

Manutenção Preventiva em Gerador Elétrico

Eliab Francisco de Moura

Estudante de Engenharia Elétrica, Cabo de Santo Agostinho, Brasil, E-mail: eliabmoura@gmail.com

Rodolfo Vadson Torre da Silva

Estudante de Engenharia elétrica, J. dos Guararapes, Brasil, E-mail: rodolfovadson@hotmail.com

José Adnilson dos Santos

Estudante de Engenharia elétrica, Rio Formoso, Brasil, E-mail: mariajose_mary@hotmail.com

Ycaro Souza de Jesus

Professor do Curso de Engenharia elétrica UniFG, Cidade, Brasil, ycarosouzadejesus@hotmail.com

RESUMO: Os planos de manutenção preventivos são métodos comuns na indústria, relatam quais são as frequências e periodicidade das atividades de manutenção. Esse artigo tem por objetivo revelar a importância da manutenção preventiva em equipamentos que possui uma alta confiabilidade no sistema elétrico de uma empresa, mostrando os conceitos, ferramentas e técnicas relacionadas a planos de manutenção preventiva, dando ênfase a um equipamento crítico no sistema elétrico que é o gerador. Consiste também em uma série de medidas que garantem a segurança, conservação e o excelente funcionamento do equipamento. Mostraremos como funciona o plano de manutenção preventiva em um equipamento elétrico crítico de uma indústria de refino, sendo monitorado com frequência sua programação e usando o SAP como ferramenta extremamente importante de gestão de ativos e históricos de registros de falhas. Dentre as conclusões, foi observado que um plano de manutenção bem elaborado e com uso de um sistema que é o ERP SAP, utilizado para controle e monitoramento do planejamento e programação, aumenta a confiabilidade impedindo a ocorrência de falhas, paradas e perdas inesperadas.

PALAVRAS-CHAVE: Manutenção preventiva; Plano de manutenção; Ordens de Serviço.

ABSTRACT: Preventive maintenance plans are common methods in the industry, reporting the frequencies and periodicity of maintenance activities. This article aims to reveal the importance of preventive maintenance in equipment that has a high reliability in the electrical system of a company, showing the concepts, tools and techniques related to preventive maintenance plans, emphasizing a critical equipment in the electrical system that is the generator. It also consists of a series of measures that guarantee the safety, conservation and excellent functioning of the equipment. We will show how the preventive maintenance plan works in critical electrical equipment in a refining industry, its schedule being monitored frequently and using SAP as an extremely important asset management tool and history of failure records. Among the conclusions, it was observed that a well-designed maintenance plan using a system that is ERP SAP, used to control and monitor planning and programming, increases reliability by preventing the occurrence of failures, stops and unexpected losses.

KEYWORDS: Preventive maintenance; Maintenance plan; Service orders

1 Introdução

Nas últimas décadas, a área de manutenção vem passando por uma grande mudança e o incremento destas mudanças pode ser observado no número e na variedade das instalações produtivas. Com projetos cada vez mais elaborados, com exigências de conhecimento técnico em níveis cada vez mais avançados, o que demanda uma atualização constante dos profissionais da área de manutenção.

Com essas mudanças a empresa terá que passar por um processo de atualizações, pois por meio do sistema de manutenção é possível antecipar-se prevendo falhas que poderiam ocasionar paradas indesejadas. Da mesma forma, é possível detectar uma situação pré-existente de falha e programar-se para uma intervenção planejada.

Segundo Tavares (2005) a manutenção vem ganhando um novo papel de destaque dentro das empresas, visto que possui uma grande influência na parada de máquinas durante o processo produtivo. Para Tavares, hoje em dia é inadmissível que seja interrompida a produção em função de uma parada aleatória de uma máquina para a realização de manutenções.

De acordo com Siqueira (2005), a Manutenção Preventiva têm o propósito de prevenir e evitar as consequências das falhas. Para Xenos (2004), a Manutenção preventiva envolve algumas tarefas sistemáticas tais como, inspeções, reformas e trocas de peças principalmente. Para Kardek e Nascif (2009) a atuação é realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado baseado em intervalos definidos de tempo.

A partir desse processo de mudança de pensamentos e com uma visão focada em melhorias na área de manutenção preventiva, foram criados vários aparelhos, softwares e planos de manutenção para atender a uma manutenção que busque a melhoria contínua e atenda às necessidades de trabalho do processo e das máquinas.

Mostraremos através de planos de manutenção preventiva e com uso do software SAP, um método de realizar manutenção planejadas, aplicando dentro do aspecto funcional dos processos de manutenção num equipamento elétrico crítico de uma indústria de óleo e gás, usando como referência e objeto de estudo desse artigo um gerador elétrico a vapor de 13,8kV de potência de 50MVA, e como é feita sua manutenção dando ênfase na estruturação e elaboração do plano de manutenção. Dessa forma mostraremos os benefícios obtidos com a implementação, o gerenciamento e o controle através da utilização dessa ferramenta SAP, atingindo os padrões de confiabilidade das máquinas e do processo.

2 Referencial Teórico

Na história da manutenção temos alguns períodos; antes da segunda guerra mundial a manutenção dos equipamentos e as falhas nos mesmos não era a preocupação principal, pois a simplicidade dos equipamentos fazia com que a manutenção fosse fácil e estes eram mais confiáveis. Já na segunda guerra mundial, com a crescente industrialização e complexidade dos projetos, além das demandas maiores, viu-se a necessidade da preocupação com a manutenção, desta forma nasceram os planos de manutenção.

De acordo com Moubrey, (1997): “Planos de manutenção preventiva eram elaborados e passou a existir a preocupação com os tempos de parada dos equipamentos produtivos”.

Desta maneira, o conceito de manutenção preventiva veio à tona, tendo por necessidade de acordo com as visualizações do processo, que era necessário verificar e enxergar as falhas antes de acontecer ou estas devem ser previstas.

Outro fato foi a identificação dos custos de manutenção elevados, desta forma foi vista a necessidade do controle. Moubrey (1997) apresenta que nesse período buscou-se novas maneiras de maximizar a vida útil dos equipamentos produtivos, passando a existir a preocupação com alta disponibilidade e confiabilidade, sem proporcionar nenhum dano ao ambiente, ter maior segurança, maior qualidade do produto e custos sob controle.

2.1 Tipos de manutenção

A manutenção existe vários conceitos e classificações a seu respeito. Serão demonstrados os mais utilizados, que são:

2.1.1 Manutenção Corretiva

Segundo Kardec e Xavier (2001), a manutenção corretiva é o reparo que é realizado de forma emergencial em um equipamento para que o mesmo volte imediatamente à sua condição normal.

Uma falha ou um defeito, pode não parar o equipamento, mas certamente trará algum tipo de prejuízo ao seu perfeito funcionamento.

Segundo Filho (1996,p.9), falha é a perda da capacidade de um item, instalação, máquina ou sistema produtivo de realizar sua função específica. Um defeito não torna a máquina indisponível, mas se não reparado ou se não corrigido levará a máquina ou item à falha e à consequente indisponibilidade.

2.1.1.1 Manutenção Corretiva Planejada.

A Manutenção corretiva não planejada espera-se o equipamento falhar completamente para atuação. A manutenção atua depois da falha. Exemplo: quebra das pás de uma ventoinha de uma bomba, depois de ter ficado tempo em atrito com a proteção. Kardec e Xavier (2001)

A manutenção planejada, percebe-se a redução de desempenho e atua. Exemplo: ouve-se o ruído das pás na proteção e imediatamente atua-se. Kardec e Xavier (2001)

2.1.2 Manutenção Preventiva

Segundo Pinto (1998), a manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Qualquer ativo físico solicitado para realizar uma determinada função estará sujeito a uma variedade de esforços. Estes esforços gerarão fadiga e isto causará a deterioração deste ativo físico reduzindo sua resistência à fadiga. Esta resistência reduzir-se-á até um ponto no qual o ativo físico pode não ter mais o desempenho desejado, em outras palavras, ele pode vir a falhar (MOUBRAY, 1997).

Utilizando dados estatísticos de arquivos ou históricos disponíveis nas empresas, procura-se determinar o tempo provável em que ocorrerá a falha, pois sabe-se que esta poderá ocorrer, mas não se pode determinar exatamente quando. Pode-se, ainda, reduzir a probabilidade de falhas pelo fato de a manutenção ser programada com antecedência, sendo o ônus desta paralisação substancialmente baixo.

A manutenção preventiva caracteriza-se pelo trabalho sistemático para evitar a ocorrência de falhas procurando a sua prevenção, mantendo um controle contínuo sobre o equipamento. A manutenção preventiva é considerada como o ponto de apoio nas atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças deterioradas, porém ainda com funcionalidade e reformas programadas (PATTON JR, 1983).

As máquinas são feitas de componentes e de peças desta maneira estão sujeitas a falhas ou até desgastes naturais, desta forma se não for dada a atenção necessária às máquinas, elas falharão (FILHO, Gil Branco, 2006).

2.1.3 Manutenção Preditiva

Kardec e Xavier (2001) afirmam que manutenção preditiva é baseada na condição do equipamento, ou seja, quanto mais parâmetros originais de condição e desempenho são modificados, mais intervenções devem ser realizadas.

Nesta manutenção, realizam-se medições que ajudam a entender se o equipamento ainda está em seu pleno desempenho ou se já está tendendo a uma curva de falha. Exemplo: medição da corrente nominal do motor. Quando à mesma começa a se aproximar da corrente máxima de placa, algo está errado com o motor ou com o sistema e deve-se intervir.

Considerando que uma manutenção eficaz e rápida é necessária, um elemento importantíssimo são as peças sobressalentes. Às vezes o diagnóstico da falha é rápido, porém a empresa não possui a peça, fazendo assim com o que o tempo da intervenção seja maior. A seguir são apresentadas algumas considerações sobre peças de reposição sobressalentes.

2.1.4 Manutenção Detectiva

É uma manutenção efetuada em sistemas de proteção, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção (PINTO, 2001 apud CASTELLA, 2001).

2.2 Equipamentos Elétricos críticos

Uma característica principal da gestão de manutenção competitiva é a definição dos equipamentos críticos de sua operação, a qual, associada a uma estratégia de manutenção adequada, deverá garantir maior previsibilidade de disponibilidade e continuidade operacional dos processos produtivos.

Equipamentos classificados como críticos são aqueles cujo efeito de falha podem ocasionar, parada da planta, perda da função principal e secundária, também sendo críticos os que possuem grau de criticidade alta e média para o meio ambiente e segurança das instalações e pessoas. A criticidade atribuída está diretamente proporcional ao impacto desses equipamentos nas operações produtivas e das instalações industriais.

Os equipamentos críticos também podem ser classificados como A, B ou C, determinando o grau de disponibilidade e confiabilidade desses equipamentos, é possível mensurar alguns equipamentos críticos de uma planta, assim como: Secador de Ar, Compressores, Banco de baterias, Inversor de tensão, Carregadores de baterias, Esfera de GLP e tantos outros equipamentos que causam parada de produção. Contudo, o objetivo de estudo deste artigo é o gerador elétrico, equipamento importante para qualquer indústria de grande, médio e pequeno porte.

2.2.1 Gerador Elétrico

O gerador é uma máquina de rotor cilíndrico refrigerado a ar que se adequa a um serviço de carga de base ou máxima em conformidade com as informações apresentadas na placa do equipamento:

Dados De Projeto Do Gerador:

Tensão nos Terminais: 13800 Volts

Frequência: 60Hz

Velocidade: 3600rpm

Fator de Potência: 0,8 em atraso

Norma: IEC 60034-3

Refrigerante: Água doce a 31°C

Potência: 62500kVA (50000kW)

2.2.2 Princípio de Funcionamento de um Gerador elétrico:

Converter diferentes formas de energia, como energia mecânica, química e solar, em energia elétrica. O princípio de funcionamento mais comum entre os geradores é a indução eletromagnética. Esse processo ocorre quando um conjunto de espiras condutoras, dispostas no interior dos geradores, são colocadas entre ímãs, de modo que a rotação dessas bobinas possa produzir uma grande quantidade de corrente elétrica, usada para alimentar os mais variados tipos de circuitos elétricos (Manual: TP0001693).

Estator:

O núcleo é integrado numa estrutura de aço fabricado e é constituído por estampagens segmentais de aço ao silício de perda reduzida isoladas por uma camada de verniz em ambos os lados. Fica preso entre chapas pesadas que encaixam na respectiva posição sob pressão. Divide-se em secções curtas por condutas de ventilação radiais formadas por dedos que se prolongam a partir da ponta de cada dente na parte traseira do núcleo e soldados a uma estampagem espessa num dos lados da conduta.

O alinhamento das estampagens é mantido por chaves de encaixe apertadas na estrutura do estator. O enrolamento do estator é do tipo diamante de duas camadas com bobinas mantidas em ranhuras abertas por cunhas de tecido com resina sintética epoxídica, sendo que as duas camadas apresentam um separador idêntico.

As bobinas são feitas em duas metades, em que cada uma é integralmente formada antes da respetiva montagem no estator. O isolamento é feito com fita de vidro de mica ligada de resina sintética em toda a extensão, sendo que a parte da ranhura é estampada a quente até se obter o seu tamanho final. Todas as juntas de transporte de corrente nos enrolamentos são cortadas e soldadas.

As laminações do enrolamento do estator são transpostas num padrão regular de modo a minimizar as correntes de circulação e perdas. As bobinas completas são protegidas contra a formação de coroa por fita condutora no comprimento da ranhura e com fita de descarga de coroa em cada extremidade do núcleo. Na extremidade do enrolamento, as bobinas são apertadas com blocos vedantes ligados por resina sintética em cordões de poliéster, sendo suportadas nas extremidades do núcleo por suportes isolados (BRUSH Electrical Machines, 2012).

Rotor:

O rotor é constituído por uma forjadura de aço ligado sólido. O enrolamento fica preso em ranhuras com cunhas. As ranhuras nos dentes proporcionam passagens de ar longitudinais ventiladas para a folga através de aberturas entre as cunhas. O enrolamento consiste em bobinas de espirais múltiplas de fita de cobre enrolada na aresta. Os enrolamentos finais são suportados por tampões não magnéticos contraídos num espigão existente no corpo do rotor e presos com blocos de vedação ligados por resina sintética e, finalmente, contidos numa anilha de aço. São utilizadas cunhas de ranhura de alumínio ligadas nas extremidades por conectores de cobre para proporcionar circuitos amortecedores com vista a reduzir os efeitos prejudiciais das correntes de sequência negativa. Há rotores que apresentam igualmente ranhuras secundárias, que proporcionam um arrefecimento adicional. O ar é libertado através de condutas radiais formadas nas bobinas (BRUSH Electrical Machines, 2012).

2.3 Circuito Interno De Ar:

O ar é aspirado em cada extremidade da máquina por ventiladores montados em eixos e é dividido entre o rotor, os enrolamentos finais do estator e a folga. A seguir, passa pelas condutas radiais no núcleo do estator e sai pela estrutura do estator. Uma pequena parte do ar de arrefecimento é desviada para o excitador principal (BRUSH Electrical Machines, 2012).

2.3.1 Como definir a criticidade do equipamento

A curva ABC é um método de classificação de informações que separa os itens de maior importância ou impacto, que são normalmente em menor número. Trata-se de uma classificação estatística de materiais, baseada no princípio de Pareto, em que considera-se a importância dos materiais, baseada nas quantidades utilizadas e no seu valor. MANUTENÇÃO (2018).

Este sistema é também aplicável ao estabelecimento de prioridades, como o caso em questão, a fim de permitir a classificação de máquinas e equipamentos conforme seu grau de importância para o setor produtivo. Trata-se de uma classificação determinante para desenvolvimento de uma política de manutenção adequada, com a avaliação da criticidade das máquinas frente ao impacto de suas falhas ao processo produtivo, o que pode ser confirmado por MANUTENCAO (2018).

Este método de classificação ABC foi adaptado JIPM - Japan Institute of Plant Maintenance, em 1955, que recomenda sua utilização como ferramenta para avaliação da criticidade de equipamentos através do uso de um fluxograma do tipo decisório, conforme Figura 02 a seguir. Para sua utilização, é necessário uma base de critérios de criticidade que nos permite definir uma classificação em classes (A, B ou C). A figura 1, apresenta um exemplo de base de critérios determinado pelo fluxograma. MANUTENÇÃO (2018).

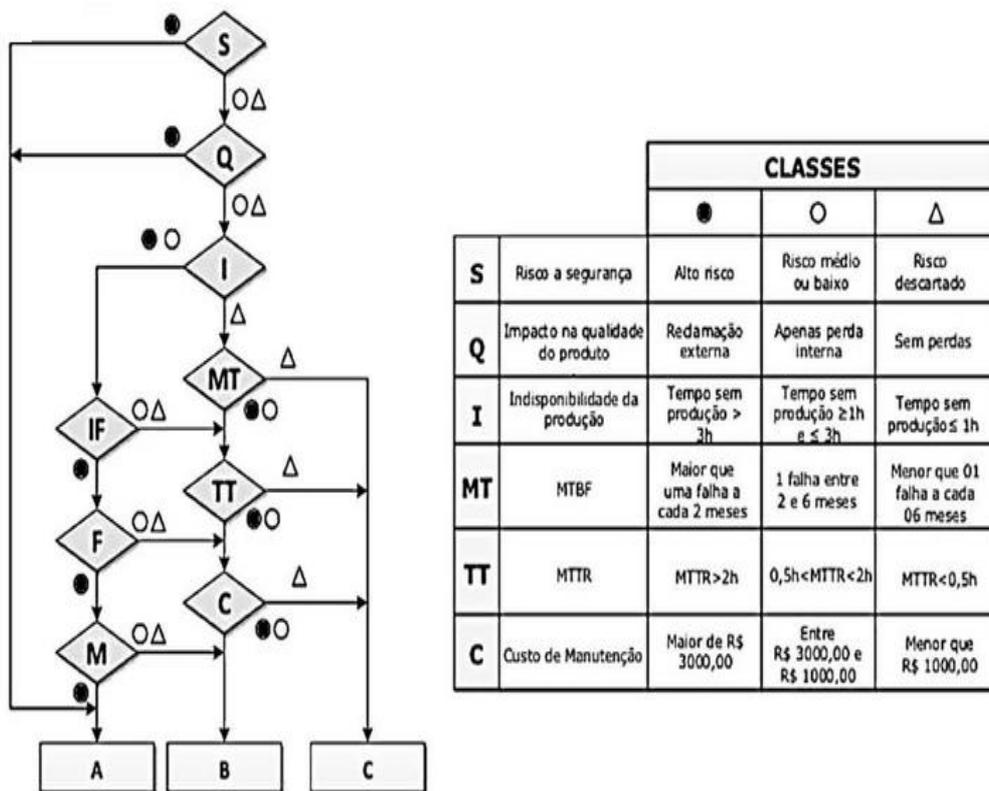


FIGURA 1 - Classificação ABC – Fatores de avaliação e Fluxo decisional
Fonte: JIPM

A avaliação por meio da Classificação ABC é feita para cada equipamento com os resultados possíveis:

Classe A: equipamentos altamente críticos para o processo, cujo efeito de falha ou baixo desempenho podem resultar em graves consequências para as operações e ou negócios da empresa;

Classe B: Equipamentos importantes para o processo, sendo aceitável conviver por algum período com desempenho reduzido do equipamento;

Classe C: Equipamentos com baixo impacto no processo, não havendo maior impacto a situação de baixo desempenho ou mesmo colapso do equipamento.

Seis critérios são levados em conta:

1. **Segurança:** Máquinas perigosas, como prensas e guilhotinas, ao apresentarem falhas, podem causar sérios danos à saúde do trabalhador que a opera.
2. **Qualidade do produto:** Algumas máquinas realizam processos de alta precisão e, dessa maneira, o menor nível de desalinhamento pode acarretar perda de qualidade do produto fabricado.
3. **Impacto na produção:** Falhas em máquinas gargalos no processo produtivo podem impactar fortemente na produtividade da empresa. Em alguns casos, podem até mesmo ocasionar em paradas totais da produção. Portanto, esse é um critério extremamente importante na análise de criticidade.
4. **MTBF / Confiabilidade da máquina:** Esse critério faz uso do indicador MTBF, abordado previamente, que trata do tempo decorrido entre falhas em uma máquina.
5. **Tempo de Reparo:** Esse critério faz uso do indicador MTTR, 'Mean Time to Recovery', que representa o tempo médio necessário para substituir ou reparar um componente defeituoso, ou mesmo para que a máquina volte a funcionar.

Custos de manutenção: Dinheiro a ser gasto no conserto de uma máquina específica que venha a apresentar falhas. Esse gasto varia de acordo com a falha ocorrida, porém, de maneira geral, é possível inferir se o ativo requer altos gastos com peças de reposição. Por exemplo, se o ativo for importado, pode ser que os custos de reposição de peças defeituosas sejam mais elevados.

2.3.2 Estratégia de manutenção para críticos

Para um equipamento ou componente que não deve falhar sob nenhuma hipótese, deve-se estabelecer uma estratégia de manutenção adequada para a percepção do início da falha do equipamento o quanto antes, para tomada de providências a tempo de evitar sua piora de desempenho ou mesmo um colapso funcional do mesmo.

O plano de manutenção do equipamento crítico vai contar prioritariamente com intervenções de manutenção preditiva técnica, combinadas com intervenções de manutenção preventiva sistemática.

Por exemplo, para um conjunto moto-bomba serão programadas intervenções de análise de vibração (preditiva técnica) e intervenções de lubrificação (preventiva sistemática). Sendo feitas essas atividades nas frequências estabelecidas, pode-se dizer que o equipamento está bem cuidado. A análise de vibração é a melhor técnica preditiva para evidenciar a condição de um conjunto moto-bomba.

A política para o equipamento crítico contará também com equipes de melhoria focadas na redução de falhas, a prática de análise de falha como rotina, bem como a aplicação da ferramenta SAP.

2.4 Software S.A.P

O SAP é um sistema de aplicações e produto em um processo de dados. Foi criado em 1972 por 5 engenheiros consultores da IBM (Hasso Platter) e quatro outros colegas que perceberam a possibilidade de criar um pacote de software padrão a ser executado em mainframe na IBM. O SAP apareceu na América no meio de uma revolução nas corporações chamada reengenharia de processos de negócios (ALBERT, 2015).

2.4.2 Software na manutenção

Dentro destes aspectos de manutenções é que entra a ferramenta do software para ajudar na realização das programações de manutenção. A ferramenta tem por objetivo fazer a programação conforme lhe é determinado, dentro dos tempos e horímetros pré-estabelecidos pelo usuário, desta forma evitando um esquecimento ou uma falha na programação das manutenções preventivas e preditivas. A utilização da ferramenta é simples, pois o mesmo é auto didático, ou seja, o próprio sistema faz o pedido das informações necessárias para entrada, criações e ou alterações que se deseja fazer.

3 Metodologia

A metodologia aplicada neste artigo foi fundamentada no referencial teórico estudado, através de pesquisas bibliográficas, no conhecimento adquirido no ambiente de trabalho e baseado nas observações realizadas pela equipe de manutenção através das ordens de manutenção.

Na primeira parte deste artigo foi realizado o embasamento teórico, pesquisa bibliográfica, através de autores conceituados em engenharia de manutenção, sistemas visuais, conforme mencionando no corpo do artigo. Segundo Prodanov e Freitas (2013), são inúmeras as fontes de dados chamadas fontes secundárias (Registros, livros, jornais etc.), que servem de apoio para conforme determinado estudo, e geralmente estão dispostos em bibliotecas.

Na segunda parte deste artigo, mostraremos através de procedimento, como é realizada a manutenção preventiva em geradores (Equipamento crítico), realizando a retirada das escovas para medição de comprimento e temperatura.

Prodanov e Freitas (2013) mencionam que a pesquisa de campo é utilizada para coletas de dados a fim de obter informações, comprovar algo ou no intuito de procurar resposta para um problema.

4 Resultados e Discussão

4.1 Implementando o sistema sap nos planos de manutenção em equipamentos elétricos críticos.

Evidenciando a eficácia do plano de manutenção, demonstraremos como é o processo de criação dos planos. As figuras apresentadas ao longo da discussão evidenciará a forma que um plano de manutenção é gerada desde o início.

Para demonstrar o processo de planejamento de manutenção dentro do software e como o mesmo pode auxiliar e ser uma excelente ferramenta de apoio e planejamento, vamos demonstrar a forma com que é cadastrado o equipamento dentro do programa.

Para a criação do equipamento os locais das instalações já devem ter sido criados dentro do sistema, pois a árvore do sistema é feita da seguinte maneira:

- Local de instalação (setor) – Ex: Unidade de TG;
- Equipamento principal- Ex: Turbo Gerador (TG-52001A).

Logo após preencher toda a estrutura de cadastro, com dos dados de localização, organização, estrutura e outras informações, o sistema gera um número no qual o mesmo será vinculado ao tag do equipamento. Após o cadastro do equipamento, é feita a lista técnica do equipamento, sempre baseando nos manuais dos mesmos, pois são nos manuais que os fabricantes informam quais são as peças de reposição necessária para cada equipamento.

Os componentes com código (L) são de item de estoque, os de item (N) são itens apenas de cadastro no sistema, para quesito de informação quando necessária a compra desta peça, no entanto não são de estoque. As peças de reposição dos equipamentos são inseridas no sistema, a fim de melhorar um processo de programação de manutenção, pois é fato que dentro de uma programação é necessário saber o que deve ser trocado e quais destas peças de troca possui no estoque, para atender a demanda da programação, dentro desta informação é avaliado a necessidade de compras para atender esta demanda.

A criação do plano de manutenção é feita baseando se em dois aspectos importantes, as determinações feitas pelo fabricante do equipamento e o processo fabril de cada unidade, pois cada processo possui suas particularidades.

Na Figura 2 observamos a abertura de uma tela no SAP R/3, onde o sistema mostra a configuração da ordem de manutenção preventiva para o grupo de planejamento de elétrica com centro de trabalho (PREELEFC) eletricitista força e controle.

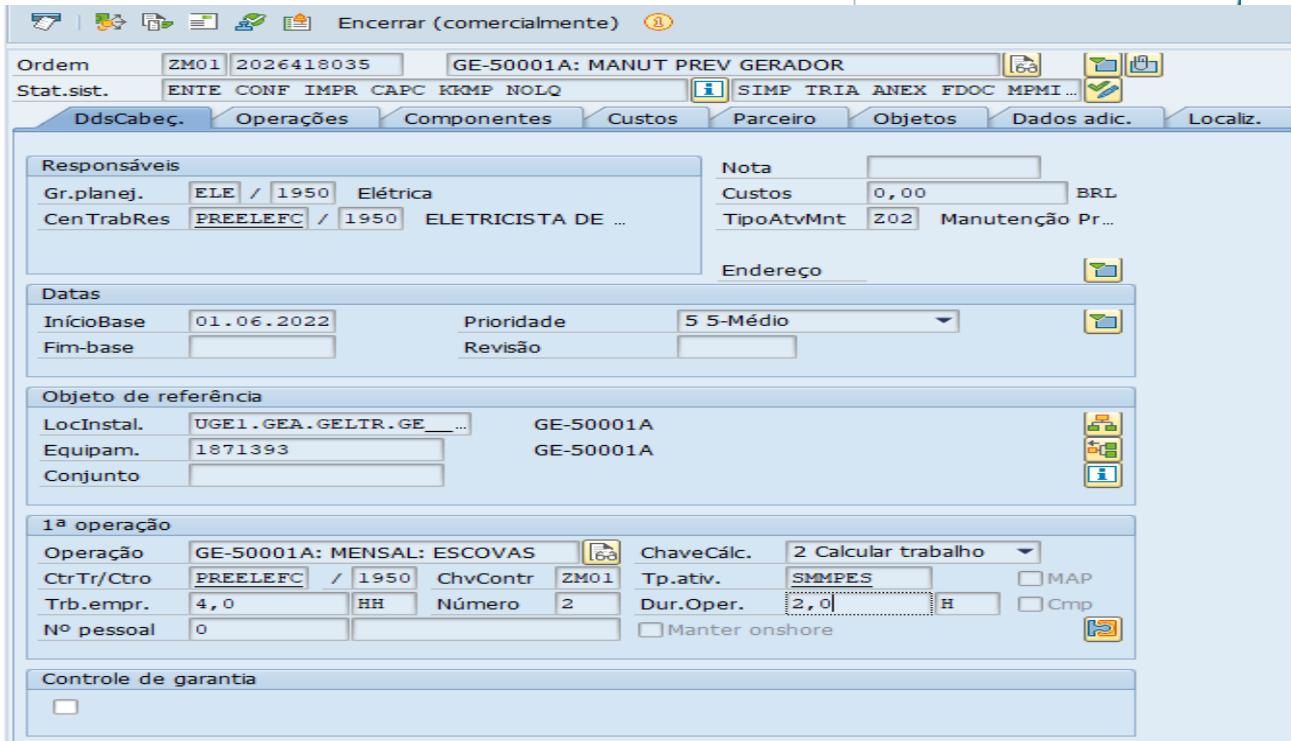


FIGURA 2 - Logon no SAP
 Fonte: SAP/R3 (2022)

A Figura 3 mostra o roteiro do local de instalação, no que se refere as tarefas a serem programadas dentro deste local de instalação.

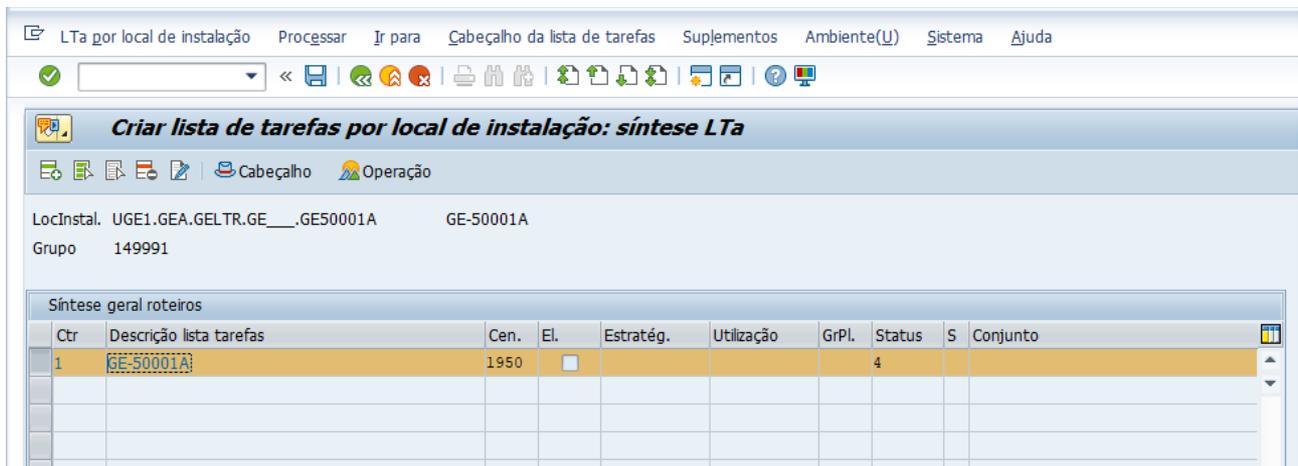


FIGURA 3 - Transação– IA11 Roteiro por local de instalação.
 Fonte: SAP/R3 (2022)

Dentro da criação do plano é colocada a periodicidade, para a geração da ordem de acordo com a programação determinada: Na Figura 4 é mostrada a periodicidade do plano de manutenção preventiva para o equipamento tagueado como GER1950M.

Lista de tarefas Processar Ir para Operação Suplementos Ambiente(U) Sistema Ajuda

Exibir lista de tarefas geral: síntese pacotes manutenção

Pacote manutenção Interno Externo Cabeçalho Lista de tarefas

Grupo GER1950M MANUTENÇÃO PREVENTIVA GERADOR NumGrpRot 1

Componentes Rel MAP CarCtr

Síntese operação pacotes manut.

Op.	SOp	Descrição operação	01	03	04	06	12	24	60	72	10
0010		MANUTENÇÃO MENSAL: ESCOVAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		MANUTENÇÃO TRIMESTRAL: ESCOVAS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		MANUTENÇÃO SEMESTRAL: CIRCUITO DE CAMPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		MANUTENÇÃO SEMESTRAL: ESCOVAS EIXO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		MANUTENÇÃO SEMESTRAL: FECHOS, FECHADURAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060		MANUTENÇÃO SEMESTRAL: FILTROS DE AR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0070		MANUTENÇÃO SEMESTRAL: ROTOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0080		MANUTENÇÃO ANUAL: MANCAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0090		MANUTENÇÃO ANUAL: PROTEÇÃO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0100		MANUTENÇÃO PARADA: ENROLAMENTOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0110		MANUTENÇÃO PARADA: CABEÇA BOBINA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FIGURA 4 - Transação– IA01 – Marcação da periodicidade.
 Fonte: SAP/R3 (2022)

Após conclusão do plano de manutenção, o próprio sistema gera as ordens e start de acordo com a programação realizada, desta forma o supervisor de manutenção não precisa ficar anotando ou fazendo planos em planilhas, pois o próprio sistema faz o trabalho.

O melhor é que no sistema o programador pode colocar o ponto de visualização da ordem gerada de acordo com sua necessidade, isto nada mais é que antes da data de realização marcada na periodicidade esta ordem é enxergada no sistema e pode ser programada para a realização, seja antes ou na data correta, basta apenas informar ao sistema quanto tempo antes desta data de programação que o sistema pode mostrar a ordem.

Preventiva Mensal:

Escovas

Preventiva Trimestral:

Escovas

Preventiva Semestral:

Rotor

Circuito de Campo

Escova e Eixo

Filtro de Ar

Preventiva Anual:

Mancal

Proteção

Semestral: Circuito de Campo

Trocar polaridade do sistema de excitação (no cubículo do AVR). Primeiras trocas 2 são trimestrais e depois semestrais).

Trocar os cabos de X02-2 para X02-1 e vice-versa.

Testar o monitoramento de falta à terra do circuito de campo. Deve ser realizado com o gerador fora de operação.

Com o gerador fora de operação e o disjuntor de campo aberto, interligar um resistor de 5k ohms (20W) entre um dos pólos e a terra.

O alarme de falta a terra deve ser ativado no AVR.

Interligar um resistor de 5k ohms (20W) entre o outro pólo e a terra.

O alarme de falta a terra deve ser ativado no AVR.

Semestral: Escovas Eixo

Realizar inspeção. Escova deve estar livre no suporte. Comprimento mínimo: 14mm.

Com o gerador fora de operação (em giro lento ou parado), retirar tampa lateral próxima ao eixo (lado não acoplado).

Retirar escova de aterramento do eixo pressionando a manopla e puxando o suporte.

Verificar se a escova sai facilmente do suporte ao soltar a manopla.

Inspeccionar superfície da escova e medir seu comprimento. Caso o comprimento seja menor de 18mm, realizar troca.

Semestral: Filtros de Ar

Inspeccionar e limpar.

Com o gerador fora de operação (em giro lento ou parado), retirar filtros na parte superior do compartimento de escovas.

Limpar os filtros.

Semestral: Rotor

Inspeccionar anéis coletores (verificar se há manchas, filme de carbono (pátina) ou eventual dano que prejudique o contato elétrico, como algum amassado ou alguma excentricidade) e rugosidade (grooves) dos anéis. Limpar reentrâncias caso necessário. Inspeção pode ser feita com gerador em giro lento ou em operação utilizando luz estroboscópica. Limpeza pode ser feita com a máquina parada ou em giro lento.

Para abrir o compartimento de escovas.

Verificar integridade dos anéis coletores, procurar por manchas, saliências e dano mecânico retirando uma escova de cada fila de cada anel.

Verificar se reentrâncias (grooves) dos anéis coletores estão cheias de finos de carbono. Limpar caso necessário.

Para limpar as reentrâncias, retirar todas as escovas e utilizar trapos.

Anual: Mancal

Checar resistência de isolamento do mancal. O procedimento deve ser realizado com o gerador em operação (para que se estabeleça um filme de óleo isolando o mancal do eixo).

Medir tensão AC e DC entre a terra e o borne 26 da caixa de junção do mancal do lado não acoplado (lado dos anéis coletores).

Constatando ausência de tensão, retirar cabo do borne 26 da caixa de junção do mancal do lado não acoplado (lado dos anéis coletores) e ligá-lo a um terminal do megger.

Conectar o segundo terminal do megger à massa e aplicar 1kV DC. O valor mínimo que deve ser obtido é 1Mohm.

Anual: Proteção

Checar se dispositivos de proteção elétrica estão funcionando de acordo com o especificado pelos respectivos fabricantes.

Verificar ajustes de proteção.

Reapertar conexões de circuitos de corrente e tensão dos painéis PN-GE-50001X-01, PN-GE-50001X-02 e PN-GE-50001X-03. Este serviço de reaperto deve ser realizado com o gerador fora de operação (parado ou em giro lento) e com os alimentadores do painel(circuito de alimentação 125Vcc e 127Vac) abertos e bloqueados.

4.2 Demonstração utilizando o plano de manutenção preventiva através de procedimento 2020.07.14 TLT.PB

Neste item demonstraremos como é executado em campo um plano de manutenção preventiva em escovas de geradores, utilizando procedimento para manutenção.

4.2.1 Procedimento para Manutenção Preventiva para Gerador elétrico

Retirar a tampa da excitatriz do Gerador com o uso de luvas e imediatamente após a retirada da tampa, realizar medição de temperatura do anel (atentar que com a retirada da tampa a temperatura tende a diminuir devido à melhoria da ventilação, logo deve-se medir o mais rápido possível). Não remover a proteção de acrílico da excitatriz (procedimento 2020.07.14 TLT.PB).



FIGURA 5 - Medição de temperatura do anel
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

4.2.2 Utilizando alicate amperímetro, na escala de corrente contínua, medir e anotar a corrente de todas as escovas, através do chicote de ligação das escovas. Atentar para a melhor posição para a medição. Utilize luvas isolantes 500V, calçado isolado, máscara contra pó e os EPIs básicos (procedimento 2020.07.14 TLT.PB).



FIGURA 6 - Alicate amperímetro na escala de corrente contínua
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



FIGURA 7 - Alicate amperímetro na escala de corrente contínua
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.3 Retirar as escovas para medição de comprimento e temperatura. Pressionar a manopla da escova e puxar lentamente. Atenção para não tocar na parte metálica do porta-escovas (apenas na manopla) e mantenha-se com o corpo afastado da carcaça do gerador. Utilize luvas isolantes 500V, calçado isolado, máscara contra pó e os EPIs básicos (procedimento 2020.07.14 TLT.PB).



FIGURA 8 - Posicionamento correto para retirada das escovas.
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



FIGURA 9 - Retirada da escova. Puxe lentamente com a manopla pressionada.
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



FIGURA 10 - Retirada da escova.
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.3 Após retirar a escova, medir imediatamente a temperatura da escova na face de contato com o anel (essa medição deve ser feita o mais rápido possível pois a temperatura tende a diminuir após a retirada da escova).



FIGURA 11 - Medição de temperatura da escova
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.4 Avaliar visualmente a escova retirada quanto aos seguintes aspectos: verificar faces de contato com os anéis (desgaste precisa ser uniforme, ver se há manchas, descoloramento, desgaste por centelhamento ou

esfarelamento) e conjuntos escovas/suportes (escovas não devem estar coladas ao suporte, é preciso que elas apresentem mobilidade, puxar e soltar o rabicho e verificar o movimento das escovas).

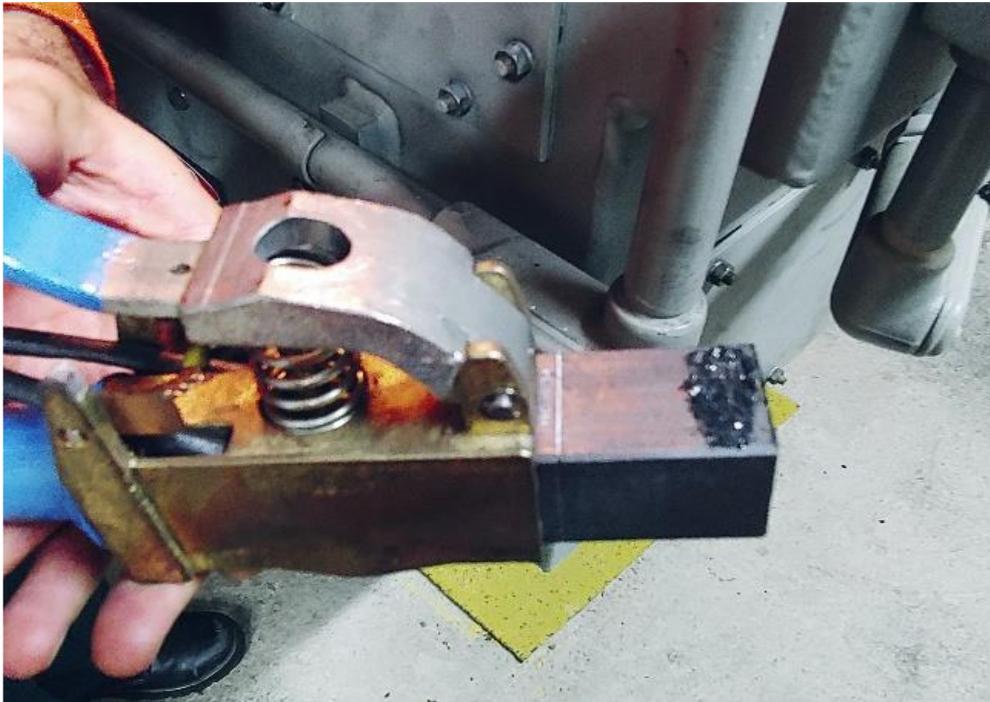


FIGURA 12 - Presença de pó de grafite na escova
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



FIGURA 13 - Desgaste não homogêneo
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.5 Soltar a mola do porta-escovas (rosca), realizar limpeza e testar a pressão da mola. Retirar a escova de dentro do porta-escova e medir o comprimento (anotar todas as medidas). Deve ser medido o comprimento total ou o comprimento a partir da marcação (quando houver). Informar no relatório qual medida está sendo realizada (procedimento 2020.07.14 TLT.PB).



FIGURA 14 - Retirada da escova
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



FIGURA 15 - Retirada da escova
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.6 Para as escovas que apresentarem corrente com valor reduzido (10% abaixo do valor médio), lixar a face e as laterais (arestas) conforme fotos abaixo. A face deve ser lixada em sentido perpendicular às ranhuras de forma a reduzir o efeito de espelhamento. Limpar a escova com trapos, retirando todo o pó liberado.

Recolocar a escova no porta-escovas, fixar a mola, empurrar a escova até o final e pressionar a manopla do porta-escovas para travar a escova na posição interna e evitar quebra durante a montagem. Recolocar o

porta-escovas no suporte e soltar a manopla. Utilize luvas isolantes 500V, calçado isolado, máscara contra pó e os EPIs básicos (procedimento 2020.07.14 TLT.PB).



FIGURA 16 - Escova remontada
 Fonte: Elaborado pelo autor (2022)



FIGURA 17 - Pressionar a escova para o interior do porta-escovas, travar na posição fechando a manopla e recolocar a escova no suporte. Recolocar porta-escovas no suporte mantendo o corpo distante da carcaça e sem tocar no suporte.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.6 Após colocar a escova no porta-escovas, puxar o rabicho para trás e verificar a livre movimentação da escova. Atentar para a montagem correta.

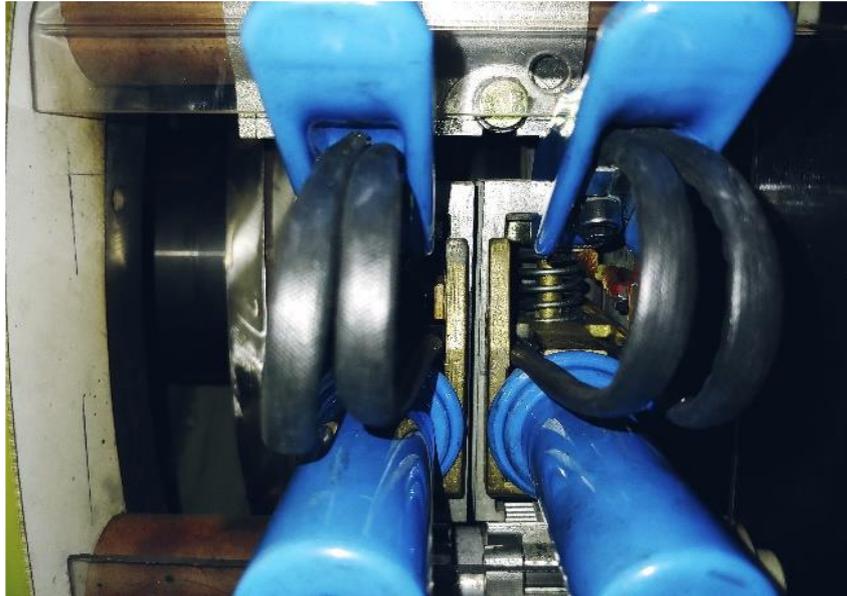


FIGURA 18 – Montagem
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.7 Após todas as escovas terem sido medidas e lixadas (caso necessário), medir e anotar novamente todas as correntes das mesmas. Caso alguma escova ainda permaneça com corrente baixa, retirar a mesma e lixar e/ou reposicionar (trocar de posição com outra que esteja conduzindo mais) de forma a deixar as correntes das escovas o mais equilibrado possível. Informar as trocas no relatório.

4.2.8 Para padronizar as medições, as escovas são numeradas da seguinte forma: linhas 1 a 6, contadas no sentido horário. Posição A sendo a externa e posição B a interna. Anel lado gerador e Anel lado externo.



FIGURA 19 - Numeração e Identificação das escovas.
Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

FOLHA DE TESTE Nº:		ÁREA OU UNIDADE:	
MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO GERADOR			
OM: 2023355436	PT: 133885235		Pág. 1/1
1- INFORMAÇÕES GERAIS			
LOCALIZAÇÃO	U-50	PAINEL	PR-Ext-76-500010 TAG. TG
POTÊNCIA	62500kW/50M	MARCA	BRVsm
FREQUÊNCIA	60HZ	TIPO	Sicrono
EXC. TENSÃO	172V	TENSÃO NOMINAL	13.800V
EXC. CORRENTE	844 A	CORRENTE NOMINAL	2615 A
		VELOCIDADE	3600
2- INSPEÇÃO VISUAL			
2.1 LIMPEZA	A	R	NA
2.2 CARÇAÇA	X		
2.3 PRESSÃO DAS MOLAS	X		
2.4 SHUNTS DAS ESCOVAS	X		
2.5 ESCOVAS		A	R
2.6 PORTA ESCOVAS		X	
2.7 COLETOR		X	
2.8 GRAU DE FAISCAMENTO ENTRE AS ESCOVAS E O COLETOR		X	
3- MEDIÇÃO			
3.1 TENSÃO DE CAMPO GERADOR (VF)	100		3.2 CORRENTE DE CAMPO GERADOR (IF)
3.1 ESCOVAS (LADO GERADOR)			
	LEITURA DE CORRENTE (A)	TEMPERATURA (°C)	TAMANHO DO CARBONO (mm)
	INICIAL	FINAL	
1A	10.8	9.9	31.5
1B	10.8	10.9	30.5
2A	10.7	9.9	31.00
2B	11.0	9.9	31.00
3A	10.6	9.8	31.00
3B	10.7	9.8	31.00
4A	10.6	9.8	31.00
4B	10.7	9.7	31.00
5A	10.6	9.7	31.00
5B	10.6	9.7	30.5
6A	10.5	9.8	31.00
6B	10.7	9.8	30.0
	SOMA DAS CORRENTES DAS ESCOVAS INICIAL		128,3
	SOMA DAS CORRENTES DAS ESCOVAS FINAL		118,7
3.2 ESCOVAS (LADO EXTERNO)			
	LEITURA DE CORRENTE (A)	TEMPERATURA (°C)	TAMANHO DO CARBONO (mm)
	INICIAL	FINAL	
1A	10.5	9.8	30,0
1B	10.6	10,0	30,0
2A	10.5	10,4	30,0
2B	11,5	10,9	20,0
3A	10,6	10,9	30,0
3B	10,7	9,8	30,0
4A	10,4	9,7	30,0
4B	10,5	9,7	31,00
5A	10,5	9,7	30,00
5B	10,4	9,8	31,00
6A	10,4	9,8	30,00
6B	10,5	9,8	31,00
	SOMA DAS CORRENTES DAS ESCOVAS INICIAL		127,1
	SOMA DAS CORRENTES DAS ESCOVAS FINAL		120,8
EQUIPAMENTO DE TESTE			
INST.	ALICATE AMPERIMETRO	TAG	004697
INST.	TERMOMETRO	TAG	Tem. 019
INST.	PAQUIMETRO	TAG	P000268
INST.		TAG	
4- OBSERVAÇÕES			
2.5 - PRECISA FAZER A SUBSTITUIÇÃO ESCOVAS LADO EXTERNO 3A.			

FIGURA 20 - Resultados obtidos durante a preventiva das escovas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

4.2.9 Substituição do filtro de ar. A parte das escovas possui um sistema de refrigeração que contém filtro de lã de vidro que deve ser inspecionado e limpo periodicamente. Ainda no planejamento da OM, deve-se verificar se o alarme de Pressão diferencial do filtro está atuado e programar troca e/ou limpeza.

4.2.10 Valores de referência:

- Temperatura do anel: 80°C em (informar no relatório se a temperatura estiver superior e em qual anel)
- Comprimento mínimo das escovas:
- Medição integral do carvão: 14mm (mínimo). Programar troca com 20mm (informar no relatório).
- Medição a partir da marcação da escova: ponto da marcação (mínimo). Programar troca com 5mm a partir da marcação.

5 Considerações Finais

Observou-se que um plano de manutenção bem elaborado e executado através de coordenações, gerências de execuções e com uso de um sistema, que nesse trabalho foi o sistema SAP. Sendo de grande utilidade pois além de formar banco de dados, permite o uso de histórico na busca de informações para o planejamento. Esse plano de manutenção diminui em grande escala a probabilidade de quebra ou falhas. Por meio dessas inspeções periódicas programadas é possível manter um equipamento em condições de operação, impedindo a ocorrência de falhas, paradas e perdas inesperadas. Como a manutenção preventiva realizada de forma correta seguindo todos os passos e as normativas, ela com certeza permite um controle maior, evitando imprevistos e permitindo uma operação mais precisa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, Luis. O que é o S.A.P. 2015. Dissertação (Curso de Tecnologia e Sistema de Informação na FAC) – Faculdade Regional de Filosofia, Ciências e Letras Candeias, 2015.

MANUTENCAO. Manutenção em Foco. Classificação ABC de Máquinas e equipamentos. Disponível em <<https://www.manutencaoemfoco.com.br/classificacao-bc/>>. Acesso em: Junho de 2018.

FILHO, Gil Branco. Indicadores e índices de Manutenção. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2006. 68p.

KARDEC, A.; NASCIFI J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

MOUBRAY, J. Reliability-centered maintenance: second edition. 2ª. ed. New York: Industrial Press Inc., 1997.

PINTO, M. M. F. Students' understanding of real analysis. PhD thesis, The Warwick University. Coventry: University of Warwick, 1998.

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de, **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**, 2013.

PATTON, Jr Joseph D. Preventive Maintenance. Instrument Society of America, 1983.

TP0001693: Manual BRUSH Electrical Machines, 2012 VOLUME 1 – INSTALAÇÃO E COLOCAÇÃO EM SERVIÇO DO GERADOR. Edição: A

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio.** 1. ed. Rio de Janeiro: Novo pólo publicações, 2005.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a Manutenção Produtiva.** Minas Gerais: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.