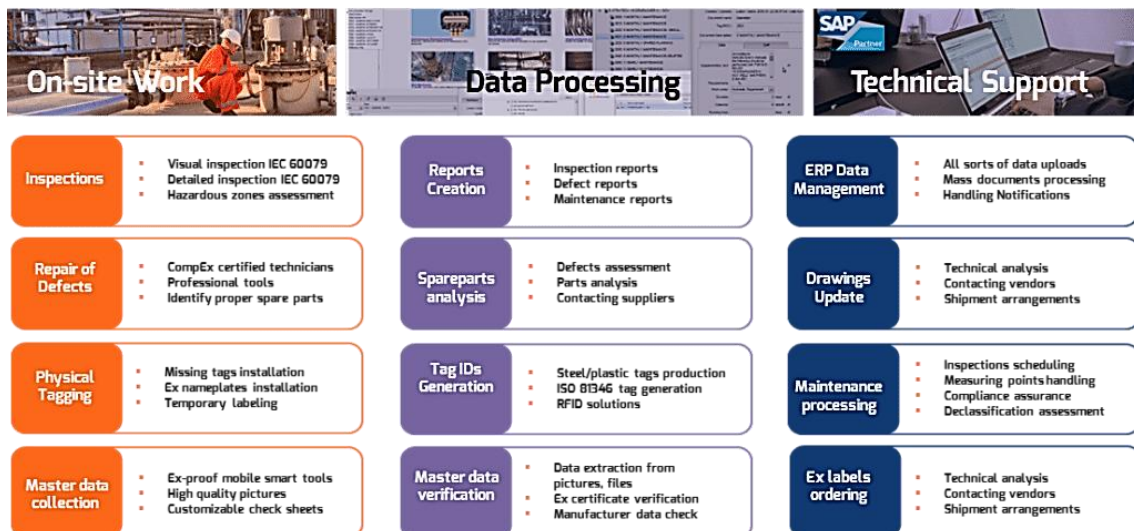
Além disso, a reciclagem periódica permite a revisão dos conhecimentos e habilidades adquiridos, reforçando a segurança e a eficácia da manutenção preventiva em atmosferas explosivas.

6. Documentação e Registro de Treinamento: É essencial manter registros adequados de todo o treinamento e qualificação recebidos pelos profissionais. Isso inclui a documentação dos cursos concluídos, certificados obtidos e datas de reciclagem.

A documentação e registro adequados permitem uma rastreabilidade precisa das qualificações dos profissionais e são importantes para fins de conformidade com regulamentações e auditorias de segurança.

9. PROCEDIMENTOS E PROCESSOS DE DOCUMENTAÇÃO E REGISTRO NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM ATMOSFERAS EXPLOSIVAS

Todos os procedimentos de manutenção preventiva realizados em atmosferas explosivas devem ser devidamente documentados e registrados. Isso inclui registros de inspeção, relatórios de manutenção, certificados de calibração e qualquer outra documentação pertinente. Essa documentação é essencial para fins de rastreabilidade, auditorias e histórico de manutenção.



Na manutenção preventiva em atmosferas explosivas, é de extrema importância estabelecer procedimentos e processos para a documentação e registro adequados. Isso garante a rastreabilidade, conformidade e histórico das atividades realizadas. Os seguintes pontos devem ser considerados:

1. Identificação dos requisitos de documentação:

- O primeiro passo é identificar os requisitos específicos de documentação para a manutenção preventiva em atmosferas explosivas. Isso inclui requisitos regulatórios, padrões da indústria e diretrizes internas da organização. Esses requisitos podem abranger informações como

procedimentos de trabalho, relatórios de inspeção, registros de manutenção e certificados de conformidade.

2. Elaboração de procedimentos e formulários:

Com base nos requisitos identificados, devem ser desenvolvidos procedimentos e formulários padronizados para a documentação e registro da manutenção preventiva. Esses documentos devem ser claros, concisos e de fácil compreensão. Alguns exemplos de documentos incluídos nesse processo podem ser:

- Procedimentos de manutenção preventiva: Descrição detalhada dos passos a serem seguidos para a execução das atividades de manutenção preventiva, incluindo a identificação dos equipamentos, as tarefas a serem realizadas, as ferramentas e materiais necessários, os intervalos de manutenção e os critérios de aceitação.
- Checklists de inspeção: Listas de verificação detalhadas que auxiliam os técnicos de manutenção na execução das inspeções de rotina. Essas listas podem incluir itens a serem verificados, medições a serem feitas e condições a serem observadas.
- Relatórios de inspeção: Documentação dos resultados das inspeções realizadas, incluindo quaisquer observações, problemas identificados, medidas corretivas adotadas e recomendações para ações futuras.
- Registros de manutenção: Registro detalhado de todas as atividades de manutenção preventiva realizadas, incluindo datas, tarefas executadas, peças substituídas, ajustes feitos e quaisquer outras informações relevantes.

3. Preenchimento dos Documentos:

Os documentos devem ser preenchidos de forma completa, precisa e legível. É importante garantir que todas as informações relevantes sejam registradas corretamente.

4. Revisão e Atualização dos Documentos:

Os procedimentos e formulários devem ser revisados periodicamente para garantir que estejam atualizados e alinhados com as melhores práticas e requisitos regulatórios mais recentes. Qualquer alteração ou atualização deve ser comunicada à equipe de manutenção e aos responsáveis pela gestão de segurança.

5. Certificados de Calibração:

- Os instrumentos de medição e equipamentos utilizados na manutenção preventiva, como detectores de gases e equipamentos de

monitoramento, devem ser calibrados regularmente. É essencial manter os certificados de calibração, que atestam a precisão e confiabilidade dos instrumentos. Esses certificados devem ser arquivados e atualizados conforme a calibração é realizada.

6. Outra Documentação Pertinente:

- Além dos registros mencionados acima, outros documentos relevantes devem ser adequadamente documentados e registrados. Isso pode incluir manuais de operação, diagramas elétricos, especificações técnicas, listas de verificação e instruções de fabricantes. Essa documentação é valiosa para a compreensão dos equipamentos, procedimentos e requisitos específicos.

7. Armazenamento e Acesso aos Registros:

- Os registros e documentos relacionados à manutenção preventiva devem ser armazenados de forma segura e organizada. É importante garantir que sejam acessíveis quando necessário, para auditorias de conformidade, análise de histórico, investigação de incidentes ou outras finalidades. Os registros devem ser mantidos em ambiente protegido contra danos físicos, como incêndio ou inundação, e também podem ser armazenados eletronicamente para facilitar o acesso e a pesquisa.

8. Padronização da Documentação:

- É recomendável estabelecer um padrão para a documentação na manutenção preventiva em atmosferas explosivas. Isso inclui a definição de formatos, modelos e campos obrigatórios nos registros e relatórios. A padronização facilita a organização e a compreensão dos documentos, permitindo uma análise mais eficiente das informações contidas neles.

9. Identificação e Etiquetagem:

- A identificação clara e consistente dos registros e documentos é fundamental. Cada registro deve ser identificado com informações como data, número de identificação único, nome do equipamento ou sistema relacionado e nome do responsável pela execução da atividade. Além disso, a etiquetagem adequada dos documentos físicos e eletrônicos ajuda a localizá-los facilmente quando necessário.

10. Sistemas de Gerenciamento de Documentos:

- Utilizar sistemas de gerenciamento de documentos eletrônicos ou softwares especializados pode facilitar a organização, armazenamento e recuperação dos registros. Esses sistemas permitem a criação de bancos de dados estruturados, pesquisa avançada, controle de versões, acesso controlado e a possibilidade de vincular documentos relacionados.

11. Retenção e Descarte de Documentos:

- É importante estabelecer políticas de retenção de documentos que definam o período necessário para manter os registros. Isso geralmente é determinado por requisitos legais, regulamentares ou internos da organização. Além disso, políticas de descarte seguro devem ser implementadas para garantir a proteção de informações sensíveis ou confidenciais contidas nos documentos.

12. Auditorias e Revisões:

- Auditorias e inspeções internas: Regularmente, devem ser realizadas auditorias e inspeções internas para verificar a conformidade com os procedimentos documentados e a qualidade dos registros. Essas auditorias podem ser conduzidas por uma equipe designada ou por um auditor externo. Os resultados devem ser documentados e as ações corretivas necessárias devem ser implementadas.

13. Integração de Sistemas:

- Em organizações que utilizam sistemas de gerenciamento de manutenção computadorizados (CMMS) ou sistemas de gerenciamento de ativos empresariais (EAM), é benéfico integrar os processos de documentação e registro a esses sistemas. Isso permite a centralização das informações, facilita o acesso aos registros durante a execução de tarefas de manutenção e ajuda na geração de relatórios e análises mais abrangentes.

10. GESTÃO DA QUALIDADE NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

1. Importância da Gestão da Qualidade:

- A gestão da qualidade é fundamental para garantir que as atividades de manutenção preventiva sejam realizadas de forma eficiente, confiável e segura.

- Isso envolve o estabelecimento de padrões de qualidade, a implementação de processos de controle e monitoramento, e a busca contínua pela melhoria dos resultados.

Exemplo: Na manutenção preventiva de um sistema de controle de temperatura, a gestão da qualidade garantirá que as medições sejam precisas, os instrumentos estejam calibrados corretamente e os procedimentos de manutenção sejam seguidos de acordo com os padrões estabelecidos.

2. Gestão de Documentação:

- A gestão de documentação é essencial para manter um registro adequado das atividades de manutenção preventiva e garantir a rastreabilidade das ações realizadas.
- Isso envolve a criação e atualização de procedimentos, checklists, relatórios de manutenção e registros de histórico.

Exemplo: Ao gerenciar a documentação da manutenção preventiva de um sistema de compressão de ar, é necessário ter registros de inspeções, manutenções realizadas, peças substituídas e resultados de testes.

3. Auditorias de Qualidade:

- As auditorias de qualidade são uma ferramenta fundamental na gestão da qualidade da manutenção preventiva, permitindo a avaliação do cumprimento dos padrões estabelecidos e a identificação de oportunidades de melhoria.
- Isso pode ser feito por meio de auditorias internas ou externas, envolvendo a revisão dos processos, registros e práticas de manutenção.

Exemplo: Ao realizar uma auditoria de qualidade na manutenção preventiva de uma planta de refino, é possível identificar não conformidades, como falhas na execução de procedimentos ou falta de treinamento adequado.

4. Gestão de Fornecedores:

- A gestão de fornecedores desempenha um papel crucial na garantia da qualidade dos materiais e serviços utilizados na manutenção preventiva.
- Isso envolve a seleção criteriosa de fornecedores qualificados, a definição de requisitos de qualidade, a monitorização do desempenho e a implementação de processos de controle.

Exemplo: Ao gerenciar fornecedores na manutenção preventiva de um sistema de tratamento de água, é necessário avaliar a qualidade dos produtos químicos fornecidos, a pontualidade das entregas e a conformidade com as especificações técnicas.

5. Melhoria Contínua:

- A busca pela melhoria contínua é um princípio fundamental da gestão da qualidade na manutenção preventiva.
- Isso envolve a análise de indicadores de desempenho, a identificação de áreas de oportunidade, a implementação de ações corretivas e preventivas, e o acompanhamento dos resultados.
- Exemplo: Ao implementar um programa de melhoria contínua na manutenção preventiva de um sistema de tratamento de efluentes, pode-se identificar a necessidade de otimizar os processos, reduzir o consumo de energia ou melhorar a eficiência dos equipamentos.

9.1. Programas aplicáveis à Gestão da Qualidade na Manutenção Preventiva

1. Programa 5S:

- O programa 5S é uma metodologia que busca promover a organização, limpeza e padronização do ambiente de trabalho.
- Ele consiste em cinco etapas: Seiri (senso de utilização), Seiton (senso de ordenação), Seiso (senso de limpeza), Seiketsu (senso de padronização) e Shitsuke (senso de autodisciplina).

Exemplo: Na manutenção preventiva de uma unidade de craqueamento de petróleo, o programa 5S pode ser aplicado para organizar as ferramentas, padronizar a disposição dos equipamentos e garantir a limpeza dos locais de trabalho.

2. Programa TPM (Total Productive Maintenance):

- O programa TPM visa maximizar a eficiência dos equipamentos por meio da participação de todos os funcionários.
- Ele envolve a identificação e eliminação das perdas, a manutenção autônoma (em que os operadores realizam tarefas de manutenção básica), a manutenção planejada, a educação e treinamento, e a melhoria contínua.

Exemplo: Na manutenção preventiva de uma unidade de destilação, o programa TPM pode ser implementado para envolver os operadores na inspeção visual dos equipamentos, identificar e relatar problemas, e participar de treinamentos para aumentar a eficiência e prolongar a vida útil dos equipamentos.

3. Programa de Auditoria Interna:

- O programa de auditoria interna tem como objetivo avaliar a conformidade dos processos de manutenção preventiva com os requisitos de qualidade estabelecidos.
- Ele envolve a criação de uma equipe de auditores internos, a definição de critérios de auditoria, a realização de auditorias periódicas e a emissão de relatórios de não conformidades e recomendações de melhoria.

Exemplo: Na manutenção preventiva de uma unidade de produção de polímeros, o programa de auditoria interna pode ser implementado para avaliar se os procedimentos de manutenção estão sendo seguidos corretamente, se os registros estão sendo preenchidos adequadamente e se as atividades estão sendo executadas dentro dos prazos estabelecidos.

4. Programa de Certificação de Fornecedores:

- O programa de certificação de fornecedores visa assegurar que os materiais e serviços fornecidos atendam aos requisitos de qualidade estabelecidos.
- Ele envolve a definição de critérios de seleção de fornecedores, a realização de auditorias nos fornecedores, a avaliação de seu desempenho e a emissão de certificados de conformidade.

Exemplo: Na manutenção preventiva de uma unidade de produção de fertilizantes, um programa de certificação de fornecedores pode ser implementado para garantir que os produtos químicos utilizados na manutenção atendam aos padrões de qualidade e segurança.

