



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

Relatório de Estágio Profissional

Tema: Dimensionamento de um Gerador de Emergência
para alimentar a empresa TEMOC

Discente:

Gomana, Natalia Johane

Supervisor da Faculdade:

Eng.º Paxis Roque

Supervisor da Empresa TEMOC:

Simão Chichongue

Maputo, Junho de 2024



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

Relatório de Estágio Profissional

Tema: Dimensionamento de um Gerador de Emergência
para alimentar a empresa TEMOC

Autora:

Gomana, Natalia Johane

Supervisor da Faculdade:

Eng.º Paxis Roque

Supervisor da Empresa TEMOC:

Simão Chichongue

Maputo, Junho de 2024



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que a estudante Natália Johane Gomana, Nº 20191844 entregou no dia ___/___/___ as ___ cópias do relatório de estágio profissional, intitulado Dimensionamento de um Gerador de Emergência para alimentar a empresa TEMOC.

Maputo, Junho de 2024

A Chefe da Secretária



Universidade Eduardo Mondlane

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Mecânica

Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial

Relatório de Estágio Profissional

Dimensionamento de um Gerador de Emergência para alimentar a empresa

TEMOC

Campo de Estudo: Gerador a Diesel

Eu Natália Johane Gomana, estudante do 6º nível do curso de Engenharia de Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, submeto este trabalho como requisito para a aquisição do grau de Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial.

Aprovado por:

Eng.º Paxis Roque, Supervisor do Relatório

Membro do júri 1

Membro do júri 2

Membro do júri 3

Lista de abreviaturas e símbolos

AG → Autonomia do Gerdaor

GMG → Grupo Motor Gerador

In → Corrente nominal

Is → Corrente de serviço

ATS → Interruptor de Transferência Automática

IZ → Corrente máxima admissível

kVA → Kilo Volt Ampere

L → Comprimento

l/h → Litro por hora

KWh → Kilowatt hora

NA → Contacto normalmente aberto

NF → Contacto normalmente fechado

P → Potência

PMI → Ponto morto inferior

PMS → Ponto morto superior

PVC → Policloreto de vinilo

rpm → Rotações por minuto

S → Potência aparente

t → Tempo

$\Delta U\%$ → Queda de tensão em percentagem

U → Tensão

UPS → Fornecimento de energia sem interrupção

V → Volt

γ → Resistência do cabo por quilometro

% → Percentagem

RFF-C → Relé de falta de fase na concessionária
RFF-G → Relé de falta de fase no gerador
L1-R → Linha da rede
L1-G → Linha do gerador
N-R → Neutro da rede
ALC → Contador de partida na concessionária
TC → Simulador de presença e ausência de corrente
DJ-C → Disjuntor tripolar da concessionária
CMR → Contactor na rede da concessionária
F → Fase
N-G → Neutro do gerador
ALG → Contador de partida do gerador
TG → Simulador de presença de corrente na rede do gerador
DJ-G → Disjuntor da rede
CMG → Contactor do gerador
Q → Disjuntor
RLR → Relé auxiliar da rede
RLG → Relé auxiliar do gerador
RD → Iluminação da rede
GD → Iluminação do gerador
P → Partida
T → Temporizador
LG → Habilitar o sistema
BE → Botão de emergência
S1 → Chave selectora
VC → Válvula de combustível
AL → Contador de partida.

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Natália Johane Gomana, declaro por minha honra que o presente Relatório de Estágio é exclusivamente de minha autoria, não constituindo cópia de nenhum trabalho realizado anteriormente e as fontes usadas para a realização do trabalho encontram-se referidas na bibliografia.

Assinatura

(Natália Johane Gomana)

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas, presto o meu maior agradecimento. Entretanto, passo a manifestar o meu maior agradecimento a todos e de uma forma particular:

- Agradeço a Deus pela bênção e pelo dom de vida;
- Ao meu supervisor Eng.º Páxis Roque pela orientação e dedicação na elaboração do presente projecto.
- Aos meus páis pelo investimento e apoio incondicional para a minha formação e acima de tudo pelos valores e princípios morais, intelectuais a mim inculcados.
- A todos os colegas e professores do curso de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, o meu muito obrigada pelo suporte que deram para o alcance desta etapa da elaboração do relatório.

DEDICATÓRIA

O presente projecto é dedicado aos meus amigos e familiares e a todos que têm me apoiado. Aos meus colegas do curso, vai o meu muito obrigada pela força e pelo suporte que tem me dado durante esta carreira como estudante da faculdade de engenharia.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Levantamento de cargas	29
Tabela 2: Características dos materiais utilizados nas coberturas dos condutores.....	31
Tabela 3: Estimativa de custo do projecto.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Grupo motor gerador STEMAC.	5
Figura 2: Partes de um motor diesel.	8
Figura 3: Partes de um motor a diesel, cabeçote.	9
Figura 4: Junta da cabeça.....	10
Figura 5: Partes de um motor a diesel, bloco dos cilindros.	11
Figura 6: Cárter do motor	11
Figura 7: Partes de um motor a diesel, válvulas.	12
Figura 8: Partes de um motor a diesel, comando de válvula.	13
Figura 9: Cambota	14
Figura 10: Pistão.....	15
Figura 11: Partes de um motor a diesel, pistão.....	15
Figura 12: Turbocompressor típico de um GMG.	16
Figura 13: Biela do motor.....	17
Figura 14: Motor Diesel Cummins, modelo 6CT8.3, visto em corte.	19
Figura 15: Admissão de ar durante o primeiro curso nos motores diesel de quatro tempos	20
Figura 16: Injeção de combustível na massa de ar quente nos motores diesel de quatro tempos.	21
Figura 17: Deslocamento do pistão pela força de expansão dos gases, transformando a energia térmica em mecânica.	21
Figura 18: Resíduos da combustão, que são eliminados através da válvula de emissão.22	
Figura 19: Ilustração simplificada de um gerador de corrente alternada.	24
Figura 20: Conceito básico e diagrama típico de uma instalação de uma chave comutadora de um GMG.....	26
Figura 21: Circuito de força do sistema proposto de comutação automática..	37
Figura 22: Circuito de comando do sistema para comutação automática de fontes.....	38

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Introdução	1
1.2. Problemática.....	1
1.3. Problema	2
1.4. Objectivos	2
1.5 Hipóteses	2
1.6 Perguntas de investigação	3
1.7 Importância ou razões que motivam o estudo	3
1.8 Estrutura do trabalho	4
CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 Estado actual da teoria.....	5
CAPÍTULO 3: CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO.....	28
3.1 Apresentação da empresa	28
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	29
4.1 Levantamento de cargas	29
4.2 Protecção do gerador	30
4.3 Instalação do grupo gerador	33
4.4 Custo de operação do gerador por hora.....	35
4.5 Estimativa de custo do projecto	36
CAPÍTULO 5: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	37
CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	40
REFERÊNCIAS BUBLIOGRÁFICA.....	42
ANEXOS.....	44

RESUMO

A TEMOC (Técnica e Engenharia Moçambique) é uma empresa que localiza-se no Parque Industrial de Beleluane e que presta serviços de electricidade, instrumentação e automação industrial.

Como os cortes de energia eléctrica nas instalações da TEMOC são frequentes, este gerador será dimensionado para alimentar automaticamente estas instalações quando houver corte no fornecimento da rede da EDM. A garantia de continuidade nestas instalações é importante pois quando os cortes ocorrem, várias actividades nestas instalações são paralisadas.

Portanto, para alcançar os objectivos almejados, serão realizadas várias etapas como: o levantamento de todas as cargas da empresa, determinação da potência do gerador, escolha do tipo mais adequado, dimensionamento das protecções e da secção do cabo.

Palavras-chave: Gerador a diesel, circuito de comutação automática de fontes.

ABSTRACT

TEMOC (Tecnica e Engenharia Mocambique) is a company located in the Bebeluane industrial park and which provides electricity, instrumentation and industrial automation services.

As electricity cuts at TEMOC are frequent, this generator was designed to automatically supply this facilities when the EDM network supply is cut. Ensuring continuity in this facilities is important because when cuts occur, several activities in these facilities are paralyzed.

Therefore, to achieve the desired objectives, several steps will be carried out such as surveying all the company's loads, determining tge generator power, choosing the most appropriate type, sizing the protections and cable sections.

Keywords: Diesel generator, automatic source switching circuit.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1. Introdução

Os Geradores a diesel são adequados para diferentes ocasiões, propósitos, e especialmente adequados para os fins operacionais a longo prazo e sistemas de telecomunicações, hospitais, construção de escritório, tais como back-up de fonte de energia.

Nesta empresa, algumas actividades são afectadas quando há cortes de energia e perturbações derivadas de falhas do sistema de alimentação. Assim, para que o Sistema de Alimentação de Emergência seja totalmente capaz de suportar as cargas críticas desta empresa e de assegurar a continuidade de serviço, deve providenciar-se o grupo gerador de emergência capaz de actuar rapidamente.

Num Sistema de Alimentação, em especial sistemas com cargas críticas que exigem uma elevada disponibilidade, a continuidade do fornecimento de energia eléctrica deve ser sempre assegurada. Deste modo, o fornecimento de energia é assegurado por barramentos diferentes e as cargas prioritárias, quando há uma falha de tensão da rede, são alimentadas a partir de um Sistema de Alimentação de Emergência. A definição de Sistema de Alimentação de Emergência pode ser dada da seguinte forma:

“Uma fonte de energia eléctrica de reserva e independente que, após a falha ou interrupção da fonte normal, fornece automaticamente energia eléctrica dentro de um tempo específico para dispositivos e equipamentos críticos cujas falhas de operação satisfatória poderiam comprometer a saúde e segurança de pessoas ou resultar em danos na propriedade.”

1.2. Problemática

As frequentes interrupções no fornecimento de energia eléctrica pela concessionária têm afectado negativamente as actividades na empresa TEMOC.

A TEMOC necessita de uma fonte alternativa no caso de interrupção no fornecimento de energia da rede da concessionária, para que as actividades nesta empresa não sejam paralisadas.

O dimensionamento do gerador visa garantir a continuidade no fornecimento da energia eléctrica no caso de interrupção da rede da EDM.

1.3. Problema

A interrupção de energia eléctrica na empresa TEMOC é frequente, assim sendo, é necessário que haja uma fonte alternativa para garantir a continuidade de fornecimento de energia eléctrica nas instalações da empresa, para garantir o decurso normal das actividades no caso de interrupção do fornecimento de energia.

1.4. Objectivos

1.4.1 Objectivo Geral

- Dimensionar um Gerador de Emergência para alimentar a empresa TEMOC.

1.4.2 Objectivo Específicos

- Fazer o levantamento das cargas eléctricas a serem alimentadas pelo gerador;
- Seleccionar o Gerador de Emergência.

1.5 Hipóteses

Numa primeira fase, a questão relacionada com o mau desempenho dos geradores poderia surgir com base na hipótese do próprio gerador e pelo simples facto do seu funcionamento prevalecer sempre que tiver interrupções da energia eléctrica fornecida pela EDM. Neste contexto, teremos as seguintes hipóteses:

1.5.1 Eficiência operacional: Avaliar a eficiência do gerador durante a situação de emergência em comparação com a operação regular.

1.5.2 Tempo de resposta: Investigar o tempo necessário para o gerador entrar em operação após uma falha.

1.5.3 Manutenção Preventiva: Analisar a eficácia das práticas de manutenção preventiva na confiabilidade do gerador.

1.5.4 Sustentabilidade: Avaliar o impacto ambiental do gerador e explorar opções mais sustentáveis.

1.5.5 Capacidade de carga: Verificar a capacidade do gerador em lidar com diferentes cargas durante uma situação de emergência.

1.5.6 Confiabilidade: Investigar a confiabilidade dos sistemas de partida automática e suas respostas a eventos imprevistos.

1.5.7 Custo-Benefício: Analisar os custos associados à aquisição, instalação e operação do gerador em comparação com os benefícios durante a emergência.

1.6 Perguntas de investigação

Quando se fala sobre geradores de emergência é importante levar em consideração algumas interrogações fundamentais como:

- Qual é a carga total a ser alimentada pelo gerador de emergência?
- Qual é a fonte de combustível preferida para o gerador?
- Quais são as restrições do espaço disponível para a instalação do gerador?

1.7 Importância ou razões que motivam o estudo

Há muitos benefícios para quem opta pelo uso de grupo gerador a Diesel como a possibilidade das operações continuarem em pleno funcionamento, mesmo em casos de queda de energia. As razões desse estudo são:

- Suprir energia eléctrica em caso de falha no sistema de fornecimento de energia eléctrica da concessionária;
- Fornecer energia logo após a queda da rede, assim garantindo que o local não fique impossibilitado de operar;
- Opção de accionamento automático e manual;
- Confiabilidade, assegurando a capacidade energética adequada;
- Comodidade e segurança.

1.8 Estrutura do trabalho

Este relatório é composto por seis capítulos nomeadamente, Introdução, Revisão da Literatura, Contextualização, Metodologia de Resolução de Problema, Apresentação e Análise dos Resultados, Conclusões e Recomendações.

No capítulo Introdução são apresentados os objectivos do trabalho, as hipóteses, perguntas de investigação e as razões que justificam a elaboração do mesmo.

No capítulo Revisão da Literatura é exposto referencial teórico detalhado que sintetiza informações relevantes sobre os geradores, as teorias principais e a sua evolução histórica.

No capítulo Contextualização, descreve-se a apresentação da empresa e descrições para se conhecer em que contexto é que a investigação realmente ocorreu.

No capítulo da Metodologia de Resolução do Problema são apresentados alguns métodos para a resolução do problema.

O capítulo Apresentação, análise e discussão dos resultados apresenta os resultados obtidos pela implementação dos dados.

No capítulo Conclusão encerra-se o trabalho com análise dos resultados, a resposta dos objectivos específicos e as recomendações.

CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estado actual da teoria

2.1.1 Grupo Motor- Gerador

É definido como o conjunto de motor (Diesel, Gasolina ou Gás Natural) e gerador eléctrico, devidamente acoplados sobre uma base metálica (GALDINO, 2011). O motor a diesel (ou outro combustível fóssil) transforma a energia química de combustão do óleo diesel em energia mecânica e o gerador eléctrico acoplado, recebe essa energia mecânica e transforma em energia eléctrica, gerando uma tensão contínua (PERREIRA, 2018).

Para Silva (2017), podemos destacar algumas partes importantes de um sistema de grupo geradores como:

Grupo motor gerador

Painel de transferência: Onde se encontram os disjuntores que conectam os barramentos dos grupos geradores ao barramento das cargas;

Sistema de controle é responsável pelo accionamento e monitoramento dos grupos geradores e realiza as manobras de transferência de carga.

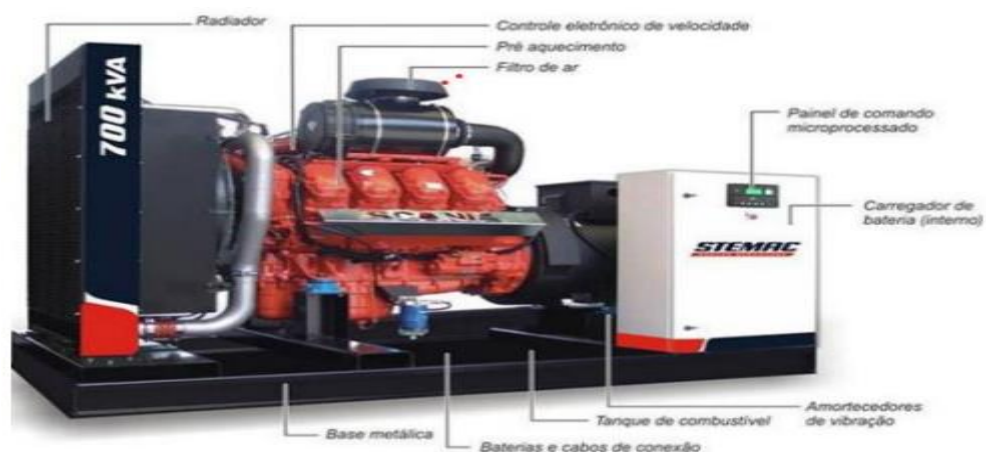


Figura 1: Grupo motor gerador STEMAC.

Fonte: (STEMAC, 2015).

O GMG é utilizado mais popularmente em dois casos:

Emergencial

É usado para suprir eventual falha da rede eléctrica local. Os principais proprietários são: Granjas, hospitais, shoppings, refinarias e sistemas de telecomunicações ou seja, em locais onde não pode haver à falta de energia temporária (GALDINO, 2011).

Econômico

É usado para substituição da rede eléctrica em horário de ponta, para economia na conta de energia. Esse tipo de uso reduz a conta de energia principalmente de estabelecimentos e indústrias, pois o valor do consumo é bem menor com o uso do GMG, pelo simples motivo do diesel ter um custo menor no mercado (GALDINO, 2011)

2.1.2 Motor a combustão

Um motor movido a combustão é um tipo de máquina térmica, o qual transforma energia química em energia mecânica. Para conversão da energia existem quatro processos principais que são: A admissão, compressão, explosão e a exaustão. Dois tipos de motor tem mais destaque que são o de dois tempos e o de quatro tempos (SILVA, 2017).

Os motores de combustão interna fundamentam-se no princípio segundo o qual os gases se desenvolvem quando aquecidos. Quando controlada, essa pressão pode ser aproveitada para mobilizar certo componente da máquina. Tem-se desse jeito a da energia calorífica do combustível em energia mecânica. No entanto, a mudança da energia calorífica em trabalho num motor térmico jamais é completa, pois dela se perde no contacto com outros elementos do motor que se encontram em temperatura baixa. Esses motores podem trabalhar com combustíveis líquidos voláteis tais como gasolina, querosene, álcool, diesel e óleos vegetais, ou com gases tais como butano e propano (VARELLA e SANTOS, 2010).

Segundo (MOURA, 2015), podem-se classificar os motores de combustão como sendo do tipo de ciclo Otto, utilizam gasolina, álcool ou gás, e do tipo de ciclo diesel, os que utilizam o óleo diesel. O motor a diesel é o mais utilizado em grupos geradores e seu nome é em função do engenheiro Rudolf Diesel que fez o primeiro teste bem -sucedido com este tipo de motor na Inglaterra em 1897. Pode-se defini-lo como um motor

de combustão de ignição por compressão, com ciclo de quatro tempos e refrigerado à água. Neste motor, dentro da câmara de ignição, o ar comprimido recebe o combustível sob pressão e esta mistura explode por auto-ignição.

2.1.2.1 Motor a diesel

O motor a diesel tem algumas vantagens sobre os motores de ignição (gasolina e álcool) como: maior vida útil, maior rendimento, com redução no consumo de combustível (devido à taxa de compressão mais elevada, que resulta em maior conversão de energia calorífica em mecânica) e menores custos de manutenção (HADDAD et al 2001).

Seu funcionamento é baseado no ciclo teórico diesel. Esses motores tem sua ignição por compressão, diferente dos motores que obedecem ao ciclo Otto que é por centelha. Após o ar ser comprimido no interior dos cilindros, recebe o combustível sob pressão superior a aquela em que o ar se encontra. A combustão ocorre por auto-ignição, quando o combustível entra em contacto com o ar aquecido pela pressão elevada. O combustível que é injectado ao final da compressão do ar na maioria dos motores do ciclo diesel é o óleo diesel comercial, porém outros combustíveis podem ser utilizados quando realizada certa modificação específica (PEREIRA, 2015).

2.1.2.1.1 Componentes de um motor a diesel

O motor a diesel é composto de um mecanismo capaz de transformar os movimentos alternativos dos pistões em movimento rotativo da árvore de manivelas, através da qual se transmite energia mecânica aos equipamentos accionados, como por exemplo um gerador de corrente alternada (DOMSCHKE e GARCIA, 1968). Os componentes do motor são:

- Cabeça;
- Bloco;
- Cárter;
- Válvulas;
- Árvore de Cames;
- Cambota;
- Pistão;
- Biela.

Segundo (SILVA, 2017), os motores de combustão interna apresentam três principais partes: cabeçote, bloco e cárter, conforme ilustrado na figura.

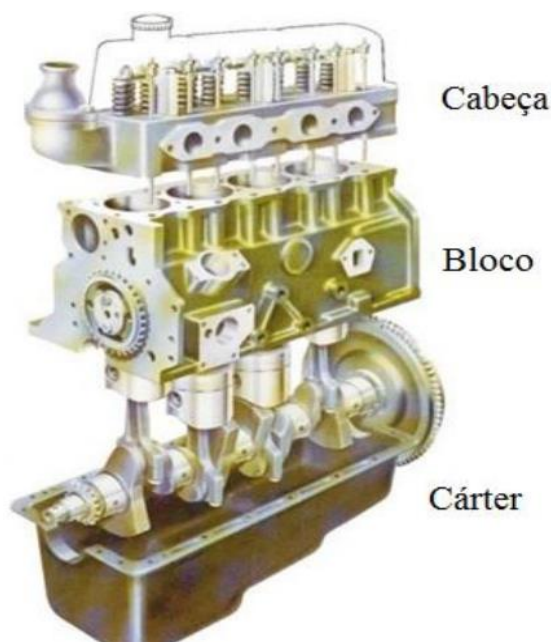


Figura 2: Partes de um motor diesel.

Fonte: (VARELLA e SANTOS, 2010).

Cabeçotes

São usados para "tampar" os cilindros e acomodam os mecanismos das válvulas de admissão e exaustão, como também bicos injetores e canais de circulação do líquido de arrefecimento. Dependendo do tipo de construção do motor, os cabeçotes podem ser individuais ou múltiplos, quando um mesmo cabeçote cobre mais de um cilindro (VARELLA e SANTOS, 2010).

Num motor de combustão interna, a cabeça do motor é a tampa que fecha a parte superior do bloco de cilindros e consiste numa plataforma perfeitamente fresada de modo ajustar-se ao bloco a fim de oferecer resistência às explosões. A cabeça do motor é a parte superior da câmara de combustão e onde se localizam as velas e as válvulas de admissão e escape.

Além de facilitar a manutenção do motor, a cabeça do motor é a chave para o bom desempenho, por determinar o formato da câmara de combustão, a passagem dos gases de admissão e escape, o funcionamento das válvulas e seu comando. Pode

alterar-se por completo o desempenho de um motor alterando apenas a cabeça do mesmo.

A cabeça do motor é geralmente fabricada do mesmo material que o bloco, ferro fundido, ou em motores de alto desempenho, de ligas de alumínio. Também como o bloco do motor, têm tubagens separadas para passagem de lubrificante e água da refrigeração.

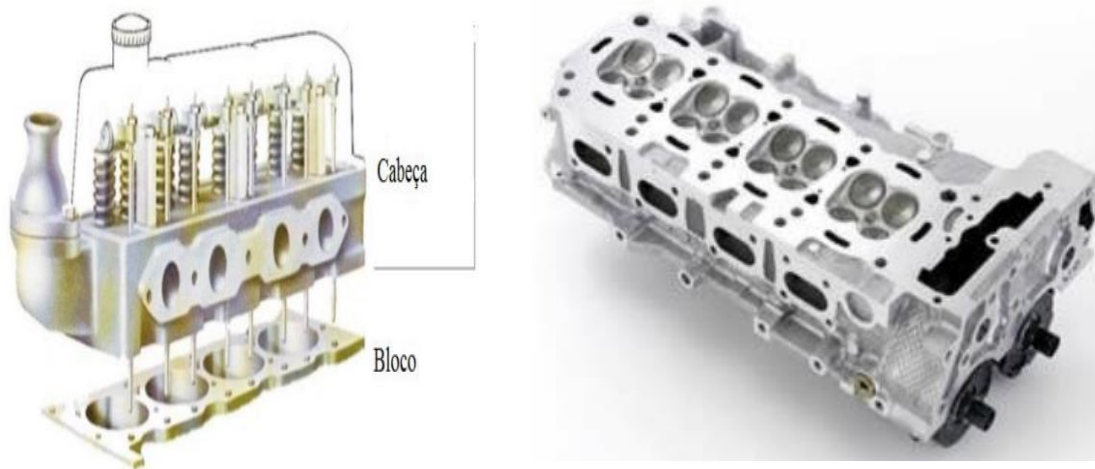


Figura 3: Partes de um motor a diesel, cabeçote.

Fonte: (VARELLA e SANTOS, 2010).

Junta da cabeça

A junta de cabeça situa-se entre o bloco dos cilindros do motor e a respectiva cabeça. Tem como finalidade assegurar a "estanquicidade" de cada uma das câmaras de combustão, bem como a continuidade dos circuitos de água de refrigeração do motor e dos circuitos de passagem do óleo lubrificante do motor.

O material da junta tem que estar em condições de impedir a penetração da mistura gasosa, da água ou do óleo nos circuitos adjacentes. Tem que possuir uma elevada resistência térmica, química e mecânica.

A junta possui orifícios para assegurar a continuidade dos vários circuitos que atravessam o motor do automóvel, bem como para a passagem dos parafusos de fixação da cabeça ao bloco do motor, chamados parafusos prisioneiros.



Figura 4: Junta da cabeça

Bloco do motor

Para (DOMSCHKE e GARCIA, 1968), bloco de cilindros é onde se alojam os conjuntos de cilindros, compostos pelos pistões com anéis de segmento, camisas, bielas, árvores de manivelas (virabrequim) e de comando de válvulas, com seus mancais e buchas. Define-se a seguir alguns termos referentes a peças componentes do bloco: O cilindro é a parte fixa de formato cilíndrico, usinada no bloco ou em camisas removíveis, onde o pistão se desloca. O pistão recebe directamente o impulso da combustão e o transmite à biela. A biela é a peça móvel que transmite o movimento alternativo dos pistões ao virabrequim. O virabrequim transforma o movimento alternativo nos pistões em movimento de rotação contínua, que é transmitido ao volante. O volante tem a função de armazenar energia durante os tempos de trabalho, para “ajudar” o motor a vencer a inércia nos tempos não motores (admissão, compressão e escape). Quanto maior for o número de cilindros do motor, menor a influência e contribuição do volante.

Os blocos são na sua maioria, de ferro fundido, material resistente, econômico e fácil de trabalhar na produção em série. A resistência do bloco pode ser aumentada, se for utilizada na sua fabricação uma liga de ferro fundido com outros metais. Alguns blocos de motor são fabricados com ligas de metais leves, o que diminui o peso e aumenta a dissipação calorífica e são contudo, de preço mais elevado .

Como são também mais macios, para resistir aos atritos dos pistões, os cilindros desses blocos têm de ser revestidos com camisas de ferro fundido. A camisa (câmara) de água – conjunto de condutores que através dos quais circula a água de resfriamento dos cilindros – é normalmente fundida com o bloco, do qual faz parte integrante.

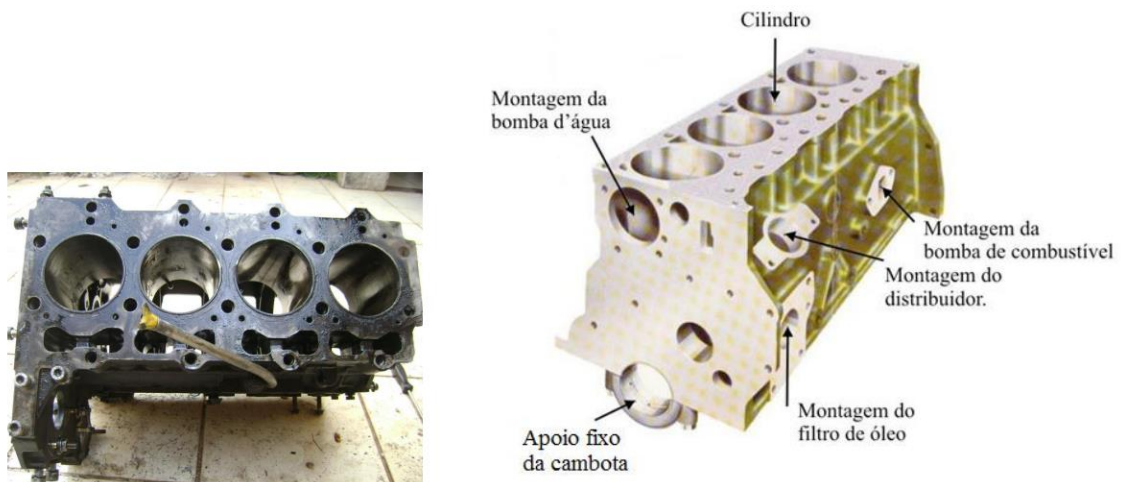


Figura 5: Partes de um motor a diesel, bloco dos cilindros.

Fonte: (VARELLA e SANTOS 2010).

Cárter do motor

Cárter é o reservatório de óleo lubrificante, utilizado pelo sistema de lubrificação. É construído em ferro fundido, liga de alumínio ou chapa de aço estampada (PEREIRA, 2015).

O Cárter é a parte inferior do motor, e nada mais é que um recipiente metálico onde fica acumulado o óleo lubrificante. A sua função é manter um certo nível de óleo de modo a garantir a lubrificação do motor. Com o motor desligado, o óleo que circulou pelo motor escorre por gravidade até ao cárter onde fica acumulado para a próxima vez em que o motor for ligado. Esse reservatório ajuda também a resfriar o óleo.



Figura 6: Cárter do motor

Válvulas

Actualmente, quase todos os motores apresentam as válvulas no cabeçote. As válvulas controlam a entrada e saída dos gases no cilindro. A passagem dos gases de admissão mantém sua temperatura da válvula de admissão entre 250 e 300°C. A válvula de descarga suporta temperaturas entre 700 e 750°C. O motor de quatro tempos convencional apresenta duas válvulas por cilindro: uma de admissão e outra de descarga (VARELLA e SANTOS, 2010).

A válvula é constituída por uma cabeça em forma de disco, fixa a uma haste cilíndrica. A haste desliza dentro de uma guia constituída por metal que provoque reduzida fricção (por exemplo: ferro fundido ou bronze). O topo da haste está em contacto mecânico com um impulsor que quando accionado pelo excêntrico da árvore de cames, provoca a sua abertura e a conseqüente entrada ou saída dos gases do motor.

Uma mola assegura que a válvula regressa à sua posição de fecho mal deixe de haver pressão mecânica para a sua abertura. Em alguns motores este regresso da válvula à sua posição de repouso sobre o assento, também chamado "sede", da válvula é conseguido por comandos pneumáticos e não mecânicos.



Figura 7: Partes de um motor a diesel, válvulas.

Fonte: (VARELLA e SANTOS 2010).

Eixos de Cames

Eixo de cames ou de comando de válvulas: Este eixo controla a abertura e o fechamento das válvulas de admissão e descarga. Recebe movimento da árvore de manivelas, possui um ressalto ou came para cada válvula e gira com metade da velocidade da árvore de manivelas. Os ressaltos actuam sobre os impulsionadores das

válvulas em tempos precisos. O eixo de comando de válvulas pode ser encontrado no cabeçote ou no bloco do motor.

A árvore de cames, também chamada árvore de comando de válvulas, veio de excêntricos, veio de ressaltos ou eixo comando de válvulas, é um mecanismo destinado a regular a abertura das válvulas num motor de combustão interna. Consiste num veio cilíndrico no qual estão fixados um conjunto de peças ovaladas, chamadas cames, excêntricos ou ressaltos, uma por válvula a controlar. Este veio tem um conjunto de apoios que asseguram a sua estabilidade durante o movimento rotativo a que é sujeito. São fabricadas em aço forjado ou ferro fundido. A figura ilustra o eixo de cames (VARELLA e SANTOS, 2010).



Figura 8: Partes de um motor a diesel, comando de válvula.

Fonte: (VARELLA e SANTOS, 2010).

Cambota

A cambota ou veio de manivelas (virabrequim, eixo de manivelas ou árvore de manivelas) é a componente do motor para onde é transferida a força da explosão ou combustão do carburante por meio da cabeça da biela, formando um mecanismo biela-manivela, que por sua vez se liga com o êmbolo (pistão), transformando a expansão de gás em energia mecânica. Na extremidade anterior da cambota, encontra-se uma roldana responsável por fazer girar vários dispositivos como por exemplo, a

bomba de direção hidráulica, o compressor do ar-condicionado a bomba de água etc. Na outra extremidade encontra-se o volante do motor, que liga à caixa de velocidades, cuja força motriz será transmitida ou não, consoante a pressão da embriagem.

Os esticões provocados pela explosão ou combustão são suavizados pela inércia do volante motor e pelos apoios. Muitas vezes, ao realizar tuning num automóvel opta-se por reduzir ligeiramente o peso do volante motor, conseguindo assim obter uma maior aceleração. No entanto, esta alteração tem a desvantagem de aumentar as vibrações produzidas pelo motor. A cambota é normalmente fabricada de aço.

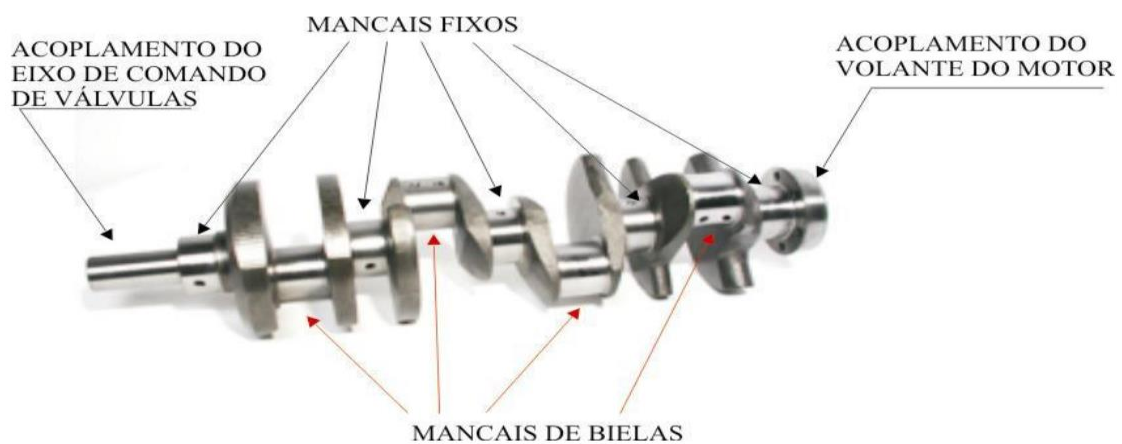


Figura 9: Cambota

Pistão

O pistão é fechado na parte superior e aberto na inferior. Apresenta ranhuras na parte superior para fixação dos anéis de segmento. O pistão se movimenta linearmente no interior do cilindro percorrendo sempre uma mesma distância denominada de curso. Curso é a distância entre o ponto morto superior e o ponto morto inferior do pistão.

O pistão do motor é uma peça que fica localizada no interior dos cilindros, na verdade cada cilindro possui um pistão. Este componente que na maioria das vezes é fundido em ligas leves movimenta-se retilineamente em dois sentidos, para cima e para baixo, e tem por principal função receber, em toda sua área superior, a explosão da mistura de ar e combustível. A explosão da mistura de combustíveis gera um deslocamento de massa de gases dentro da câmara de combustão e o pistão recebe

esta força e passa a diante. De diferentes tamanhos, geometrias e formas os pistões têm diversas aplicações dependendo do tipo de motor onde é instalado.



Figura 10: Pistão

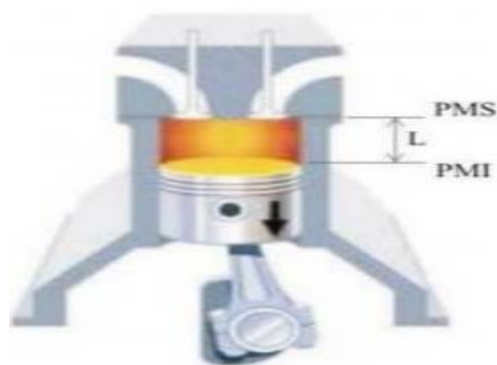


Figura 11: Partes de um motor a diesel, pistão.

Fonte: (VARELLA e SANTOS, 2010).

A cavilha do motor é um componente sujeito a grandes esforços mecânicos. O seu desenho é bastante simples consistindo apenas num cilindro de alta resistência com um furo ao centro, possibilitando assim ter uma menos massa.

Turbocompressor

Pode-se ser chamado por turbina ou turbocompressor, esse componente em motores diesel que tem como objectivo a elevação da pressão do ar no colectador de admissão acima da pressão atmosférica, fazendo com que no mesmo volume, seja possível depositar mais massa de ar, e conseqüentemente, possibilitar que maior quantidade de combustível seja injectada, resultando em mais potência para o motor, além de proporcionar maior pressão de compressão no interior do cilindro, o que produz temperaturas de ignição mais altas. Com o objectivo de melhorar os efeitos do turbocompressor, adiciona-se ao sistema de admissão de ar, um processo de arrefecimento do ar admitido, normalmente denominado de intercooler, dependendo da posição onde se encontra instalado, tem a finalidade de reduzir a temperatura do ar, contribuindo para aumentar ainda mais a massa de ar no interior dos cilindros (PEREIRA, 2015).

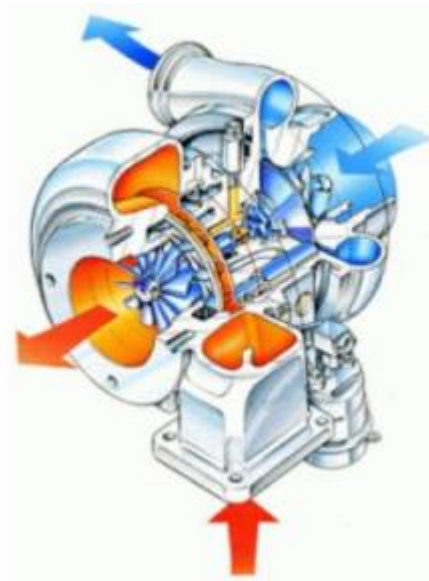


Figura 12: Turbocompressor típico de um GMG.

Fonte: (PEREIRA, 2015).

A figura ilustra um turbocompressor típico de um motor de um GMG. O turbocompressor, é constituído por dois rotores, montados nas extremidades do mesmo eixo, o turbocompressor é accionado pela energia cinética dos gases de escape, que impulsiona o rotor quente (turbina), fazendo com que o rotor frio (compressor radial) na outra extremidade, impulsiona o ar para os cilindros. Esse componente, funciona em rotações elevadas de 80.000 a 100.000 rpm, a sua temperatura máxima do gás de escape é de até 790°C, proporcionando um ganho de potência nos motores diesel, da ordem de 30 a 40% e redução do consumo específico de combustível em torno de 5% (PEREIRA, 2015).

Biela do motor

A biela do motor é o componente responsável por transmitir a força recebida pelo pistão e passa-la à árvore de manivelas ou cambota. Com a exclusiva função de inverter o sentido de movimento, pois ligada ao pistão através de um pino a biela sobe e desce e é ligada a cambota, presa com uma capa entre bronzinas, a biela transmite a força em forma de movimento rotativo ou circular. Geralmente é feita de aço forjado e assume determinadas formas e tamanhos diferentes conforme o tipo e configuração de cada motor.

A biela é o componente do motor responsável pela transformação do movimento alternativo do pistão em movimento de rotação da cambota. É composta por pé, corpo e cabeça. O pé liga-se ao pistão por intermédio da cavilha e a cabeça à cambota. A cabeça da cambota é constituída por duas partes, uma das quais amovível, para facilitar a montagem. O corpo da biela possui a sua secção em perfil para melhorar a sua resistência à encurvatura.

Biela em forma de haste, serve para transmitir o movimento linear alternativo do pistão para a cambota.



Figura 13: Biela do motor

2.1.2.1.2 Sistemas Auxiliares

O motor é constituído também por uma série de sistemas auxiliares (PEREIRA et al 2002):

Sistema de alimentação

É o responsável pela formação da mistura ar/combustível que alimenta os cilindros, sendo composto pelo tanque de combustível, canalizações, bomba injectora, filtros e bicos injectores.

Sistema de arrefecimento

Tem como fluido de trabalho a água. Em raríssimos casos, encontram-se motores a diesel refrigerados a ar. A mais comum configuração dos grupos geradores arrefecidos a água, o seu radiador é montado sobre a base e um ventilador accionado pelo motor para resfriar o líquido de arrefecimento e ventilar a sala do gerador. A ventilação necessária da sala do

grupo gerador é para remover o calor dissipado pelo motor, gerador e os outros equipamentos que geram calor. É necessário um projecto adequado para a ventilação, se não houver essa adequação a sala do grupo gerador poderá ter um aumento de temperatura, conseqüentemente pode ocasionar em redução de desempenho do grupo gerador, aumento do consumo de combustível, falhas prematuras dos componentes e superaquecimento do motor (CUMMINS, 2018).

Sistema de lubrificação

Consiste na inserção de uma película de óleo lubrificante através da bomba de óleo entre as partes móveis em contacto para reduzir o atrito.

Sistema de exaustão ou escapamento de gases

A cor e a densidade do escapamento são um indicador seguro das condições do motor e de seu rendimento. Excesso de fumaça no escapamento pode indicar o uso de combustível inadequado, filtro de ar sujo ou entupido, excesso de combustível nos injectores, ou ainda más condições mecânicas do motor, seja na área de válvulas, seja na área dos cilindros. Se o motor expelle excesso de fumaça, uma acção correctiva deve ser tomada. Este sistema tem por função extrair os gases do motor para fora do abrigo e dispersar a fuligem e a fumaça, isolando o ruído. Seu sistema deve ser projectado minimizando o efeito de contrapressão no motor. Uma tubulação que possa restringir o escape de maneira excessiva causará o aumento do consumo de combustível, aumento de temperatura, produzindo fumaça excessiva e fuligem. O escapamento deve ser instalado o mais alto possível, para fora situado a favor de ventos dominantes e direccionado para longe de ventilações e possíveis aberturas de edificações, evitando que os gases retornem ao espaço fechado (CUMMINS, 2018).

2.1.2.1.3 Funcionamento do motor diesel

Operação

Os ciclos de operação podem ser de quatro tempos, um ciclo de trabalho estende-se por duas rotações da árvore de manivelas, ou seja, quatro cursos do pistão ou de dois tempos, o ciclo motor abrange apenas uma rotação da árvore de manivelas, ou seja, dois cursos do pistão (MARTINS e GARCIA, 2010).

Os motores diesel a dois tempos são utilizados em instalações diesel-elétricas de grande porte, enquanto que os do tipo a quatro tempos são utilizados em instalações para potências pequenas (MARTINS e GARCIA, 2010).

Principais definições

Ponto morto inferior (PMI) é o ponto menor que o pistão atinge no seu curso descendente.

Ponto morto superior (PMS) é o ponto maior que o pistão atinge no seu curso ascendente.

Cilindrada: É o volume deslocado pelo êmbolo (pistão) do PMS até o PMI, multiplicado pelo número de cilindros do motor. Corresponde ao volume máximo de ar admissível no cilindro.

Taxa de compressão: Denominada de razão de compressão, é a relação entre o volume total do cilindro ao iniciar-se a compressão, e o volume no fim da compressão e constitui uma relação significativa para os diversos ciclos dos motores de combustão interna (PEIXOTO, 2016).

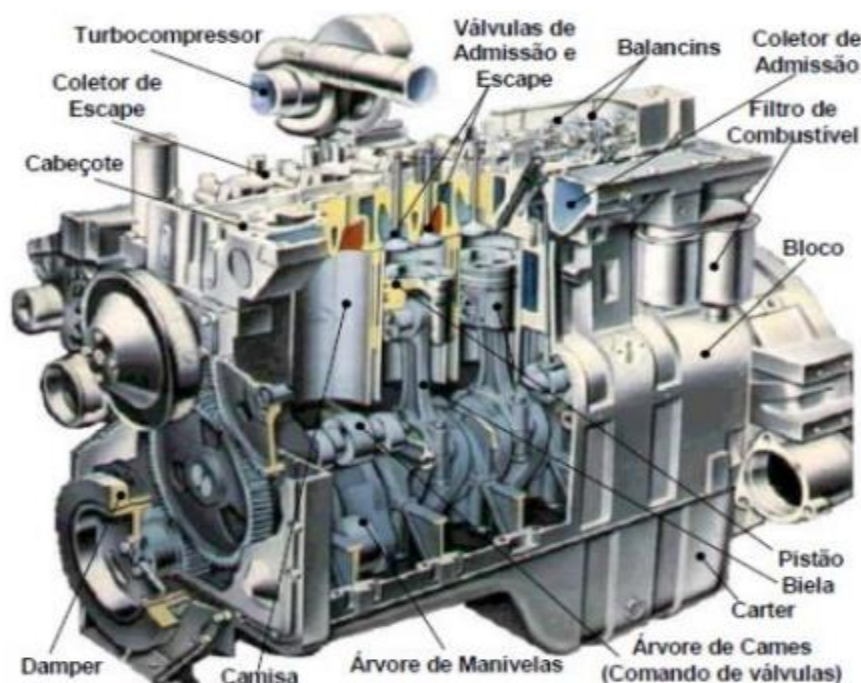


Figura 14: Motor Diesel Cummins, modelo 6CT8.3, visto em corte.

Fonte: (PEREIRA, 2015).

2.1.3 Funcionamento de um motor de quatro tempos

Realiza-se o ciclo em quatro cursos, o que implica em duas voltas (720°) no eixo das manivelas.

Admissão

O pistão se desloca do Ponto Morto Superior (PMS) para o Ponto Morto Inferior (PMI). Ocorre a admissão no cilindro que tem apenas ar. Isso pode ser visto, na figura. Durante a admissão, a válvula de admissão está aberta e a válvula de emissão está fechada. O volume admitido é o volume de admissão ou cilindrada parcial do motor. Nos motores diesel, o volume de ar aspirado é sempre o mesmo. A variação da potência é obtida pela variação do volume de combustível, injectado de acordo com a posição do acelerador.

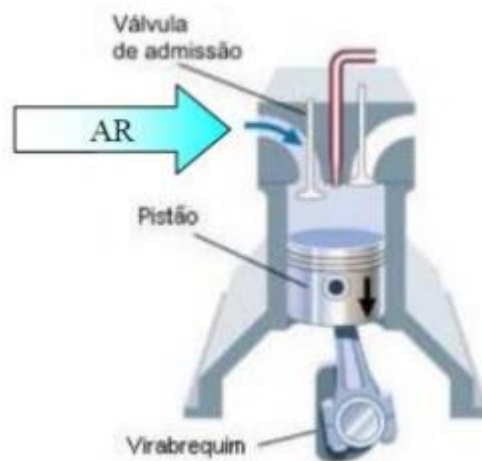


Figura 15: Admissão de ar durante o primeiro curso nos motores diesel de quatro tempos

Fonte: (VARELLA, 2018).

Compressão

O pistão se desloca do PMI para o PMS. Ocorre a compressão do ar. As válvulas de admissão e descarga estão fechadas. A compressão do ar na câmara de combustão produz elevação da temperatura. No fim da compressão, o combustível é dosado e injectado na câmara de combustão. A medida exacta do combustível e o momento de injeção são factores muito importantes para o bom funcionamento dos motores diesel. A injeção do combustível na câmara de combustão é feita pelo bico injector, conforme a figura.

Imediatamente após a injeção, o combustível se inflama devido ao contacto com ar aquecido, iniciando-se a combustão.



Figura 16: Injeção de combustível na massa de ar quente nos motores diesel de quatro tempos.

Fonte: (VARELLA, 2018).

Expansão

O pistão se desloca do PMS para o PMI. Ocorre a expansão do ar. As válvulas de admissão e descarga estão fechadas. A medida que o combustível é injectado, vai se inflamando, aumentando a temperatura dos gases, que tendem a se dilatar cada vez mais. Durante a expansão, o pistão é accionado pela força de expansão dos gases, transformando a energia térmica em mecânica, conforme a figura. A força vinda da expansão dos gases é transmitida para o virabrequim, através da biela, promovendo assim o movimento de rotação do motor. A expansão é o único curso que ocorre a transformação de energia. Parte da energia transformada é armazenada no virabrequim e no volante do motor, que será consumida durante os outros três cursos.



Figura 17: Deslocamento do pistão pela força de expansão dos gases, transformando a energia térmica em mecânica.

Fonte: (VARELLA, 2018).

Descarga ou emissão

O pistão se desloca do PMI para o PMS. Neste curso, ocorre a emissão dos resíduos da combustão. A válvula de admissão está fechada e a de emissão está aberta. O movimento ascendente do pistão, expulsa do cilindro os resíduos da combustão, através da válvula de emissão. Isso pode ser visto, na figura 18.

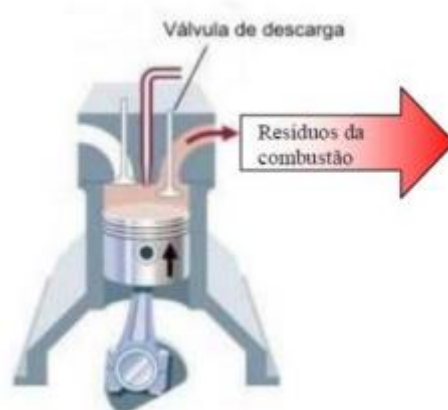


Figura 18: Resíduos da combustão, que são eliminados através da válvula de emissão.

Fonte: (VARELLA, 2018).

2.1.4 Injecção de combustível

A injeção do combustível diesel é controlada por uma bomba de pistões responsável pela pressão e distribuição do combustível para cada cilindro nos momentos correctos. Pode-se trabalhar com dois sistemas de injeção diferentes: a bomba em linha e a bomba rotativa. Ambas são construídas para o mesmo fim, dosar a quantidade de combustível, ajustando-o à carga de acordo com as ordens de um regulador (PEREIRA et al, 2002). Na maioria dos motores diesel utiliza-se uma bomba em linha dotada de um pistão para cada cilindro e accionada por uma árvore de cames que impulsiona o combustível quando o êmbolo motor (pistão) atinge o ponto de início de injeção, no final do tempo de compressão. Alguns motores utilizam bombas individuais para cada cilindro e há outros que utilizam uma bomba de pressão e vazão variáveis, fazendo a injeção directamente pelo bico injectador accionado pela árvore de comando de válvulas. Dividindo a bomba em linha em duas partes, tem-se na parte inferior o óleo lubrificante e na parte superior o óleo diesel, que actua sobre os elementos de bombeamento. O óleo diesel é o encarregado de lubrificar as peças de bombeamento (PEREIRA et al, 2002). A bomba rotativa é constituída de um tambor e um eixo com furos, que distribuem o

combustível para os cilindros num processo semelhante ao do distribuidor de corrente para as velas utilizadas nos motores de automóveis. Na bomba rotativa a lubrificação não é feita com óleo lubrificante, é sim pelo próprio óleo diesel que também lubrifica suas peças rodantes. O óleo percorre um caminho dentro da bomba que propicia a combustão do motor e a lubrificação simultaneamente (PEREIRA et al, 2002). Para que funcionem as bombas injectoras, rotativas ou em linha, são instaladas no motor sincronizado com os movimentos da árvore de manivelas.

2.1.5 Componentes eléctricos de um motor diesel

Os motores diesel, especialmente os aplicados em GMG's, são dotados de um dispositivo eléctrico de parada, em geral um solenóide, que dependendo do fabricante e tipo do motor, trabalham com alimentação constante ou são alimentadas somente no momento de parar o motor diesel. Este componente na maioria dos GMG's, está interligado a outros componentes de protecção. Para manter as baterias em boas condições de funcionamento, é necessário recarregar a energia consumida pelo motor de arranque, solenóide de parada e os demais componentes consumidores presentes nos GMG's. Utiliza-se um carregador de bateria automático alimentado pela rede eléctrica, com o objectivo de manter as baterias sempre carregadas enquanto o GMG estiver desligado. O GMG também possui um alternador pequeno parecido com o dos automóveis, para recarga da bateria do motor, enquanto o GMG está em funcionamento (PEREIRA, 2015).

Baterias

Os grupos geradores necessitam de baterias para sua partida. Na maioria dos casos as tensões de partida são entre 12V e 24V, podendo ser de outras tensões dependendo do projecto do grupo gerador. Esta interligação é executada no motor de partida do motor diesel (WEG, 2017). Para os GMG's a bateria usada é a do tipo estacionária, pelo simples motivo de ter maior descarga eléctrica quando comparada a outros tipos. Na maioria dos casos são usadas do tipo chumbo-ácido. A potência e a capacidade dependem do motor de partida, da duração e frequência das partidas, como também dos dispositivos auxiliares que permanecem ligados, tais como lâmpadas de sinalização. A temperatura da bateria usada não deve ultrapassar a 60°C, com temperatura acima de 60°C a bateria diminui a sua vida útil e há aumento dos riscos para um acidente (PEREIRA, 2015).

2.1.6 Gerador eléctrico

Gerador é um dispositivo usado para a transformação da energia mecânica, química ou outra forma de energia em energia eléctrica (EUGENIO et al, 2013). A função do gerador eléctrico é de converter energia mecânica em energia eléctrica podendo esta ser alternada ou contínua. Um gerador de corrente contínua é conhecido como dínamo e um gerador de corrente alternada como alternador. Os alternadores são os responsáveis por gerar a corrente alternada (SiILVA, 2012).

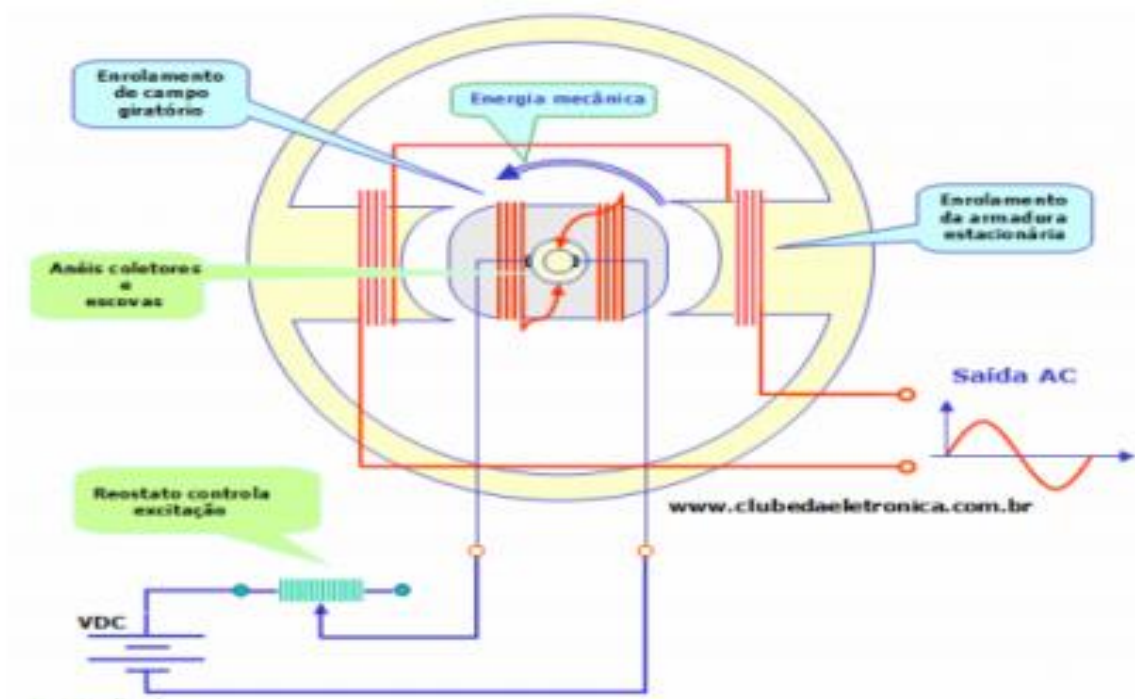


Figura 19: Ilustração simplificada de um gerador de corrente alternada.

Fonte: (SILVA, 2012).

2.1.6.1 Princípio de funcionamento do alternador

Uma máquina síncrona possui duas partes principais, o rotor e o estator. O rotor é a parte móvel da máquina que gira ao redor do estator, no rotor estão presentes o enrolamento de campo e no estator o enrolamento de armadura. Quando o rotor é movido mecanicamente, é gerado um fluxo magnético nas bobinas, a variação do fluxo magnético resulta na geração de tensão alternada no enrolamento de armadura, caracterizando um gerador. Já quando os enrolamentos da armadura são alimentados por corrente alternada é gerado um fluxo de corrente nas bobinas que por sua vez irá induzir um fluxo magnético na armadura, fazendo com que o rotor gire (UMANS, 2014).

2.1.7 Quadro de Comando

Esse quadro tem em seu interior os componentes eléctricos de protecção, controle e comando do alternador e motor, rede eléctrica, conforme o caso. Quase sempre é doptado de uma chave comutadora com disjuntor para entrada de cabos provenientes do alternador, voltímetro, frequencímetro, amperímetros, regulador automático de tensão do alternador e demais componentes eléctricos, tais como partida automática, sensores de tensão e frequência, chaves de transferência automática de carga, interface para comunicação e transmissão de dados, carregador de baterias, voltímetro e amperímetro do sistema de excitação ou outros instrumentos, conforme a aplicação (PEREIRA, 2015).

2.1.8 Chave de transferência automática

Toda a instalação onde se utiliza um GMG como fonte alternativa de energia, necessita obrigatoriamente de uma chave comutadora. O uso da chave comutadora é dispensado nos casos onde o GMG é utilizado como fonte única de energia. O objectivo dessa chave é comutar as fontes de alimentação dos circuitos consumidores, separando-as sem a possibilidade de ligação simultânea (PEREIRA, 2015).

Nos GMG's, a chave comutadora, normalmente, é de três pólos. Primeiro pólo operação aberta, utiliza-se para operação sem carga, o segundo pólo é utilizado pela rede e o terceiro pelo GMG. A não utilização dessa chave comutadora pode causar riscos às instalações e às pessoas da seguinte forma (PEREIRA, 2015):

- Queima de equipamentos no momento do retorno da energia fornecida pela rede, caso o GMG esteja funcionando sem a chave e o disjuntor geral encontra se ligado;
- Riscos para as pessoas e possibilidades de incêndios provocados por descargas eléctricas sobre materiais combustíveis, como consequência do evento citado no item anterior;
- Energização indevida da rede eléctrica da concessionária, podendo vitimar eletricistas que estejam trabalhando na rede ou no quadro de medição.

Todas as concessionárias de energia exigem que as chaves comutadoras sejam doptadas de intertravamento mecânico. O conceito básico da chave comutadora e de como é usada na instalação do GMG é apresentada, conforme a figura (PEREIRA, 2015).

Uma chave comutadora pode operar tanto manualmente como automaticamente. Em sistemas automáticos, as funções de liga e desliga da rede e gerador são obtidas por contactos de réles comandados pelo sistema de controle. Na entrada do GMG é indispensável um meio de desconexão e protecções contra curto-circuito. Para tornar o sistema automático, devemos acrescentar um dispositivo sensor de rede, capaz de perceber as falhas de tensão ou frequência e fechar um contacto para comando da partida do GMG. Estes sensores devem ter seus parâmetros ajustáveis, incluindo um tempo de confirmação da falha, para evitar partidas do GMG em decorrência de picos instantâneos de tensão. Também deve monitorar o retorno da rede à normalidade e accionar um contacto para retransferência da carga, devendo a partir daí o sistema de controle permitir o funcionamento do GMG em vazio para resfriamento, antes de accionar o dispositivo de parada. O monitoramento ideal é sobre as três fases, sendo frequente o uso dos sensores monofásicos no lado do GMG, principalmente (PEREIRA, 2015).



Figura 20: Conceito básico e diagrama típico de uma instalação de uma chave comutadora de um GMG.

Fonte: (PEREIRA, 2015).

2.1.9 Manutenção preventiva

A primeira análise a ser realizada é a atenção para as recomendações do fabricante contidas na documentação técnica fornecida. Em linhas gerais, o GMG's, além dos cuidados diários de operação, exigem pouca manutenção. Os fabricantes recomendam primordialmente (PEREIRA, 2015):

- Realizar trocas de óleo lubrificante e filtros;
- Inspeção diária quanto a vazamentos de óleo lubrificante, água e combustível;
- Verificação dos níveis de água do radiador e de óleo lubrificante;
- Durante o funcionamento do GMG observar ruídos anormais;
- Limpeza e troca dos elementos de filtro de ar;
- Inspeção periódica do sistema de admissão de ar;

- Limpeza do radiador e substituição da água de refrigeração, nos períodos recomendados;
- Regulagem das folgas de válvulas;
- Inspeção da tensão das correias e ajuste quando necessário;
- Medição da resistência de isolação do alternador;
- Lubrificação dos enrolamentos do alternador;
- Reapertar cabos e conectores eléctricos;
- Troca de mangueiras ressecadas;
- Revisar bomba e bicos injectores;
- Inspeccionar o amortecedor de vibrações.

CAPÍTULO 3: CONTEXTUALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO

3.1 Apresentação da empresa



A empresa, surgiu em 1995 e começou a operar em 2003. Esta, actua a nível nacional no desenvolvimento e entrega de soluções de automação, electricidade e instrumentação, integrando equipamentos das mais diversas tecnologias. A empresa faz engenharia para movimentar a vida, trabalhando desde a concepção do projecto até o período de manutenção, analisando cada passo, discutindo soluções junto com o cliente, a fim de garantir a melhor relação custo-benefício em seus serviços, com foco em uma relação duradoura e sustentável.

A empresa localiza-se em Maputo, Distrito da Boane, no parque industrial de beleluane. Esta, agrupa-se nas médias empresas pois tem 60 trabalhadores, de entre os quais 2 na automação, 45 estão na área de engenharia eléctrica, 2 na área de instrumentação e os restantes na administração.

A empresa produz acerca de 24 Paines Industriais Eléctricos por ano. Dependendo das exigências dos clientes, o número de painéis aumenta para 48.

Devido a demora do levantamento dos Paineis Industriais Eléctricos por parte dos clientes, para evitar com que os mesmos danifiquem-se, a sua manutenção é feita uma vez em cada 15 dias.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

4.1 Levantamento de cargas

Cargas	Quantidade	Potência	Potencia (KW)
Computador	13	450W	5,85
Impressora	3	150W	0,45
Ar-condicionado	3	12 000 BTU	10,550
Lâmpadas fluorescentes	6	100W	0,6
Lâmpadas de vapor de sódio	3	1000W	3
Tomadas	20	100W	2
UPS	3	2400W	7,2
Limadora	1	600W	0,6
Motor	2	15kW	30
Motor	1	12kW	12
Engenho de furar	1	550W	0,55
Geleira	1	150W	0,15
Microonda	1	700W	0,7
Bebedouro	2	405W	0,81
Potmicro	1	250W	0,25
Grafoplast	1	240W	0,24
TOTAL			74,95

Tabela 1: Levantamento de cargas

Para a determinação da carga a ser suprida pelo gerador será usada a energia de 74,95 kW.

Em máquinas eléctricas considera-se:

$$\cos\varphi = 0,8$$

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{74,95kW}{0,8} = 93,69 \text{ kVA}$$

$$S_g = 20\% * 93,69 \text{ kVA} + 93,69 \text{ KVA} = 112,43\text{kVA}$$

O gerador será dimensionado para ser capaz de alimentar a empresa TEMOC mesmo no

caso de haver um aumento de 20% no valor da carga.

Para dimensionar o GMG deve-se atender 112,43kVA , potência correspondente a um acréscimo de 20% do maior registro de consumo diário do sistema eléctrico da empresa TEMOC. Portanto o GMG seleccionado deve ter potência nominal superior a esta. Para este projecto seleccionou-se um gerador a diesel de 125KVA (**Anexo II**), 184.4HP para regime de emergência, marca Toyama, modelo TDMG125SEG3,1800 rpm, com consumo de combustível de 13,3 litros por hora, informações adicionais sobre este gerador encontram-se no anexo I.

4.2 Protecção do gerador

Um gerador eléctrico pode ser submetido a falhas internas ou externas. Essas falhas devem ser eliminadas o mais rápido possível, caso contrário podem causar danos permanentes ao gerador.

4.2.1 Cálculo da corrente de serviço

A corrente de serviço do circuito será:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot U} = \frac{125kVA}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 380} = 0,237kA = 237,4A$$

Para proteger o gerador contra curto-circuito, será usado um disjuntor de 260A (**Anexo III**).

Cálculo da escolha do Contactor

$$I_n = \frac{S \cdot \cos\varphi}{\sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot U \cdot \eta} = \frac{125kVA \cdot 0,8}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 380 \cdot 0,8} = 0,24kA = 237,4A$$

$$K1 \quad I_{nk} \geq 1,15 \cdot I_n$$

$$I_{nk} \geq 1,15 \cdot 237,4A$$

$$I_{nk} \geq 273,01A$$

Cálculo da escolha do Relé-térmico

$$I_r = 1,15 \cdot I_n$$

$$I_r = 1,15 \cdot 237,4A$$

$I_r = 273,01A$

Para proteger o gerador contra sobrecargas, será usado um relé-térmico de modelo 3UA45-00-8YJ, com faixa de ajuste de 250-400A de acordo com o anexo V.

4.2.2 Aterramento do grupo gerador

Para facilitar a protecção do enrolamento do estator e do sistema associado o ponto neutro de um gerador será ligado à terra. O aterramento também evitará sobretensões transitórias prejudiciais no caso de uma falta de terra. As correntes de fuga quando presentes, causam sérios problemas, por isso, os sistemas de aterramento eléctrico, são necessários por questões de segurança e protecção dos usuários contra as correntes de fuga. Esses sistemas são construídos por cabos e hastes de cobre para poderem conduzir as correntes de fuga da instalação para a terra.

4.2.3 Escolha da secção do cabo alimentador

Para este projecto foi escolhido o condutor de cobre e o método de isolamento por policloreto de polivinila (PVC). Com base na corrente de serviço calculada, verificou-se na tabela (tabela que consta do **anexo III**) que a secção adequada para o cabo alimentação é de 150mm que suporta uma corrente máxima de 325A (IZ).

MATERIAL	PONTOS FRACOS	PONTOS FORTES
PVC (CLORETO DE POLIVINILA)	Baixo índice de estabilidade térmica	Boas propriedades mecânicas e eléctricas Não propagante de chama
XLPE (POLIETILENO RETICULADO)	Baixa flexibilidade Baixa resistência à chama	Excelentes propriedades eléctricas Boa resistência térmica
EPR (BORRACHA ETILENO PROPILENO)	Baixa resistência mecânica Baixa resistência a chamas	Excelentes propriedades eléctricas Boa resistência térmica

Tabela 2: Características dos materiais utilizados nas coberturas dos condutores.

4.2.4 Protecção contra sobrecarga

Cálculo da corrente máxima admissível na canalização

A protecção das canalizações eléctricas contra sobrecargas é assegurada se as características dos aparelhos de protecção respeitarem simultaneamente as seguintes condições:

A corrente estipulada do dispositivo de protecção (I_n) seja maior ou igual à corrente de serviço da canalização respectiva (I_s) e menor ou igual que a corrente máxima admissível na canalização (I_Z).

Tendo em conta a corrente nominal que é 237,4A assim, o calibre máximo da protecção será de 260A, a secção do cabo é de 150mm e a corrente máxima admissível será de 325A de acordo com a tabela em anexo III.

$$I_Z = 325A$$

$$I_Z \geq F_s \cdot I_n$$

$$I_Z \geq 0,8 \cdot 237,4A$$

$$325A \geq 189,92A$$

A condição satisfaz, o que quer dizer que a secção escolhida para o cabo é ideal.

$$I_s \leq I_n \leq I_Z$$

$$237,4A \leq 237,4A \leq 325A$$

4.2.5 Cálculo de queda de tensão percentual do cabo

Segundo Lima Filho (2011), a queda de tensão provocada pela passagem de corrente eléctrica nos condutores dos circuitos de uma instalação deve estar dentro de determinados limites máximos, a fim de não prejudicar o funcionamento dos equipamentos ligados aos circuitos. Vale ressaltar, que quando a queda de tensão é grande, os circuitos vão ter a tensão em seus terminais menor que o valor nominal necessário.

$$\Delta U\% = \frac{1,06}{1900} \times \gamma \times L \times I_s \times \cos\phi$$

Onde: $\Delta U\%$ é a queda de tensão em percentagem;

γ é a resistência do cabo por quilómetro;

L é o comprimento da canalização;

I_s é a corrente de serviço;

$\cos\phi$ é o factor de potência.

Para o valor da resistência do cabo por quilómetro, escolheu-se o 0,76 de acordo com o anexo IV. (ver o **anexo IV**).

$$\Delta U\% = \frac{1.06}{1900} \times 0,76 \times 7 \times 237,4 \times 0,8$$

$$\Delta U\% = 0,56$$

$$\Delta U\% \leq 10\%$$

4.3 Instalação do grupo gerador

4.3.1 Local de instalação do grupo gerador

O grupo gerador será instalado numa sala que será construída com as seguintes dimensões: 3m para cada lado e 2,5 m de altura. O catálogo do grupo gerador deste projecto presente no anexo I pode-se verificar que o GMG possui peso liquido de 1525kg e peso bruto de 1620kg. O espaçamento entre o GMG e as paredes não será menor que 1 m, o que vai permitir fácil acesso para manutenção e operação. A sala do gerador será construída num local de fácil acesso para o abastecimento de combustível e demais fluidos (liquido de arrefecimento e óleo lubrificante), terá fundação apropriada para suportar o peso do grupo gerador e será projectada de modo a possuir uma boa ventilação.

4.3.2 Sistema de escape

O escape do motor contém fuligem e monóxido de carbono, um gás invisível, inodoro e tóxico. O sistema de escape será projectado para terminar na parte externa da sala do gerador, em um local onde os gases de escape do motor sejam dispersados para longe de edifícios e de entradas de ar. Os gases de escape também serão conduzidos para o lado de descarga de ar do radiador para reduzir a possibilidade de retornarem à sala do grupo gerador por força do ar de ventilação.

4.3.3 Tanque de combustível

No catálogo do grupo gerador deste projecto presente no anexo I, pode-se verificar que o tanque instalado na base do GMG tem capacidade de 230 litros e que o consumo de combustível do grupo gerador por hora operando a $\frac{1}{4}$ da carga é de 10l de acordo com

o anexo II. Para calcular a autonomia do gerador, deve se prever a operação da carga a 100% aonde teremos:

$$75\% \rightarrow 10l$$

$$100\% \rightarrow x$$

$$X = \frac{100\% * 10l}{75\%}$$

$$X = 13,3l$$

$$AG = \frac{\text{Capacidade do tanque}}{\text{Consumo de combustível por hora}}$$

$$AG = \frac{230l}{13,3l/h}$$

$$AG = 17,3h$$

Para reduzir a necessidade de reabastecimento, será usado um tanque externo para o armazenamento do diesel. O tanque externo será instalado na área externa da sala do gerador. Para se garantir uma boa ventilação e por razões de segurança este tanque será inserido numa cerca feita de arame farpado. O combustível será transferido do tanque externo para o tanque instalado na base do gerador através de uma bomba de transferência controlada por sistema automático por meio de sensores de nível no tanque instalado na base do gerador.

4.3.4 Isolamento acústico para o GMG

Máquinas que utilizam combustíveis fósseis (diesel, gás natural, gasolina, etc.) como o caso de um GMG a óleo diesel emitem ruídos em seu funcionamento devido a queima do combustível e ao atrito mecânico entre seus componentes. Essa queima e atrito e calor excessivo, fazem com que haja a necessidade de arrefecimento como a aplicação de exaustores e ventiladores, estes últimos, por sua vez, contribuem com a poluição sonora (FILHO et al, 2014). A sala do gerador será projectada com sistema de isolamento acústico instalado nas paredes, portas e saída de exaustão da casa do gerador, para atenuação acústica.

4.3.5 Isoladores de vibração

Para reduzir as vibrações transmitidas à estrutura de montagem, o grupo gerador possui amortecedores de vibração de elastômero, com corpo metálico resistente a cisalhamento, montados entre o motor/gerador e a base.

4.3.6 Aquecedores do líquido de arrefecimento

Para que possa ter partidas rápidas e boa aceitação de carga, o gerador possui resistência de pré-aquecimento controlada por termóstato.

4.3.7 Quadro de comando

Quadro de comando dotado de microcontrolador, fabricado com chapas de aço galvanizado, montado sobre a base do Grupo Gerador, com compartimentos separados para comando e força. Permite operação automática e manual, executando supervisão do sistema de corrente alternada, comandando a partida e parada do grupo gerador em caso de falha da fonte principal (rede).

4.4 Custo de operação do gerador por hora

O gerador seleccionado neste projecto tem um consumo de combustível operando a 100% de carga de 13,3l/h.

O custo de diesel por litro no país é de 91,23MT. Então o custo de operação do gerador por hora é de $91,23 \times 13,3 = 1\ 213,359\text{MT}$

4.5 Estimativa de custo do projecto

Item	Material	Quantidade	Preço (MT)	Total
1	GMG diesel 125KVA, marca Toyama, modelo TDMG125SEG3,1800 rpm	1	1 200 000,00	1 200 000,00
2	Cabo	10m	2 700,00	27 000,00
3	Contactador	2	3 700,00	7 400,00
4	Relé	2	4 200,00	8 400,00
5	Disjuntor tripolar	2	2 200,00	4 400,00
6	Disjuntor unipolar	2	800,00	1 600,00
7	Bomba de óleo diesel, mão de obra para instalação de infraestrutura mecânica.	1	160 920,00	160 920,00
8	Isolamento acústico em filtro de paredes e porta, materiais adicionais e mão de obra.	1	210 750,00	210 750,00
9	Tanque de combustível	1	42 873,00	42 873,00
10	Eléctrodo de terra	3	17 500,00	52 500,00
11	Saco de sal	1	950,00	950,00
12	Saco de carvão	1	1 400,00	1 400,00
13	Construção da casa do gerador	1	200 000,00	200 000,00
14	Painel para o comando do gerador	1	120 000,00	120 000,00
15	Botão de emergência	1	500,00	500,00
16	Valvula de combustivel	1	2 500,00	2 500,00
17	Simulador de presença de corrente	2	3 000,00	6 000,00
18	Sinalizadores	3	300,00	900,00
19	Temporizador	3	2 900,00	8 700,00
20	Partida do gerador	1	1 200,00	1 200,00
21	Chave selectora	2	2 200,00	4 400,00
22	Contador de partida	1	5 000,00	5 000,00
23	Habilitar o sistema	1	500,00	500,00
24	Condutores e acessórios	—	100 000,00	100 000,00
25	Mão-de-obra + 10%			1 083 946,50
TOTAL				3 251 839,50

Tabela 3: Estimativa de custo do projecto

CAPÍTULO 5: APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente projecto consiste no dimensionamento de um gerador a diesel para operar no regime de emergência. O gerador irá alimentar automaticamente a empresa TEMOC quando houver corte no fornecimento da energia eléctrica da rede da EDM.

Circuito de Força

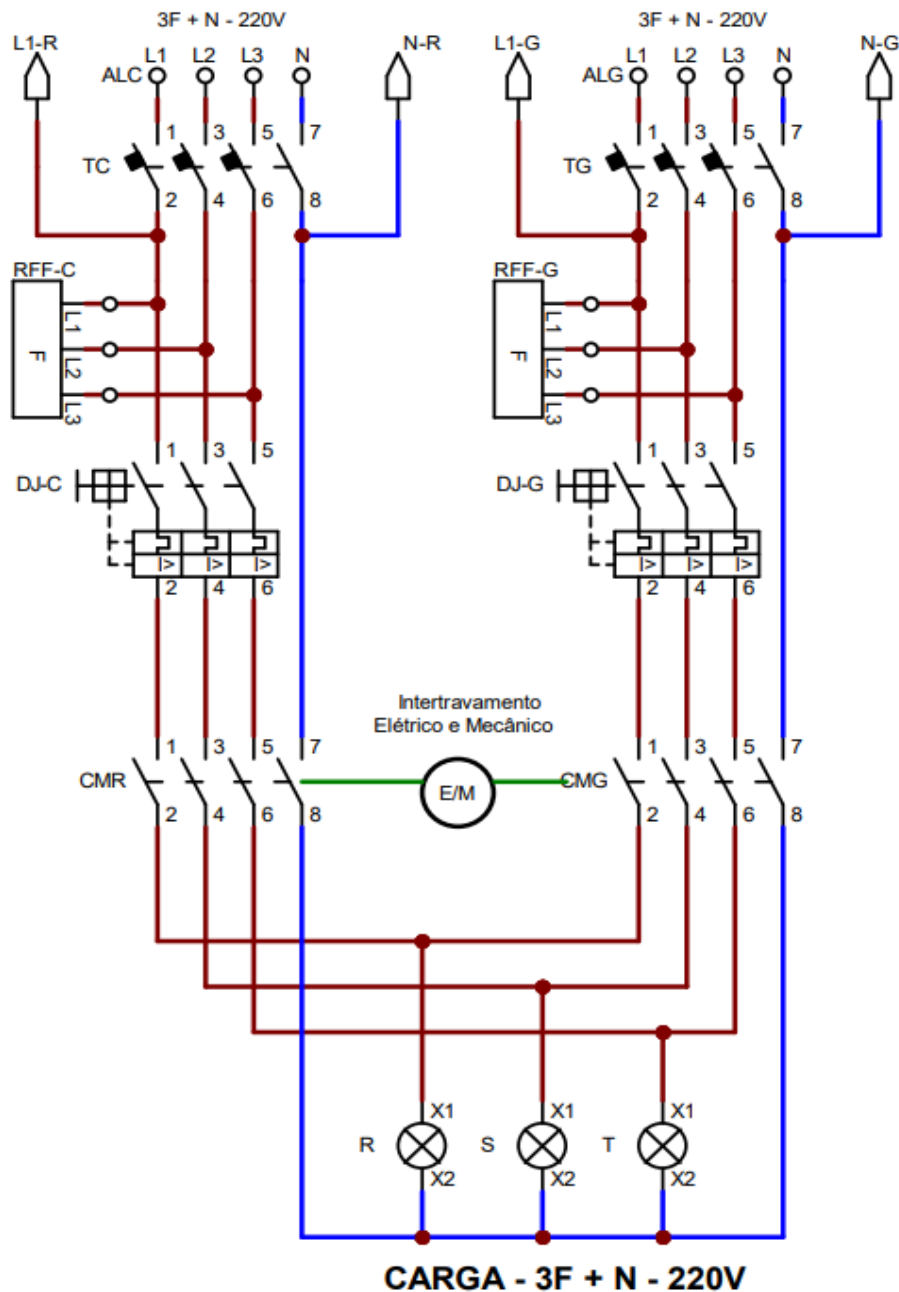


Figura 21: Circuito de comando do sistema proposto de comutação automática de fontes.

Circuito de comando

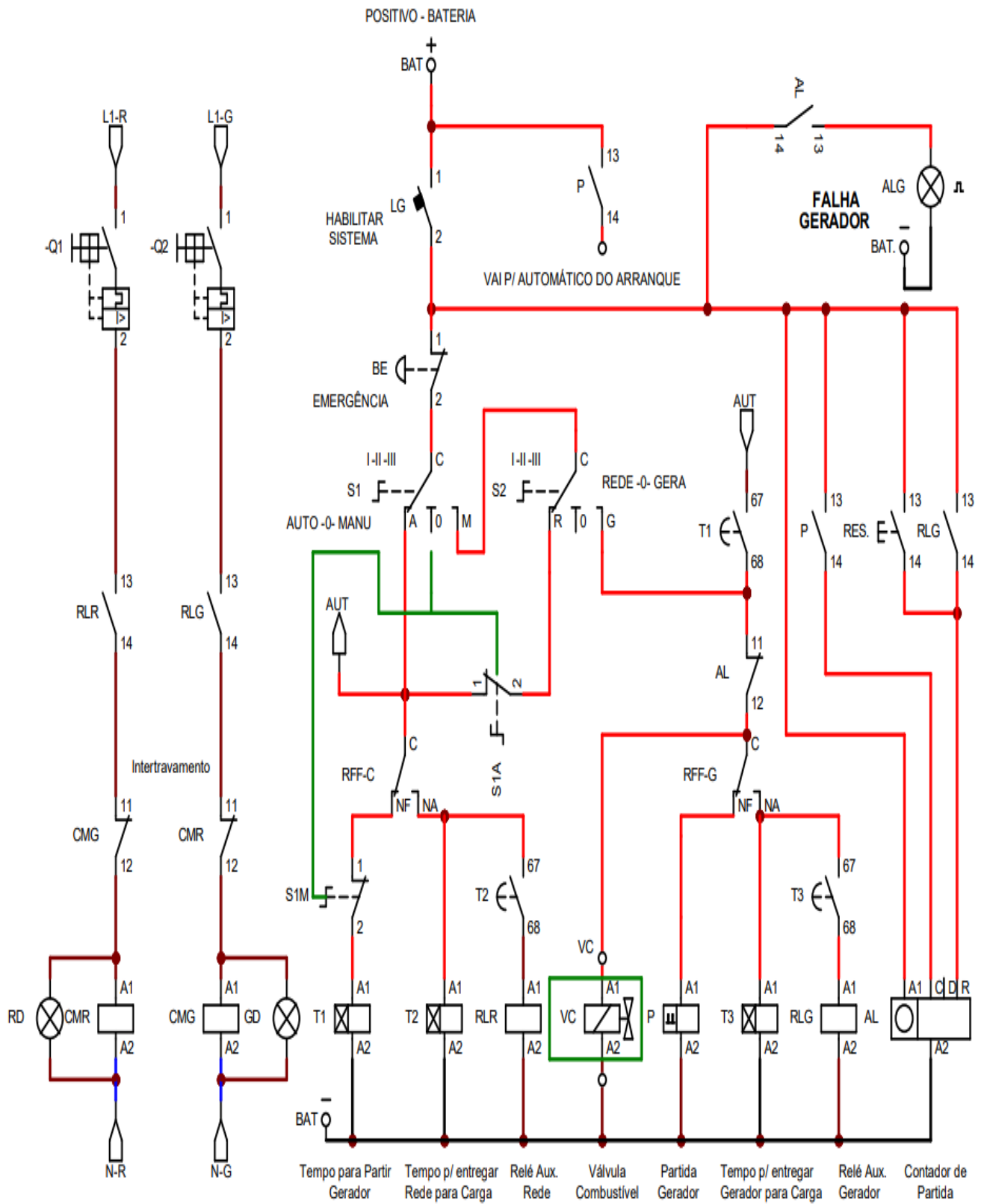


Figura 22: Circuito de comando do sistema proposto de comutação automática de fontes.

Princípio de funcionamento

Quando a concessionária da EDM estiver a fornecer corrente eléctrica, teremos o funcionamento normal do circuito, aonde a saída L1 do simulador da presença e ausência da corrente (TC) vai alimentar o disjuntor unipolar (Q1) da linha da rede (L1-R). Quando o habilitar do sistema (LG) estiver ligado e a chave selectora S1 estiver no automático, uma vez que o relé da falta de fase da concessionária (RFF-C) está energizada, vai fechar o seu contacto normalmente aberto (NA) e energizar o temporizador (T2) que por sua vez, após um certo tempo irá fechar o seu contacto normalmente aberto do T2, energizando deste modo a bobina do relé auxiliar da rede da concessionária (RLR). Uma vez energizada a bobina do relé auxiliar da rede (RLR), vai fechar o seu contacto normalmente aberto (NA) da linha da rede (L1-R), alimentando deste modo a bobina do contactor da rede (CMR), que por sua vez, irá abrir o seu contacto normalmente fechado (NF) da linha do gerador (L1-G) e vai fechar os seus contactos normalmente abertos do contactor de rede (CMR) no circuito de força da concessionária, alimentando deste modo a carga com a rede da concessionária EDM.

Quando houver corte de corrente eléctrica na rede, o relé (RFF-C) muda de posição, fechando o seu contacto normalmente aberto, energizando deste modo a bobina do temporizador (T1), que por sua vez, após um certo tempo, fecha o seu contacto normalmente aberto, energizando também a bobina do temporizador T3 e a válvula de combustível. Após um tempo, uma vez energizada a bobina do temporizador T3, fecha o seu contacto normalmente aberto, energizando deste modo a bobina do relé auxiliar do gerador (RLG). O relé auxiliar do gerador (RLG) irá fechar o seu contacto normalmente aberto na linha do gerador (L1-G), energizado deste modo a bobina do contactor do gerador (CMG) e irá abrir-se o contacto normalmente fechado na linha da rede (L1-R).

Quando não houver corrente eléctrica na rede da concessionária da EDM e o gerador tiver problemas, o contacto fechado do relé RFF-G irá fechar, energizando deste modo a bobina da partida do gerador (P), que por sua vez, irá fazer três partidadas no seu contacto normalmente aberto (P), e depois das três partidadas, o contador de partida (AL) é energizado e fecha o seu contacto normalmente aberto, accionando o sinalizador da falha do gerador. Quando o gerador estiver em boas condições, ao resetarmos a botoneira (RES), o circuito volta ao estado funcional.

CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclusões

Findo o trabalho, conclui-se que de entre as várias alternativas de combustível para GMG, escolheu-se o diesel por causa das vantagens em que os GMG's diesel apresentam em relação aos demais GMG's. Os GMG's diesel comparativamente aos outros GMG's são mais rápidos em assumir a carga, são mais económicos e são mais confiáveis pelo facto de não possuírem nenhum sistema de ignição, pois a ignição ocorre por compressão. Tendo em conta que a carga total a ser alimentada pelo gerador na empresa TEMOC é de 74.95kW, seleccionou-se um grupo gerador de marca Toyama a diesel de 125KVA, 184.4HP, modelo TDMG125SEG3,1800 rpm, com consumo de combustível de 13,3 litros por hora para o regime de emergência. Projectou-se um sistema de comutação automática de fontes pois este sistema evitará a ligação em paralelo das duas fontes (da rede da EDM e do gerador) que poderia criar danos tanto as próprias fontes assim como as cargas por elas alimentadas pelo facto delas não estarem sincronizadas. A sala do gerador apresenta 9 m², altura de 2,5m e será construída num local de fácil acesso para o abastecimento de combustível e demais fluidos (líquidos de arrefecimento e óleo lubrificante), terá uma fundação apropriada para suportar o peso do gerador e será projectada uma boa ventilação.

O sistema automatizado para além dos benefícios mencionados, proporcionará maior rapidez para o processo de mudança de fontes, pois independentemente da hora em que ocorrer a interrupção na alimentação da rede da concessionária, o sistema responderá a interrupção sem necessidade de intervenção dum técnico, agilizando o processo de transferência de carga e evitando a possibilidade de que os equipamentos fiquem sem alimentação por tempo indeterminado.

Recomendações

Todas as conexões dos componentes físicos do grupo gerador devem ser flexíveis para que com o movimento e vibração não ocasione danos, esses componentes são principalmente o sistema de escape do motor, dutos de ar para ventilação, cabos de força e comando e as linhas de combustível;

- Deve-se evitar a entrada de humidade e sujeiras para dentro do sistema de combustível. Nas instalações de sistema de combustível, a limpeza é de maior importância;
- Caso aconteça qualquer vazamento durante a troca de óleo ou abastecimento o grupo gerador deve ser completamente limpo antes da sua partida para evitar possíveis riscos de incêndio;
- É necessário verificar se porventura ou descuido não há vestígios de combustível ou materiais contaminantes que possam causar incêndio (durante o funcionamento do grupo gerador) ou obstrução da saída do escapamento, a obstrução da saída do escapamento pode danificar o funcionamento do motor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Galdino, Jean Carlos da Silva. Curso: Manutenção de ferrovia – Eletrotécnica II –2011.

PEREIRA, J. C. Motores e Geradores - Princípio de funcionamento, instalação e manutenção de grupos diesel geradores, 2015. Disponível em: <<http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/diesel1.pdf>>. 06 de outubro 2022.

Silva,Valter Rocha. Mestrado Nacional Profissional em ensino de física-2017.

STEMAC. Grupo gerador diesel, 2017. Disponível em: <<http://www.stemac.com.br/pt/produtos/Documents/Lamina-Comercial-Diesel-50Hz-ptScania.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

PEREIRA, José Claudio. Motores e geradores parte 2: princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores. [S.I.], (s.d.). Disponível em:<<http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/diesel2.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PRADO, A. M. Sistema elétrico automatizado objetivando otimização na alimentação de centro de consumo. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia e Automação Elétricas) - Departamento de Energia e Automação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

Varella, Carlos Alberto Alves; Santos, Gilmar de Souza. Noções básicas de motores dieiseis. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2010.

MOURA, I. A. Sistema de supervisão de grupo moto gerador. 2015. 71 p. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Tecnologia em Automação Industrial) - Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Haddad, J, Martins, A. R. S. E Marques, M. Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos. Itajubá, MG: FUPAI, 2001.

Domschke, A. G. e Garcia, O. Motores de Combustão Interna. São Paulo: Dep. De Eng. Mecânica, Escola Politécnica da USP, 1968.

CUMMINS POWER GENERATOR. Manual de Aplicações para Grupos Geradores Arrefecidos a Água. Manual de Aplicação Disponível em <<http://www.cumminspower.com.br/bibcatalogo.asp>>. 20 de outubro de 2022.

UMANS, S. D Maquinas eléctricas de Fitzgerald e Kingsley. (S.I): AMGH Editora LTDA, 2014. V. 7.

SILVA, A, de Sousa e. Analise de actuações de protecção diferencial em geradores síncronos. (S.I.), 2012.

PEIXOTO. Máquinas eléctricas e transformadores. 15. ed. São Paulo: Globo, 2016

Eugenio et all. Como funciona um grupo gerador de energia. 2015. Disponível em: . Acesso em: 20 nov. 2013.

Martins e Garcia. Determinação e Implementação de Filtros para Casamento de Modelos de Motores CC e Diesel, Anais do XIV Congresso Brasileiro de Automática - CBA 2002. Natal (RN), Brasil, pp. 3217 - 3222, 2002.

Filho et all. Companhia de Geradores do Amapá. NTD02 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. 2001. Disponível em: . Acesso em: 25 mar. 2014.

ANEXOS

Anexo I

Escolha do Gerador

**Gerador de Energia a Diesel 220V
Trifásico 125 KVA – Refrigerado a Água
– Partida Elétrica – Silenciado –
TDMG125SE3-220**

Grupo Gerador Toyama 125KVA em 220V,
partida elétrica, trifásico. Potência Máxima de
125 KVA e Potência Nominal de 106 KVA,
equipado com tanque de 230 litros, baixo nível
de ruído somente 76dB a 7 metros de
distância.



Grupo Gerador de Energia à Diesel 125 KVA Trifásico 220V

Código: TDMG125SE3

Marca: [Toyama](#)



Especificações Técnicas

- Tipo de Motor: 4 Cilindros | Refrigerado a água | Com Radiador
- Sistema de partida: Elétrica 24V
- Cilindrada: 6490cc
- Rotação Máxima: 1800 rpm
- Potência Máxima: 184.4 HP
- Capacidade de óleo: 18 L
- Capacidade do Tanque: 230 L
- Numero de Fases: Trifásico
- Frequência: 60 Hz
- Saída CA: 220V | Estrela
- Número de Cabos: 12
- Corrente Nominal: 274.3 A
- Fator de potência (cos): 0,8
- Saída CC: 12 V | 8.3 A
- Potência máxima Stand-By: 125 KVA
- Potência Prime: 113 KVA
- Nível de ruído 7m de distância: 76 dB (A)
- Peso Líquido 1525 Kg
- Peso Bruto: 1620 Kg

Anexo II

Potência do Gerador (kVA)	1/4 Carga (litros/hr)
25	2
50	6
75	7
100	9
125	10
150	12
165	12
180	14
200	16
250	18
280	20
310	22
375	26
450	30
500	34
625	42
750	50
1000	62
1250	82
1500	102
2100	142
2500	162
2800	182

Anexo III

Calibre máximo da protecção — Amperes	<u>Secção</u> dos condutores — Milim. quadrados	Intensidade máxima admissível — Amperes
6	0,75	9
6	1	11
10	1,5	14
15 - 16	2,5	20
20	4	25
<u>25</u>	<u>6</u>	31
35	10	43
60	16	75
80	25	100
100	35	125
125	50	160
160	70	200
190	95	240
225	120	280
260	150	325
300	185	380
360	240	450
430	310	540
500	400	640
600	500	760
700	625	880
850	800	1050
1000	1000	1250

Anexo IV

TABELA 7		Factores de correcção para temperaturas ambientes diferentes de 20° C (Y)						
TEMPERATURA AMBIENTE °C		5	10	15	20	25	30	35
Multiplicar os valores das tabelas 1 a 3 por	Tensão nominal até 4,8/7,2 kV inclusive	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82
	Tensão nominal 7,2/12 kV	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76

Anexo V

Tabela para a escolha do relé-termico

Potência de Motores Trifásicos Padronizados – NBR 5432 Categoria de Utilização AC3					Faixa de Ajuste	Para Montagem Acoplado aos Contatores				Fusíveis Máximos Diazed ou NH
Tipo	(kW)	220/230 V	380/400 V	440 V	A	AC3				A
3UA55-00-1J	2,2	3	4-5-6	5-6-7,5	6,3-10	3TF43		3TF35		25
3UA55-00-2A	3-3,7	4-5	7,5-10	7-5-10	10-16	3TF44		3TF45		35/32
3UA55-00-2B	3,7-4,5-5,5	5-6-7,5	10-12,5	10-12,5-15	12,5-20	22/32A		38A		50
3UA55-00-2D	5,5-7,5-9	7,5-10-12,5	15-20	20-25	20-32					63
3UA55-00-2R	9-11	12,5-15	25	25-30	32-40					63
3UA58-00-2D	5,5-7,5-9	7,5-10-12,5	15-20	20-25	20-32	3TF46	3TF47	3TF48	3TF49	63
3UA58-00-2F	9-11-15	12,5-15-20	25-30	30	32-50	45A	63A	75A	85A	100
3UA58-00-2P	15-18,5	20-25	40	40-50	50-63					
3UA58-00-2U	18,5-22	25-30	50	60	63-80					160
3UA58-00-8W	22	30	50-60	60	70-88					160
3UA60-00-2W	18,5-22	25-30	50-60	75	63-90	3TF50				160
3UA60-00-3H	30-37	40-50	75	-	90-120	110A				224
3UA61-00-3H	30	40	75	100	90-120	3TF51				224
3UA61-00-3K	37-45	50-60	100	100	120-150	140A				224
3UA62-00-3H	30	40	75	100	90-120	3TF52				224
3UA62-00-3K	37-45	50-60	100	100	120-150					224
3UA62-00-3M	55	75	125	125	150-180	170A				224
3UA45-00-8YG	55	75	150	150	160-250	3TF53/205A				224
3UA45-00-8YG	55-75	75-100	125-175	150-200	160-250	3TF54/250A				315
3UA45-00-8YH	75-90	100-125	150-200	175-250	200-320	3TF55/300A				315
3UA45-00-8YH	75-90	100-125	150-200	175-250	200-320	3TF56/400A				400
3UA45-00-8YJ	110	150	250-300	300	250-400					500
3UA46-00-8YK	110-150	150-200	250-350	300-400	320-500	3TF57/475A		3TB58		500
3UA46-00-8YL	160-200	250	400-450	450-500	400-630			630A		630