



ETEC JORGE STREET

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

GIGA DE TESTE PARA MÓDULOS DE CONTROLE DE GRUPOS GERADORES

Adriel Silva de Moraes

Diego de Lima Batista

Fernando Varges Ferraz de Almeida

Jose Bruno da Silva Neves

Lucas Alcântara Alencar

Renan Martins Weber

Ronivaldo Bezerra Martins

Tiago Felipe dos Santos Coelho

**São Caetano do Sul - SP
2017**

ETEC JORGE STREET

Adriel Silva de Moraes

Diego de Lima Batista

Fernando Vargês Ferraz de Almeida

Jose Bruno da Silva Neves

Lucas Alcântara Alencar

Renan Martins Weber

Ronivaldo Bezerra Martins

Tiago Felipe dos Santos Coelho

**GIGA DE TESTE PARA MÓDULOS DE CONTROLE DE GRUPOS
GERADORES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito para
obtenção do Diploma de Técnico em
Eletrotécnica da ETEC Jorge Street.
Prof. Orientador Larry Aparecido
Aniceo.

**São Caetano do Sul - SP
2017**

RESUMO

Este trabalho abordará o desenvolvimento de uma giga de testes para controladores eletrônicos de grupos geradores, este equipamento possibilita a realização de testes com simulação de funcionamento e detecção de falhas ou erros na programação dos controladores.

Palavras-chave: Grupo Gerador. Módulo de controle. Manutenção.

ABSTRACT

This work will deal with the development of a test giga for generator set electronic controllers, this equipment enables the performance of tests with simulation of operation and detection of errors or errors in the programming of controllers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Módulo de controle compacto CGC 200.....	
Figura 2 – Diagrama de instalação do módulo de controle compacto CGC 200.....	
Figura 3 – Diagrama de instalação do módulo de controle DSE 7320....	
Figura 4 – Sinal de pulso analógico fornecido pelo pick-up magnético..	
Figura 5 – Foto da caixa de estrutura.....	
Figura 6 – Sinaleiro Led amarelo.....	
Figura 7 – Chave alavanca monopolar de três posições	
Figura 8 – Chave gangorra verde.	
Figura 9 – Voltímetro analógico	
Figura 10 – Conectores do tipo borne	
Figura 11 – Conector para pino banana.	
Figura 12 – Indicador sonoro do tipo buzzer.	
Figura 13 – Diagrama de montagem do gerador de frequência.	
Figura 14 – Fonte de CC ajustável.	
Figura 15 – Fonte de CC ajustável.	
Figura 16. – Projeto de montagem.....	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Identificação dos conectores CGC 200
Tabela 2 – Custos para montagem da Giga de testes

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 RESULTADOS ESPERADOS.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	3
1.6 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
1.6.1 ANÁLISE GERAL	4
1.6.2 FUNCIONAMENTO DE UM GRUPO GERADOR.....	4
1.6.3 COMPONENTES DE UM GRUPO GERADOR	5
1.6.4 MOTOR DIESEL	5
1.6.5 ALTERNADOR	5
1.6.6 SISTEMA DE COMBUSTÍVEL.....	6
1.6.7 REGULADOR DE TENSÃO	7
1.6.8 SISTEMA DE EXAUSTÃO	7
1.6.9 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO.....	7
1.6.10 SISTEMA DE ARREFECIMENTO.....	8
1.6.11 SISTEMA DE PARTIDA	8
1.6.12 BATERIA	8
1.6.13 MÓDULO DE CONTROLE	9
1.7 ESCOLHA DO MÓDULO DE CONTROLE.....	9
1.7.1 APRESENTAÇÃO DO MÓDULO	9

1.7.2 ANÁLISE DOS CONECTORES	10
1.7.3 COMPARAÇÃO COM MÓDULO DE CONTROLE ALTERNATIVO	13
1.7.4 CONECTORES DO MÓDULO DE CONTROLE	14
1.7.5 BATERIA	14
1.7.6 CONEXÃO COM PICK-UP	15
1.7.7 CONECTOR DO SENSOR DE TEMPERATURA DO MOTOR	16
1.7.8 SENSOR DE PRESSÃO DO MOTOR	17
1.7.9 CONECTOR DO BOTÃO DE PARADA DE EMERGÊNCIA	18
1.7.10 ENTRADAS AUXILIARES	19
1.7.11 CONECTORES PARA MEDIÇÃO DE TENSÃO	19
1.7.12 SAÍDA DO SOLENOIDE DE COMBUSTÍVEL	20
1.7.13 SAÍDA DO MOTOR DE ARRANQUE	20
1.7.14 SAÍDAS AUXILIARES	20
1.7.15 CONEXÃO COM A ECU	21
1.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA ANÁLISE DOS MÓDULOS DE CONTROLE	21
2 GIGA DE TESTES	22
2.1 ELEMENTOS DA GIGA DE TESTES	22
2.2 ESTRUTURA	23
2.3 SINALEIRO DE INDICAÇÃO	23
2.4 CHAVE DO TIPO ALAVANCA	24
2.5 INTERRUPTOR GANGORRA	25
2.6 VOLTÍMETRO	26
2.7 CONECTORES	27
2.8 INDICADOR SONORO BUZZER	28
2.9 DISPOSITIVO GERADOR DE FREQUÊNCIA	29

2.10 EQUIPAMENTOS AUXILIARES	30
2.10.1 EQUIPAMENTOS ESSENCIAIS	31
2.10.2 EQUIPAMENTOS OPCIONAIS.....	31
3 VISÃO GERAL E DIAGRAMAS DE MONTAGEM	32
3.1 DIAGRAMA ELÉTRICO	33
3.2 PROJETO FÍSICO	34
3.3 TABELA DE CUSTOS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente uso da energia elétrica no cotidiano e diferentes formas de aplicação, é cada vez mais essencial a precaução de sua ausência.

Uma das mais importantes formas de garantia de fornecimento de energia da atualidade são os grupos geradores a diesel, que se utiliza de um motor diesel para transformar energia mecânica em elétrica.

Para o funcionamento desta máquina complexa que tem como uma de suas características a precisão, são necessários equipamentos eletrônicos para realizarem a cada instante todos os ajustes que possibilitam o fornecimento de energia similar ao que se normalmente recebe da rede elétrica local.

Um dos principais dispositivos eletrônicos que compõe o grupo gerador a diesel é o módulo de controle, que assim como qualquer equipamento eletrônico está suscetível à falhas que podem ser reparadas.

1.1 PROBLEMA

A utilização de equipamentos capazes de realizar ajustes precisos em equipamentos como geradores a diesel são extremamente necessários pois os mesmos possuem limites mínimos e máximos para correto funcionamento, desde temperatura máxima do motor ao nível mínimo de água no sistema de arrefecimento, o grupo gerador a diesel dispõe de diversos sensores de análise e monitoramento que são todos processados pelo módulo de controle.

Além da leitura de informações do equipamento o módulo de controle também tem por função realizar ações que comandam por exemplo a partida do motor em caso de falha da rede, ou o desligamento em caso de defeito em algum sensor ou falha mecânica.

Desta forma o módulo de controle está para o grupo gerador assim como o cérebro está para nosso corpo, ou seja, o correto funcionamento é essencial e qualquer mínima falha é capaz de resultar em uma catástrofe.

Assim como qualquer equipamento eletrônico o módulo de controle está vulnerável a agentes externos como oxidação de componentes, dano por insetos, mau contato por desgaste ou vibração, estáticas e diversos outros

problema não tão casuais, além do desgaste dos componentes eletrônicos por uso excessivo ao longo do tempo.

1.2 JUSTIFICATIVA

O grupo gerador a diesel por se tratar de um equipamento de backup, que aqui pode assumir a definição de fonte de energia reserva, tem por obrigação funcional estar em bom estado e sempre disponível para uso imediato.

Para que se possa garantir tal necessidade é realizado periodicamente o a manutenção preventiva, onde por sua vez pode resultar na necessidade de uma manutenção corretiva. Como já foi exemplificado, um dos principais componentes de um grupo gerador a diesel sujeito a dar defeito é o módulo de controle, que podem necessitar desde um reparo simples a uma substituição quase total dos componentes eletrônicos.

Uma das qualidades que garantem um bom reparo é a indispensável fase de testes, que proporciona a segurança de um equipamento realmente funcionar como deveria.

No caso de um grupo gerador a diesel, que é uma máquina complexa que possui aparato mecânico e elétrico diretamente relacionados, que dispõe de produtos inflamáveis e alta potência elétrica, as falhas podem ocasionar em alta periculosidade e acidentes letais.

O desenvolvimento da giga de testes para módulos de controle poderá garantir seu correto funcionamento através de simulação de suas funcionalidades, desempenho e comportamento em caso de falhas elétricas ou mecânicas.

1.3 RESULTADOS ESPERADOS

O equipamento desenvolvido proporciona uma visão analítica e permite a realização de comandos para que se possa observar a reação esperada para determinada função do módulo de controle, sua associação se faz a partir de

chicotes elétricos montados especificamente para cada modelo de equipamento.

Com a utilização deste equipamento será possível alcançar uma excelente confiabilidade na qualidade de serviços implicando na credibilidade de clientes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Desenvolver um equipamento que possibilite a realização de testes em módulos de controle de grupos geradores a diesel.

1.4.2 Objetivos específicos

Projetar a giga de testes para módulos de controle.

Projetar uma interface genérica para entradas e saídas auxiliares.

Desenvolver um circuito simulador de rotação do motor.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho proposto classifica-se como de natureza científica aplicada, devido a existir de fato possíveis problemas nos equipamentos testados. De um modo geral, a pesquisa aplicada é definida como “A motivação principal das pesquisas aplicadas, por seu lado, está na contribuição para resolver um problema. Para tal, ela aplicará conhecimentos já disponíveis, mas das aplicações podem resultar não apenas a resolução do problema que a motivou, mas também a ampliação da compreensão que se tem do problema, ou ainda a sugestão de novas questões a serem investigadas” (SANTAELLA, 2001, p. 140).

Algumas ferramentas de pesquisas utilizadas neste projeto e para sua realização foram obtidas de manuais de equipamentos associados ao tema

descrições técnicas, suporte online de fabricantes, assim como fóruns cooperativos online.

A pesquisa de campo está, sobretudo relacionada com a realização de atividades e análises acompanhado do técnico responsável pelo setor de manutenção e discussões a para elaboração do projeto.

Para execução de tal projeto foi substancial manter comunicação com o responsável técnico para que não houvesse inconsistência nas características e funções do projeto, tarefa à qual foi realizada com reuniões, por telefone e e-mail.

1.6 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo será apresentado fundamentos teóricos presentes na composição do projeto, foram apresentados os componentes do equipamento em questão, suas características e funcionamento.

1.6.1 ANÁLISE GERAL

Os tópicos seguintes apresentam a composição de um grupo gerador a diesel e um breve resumo de como é seu funcionamento.

1.6.2 Funcionamento de um grupo gerador

O grupo gerador a diesel pode funcionar com a utilização de equipamento variada, mas tem como característica base o emprego de dois elementos chave, o motor a diesel e o alternador.

“Os geradores de energia apresentam características que convertem a energia mecânica em energia elétrica, baseado no fenômeno da indução eletromagnética, o alternador gerador de corrente alternada, funciona convertendo a tal energia mecânica contida na rotação do eixo em intensidade de um campo magnético produzido por um ímã eletromagnético, ao girar do rotor

induz uma tensão nos terminais dos enrolamentos, onde conectados a cargas levam a circulação de correntes elétricas.” (ALMEIDA, 2015)

1.6.3 Componentes de um grupo gerador

Apesar das variações na construção de grupos geradores conforme seus devidos fabricantes, os elementos mínimos para seu funcionamento são próximos, quando não similares.

1.6.4 Motor diesel

O motor diesel utilizados na construção de geradores tem características que os diferenciam de outros tipos de motores, uma das principais características é a rotação constante, essencial para a produção de corrente alternada com frequência de 60 Hz, idêntica ao presente nas redes de distribuição de energia pelas concessionárias.

“São máquinas térmicas alternativa, de combustão interna, destinadas ao suprimento de energia mecânica ou força motriz de acionamento [...] Destinados ao acionamento de máquinas estacionárias, tais como Geradores, máquinas de solda, bombas ou outras máquinas que operam em rotação constante” (PEREIRA, s. d.)

1.6.5 Alternador

Os alternadores são basicamente motores elétricos, mas ao invés de receber energia elétrica e transforma-la em energia mecânica, os alternadores, no caso do grupo gerador, empregam a energia mecânica proveniente do motor de combustão e a transformam em energia elétrica.

“Denominamos *alternador* ao gerador de corrente alternada [...]um alternador quando tem seu eixo acionado por um motor, produz energia elétrica nos terminais e, ao contrário, recebendo energia elétrica nos seus terminais,

produz energia mecânica na ponta do eixo, com o mesmo rendimento”
(PEREIRA, s. d.)

1.6.6 Sistema de Combustível

Para o funcionamento do motor de combustão é necessário o uso de óleo diesel e de sua devida distribuição para o sistema de distribuição e injeção. Tal sistema é composto dos seguintes itens:

a) Bomba Injetora:

A bomba injetora é um dos componentes mais importantes do sistema de injeção dos veículos diesel. Ela é responsável por injetar o combustível no motor no momento certo e na quantidade exata, para que ocorra a combustão perfeita dentro dos parâmetros estabelecidos para aquela aplicação. Esse trabalho é realizado em conjunto com o regulador de rotação, que controla todas as faixas de rotação de acordo com a carga aplicada ao motor e seu funcionamento, dosando a quantidade de diesel injetado e o início de injeção correto para a melhor combustão. Para o correto funcionamento do sistema é necessário manter a bomba injetora sempre aferida, e para aferi-la são necessários equipamentos de teste, ferramentais e técnicos treinados.

b) Bicos injetores:

Os bicos injetores são componentes de extrema precisão responsáveis por pulverizar finamente o combustível na câmara de combustão do motor. Quanto melhor for a pulverização, maior será o rendimento do motor. Em consequência, se obtém mais economia de combustível com menor emissão de gases poluentes. Os modernos motores diesel estão equipados com bicos injetores que devem injetar combustível sob pressões e temperaturas elevadas, tudo para que o motor obtenha a maior potência possível. A combustão deve ser a mais completa possível para que os gases não contaminem o ar. Para que isso ocorra, é imprescindível que haja manutenção correta para ajustar a regulagens de pressão de acordo com o especificado pelo fabricante.

- c) Reguladores de velocidade: também conhecido como governador de combustível, recebe um sinal do módulo de controle ou ECU para controlar a dosagem de combustível.

1.6.7 Regulador de Tensão

O regulador de tensão é extremamente importante para o funcionamento adequado do grupo gerador, ele é responsável por manter fixa a tensão de saída do alternador. A ausência de tal dispositivo poderia causar uma queda de energia proveniente da baixa tensão de saída do alternador, ou acarretar na danificação de aparelhos alimentados pelo grupo gerador através da elevação indevida da tensão de saída do alternador.

1.6.8 Sistema de Exaustão

O sistema de exaustão, ou sistema de escape, tem por função diminuir os elementos poluentes provenientes da combustão de óleo diesel, estão contidos neste sistema o escapamento e o catalisador.

1.6.9 Sistema de Lubrificação

O sistema de lubrificação tem por objetivo diminuir o atrito interno dos componentes mecânicos do motor, tal sistema é composto basicamente por:

- a) Cáster de óleo: reservatório onde se localiza o óleo lubrificante acondicionando-o para a circulação no motor.
- b) Bomba de circulação: responsável por distribuir o óleo lubrificante pelo motor e garantir sua lubrificação adequada.

- c) Filtros: são acessórios que eliminam resíduos que podem danificar a integridade do motor.
- d) Pressostato: popularmente conhecido como “cebolinha”, é um componente de proteção capaz de acionar uma chave eletrônica conforme o valor da pressão interna do motor.

1.6.10 Sistema de Arrefecimento

O sistema de arrefecimento é importante para evitar o superaquecimento do motor, tal dever é realizado pela bomba de água que por sua vez passa a água pelo bloco e cabeçote do motor, onde essa água é enviada para radiador onde ocorre uma troca de calor entre eles, e retorna para o motor com uma temperatura inferior a de entrada do radiador.

O sistema de arrefecimento é composto por: Bomba de água, radiador, hélice.

1.6.11 Sistema de Partida

A partida de um motor diesel se faz comumente por motor de arranque, que é um motor elétrico que engrena na cremalheira do volante do motor diesel para iniciar o ciclo de funcionamento, após o motor atingir uma velocidade de rotação mínima, o motor de arranque desacopla da cremalheira, seu funcionamento se faz através de uma chave de alimentação controlada pelo módulo de controle.

1.6.12 Bateria

A bateria é a fonte de alimentação dos componentes elétricos e eletrônicos do gerador, indispensável para seu funcionamento. A carga da bateria é mantida através de um carregador de bateria que se mantém conectado

à rede elétrica, com a ausência da rede elétrica a carga é feita pela energia produzida pelo próprio gerador. As baterias podem variar entre 12v e 24v.

1.6.13 Módulo de Controle

O módulo de controle é o responsável pelos acionamentos e medições do grupo gerador, por este motivo ele é considerado o cérebro da máquina, capaz de analisar as informações de leitura do grupo gerador e reagir a elas. Apesar de o grupo gerador conter diversos dispositivos de segurança, o único que se comporta conforme as informações obtidas é o módulo de controle, por este motivo o funcionamento correto e preciso do mesmo, é vital para impedir danos elétricos ou mecânicos no grupo gerador.

1.7 ESCOLHA DO MÓDULO DE CONTROLE

Para o desenvolvimento deste projeto ser mais acessível, foi escolhido um módulo de controle de modelo atual para a análise de seu funcionamento auxiliando assim no desenvolvimento da gama de testes.

1.7.1 Apresentação do módulo

Para o desenvolvimento deste projeto será utilizado o módulo de controle compacto CGC 200 fornecido pela DEIF.

Figura 1 – Módulo de controle compacto CGC 200.



Fonte: DEIF, site do fabricante.

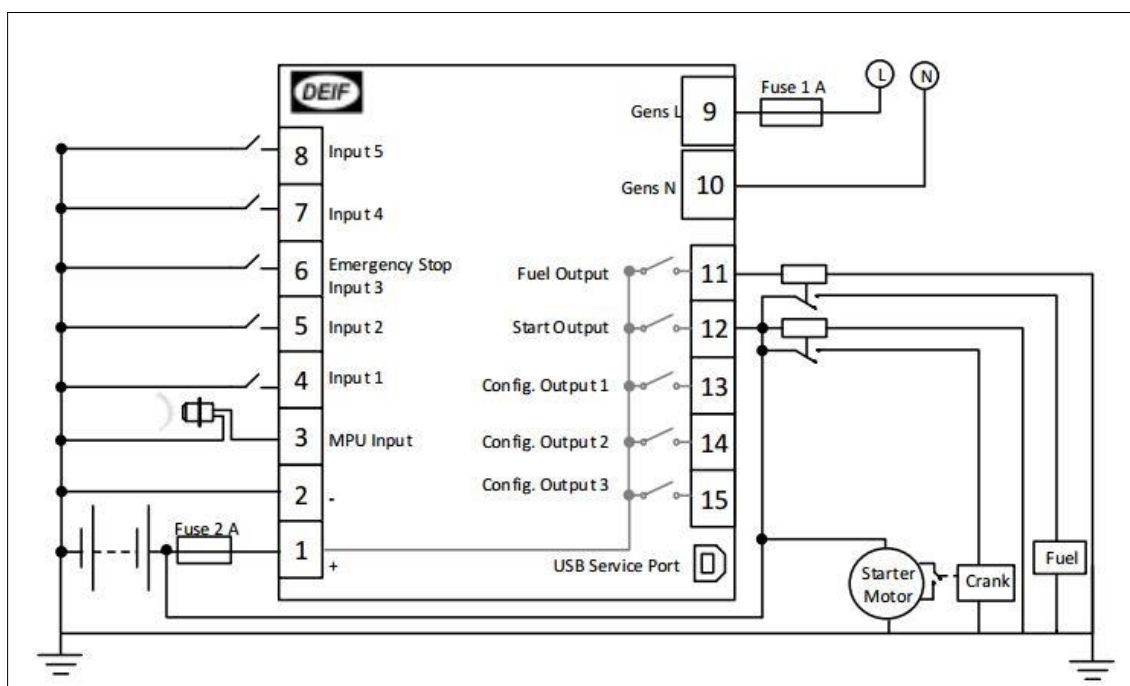
“As unidades de controle baseadas em microprocessadores foram criadas para atender os requisitos do setor de OEM (equipamentos originais de fabrica), apresentando inicialização manual ou automática, proteção e controle de motores[...]” (DEIF, s. d.)

“Este módulo de controle de baixo custo e alta confiabilidade contém as características básicas e essenciais para controlar e monitorar um grupo gerador pode ser facilmente empregado em testes durante a construção do projeto.

1.7.2 Análise dos Conectores

Para o desenvolvimento do projeto é necessário a análise dos conectores de entrada e saída presentes nos módulos de controle, tal análise pode ser feita através de diagramas de instalação presentes nos manuais de seu devidos fabricantes e através da descrição individual de cada conector.

Figura 2 – Diagrama de instalação do módulo de controle compacto CGC 200.



Fonte: Adaptado DEIF – Manual de instalação, s. d, p. 7.

Tabela 1 – Identificação dos conectores CGC 200.

Nº	Nome	Tipo	Detalhes
1	+	Fonte de alimentação +	8 a 35 V _{cc}
2	-	Fonte de alimentação -	Terra
3	Entrada do MPU	Entrada - RPM	Magnetic Pickup ou taquímetro (tacho)
4	Entrada 1	Entrada digital	Chave de temperatura do fluido de arrefecimento; configurável
5	Entrada 2	Entrada digital	Chave de pressão baixa de óleo; configurável
6	Entrada 3 de parada de emergência	Entrada digital	Entrada de parada de emergência (auxiliar)
7	Entrada 4	Entrada digital	Partida remota; configurável
8	Entrada 5	Entrada digital	Configurável
9	Gens L	Tensão do gerador L1	Medição da tensão do gerador
10	Gens N	Neutro do gerador	Medição da tensão do gerador
11	Saída de combustível	Saída de relé (normalmente aberta)	Bobina atuadora (run coil)
12	Saída do arranque	Saída de relé (normalmente aberta)	Partida (arranque)
13	Config. Saída1	Saída de relé (normalmente aberta)	Configurável
14	Config. Saída2	Saída de relé (normalmente aberta)	Configurável
15	Config. Saída3	Saída de relé (normalmente aberta)	Configurável
USB	Porta de serviço USB	Conexão fêmea USB B	Para conexão com um PC

Fonte: Adaptado DEIF – Manual de Instalação, s. d. p 9.

Conforme a tabela fornecida pelo manual de instalações da DEIF é possível identificar as seguintes características:

- a) Dois pinos de alimentação provenientes de bateria de 12 v ou 24 v.
- b) Seis entradas digitais sendo quatro de aspecto fixo e duas que podem ter suas funções alteradas.
- c) Duas entradas para medição de tensão do gerador.
- d) Cinco saídas capazes de prover alimentação do tipo positiva(+), sendo duas delas fixas para acionamento do grupo gerador e três configuráveis.

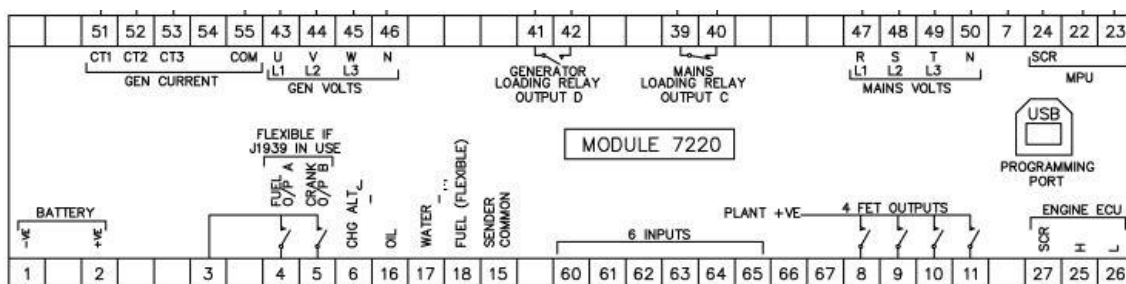
- e) Um conector USB que permite a parametrização das configurações do módulo de controle.

1.7.3 Comparação com módulo de controle alternativo

A finalidade da gama de testes é a capacidade de testar o máximo de módulos de controle possíveis e disponíveis no mercado, como foram explicados anteriormente, os módulos de controle seguem a mesma lógica de funcionamento, porém para prover maior quantidade de informações e garantir que não haverá carência de funcionalidades, outro módulo de modelo e fabricante diferente foi analisado.

O módulo de controle analisado por prevenção foi o DSE 7320 fornecido pela Deep Sea Electronics. Segue o diagrama de instalação oferecido pelo fabricante.

Figura 3 – Diagrama de instalação do módulo de controle DSE 7320.



Fonte: Adaptado DSE 7320 – Manual do usuário, s. d, p. 41.

Analisando o diagrama acima é possível identificar algumas diferenças em relação ao módulo de controle compacto CGC 200, tais características são:

- Leitura para mais de uma fase do gerador.
- Leitura para fases da rede elétrica, que é uma função opcional.
- Comando para acionamento de contator de rede e gerador, que permite ao módulo de controle escolher qual fornecimento de energia elétrica utilizar.
- Leitura de corrente elétrica fornecida pelo gerador.
- Leitura para verificação do correto funcionamento do carregador de bateria.

- f) Entrada para leitura do nível de combustível, que é opcional.
- g) Seis entradas auxiliares configuráveis.
- h) Quatro saídas auxiliares configuráveis.
- i) Conexão com a ECU (unidade de controle do motor), utilizada quando o motor diesel é do tipo eletrônico.

A comparação entre os dois modelos deixa claro que as diferenças são em maioria opcionais, porem existem algumas características críticas a serem consideradas, tal qual a quantidade mínima de 3 fases e saída para acionamento do contator. Conforme a comparação feita e considerando a variedade de módulos de controle presentes no mercado atual é possível desenvolver o projeto tendo como base a fatura de conectores de entradas e saídas e suas devidas atribuições. Assim sendo, basta personalizar o chicote elétrico responsável pela comunicação entre o módulo de controle e a giga de testes, para que se possa realizar o máximo de rotinas de testes possíveis.

1.7.4 Conectores do módulo de controle

A seguir uma análise mais detalhada de cada componente conectado ao módulo de controle e breve descrição de sua função no grupo gerador. As informações seguintes foram obtidas de manuais fornecidos pelos fabricantes de módulos de controle ou dos próprios equipamentos descritos.

1.7.5 Bateria

A conexão do módulo de controle com a bateria é simples, cada pino identificado deve ser conectado diretamente nos polos da bateria que são sempre indicados por descrição ou simbologia. A tensão padrão utilizada pelos módulos para seu correto funcionamento são de 12 e 24 V, a escolha depende das especificações do módulo de controle. A tensão mínima e máxima para essa conexão é respectivamente 8 e 35 V, se a alimentação estiver fora desta escala o módulo poderá não funcionar ou ser danificado.

Considerando as informações obtidas, para a melhor performance na realização de testes e maior segurança para seus devidos executores, a alimentação proveniente da bateria será substituída por alimentação através de uma fonte de bancada, que possui ajuste da tensão e proteção contra curtos-circuitos que podem acarretar em danos graves. Assim sendo torna os testes mais garantidos e permite análises conforme ocorrências simuladas como por exemplo alarme por baixa ou alta tensão de alimentação.

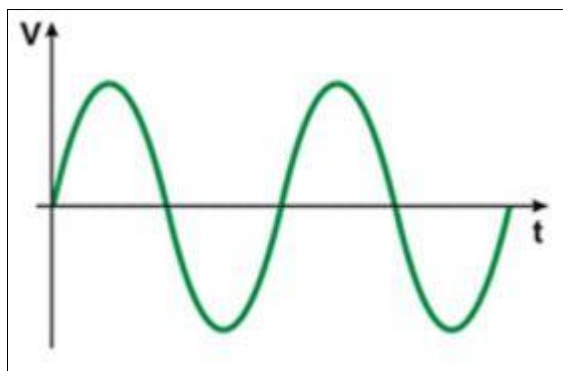
1.7.6 Conexão com Pick-up

O pick-up magnético é um sensor utilizado para medir velocidade de rotação de motores, seja de veículos automotivos ou de grupos geradores.

“Estes sensores são utilizados para monitoração de velocidade em rodas dentadas (engrenagens) e gera pulsos analógicos em sua saída quando um objeto ferroso se movimenta em sua face sensível magnética.” (WEG, s. d.)

Conforme descrição de um dos fabricantes de pick-up magnético sua saída gera um pulso analógico.

Figura 4 – Sinal de pulso analógico fornecido pelo pick-up magnético.



Fonte: Adaptado Kiril Mucevski, s. d.

O sinal proveniente do sensor magnético pode ser adquirido com a utilização de um gerador de áudio.

“O gerador de áudio como o próprio nome diz, tem a função de gerar um tom de áudio em uma determinada frequência. Geralmente o gerador de áudio

é associado ao gerador de sinais, que é um equipamento que produz tons de baixa frequência de áudio e sinais[...]” (Nova Eletrônica, s. d.)

O gerador de áudio seria um item proveitoso para o projeto, porém, por conta seu alto custo e considerando que irá ser utilizado para gerar um sinal muito específico, ou seja, suas diversas funções serão inutilizadas, seu uso é dispensável.

Existem outras maneiras de se gerar um sinal semelhante ao do pick-up magnético, umas das formas encontradas através de pesquisa é a montagem de uma placa de circuitos de baixo custo, que se utiliza de poucos componentes, porém possui ajuste variável e características que concedem a possibilidade de simular o funcionamento de um pick-up magnético real. Tal aparato será detalhado durante a montagem do projeto.

1.7.7 Conector do sensor de temperatura do motor

Durante as análises realizadas nos manuais de fabricantes de módulos de controle, foi possível identificar a existência de dois tipos de sensores de temperatura, tais sensores são:

a) Sensor do tipo chave ou termostato: sensor que ao atingir determinada temperatura, aciona uma chave que resulta na conexão indireta de um dos polos da bateria até o pino do tipo entrada digital referente a entrada do sensor de temperatura. Por se tratar de uma entrada digital o módulo se comporta com a presença e ausência de tensão no conector, pelo sensor se tratar de uma chave normalmente aberta, pode-se concluir que quando o sensor detectar uma alta temperatura do motor, sua chave interna será acionada e enviara um sinal para o módulo de controle indicando um defeito por alta temperatura.

Conforme as características exploradas, pode-se definir que para realizar a simulação do sensor de temperatura basta à utilização de uma chave eletrônica de qualquer aspecto.

b) Sensor do tipo resistivo: este tipo de sensor é utilizado para realizar a leitura da temperatura do motor, seja para fins informativos ou relacionados aos acionamentos de proteção do motor assim como é feito com o sensor termostato.

“Os detectores de temperatura resistivos são sensores de temperatura geralmente obtidos a partir de um metal puro (ou ligeiramente dopado) cuja resistência aumenta com o aumento de temperatura[...]” (PROFELECTRO, s.

c) Conforme descrição, o valor resultante da temperatura dependerá diretamente do valor de uma resistência, porém existem diversos modelos de sensores resistivos disponíveis no mercado, uma verificação simples deixa claro que os diferentes modelos possuem também diferentes valores em relação ao resultado final, sendo os diferentes modelos obrigatoriamente definidos nas configurações do módulo de controle, dificultando a possibilidade da utilização de apenas um modelo na simulação de diferentes módulos de controle em diferentes situações impostas para análise de defeitos.

“Potenciômetro é um componente eletrônico que cria uma limitação para o fluxo de corrente elétrica que passa por ele, e essa limitação pode ser ajustada manualmente, podendo aumentar ou diminuir [...]o potenciômetro pode ter sua resistência ajustada[...]” (Como fazer as coisas, s. d.)

Conforme a descrição das características de um potenciômetro, por se tratar de um componente simples e de baixo custo, sua viabilidade para o projeto é evidente, deduzindo o seu uso para a simulação na leitura de temperatura do motor, garantindo sua utilização em diferentes módulos de controle graças a sua disponibilidade de ajuste.

1.7.8 Sensor de pressão do motor

Assim como no caso do sensor de temperatura, foi identificada a existência de dois tipos de sensores de pressão:

a) Sensor do tipo chave ou pressostato: assim como o sensor termostato, o pressostato é um sensor dotado de uma chave que é acionada quando atinge determinada característica, no caso, o pressostato aciona a chave

quando a pressão imposta sobre ele é próxima ao valor predeterminado pelo fabricante. Sendo assim, o substituto ideal para realização de simulações também será uma chave eletrônica de qualquer aspecto.

b) Sensor do tipo resistivo: alguns módulos de controle fazem o uso de leitura de pressão interna do óleo lubrificante para monitoramento analítico e proteção do motor. Tal leitura é feita a partir de um sensor resistivo, que assim como descrito no sensor de temperatura, depende do valor de uma resistência para obter um valor funcional configurável no módulo de controle. Portanto, para a realização de simulações utilizando a leitura de pressão do óleo lubrificante, se faz necessário a utilização de outro potenciômetro.

1.7.9 Conector do botão de parada de emergência

Conforme o próprio nome diz, o botão de emergência é utilizado para caso o utilizador do equipamento identifique um problema e deseje parar o sistema imediatamente.

“Esta é uma entrada de falha segura (normalmente fechada para o positivo da bateria) e parará o grupo gerador imediatamente se o sinal for removido. A remoção do positivo da bateria da entrada de parada de emergência também removerá a fonte DC das saídas de Combustível e Partida do controlador.” (DSE 7320 – manual do usuário, s. d., p. 81)

Por se tratar de uma chave do tipo normalmente fechada, ou seja, sem ser acionada ela permite a passagem entre dois pontos, durante teste da função de parada de emergência é necessário à utilização de uma chave do mesmo aspecto (normalmente fechada), sendo perfeitamente possível sua existência na giga de teste.

1.7.10 Entradas auxiliares

Para fins de personalização de projetos os módulos de controle possuem diversas entradas auxiliares configuráveis tais entradas podem ser utilizadas para as mais diversas finalidades através da configuração presente no módulo de controle. As entradas auxiliares são divididas em duas categorias, são estas:

a) Entradas digitais: as entradas digitais funcionam de maneira simples, seu acionamento é conforme o polo da bateria que estiver conectado em determinado pino, por exemplo, se o polo de acionamento for o negativo, quando houver conexão direta entre tal polo e determinado pino, o módulo irá reagir conforme configuração definida é o caso do pressostato, se a chave do pressostato for acionada haverá alimentação no pino referente à entrada de alta temperatura e o módulo irá alarmar e seguir procedimentos predeterminados automaticamente.

b) Entrada analógica: entradas analógicas são caracterizadas por sua capacidade de ler o valor de entrada e converter esse valor conforme configuração presente no módulo de controle. Por exemplo, o sensor termostato terá uma determinada resistência conforme a temperatura exercida sobre ele, isto resultara num valor variável no conector responsável pela leitura de temperatura, o valor lido será convertido conforme configuração (modelo do termostato) e resultara no valor da temperatura presente no motor.

1.7.11 Conectores para medição de tensão

As entradas para medição de tensão são conectadas diretamente com os cabos de fornecimento de energia elétrica, respectivamente os da rede elétrica nos cabos de alimentação provenientes da concessionaria de energia, e os de medição do gerador, imediatamente depois da saída de cabos elétricos vindos do alternador.

O modulo de controle é projetado para suportar entrada de alta tensão e informar a tensão em cada cabo conectado a ele.

1.7.12 Saída do solenoide de combustível

Esta é uma saída específica, comum em todos os módulos de controle, desde os mais simples até os mais completos este conector é um dos mais importantes para a realização da partida do motor, durante o processo de partida, uma das primeira ações do módulo de controle é acionar esta saída, com isso haverá corrente elétrica na solenoide responsável por liberar o fluxo de combustível do motor, assim como o processo de parada, que se estabelece quando o módulo corta a alimentação desta saída, ocasionando no impedimento de entrada de combustível para o motor.

1.7.13 Saída do motor de arranque

Assim como a saída do solenoide de combustível, a saída do motor de arranque é indispensável para o processo de partida do motor, esta saída fara acionamento do motor de arranque responsável por realizar a movimentação inicial do motor, assim dando início ao funcionamento do mesmo. Esta saída é acionada somente durante o processo inicial de partida, sendo desligada mediante as condições predeterminadas no módulo de controle, por exemplo, desligamento do motor de arranque conforme rotação mínima obtida através do pick-up magnético, ou conforme alteração na condição do sensor pressostato.

1.7.14 Saídas auxiliares

Assim como as entradas auxiliares, as saídas são utilizadas em caso de personalização do projeto ou utilização de componentes específicos. Diferente das entradas auxiliares, as saídas são apenas digitais, portanto suas condições de funcionamento são; ligada ou desligada, assim sendo possível, por exemplo, acionar uma saída digital que sequencialmente irá acionar uma sirene em caso de alarme de defeito.

1.7.15 Conexão com a ECU

A ECU é um componente exclusivo do motor, quando utilizado pode ficar diretamente conectado com toda a instrumentação do motor inclusive sensores, tais informações são enviadas para o módulo através de protocolos tipo CAN de comunicação, de forma em que tanto o módulo de controle quanto a ECU enviam e recebem informações para controlar o funcionamento e monitoramento do motor.

“CAN é um protocolo de comunicação serial síncrono. O sincronismo entre os módulos conectados é feito em relação ao início de cada mensagem lançada ao barramento (eventos que ocorrem em intervalos de tempo conhecidos e regulares).” (TANIGUCHI, 2015)

Por conta do grande número de marcas e modelos de ECUs disponíveis atualmente, é inviável a realização de testes com a porta de comunicação do módulo de controle com comunicação para a ECU, pois para cada caso seria necessário dispor de um modelo de ECU.

Entretanto por se tratar de uma porta de comunicação em que existem variações elétricas ao longo do tempo, é possível ao menos testar se o módulo de controle tenta enviar algum sinal para a ECU através de autofalante.

“Podemos simplificar a definição de alto-falantes como sendo componentes que transformam sinais elétricos de uma corrente elétrica em oscilações de pressão no ar, em forma de onda sonora” (SILVA, s.d.)

Constatando teoricamente que caso o autofalante emita algum tipo de ruído ou oscilação sonora, é significativa a hipótese do funcionamento dos conectores de comunicação do módulo de controle.

1.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA ANÁLISE DOS MÓDULOS DE CONTROLE

Conforme estudos realizados nos módulos de controle e especificações técnicas provenientes de seus devidos manuais de utilização, pode-se constatar:

a) As saídas digitais possuem tensão igual ao da fonte de alimentação, que no caso é a bateria do sistema, sendo assim para a realização de testes de suas devidas funcionalidades, de maneira simples e objetiva, considera-se a utilização de sinaleiros que indiquem o momento em que cada saída está ativa.

b) Em módulos de controle mais antigos como o ST2000P fornecido pela STEMAC, foi possível identificar mais duas funcionalidades importantes, ambas são saídas analógicas variáveis, sendo uma para realizar a aceleração do motor, que tem como característica a variação de tensão entre 0 a 12 V, e a segunda para o ajuste da tensão de saída do alternador, tendo como característica uma variação de tensão entre -15 a 15 V. Por possuírem como característica principal a variação de tensão conforme ajustes que objetivam realizar, suas análises podem ser realizadas através de voltímetros.

“Instrumento de medida da diferença de potencial elétrico (tensão elétrica). É dotada de duas extremidades de medição por meio das quais se podem medir a tensão nos terminais de uma fonte de tensão constante, entre dois pontos quaisquer de um circuito elétrico ou ainda entre qualquer ponto e a referência.” (CIMM, s. d.)

2 GIGA DE TESTES

No capítulo anterior foi realizada análise das características dos módulos de controle para grupos geradores, as informações obtidas foram essenciais para o entendimento mais detalhado e técnico destes equipamentos.

A partir das informações obtidas, foi possível encontrar componente chave para a realização do projeto, componentes aos quais, serão dispostos de forma planejada para que funcionem como um sistema de comando e diagnostico para os módulos de controle.

2.1 ELEMENTOS DA GIGA DE TESTES

Conforme informações obtidas no capítulo anterior, através da análise de componentes de um grupo gerador e comparações teóricas, foi possível

estabelecer uma lista de componentes eletrônicos capazes de se relacionar diretamente com módulos de controle e simular comandos com constatação de reações esperadas. Posteriormente estão os componentes escolhidos e devida fundamentação para seu propósito.

2.2 ESTRUTURA

Para comportar e organizar os componentes, foi escolhido uma caixa do tipo que se utiliza para a instalação de disjuntores, sendo esta de material plástico de alta resistência e tamanho adequado para realizar tanto a construção do projeto quanto para futuros reparos. Abaixo segue a foto da caixa utilizada.

Figura 5 – foto da caixa de estrutura.



Fonte: Steck, s. d.

2.3 Sinaleiro de indicação

Conforme abordado anteriormente, as saídas do módulo de controle possuem dois estados, desligado, quando não existe qualquer tipo de conexão

com elementos externos, e ligado, quando o módulo envia alimentação para uma determinada saída, o valor desta saída será o mesmo proveniente da bateria, sendo assim, o módulo apenas libera ou bloqueia a alimentação de alguns componentes servindo como intermediário entre o componente e a bateria. A maneira mais simples de indicar a existência de uma alimentação é através de sinaleiros.

Figura 6 – Sinaleiro Led amarelo.



Fonte: Micim, s. d.

A cor de todos os sinaleiros escolhidos é amarelo, a cor não iria influenciar, pois foi inserido desenhos representando a função de cada. Os sinaleiros funcionam tanto com 12 quanto 24 V.

2.4 Chave do tipo alavanca

As entradas digitais dos módulos de controle possuem seu funcionamento baseado na presença ou ausência de alimentação da bateria, sendo assim, para que seja possível testar suas funções e reações aos comandos, basta controlar manualmente a distribuição de alimentação da bateria ao módulo de controle, para isso basta à utilização de uma chave do tipo alavanca.

Figura 7 – Chave alavanca monopolar de três posições.



Fonte: Sitron, s. d.

Existem dois tipos de chaves alavanca, a de duas e a de três posições, ambas foram utilizadas onde mais convinham.

2.5 INTERRUPTOR GANGORRA

Apesar de as chaves do tipo alavanca atender as necessidades básicas de funcionalidades dos módulos de controle, em alguns casos com módulos de controle muito específicos, pode haver a necessidade de se utilizar mais comandos em entrada, ou seja, precisar de mais chaves de acionamento, para isso foram escolhidas chaves simples capazes de satisfazer tais necessidades.

Figura 8 – Chave gangorra verde.



Fonte: Rei do som, s. d.

2.6 VOLTÍMETRO

Durante a análise de alguns módulos de controle, foi constatada a presença de algumas saídas analógicas exclusivas responsáveis pela regulação de tensão de saída do alternador e aceleração do motor.

A conexão que regula a tensão de saída do alternador envia um valor de referência para o componente denominado regulador de tensão, tal referência possui uma variação de tensão, que é entendida pelo regulador de tensão como uma forma de comando para aumentar ou reduzir a saída de tensão do alternador. O valor de referência utilizado para a regulação varia entre -15 e 15 V, por possuir um valor que pode se estabelecer antes de zero, foram utilizados dois voltímetros, sendo um para medir as variações entre -15 e 0 e o outro de 0 a 15 volts.

O controle da velocidade do motor também precisa ser regulado, para isso alguns módulos de controle possui uma conexão que permite comandos para acelerar ou reduzir a velocidade do motor, esta conexão também possui uma tensão de referência variada que pode ir de 0 a 12 V. Para que se possa acompanhar tais variações basta a utilização de um voltímetro que meça de 0 até o máximo de 12 V.

Figura 9 – Voltímetro analógico



Fonte: Mercado Livre, s. d.

2.7 CONECTORES

Para que se possa conectar o módulo de controle com a giga de testes, além dos cabos elétricos, também se faz necessário algum tipo de conector elétrico, tanto para manter os cabos organizados quanto para facilitar a troca de chicotes.

Figura 10 – Conectores do tipo borne.



Fonte: Eletrodex, s. d.

Além dos conectores do tipo borne para a conexão das entradas e saídas do módulo de controle, também é necessário algum conector para a entrada de alimentação da giga de testes, por conta dos conectores da fonte de alimentação serem do tipo banana, fica mais simples a utilização do mesmo conector na giga de testes, assim para a alimentação basta um cabo do tipo banana-banana.

Figura 11 – Conector para pino banana.



Fonte: STA – sistemas e tecnologia aplicada, s. d.

2.8 INDICADOR SONORO BUZZER

Conforme foi analisado, alguns módulos de controle possuem conexão com a ECU do motor, mesmo não sendo possível testar a conexão em si, é possível verificar a emissão do sinal de comunicação feita pelo módulo de controle, tal teste pode ser feito com um indicador sonoro conhecido como buzzer.

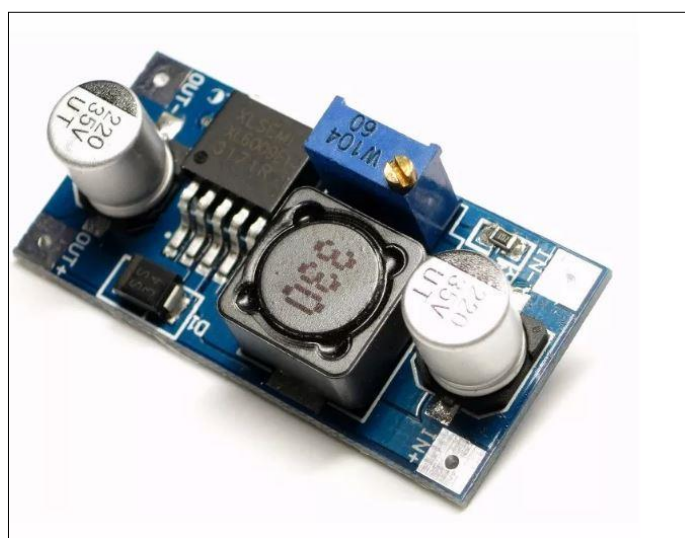
Figura 12 – Indicador sonoro do tipo buzzer.



Fonte: Shallowsky, s. d.

Como pode ser constatado na documentação, a alimentação recomendada para este dispositivo é de aproximadamente 9 V CC. Sendo assim não seria possível alimentá-lo com a mesma fonte do módulo de controle que varia entre 12 e 24 V. Para resolver esta questão, foi introduzido no projeto uma fonte ajustável que aceita alimentação de 4.5 a 30 V, provendo uma saída definida através de ajuste, sendo assim é possível se obter sempre 9 V mesmo estando com um módulo de controle de 12 ou de 24 V.

Figura 14 – Fonte de CC ajustável.



Fonte: Mercado Livre, s. d.

2.10 EQUIPAMENTOS AUXILIARES

A giga de teste necessita de alguns elementos auxiliares para funcionar, alguns desses elementos poderiam ser introduzidos internamente, porém iria gerar um alto custo para sua construção além de desperdiçar equipamentos que possuem várias utilidades, para exercer uma função simples.

Nem todos os equipamentos auxiliares são utilizados durante os testes, pois como dito anteriormente, existem diversos modelos de módulos de controle, que por sua vez podem ou não possuir determinadas funcionalidades. Portanto os equipamentos auxiliares são divididos em duas categorias, os essenciais, que são fundamentais para qualquer módulo de controle, e os opcionais, que podem variar dependendo do modelo que estará sendo testado.

2.10.1 Equipamentos essenciais

Sem dúvida um dos elementos mais importantes para que a giga de testes possa funcionar é uma fonte de alimentação que atenda ao consumo tanto da giga de testes quanto do módulo de controle. Como analisado anteriormente, os valores de tensão para a alimentação dos módulos de controle podem variar de 12 à 24 Volts, dependendo do modelo do módulo de controle.

2.10.2 Equipamentos opcionais

Alguns módulos de controle possuem medição da corrente elétrica que está saindo do grupo gerador no momento de seu funcionamento. Para testar a leitura de corrente feita pelos módulos de controle, seria necessário algum equipamento como um gerador de corrente ajustável, ou qualquer outra fonte de corrente elétrica preferencialmente ajustável.

Seja para verificar o funcionamento do grupo gerador ou simplesmente para acompanhar a tensão gerada, os módulos de controle possuem entrada para tensão alternada, o valor da tensão pode variar conforme o modelo do módulo de controle ou configuração presente no mesmo, no Brasil os valores de tensão podem variar conforme a região, pode-se encontrar 127, 220 ou 380 Volts, é possível também encontrar em alguns locais específicos, como fábricas, a tensão de 440 Volts, necessária para o funcionamento de alguma máquina específica. Os grupos geradores podem possuir um destes quatro valores de tensão, dependendo do projeto pode ser encontrado algum outro valor em KV, porém, estes quatro valores são os encontrados comumente.

Para que se possa verificar o correto funcionamento da leitura de tensão por parte do módulo de controle, basta possuir uma fonte de tensão adequada com o mesmo valor esperado pelo módulo de controle, podendo ser monofásica, bifásica, ou trifásica. Por conta dos diferentes valores de tensão, a maneira mais adequada para realizar o teste seria utilizando um transformador juntamente a um regulador de tensão.

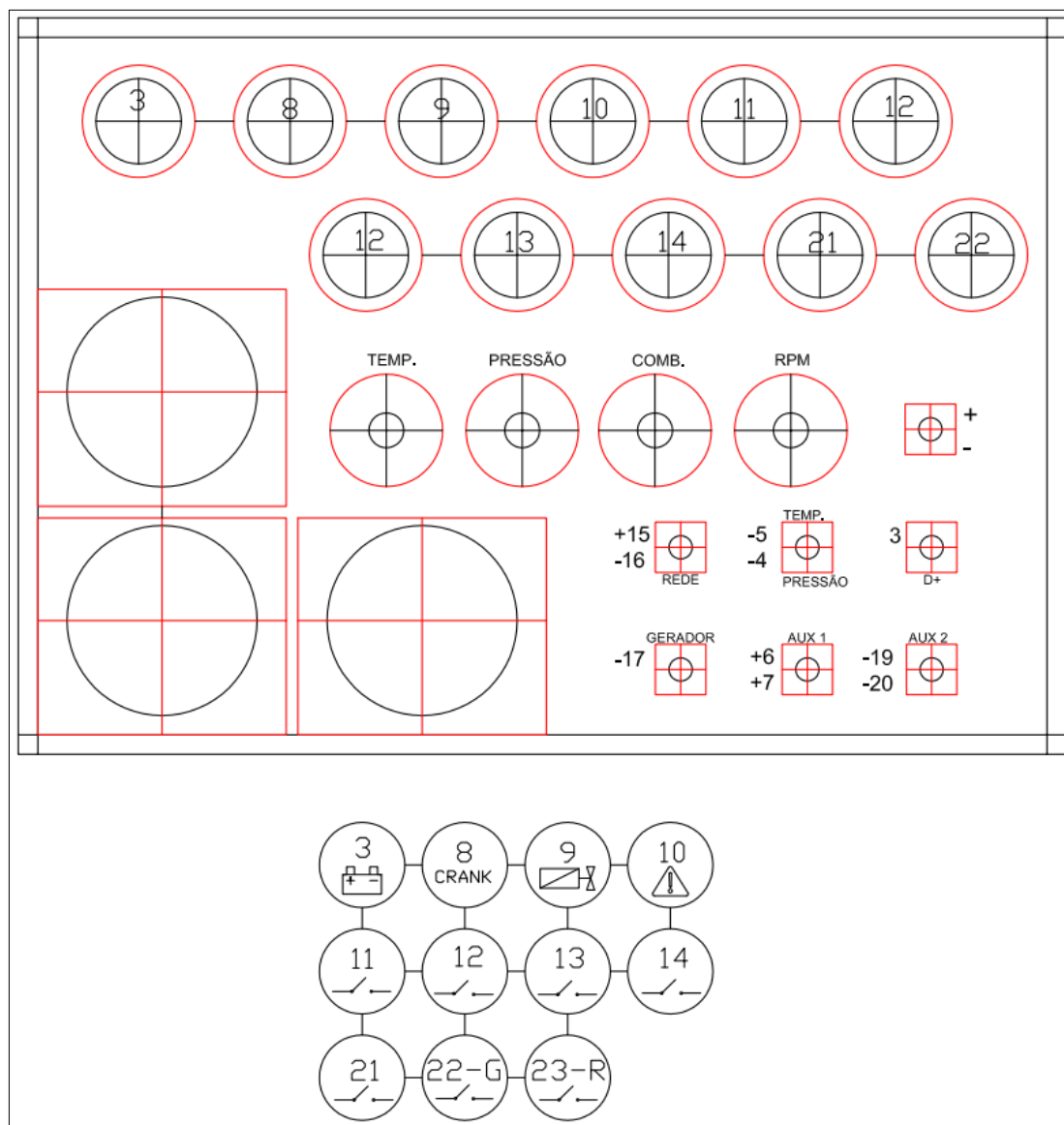
3 VISÃO GERAL E DIAGRAMAS DE MONTAGEM

Depois de analisado as condições de funcionamento do grupo gerador e em especial do módulo de controle, foram escolhidos os componentes necessários para a giga de testes, é preciso organizar e planejar como estes componentes serão dispostos para facilitar a utilização, além das ligações entre os componentes e seus devidos custos.

3.2 PROJETO FÍSICO

Desenho para seguir como modelo durante a montagem da giga de testes.

Figura 16 – projeto de montagem.



Fonte: Autoria própria, 05/17.

3.3 TABELA DE CUSTOS

Tabela 2 – custos para montagem da Giga de testes.

CUSTOS			
Peça	Quantidade	Valor	Subtotal
Caixa Steck	1	R\$ 89,90	R\$ 89,90
Sinaleiro	11	R\$ 5,99	R\$ 65,89
Chave Alavanca	7	R\$ 14,30	R\$ 100,10
Interruptor alavanca	6	R\$ 4,50	R\$ 27,00
Voltímetro	3	R\$ 15,99	R\$ 47,97
Conectores	2	R\$ -	R\$ -
Buzzer	1	R\$ 3,99	R\$ 3,99
Gerador de frequência com Arduino	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
		Total	R\$ 359,85

Fonte: Autoria própria, 05/17.

REFERÊNCIAS

CGC 200 – Manual de instalação e operação - **DEIF**, 2016.

Blog Fazedores, **Conheça o 555**. Disponível em: <<http://blog.fazedores.com/ci-555-conheca-o-555-no-modo-estavel-parte-2/>> acesso em: fevereiro/2017.

Blog Nova Eletrônica, **Gerador de áudio**. Disponível em: <<http://blog.novaeletronica.com.br/gerador-de-audio-online/>> acesso em janeiro/2017.

Catalogo steck, **Caixa**. Disponível em: <<http://catalogo.steck.com.br/viewitems/caixas-light/caixa-light-300-x-220-x-148>> acesso em: fevereiro/2017.

Cimm, **Voltímetro**. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/614-voltmetro>> acesso em janeiro/2017

Como fazer as coisas, **Potenciômetro o que e para que serve e como funciona**. Disponível em: <<http://www.comofazerascosas.com.br/potenciometro-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html>> acesso em janeiro/2017.

Deif, **Produtos – CGC 200**. Disponível em: <<http://www.deif.com.br/produtos-documentacao/produtos/diesel/controladoresdiesel/cgc200>> acesso em: janeiro/2017.

Eletrodex, **Borne plug metaltex**. Disponível em: <<http://www.eletrodex.com.br/borne-plug-metaltex-br8f.html>> acesso em: fevereiro/2017.

STA Eletronica, **Borne para pino banana**. Disponível em: <<http://www.sta-eletronica.com.br/produtos/conectores/tipo-banana/plugsjacks-e-bornes/bornes-para-pino-banana>> acesso em: fevereiro/2017.

Industria Hoje, **Como funciona um grupo de geradores de energia**. Disponível em: <<http://www.industria hoje.com.br/como-funciona-um-grupo-gerador-de-energia>> acesso em maio/2017.

CLAUDIO, José, **Grupos Geradores**. Disponível em: <http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_1.html> acesso em maio/2017

Linkedin, **Funcionamento do Pick-up magnético**. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/inductive-hall-effect-rpm-sensors-explained-kirilmucevski?trk=mp-reader-card>> acesso em: janeiro/2017.

Manchine Workshop, **Rede CAN o que é e como funciona**. Disponível em: <<http://machineworkshop.com.br/rede-can-o-que-e-e-como-funciona/>> acesso em janeiro/2017.

Mercado Livre, **Fonte Regulável**. Disponível em: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-832068310-fonte-regulavel-dc-dc-step-up-boost-arduino-pic-_JM> acesso em: fevereiro/2017.

Mercado Livre, **Voltímetro analógico DC 15V**. Disponível em: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-705306193-voltmetro-analogico-dc-15v-_JM> acesso em: fevereiro/2017.

Micim, **Sinaleiro LED 12v 22mm amarelo**. Disponível em: <<http://www.micim.com.br/pd-245dee-sinaleiro-led-12v-22mm-amarelo.html?ct=&p=1&s=1>> acesso em: fevereiro/2017.

Mundo Educação, **Física – Autôfalantes**. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/altôfalantes.htm>> acesso em janeiro/2017

Profelectro, **Aquisição e tratamento de dados**. Disponível em: <<http://www.profelectro.info/aquisicao-e-tratamento-de-dados-%E2%80%93-teoria-7-sensores-de-temperatura-resistivos-rtds/>> acesso em janeiro/2017.

Rei Do Som, **Chaves Teclas**. Disponível em: <<http://www.reidosom.com.br/chavesteclas.htm>> acesso em: fevereiro/2017.

Shallowsky, **Buzzer(Piezo)**. Disponível em: <<http://shallowsky.com/arduino/class/buzzer.html>> acesso em: fevereiro/2017.