

PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE GERAÇÃO DÍESEL EM CASO DE EMERGÊNCIA ¹

*Adriano Francisco dos Santos²
Andrew Dadalto Pedro³
Sebastião Figueiredo Cota Filho²
Stephen Silva Sartori³*

Resumo

Os sistemas de emergência de uma empresa são projetados para minimizar possíveis perdas provocadas por anormalidades que venham a trazer prejuízos aos equipamentos, pessoas e ao meio ambiente. A Área de Distribuição de Energia da ArcelorMittal Tubarão possui um dos principais equipamentos de emergência da usina, destinados a garantir o funcionamento das bombas de água de refrigeração dos Altos Fornos 1, 2 e 3 além de outros equipamentos de grande importância para o processo. O objetivo deste trabalho é mostrar os dois moto-geradores diesel de emergência que compõe o sistema de geração de emergência da Área de Distribuição de Energia, sua filosofia de operação em caso de falta de energia e as áreas por ele alimentadas em situações de emergência.

Palavras-chave: Emergência; Perda; Equipamento.

PRINCIPLE OF THE DIESEL GENERATION SYSTEM IN EMERGENCY SITUATIONS OPERATION

Abstract

Emergency Systems are developed to reduce losses caused by anomalies that bring damage for equipment, people or environment. The ArcelorMittal's Energy Distribution Area has one of the most important emergency equipment that is reserved to guaranty the operation of the cooling water pumps for Blast Furnaces 1, 2 and 3, and others important equipments of the plant. The objective of this paper is showing the emergency generation machines that constitute the emergency generation system of Energy Distribution Area, as well its philosophy in case of blackout and the places that are feed in critical situations.

Key words: Emergency; Loss; Equipment.

¹ *Contribuição técnica ao 30º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 24º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 19 a 21 de agosto de 2009, São Paulo, SP*

² *Técnico em Eletrotécnica - Controlador de Distribuição de Energia do Departamento de Produção de Gusa e Energia da ArcelorMittal Tubarão.*

³ *Técnico em Eletrotécnica - Operador de Distribuição de Energia do Departamento de Produção de Gusa e Energia da ArcelorMittal Tubarão.*

1 INTRODUÇÃO

Os equipamentos de emergência são projetados para funcionar em casos especiais que minimizem possíveis perdas provocadas por anormalidades que venham a trazer prejuízos a outros equipamentos, pessoas e ao meio ambiente. Na Área de Distribuição de Energia da ArcelorMittal Tubarão (IGCD) um dos principais equipamentos de emergência da usina são os Moto-Geradores Diesel de Emergência, que são utilizados para garantir o envio de energia para o funcionamento das bombas de água de refrigeração dos Altos Fornos 1, 2 e 3 além de outros equipamentos de grande importância para o processo, principalmente em caso de blecautes. O objetivo deste trabalho é mostrar os dois moto-geradores diesel de emergência que compõem o sistema de geração de emergência da IGCD, sua filosofia de operação em caso de falta de energia e as áreas por ele alimentadas em situações de emergência.

2 DADOS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Motor E Gerador

O sistema Diesel de Emergência é formado por dois Motores Diesel Caterpillar Modelo 3616 (Figura 1) Baixa Rotação, 16 cilindros com rotação de 900 RPM e dois geradores Kato com potência de 4,5 MW disponíveis no volante (6 MVA), tensão de operação de 3.45 KV - sem escova, frequência de 60 Hz, oito pólos e fator de potência de 0,75.



Figura 1. Motor e Gerador Diesel

2.2 Sistema de Resfriamento

O sistema de resfriamento é composto por duas torres de refrigeração, quatro bombas de circulação de água, sendo duas para cada motor. Há a possibilidade de interligação dos tanques, das entradas e das saídas das torres de refrigeração. A água é utilizada para troca de calor com o líquido de arrefecimento do motor, que por sua vez trabalha em circuito fechado.

2.3 Sistema de Ar de Partida

A partida dos motores é feita a ar comprimido por meio de dois motores de arranque pneumático, com pré-aquecimento a resistência elétrica e refrigeração em circuito fechado (radiadores). O sistema é composto por duas garrafas de ar com pressão de trabalho de 30 kgf/cm². Também é utilizado no sistema de parada de emergência dos motores, o qual é utilizado para acionar uma guilhotina, cortando totalmente a entrada de ar na admissão dos motores.

2.4 Sistema de Combustível

O sistema de combustível é composto por dois tanques de armazenamento de óleo de trinta mil litros cada. O abastecimento pode ser realizado direto com caminhão através de engate rápido ou por uma bomba de transferência. É dotado de um sistema de centrifugação do óleo diesel, o qual tem o objetivo de retirar a umidade e as partículas sólidas do óleo, de maneira que os motores atinjam a seu melhor desempenho operacional. O consumo médio de óleo é de 1.100 litros por hora.

3 A IMPORTÂNCIA DO SISTEMA DÍSEL DE EMERGÊNCIA

A principal importância do sistema Diesel de Emergência é garantir que, em caso de distúrbios no sistema elétrico que venham a causar um blecaute, as principais cargas da usina sejam alimentadas e tenham tempo de parar e/ou manter seu processo enquanto a situação normal de alimentação elétrica não for solucionada. Abaixo listamos as principais cargas alimentadas em nível de tensão de 3,3 kV e 0,44 kV pelo sistema diesel.

3.1 Cargas Alimentadas em 3,3kv

As cargas de emergência que são alimentadas em nível de tensão de 3,3kV pelo sistema diesel de emergência são:

- bombas de refrigeração do Alto Forno 1 (800 kW e 410 kW);
- bombas de refrigeração do Alto Forno 2 (220 kW, 185 kW e 150 kW); e
- bombas de refrigeração do Alto Forno 3 (1.100 kW e 185 kW).

Previsão Futura: Alimentação de uma bomba de água do mar (2.600 kW) em vazão reduzida para partida de uma unidade geradora na Central Termoelétrica em situações de blecaute de longa duração. Esta situação ainda está sendo analisada quanto a forma de operação uma vez que o Gerador Diesel que estiver atendendo às cargas dos Alto Fornos não poderá ser utilizado, devido à capacidade do mesmo e da prioridade a ser dada aos equipamentos prioritários.

3.2 Cargas Alimentadas Em 0,44kv

As cargas de emergência alimentadas em nível de tensão de 0,44 kV são usadas principalmente para partida dos equipamentos auxiliares das bombas do Alto Forno 1, além de outros consumidores. A carga de todos os equipamentos em operação está em torno de 1.000 kW. São eles:

Sala Elétrica Central do Alto Forno 1.

- Sala Elétrica do Centro de Recirculação de Água do Alto Forno 1 (CRAAF);
- Sistema de vaporização de Nitrogênio no Fracionamento de Ar;
- Sala Elétrica do Moto-Soprador do Alto Forno 2;
- Sala Elétrica da Distribuição de Combustíveis;
- Alimentação segura para o Centro de Energia (sistema supervisorio);
- Painéis de Alimentação do Sistema Auxiliar dos Moto-Geradores 1 e 2.

3.3 Testes e Inspeções de Rotina

Para garantir que o sistema diesel de emergência irá funcionar adequadamente quando solicitado a Área de Distribuição de Energia possui um cronograma de inspeção que envolve todos os equipamentos da sala elétrica (Tabela 1) e que é realizado quinzenalmente (toda sexta feira) e que tem por objetivo identificar possíveis anomalias que venham a interferir no correto funcionamento do sistema de emergência, além de testes com carga realizados diariamente (dias úteis) e de forma alternada (dois dias da semana o DG-1, dois o DG-2 e toda quarta feira os dois DG's) Esses testes são feitos via sistema supervisorio e visam garantir a disponibilidade imediata do equipamento para a finalidade a qual ele foi designado, por isso o mesmo é acompanhado por equipes de manutenção elétrica e mecânica, que dão suporte à operação na realização de inspeções mais técnicas, uma vez que a IGCD realiza inspeções de cunho mais operacional do que de manutenção. O exemplo de itens inspecionados pode ser visualizado na Figura 2.

Tabela 1. Equipamentos inspecionados na S.E Diesel

PRIMEIRA QUINZENA	SEGUNDA QUINZENA
Baterias	Relés de proteção
Disjuntores	Sistema de água industrial
Ferramentas e utensílios	Sistema de ar comprimido
Galerias	Sistema de comunicação
Geradores	Sistema de óleo combustível
Global	Sistema de óleo lubrificante
Instalações elétricas	Sistema de prevenção contra incêndio
Malha de terra	Transformador de força
Motores	Transformador de potencial
Painéis	Retificador estático
Redes hidráulicas	Sistema de água doce

7.10.2 - Inspeções nos Geradores 1 e 2

- a) Confirmar condição operacional dos disjuntores de alimentação do Alto Forno 1: 52F11 - DESLIGADO, 52F21 - DESLIGADO, 52-R3 - LIGADO, 52-R4 - LIGADO.
- b) Confirmar condição operacional dos disjuntores de alimentação do Alto Forno 2: 52F12 - DESLIGADO, 52F22 - DESLIGADO, 52-M03 - LIGADO, 52-M13 - LIGADO.
- c) Confirmar condição operacional dos disjuntores de alimentação do Alto Forno 3: 52F13 - DESLIGADO, 52F23 - DESLIGADO, 52-M04 - LIGADO, 52-M05 - LIGADO.
- d) Confirmar condição operacional dos disjuntores de 3,45kV do Sistema Diesel: 52BT1; 52BT31, 52BT2, 52BT32: LIGADOS.
- e) Confirmar disjuntores 52-G1, 52-G2, 52F11, 52F12, 52F13, 52F21, 52F22, 52F23 e 52F33 em modo automático (chegar no supervisório a ausência da letra "M" no disjuntor) e em condição de operação: Disjuntor inserido, com mola carregada e circuito de controle ligado.
- f) Confirmar inexistência de falha na tela de diagnóstico dos disjuntores 52-G1, 52-G2, 52F11, 52F12, 52F13, 52F21, 52F22, 52F23 e 52F33.
- g) Confirmar que o disjuntor 52-F31 (interligação com a CTE) está ligado.
- h) Confirmar via supervisório que os geradores 1 e 2 encontram-se em modo REMOTO e AUTOMÁTICO.
- i) Confirmar através do supervisório inexistência de impeditivos para partida automática dos geradores 1 e 2.
- j) Confirmar, via supervisório, que os disjuntores 52-R3 e 52-R4 na S.E. CRAAF, 52-M03 e 52-M13 na S.E. Alto Forno 2, 52-M04 e 52-M05 na S.E. Central AF 3 encontram-se ligados e desbloqueados.
- k) Confirmar chaves 23S1 dos painéis de excitação e sincronismo PES-G1 e PES-G2 na posição "REMOTO".

Figura 2. Itens Inspeccionados na S.E Diesel

4 FILOSOFIA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DÍESEL DE EMERGÊNCIA

O suprimento de energia elétrica na condição de emergência para o CRAAF (Centro de Recirculação de Água para o Alto Forno 1) ocorrerá 20 segundos após ocorrência, no Alto-Forno 2 ocorrerá 40 segundos após a ocorrência e para o Alto Forno 3 com 60 segundos após a ocorrência, com o objetivo de dar tempo para atuações e preparações das respectivas áreas.

Na condição de falta de energia elétrica somente nas barras de emergência do CRAAF, Alto Forno 2 e Alto Forno 3 o primeiro atendimento deverá ser feito pela própria área, com manobras locais. A Casa de Força será sempre a primeira opção para suprir o CRAAF o Alto-Forno 2 e o Alto Forno 3. O Moto-Gerador Diesel de Emergência 1 será sempre prioritário no atendimento em emergência no caso de falta da CTE. São diversas as alternativas para alimentação das áreas, além das já citadas acima:

- CRAAF Alto Forno 1: Via DG-1 (disjuntores 52-F11 ou 52F21) ou via DG-2 (disjuntores 52-F11 ou 52F21);
- Alto Forno 2: Via DG-1 (disjuntores 52-F12 ou 52F22) ou via DG-2 (disjuntores 52-F12 ou 52F22);
- Alto Forno 3: Via DG-1 (disjuntores 52-F13 ou 52F23) ou via DG-2 (disjuntores 52-F13 ou 52F23); e
- Como as filosofias de atendimento são bem parecidas vamos explorar o procedimento para alimentação da barra de emergência das áreas via Gerador Diesel 1.

4.1 Unifilar Geral do Sistema

Na Figura 3 temos o unifilar do Sistema Diesel de Emergência.

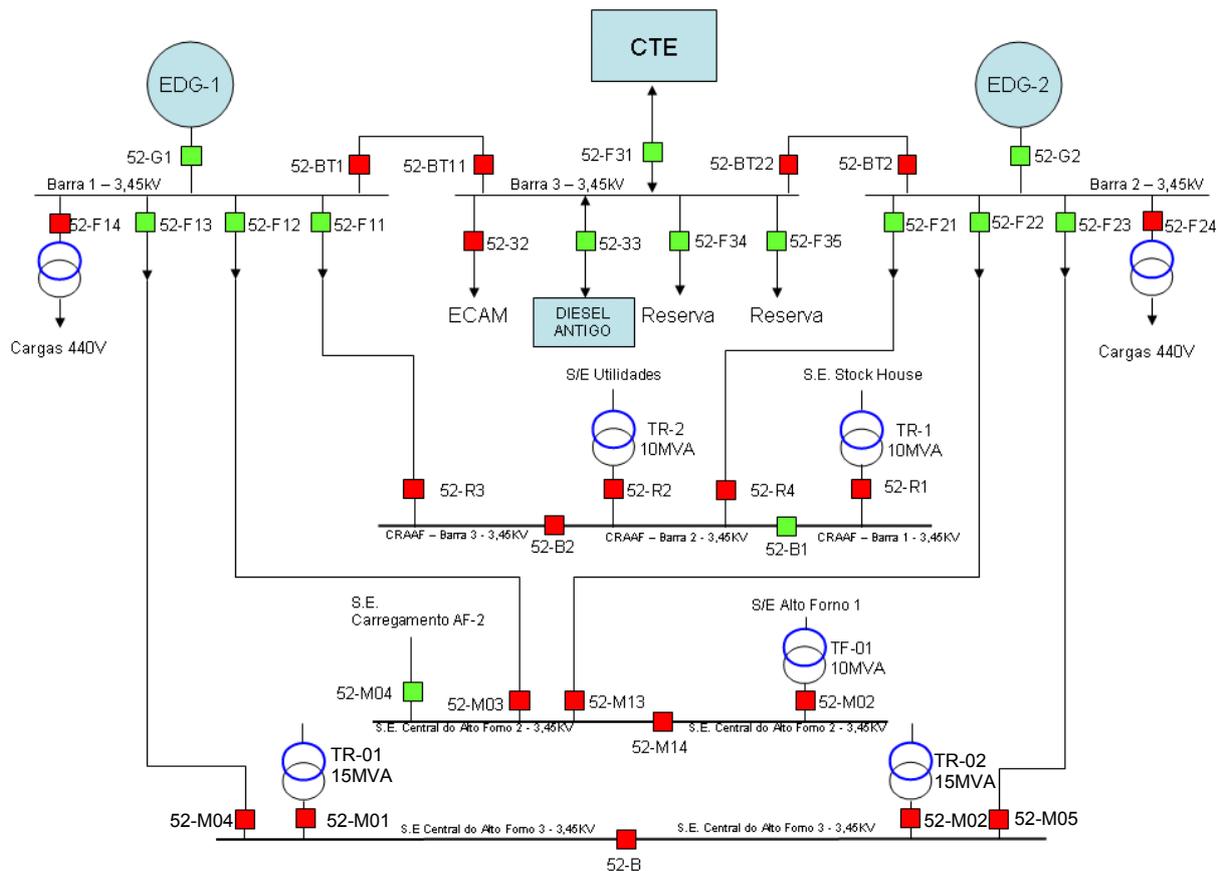


Figura 3. Unifilar elétrico da S.E Diesel de Emergência

4.2 Procedimentos para Alimentação Automática em Emergência para o Craaf do Alto Forno 1

4.2.1 Atendimento de emergência para a S.E CRAAF via DG-1 em automático

- O sistema confere que o disjuntor 52-F11 está desimpedido, sem falha e em operação automática.
- A barra 1 de 3.3 kV da S.E. Elétrica dos DG's deve estar em REMOTO, bem como os painéis dos DG's 1 e 2.
- O gerador DG1 e DG2 devem estar em AUTOMÁTICO.
- O relé 27-CTE estar atuado ou o disjuntor 52-F31 estar aberto (mesmo assim é enviado um comando de abrir ao disjuntor 52-F31).
- O disjuntor 52-R3 deve estar fechado.
- O disjuntor 52-B2 estar deve aberto (se não estiver, selecionar via IHM para MANUAL e comandar para abrir).
- Envio de comando para bloquear o disjuntor 52-B2.
- Envio de comando para desligar a resistência de aquecimento, a bomba de pré-lubrificação do DG1.
- Envio de comando para ligar a bomba de água de refrigeração, os ventiladores da torre de resfriamento, a bomba de circulação de óleo mancal acionado e a bomba de circulação de óleo mancal oposto do DG1.

- Comando de Partida do Gerador DG1.
- Comando de AUTO para o DG1.
- Comando de fechar o disjuntor 52-G1.
- Comando de fechar o disjuntor 52-F11.
- Liberar para a operação do CRAAF a partida das bombas de refrigeração.
- O Controlador de Distribuição de Energia deverá informar à sala de controle da Casa de Força a configuração do Sistema de Diesel de Emergência.
- O motor do gerador diesel de emergência 1 e 2 permanecerá em automático.
- A normalização do sistema é feita pelo Controlador de Distribuição de Energia, através do supervisor de modo automático após liberação da área.

O gerador diesel 2 também liga e fica em posição de assumir o sistema em caso de falta do DG-1.

4.3 Procedimento para Alimentação Automática em Emergência para o Alto Forno 2

4.3.1 Atendimento de emergência para a S.E do Alto Forno 2 via DG-1 em automático

- O sistema confere que o disjuntor 52-F12 está desimpedido, sem falha e em operação automática.
- A barra 1 de 3.3 kV da S.E. Elétrica dos DG's deve estar em REMOTO, bem como os painéis dos DG's 1 e 2.
- O gerador DG1 e DG2 devem estar em AUTOMÁTICO.
- O relé 27-CTE estar atuado ou o disjuntor 52-F31 estar aberto (mesmo assim é enviado um comando de abrir ao disjuntor 52-F31).
- O disjuntor 52-M13 deve estar fechado.
- Os disjuntores 52-M04 e 52-M14 estar deve aberto (se não estiver, selecionar via IHM para MANUAL e comandar para abrir).
- Envio de comando para bloquear os disjuntores 52-M04 e 52-M14.
- Envio de comando para desligar a resistência de aquecimento, a bomba de pré-lubrificação do DG1.
- Envio de comando para ligar a bomba de água de refrigeração, os ventiladores da torre de resfriamento, a bomba de circulação de óleo mancal acionado e a bomba de circulação de óleo mancal oposto do DG1.
- Comando de Partida do Gerador DG1.
- Comando de AUTO para o DG1.
- Comando de fechar o disjuntor 52-G1.
- Comando de fechar o disjuntor 52-F12.
- Liberar para a operação do Alto Forno 2 a partida das bombas de refrigeração.
- O Controlador de Distribuição de Energia deverá informar à sala de controle da Casa de Força a configuração do Sistema de Diesel de Emergência.
- O motor do gerador diesel de emergência 1 e 2 permanecerá em automático.
- A normalização do sistema é feita pelo Controlador de Distribuição de Energia, através do supervisor de modo automático (através do sistema supervisor) após liberação da área.

O gerador diesel 2 também liga e fica em posição de assumir o sistema em caso de falta do DG-1.

4.4 Procedimento para Alimentação Automática em Emergência para o Alto Forno 3

4.4.1 Atendimento de emergência para a S.E do Alto Forno 3 via DG-1 em automático

- O sistema confere que o disjuntor 52-F13 está desimpedido, sem falha e em operação automática.
- A barra 1 de 3.3 kV da S.E. Elétrica dos DG's deve estar em REMOTO, bem como os painéis dos DG's 1 e 2.
- O gerador DG1 e DG2 devem estar em AUTOMÁTICO.
- O relé 27-CTE estar atuado ou o disjuntor 52-F31 estar aberto (mesmo assim é enviado um comando de abrir ao disjuntor 52-F31).
- O disjuntor 52-M04 deve estar fechado.
- Os disjuntores 52-M01 e M02 devem estar abertos (se não estiver, selecionar via IHM para MANUAL e comandar para abrir).
- Envio de comando para bloquear os disjuntores 52-M01 e 52-M02.
- Envio de comando para desligar a resistência de aquecimento, a bomba de pré-lubrificação do DG1.
- Envio de comando para ligar a bomba de água de refrigeração, os ventiladores da torre de resfriamento, a bomba de circulação de óleo mancal acionado e a bomba de circulação de óleo mancal oposto do DG1.
- Comando de Partida do Gerador DG1.
- Comando de AUTO para o DG1.
- Comando de fechar o disjuntor 52-G1.
- Comando de fechar o disjuntor 52-F13.
- Liberar para a operação do Alto Forno 3 a partida das bombas de refrigeração.
- O Controlador de Distribuição de Energia deverá informar à sala de controle da Casa de Força a configuração do Sistema de Diesel de Emergência.
- O motor do gerador diesel de emergência 1 e 2 permanecerá em automático.
- A normalização do sistema é feita pelo Controlador de Distribuição de Energia, através do supervisor de modo automático após liberação da área.

Obs.: O gerador diesel 2 também liga e fica em posição de assumir o sistema em caso de falta do DG-1.

4.5 Procedimento para Alimentação Manual em Emergência para os Alto Fornos 1,2 e 3

A partir do momento que alguma anormalidade aconteça no sistema elétrico que demanda o funcionamento dos geradores diesel de emergência o operador de distribuição de energia deve seguir diretamente para a Sala Elétrica do Diesel e estar preparado para atuação em caso de anormalidades. Inspeções devem ser realizadas afim de que seja assegurado o funcionamento correto dos moto-geradores. O operador também deve estar preparado para atuar ligando os DG's caso estes não funcionem em modo automático ou caso desarmem durante o seu funcionamento. Os procedimentos são os mesmos adotados nos itens acima descritos com a atuação do operador via painel local do sistema diesel.

5 CONCLUSÃO

Manter um equipamento ou sistema em funcionamento é uma tarefa muito importante que envolve as áreas de operação, manutenção, inspeção entre outras. Quando envolvemos equipamentos de emergência a necessidade passa a ser mais relevante, pois esses equipamentos irão proteger um processo ainda maior, no caso da ArcelorMittal Tubarão, os Alto Fornos, principalmente, entre outras áreas. A IGCD se compromete com essa responsabilidade realizando as inspeções e testes necessários ao correto funcionamento dos Geradores Diesel 1 e 2, de forma a mantê-los sempre preparados para a atuação em caso de necessidade.