



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**AUTOMAÇÃO DE GRUPO GERADOR DIESEL PARA O PONTO DE
PRESENÇA DA RNP DO ESTADO DA PARAÍBA**

**ALUNO: WILSON ROSAS DE VASCONCELOS NETO
PROFESSOR ORIENTADOR: M. Sc. Pedro Sérgio Nicolletti
CURSO: Engenharia elétrica
PERÍODO: 2008.1**

CAMPINA GRANDE, MAIO / 2008

WILSON ROSAS DE VASCONCELOS NETO

**AUTOMAÇÃO DE GRUPO GERADOR DIESEL PARA O PONTO DE
PRESENÇA RNP DO ESTADO DA PARAÍBA**

**Relatório apresentado à Universidade
Federal de Campina Grande, como um dos
pré-requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Eletricista.**

**Orientador: Prof. M. Sc. Pedro Sérgio
Nicolletti.**

CAMPINA GRANDE, MAIO / 2008



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

À minha esposa e ao meu filho,
aos meus pais.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
POP-PB	Ponto de Presença da RNP no Estado da Paraíba
CTA	Chave de Transferência Automática
MCT	Ministério de Ciências e Tecnologia
DSC	Departamento de Sistemas e Computação
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
SPDT	Single Pole Double Throw
UPS	Uninterrupt Power System
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
MEC	Ministério da Educação e Cultura
EEE	Energia Elétrica Externa
GG	Grupo Gerador
BAP	Botão Auxiliar de Partida

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfico de eventos e temporizações para a CTA.....	14
Figura 2: Foto do Grupo-Gerador.....	18
Figura 3: Catalogo eletrônico Agrale.....	19
Figura 4: Kit de adaptação AGRALE.....	19
Figura 5: Lista do material kit 1.....	20
Figura 6: Kit BAP.....	21
Figura 7: Lista material kit BAP.....	21
Figura 8: Diagrama elétrico da CTA.....	22
Figura 9: KIT AGRALE de partida a distância.....	24
Figura 10: Material adquirido.....	25
Figura 11: Quadro CTA pré-montado.....	26
Figura 12: Antes da instalação do BAP.....	27
Figura 13: Após a instalação do BAP.....	27
Figura 14: Foto antes da instalação do KIT de partida elétrica à distância.....	28
Figura 15: Foto depois da instalação do KIT de partida elétrica à distância.....	28
Figura 16: Caixa de inspeção e Fusíveis.....	29
Figura 17: Caixa CTA.....	30
Figura 18: Porta da Caixa CTA.....	30
Figura 19: CTA Concluída.....	31
Figura 20: Telas de configuração da CTA.....	32
Figura 21: Telas de configuração da CTA.....	32
Figura 22: Telas de configuração da CTA.....	33

SUMARIO

INTRODUÇÃO	6
1.1 O PROBLEMA	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos.....	9
2 O GRUPO GERADOR	10
3 ESPECIFICAÇÃO DO CLIENTE	11
4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO	14
4.1 EXECUÇÃO	17
4.1.1 Projeto	18
4.1.2 Construção	24
4.1.3 Instalação.....	26
4.1.4 Configuração	31
4.1.5 Testes.....	33
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

INTRODUÇÃO

Primeira rede de acesso à Internet no Brasil, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) integra mais de 300 instituições de ensino e pesquisa no país, beneficiando a mais de um milhão de usuários [1]. Em 2005, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) lançou a **Nova RNP**. O objetivo é melhorar a infra-estrutura de redes em níveis nacional, metropolitano e local (redes de *campus*); atender, com aplicações e serviços inovadores, as demandas de comunidades específicas (telemedicina, biodiversidade, astronomia etc.) e promover a capacitação de recursos humanos em tecnologias da informação e comunicação [2].

Criada em 1989 pelo MCT com o objetivo de construir uma infra-estrutura de rede Internet nacional para a comunidade acadêmica. A rede começou a ser montada em 1991. Em 94, já atingia todas as regiões do país. Entre 2000 e 2001, a rede foi totalmente atualizada para oferecer suporte a aplicações avançadas. Desde então, o *backbone* RNP, como é chamado, possui pontos de presença em todos os estados brasileiros. Em 2005, a tecnologia do *backbone* é novamente atualizada com *links* ópticos operando a múltiplos *gigabits* por segundo.

O ponto de presença da RNP na Paraíba (POP-PB) que está situado no DSC, Departamento de Sistemas e Computação, da Universidade Federal de Campina Grande, têm como principal objetivo proporcionar a comunicação entre instituições da Paraíba [3]. Formando assim uma a espinha dorsal nacional, de modo a disponibilizar o serviço Internet acadêmica no estado, visando aplicações em atividades de apoio à educação, pesquisa e desenvolvimento científicos e tecnológicos.

Com o objetivo de manter uma alta disponibilidade do sistema de *backbone* e se adequar as atuais solicitações da RNP, o POP-PB se viu obrigado a implantar um sistema de partida e transferência automática para um grupo gerador.

A busca por uma fonte de energia suplementar ao fornecimento da concessionária local tem sido um fator de preocupação cada vez maior, com alimentação em média e alta tensão. Essa preocupação tem por principais objetivos proporcionar confiabilidade e disponibilidade do sistema e em alguns outros casos até mesmo economia.

A possibilidade de instalação de grupos geradores independentes da energia da concessionária permite que um determinado sistema continue sem interrupções. Com a instalação de sistemas adicionais como UPS e sistema supervisorio (requisições mais comuns em *Data-Centers* ou em outras aplicações onde energia sem interrupções é uma exigência preponderante), alcançam-se níveis altíssimos de disponibilidade de energia, atingindo valores de 99,97% [4].

Também é possível observar que no novo mercado de energia elétrica desregulamentado, o valor da tarifa da energia pode variar de cliente para cliente, de região e de horário. A diferença de tarifas entre os diferentes horários e a variação de consumo de energia ao longo do dia pode justificar a aquisição de grupos geradores para suprir uma parte da energia utilizada no momento onde a tarifa é mais cara o que leva alguns clientes a optarem por esse tipo de solução.

Toda instalação onde se utiliza o grupo gerador como fonte alternativa de energia elétrica necessita, obrigatoriamente, de uma chave reversora ou comutadora de fonte. Somente nos casos onde o grupo gerador é utilizado como fonte única de energia, pode-se prescindir da utilização deste dispositivo que tem a finalidade de comutar as fontes de alimentação dos circuitos consumidores, separando-as sem a possibilidade de ligação simultânea. Para isso, as chaves comutadoras de fonte são construídas de diversas formas e dotadas de recursos que vão desde o tipo faca, manual, até as mais sofisticadas construções com controles eletrônicos digitais, comandos e sinalizações locais e remotas, passando pelos tipos de estado sólido, de ação ultra-rápida.

A concepção mais simples de chave reversora seria o contato reversível, conhecido como SPDT (*Single Pole Double Throw*) utilizado nos relés. Nos grupos geradores, a chave reversora, geralmente, é de três pólos (nos grupos geradores trifásicos). A opção manual, tipo faca, aberta, fabricada para operação sem carga, ainda encontra aplicações, seguindo-se os modelos para montagem em painel e as de acionamento elétrico, automáticas, constituídas por pares de contactores ou disjuntores motorizados com comandos à distância para abertura e fechamento.

As chaves reversoras com comandos elétricos, na sua extensa maioria, são constituídas por pares de contactores ou disjuntores motorizados. As chaves dedicadas, isto é, construídas com a finalidade específica de efetuar a comutação das fontes, não são muito conhecidas, especialmente no Brasil, onde não há fabricante que ofereça esta opção aos montadores de grupos geradores.

A não utilização da chave reversora pode causar sérios riscos às instalações e às pessoas, da seguinte forma:

- Queima de equipamentos, no momento do retorno da energia fornecida pela concessionária, caso o grupo gerador esteja funcionando sem chave reversora e o disjuntor geral encontrar-se indevidamente ligado;
- Riscos para as pessoas e possibilidades de incêndios provocados por descargas elétricas sobre materiais combustíveis, como consequência do evento citado no item anterior;
- Energização indevida da rede elétrica da concessionária, podendo vitimar eletricitistas que estejam trabalhando na rede ou no quadro de medição;
- O acionamento da chave reversora (se manual) somente deve acontecer com os equipamentos desligados (sem carga).

Todas as concessionárias de energia exigem que as chaves reversoras sejam dotadas de intertravamento mecânico. Adicionalmente, nas chaves com acionamento elétrico são utilizados contatos auxiliares para fazer o intertravamento elétrico.

Para os sistemas com reversão de carga em transição fechada (em paralelo com a rede) há exigências específicas que devem ser atendidas, conforme estabelecido nos contratos de fornecimento e de uso e conexão, firmados entre as concessionárias e as unidades consumidoras.

As concessionárias de energia determinam que os circuitos de emergência supridos por grupos geradores devem ser instalados independentemente dos demais circuitos, em eletrodutos exclusivos. Não é permitida qualquer interligação destes circuitos com a rede alimentada pela concessionária. Os grupos geradores devem ser localizados em áreas arejadas, protegidos de intempéries e isolados do contato com pessoas leigas, principalmente crianças. Recomendam, ainda, a observância às normas técnicas, em especial a NBR-5410 da ABNT [5], em conformidade com o Decreto 41019 de 26/02/57 do Ministério das Minas e Energia [6] e resolução Nº 456 da ANEEL [7] sobre as condições gerais de fornecimento de energia.

1.1 O PROBLEMA

Devido ao grande número de quedas de tensão e interrupção no fornecimento na rede elétrica da UFCG, o POP-PB começou a encontrar dificuldades em atender a solicitação da RNP de disponibilidade do sistema. As dificuldades da UFCG são devidas a vários fatores internos, quais sejam:

- Idade da rede elétrica do CAMPUS;
- Falta de manutenção;
- Falta de cuidado com a poda de árvores;
- Transformadores antigos;
- Construção de novos blocos;
- Falha na manobra do sistema;

Paralelamente, existem os fatores externos a universidade como quebra de árvores, acidentes com os postes de distribuição e quedas de energia decorrentes de intempéries. Além disso, atualmente o acionamento do grupo gerador é feito de forma manual, o que exige um deslocamento físico de operadores até a sala do grupo gerador. A partir do exposto, foi levantada a seguinte questão:

Como fazer com que o POP-PB consiga prover um altíssimo nível de disponibilidade de energia, de modo a atingir valores de 99,97% como os solicitados pela RNP?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Melhorar a infra-estrutura de manobra de energia elétrica do POP-PB, através da implantação de um sistema de Chave de Transferência Automática (CTA) para um grupo gerador Agrale-Kohlback previamente instalado.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para a consecução do objetivo geral foi necessário:

- Estudar os conceitos dos sistemas de emergência;
- Estudar as chaves automáticas disponíveis no mercado;

- Verificar o impacto na estrutura elétrica e mecânica na instalação atual do grupo gerador;
- Projetar, construir, configurar, testar e instalar a Chave de Transferência Automática.

2 O GRUPO GERADOR

O grupo gerador utilizado pelo POP-PB é o Agrale-Kohlbach [8] de 10 kVA. O gerador Kohlbach [9] [10] que faz parte deste conjunto tem como princípios de funcionamento um circuito magnético é formado por chapas de aço laminadas de baixo carbono ou chapas de silício que asseguram um magnetismo residual suficiente para o início da geração de energia. A alimentação do circuito de regulação é fornecida por um bobinamento auxiliar localizado no estator em fase com o enrolamento da armadura.

A corrente de excitação a vazio é determinada pelo número de espiras do secundário do transformador de corrente e pelo seu entreferro. O primário do transformador está ligado em série com o enrolamento da armadura e adiciona a excitação necessária para manter a tensão constante de carga.

Ele possui ainda um sistema auto-regulado de tensão onde a variação de tensão é mantida em torno de 5%, considerando-se condições normais de funcionamento do gerador.

Para esse grupo gerador é necessário observar algumas limitações dos regimes de funcionamento, uma delas é no regime de *stand-by*, onde com sobrecarga de 20% durante 1 (uma) hora para cada 12 (doze) horas de funcionamento o grupo gerador fica limitado há 300 horas/ano de operação.

O gerador Kohlbach possui as seguintes características:

- Potências: 10 kVA;
- Linha: Compound;
- Classe de isolamento: "F", conforme ABNT NBR-5117;
- Grau de proteção: IP 21, conforme ABNT NBR-6146;
- Polaridade: 4 pólos em 50Hz - 1500 rpm;
- Polaridade: 4 pólos em 60Hz - 1800 rpm;
- Formas construtivas: B3D ou B35D, conforme ABNT NBR-5031 e ABNT NBR-5432;

- Ambos os sentidos de rotação.

Além disso, a instalação de segurança ou de substituição, como são conhecidas as instalações que abrigam sistemas grupo geradores, tem que atender uma série de normas específicas contidas na NBR-5410.

3 ESPECIFICAÇÃO DO CLIENTE

De acordo com o atual contrato de gestão da RNP com o MCT/MEC, a rede de comunicação de dados da RNP deve procurar atingir uma disponibilidade média de 99,7% ao ano, disponibilidade essa que deve ser buscada em cada um dos POPs da RNP.

O POP-PB, buscando atingir essa meta, instalou recentemente um grupo gerador de pequeno porte com as seguintes características:

- Motor diesel Marca Agrale, modelo M790, com tanque de combustível de 20 litros, partida elétrica manual;
- Gerador Marca Kolhback, modelo COMPOUND, potência nominal de 10 KVA, trifásico, com conexão ao motor através de cinta elástica.

As funcionalidades mínimas desejadas de uma Chave de Transferência Automática (CTA) de carga para ativação (e desativação) automática do grupo gerador na falta (e restabelecimento) de energia elétrica na sala do POP-PB (figura 1) são as seguintes:

- Monitoramento constante da energia elétrica de entrada (EEE) em suas três fases, considerando alimentação em 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro, considerando como alimentação normal o valor nominal entre fase e neutro de 220 V +- 15% (187 V a 253 V);
- Acionamento do grupo gerador (GG) de forma automática sempre que a EEE estiver anormal, por um intervalo de tempo contínuo T1 configurável de 1 a 30 minutos, certificando-se de que o GG está de fato acionado; no caso de falha de acionamento do GG na primeira tentativa, o mesmo deve ser acionado por mais 4 vezes, com intervalo de 60 segundos entre cada tentativa; cada acionamento (do motor de partida) não deve ter duração maior do que 5 segundos;
- Considerando que o GG foi acionado corretamente, transferência da carga para o GG após um intervalo de tempo T2 configurável de 1 a 5 minutos;

- Considerando o retorno da EEE aos níveis normais, após um intervalo de tempo T3 configurável de 1 a 10 minutos, transferir a carga do GG para a EEE;
- Considerando a transferência da carga para a EEE, após um tempo T4 configurável de 1 a 10 minutos, desativar o GG.

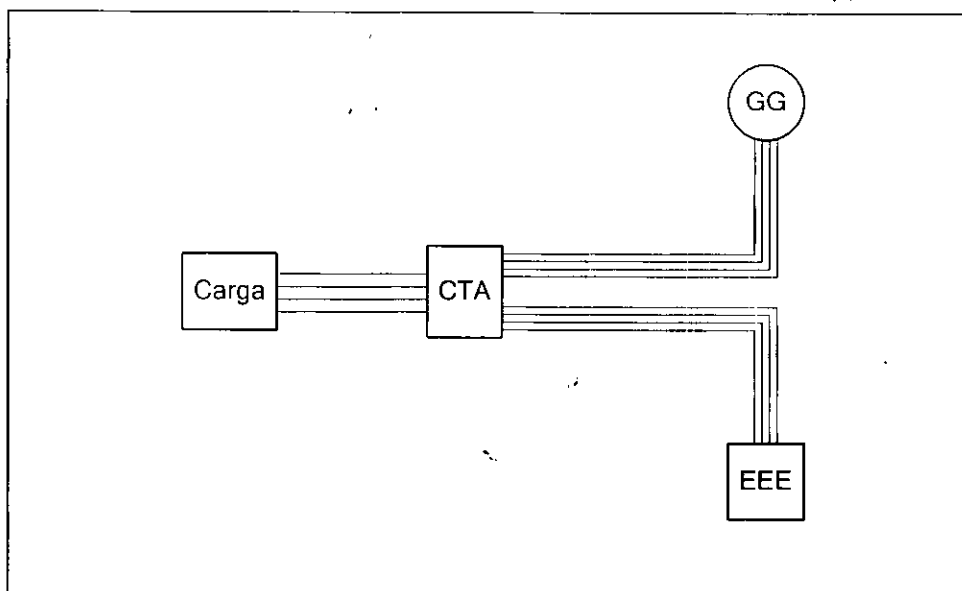


Figura 1: Esboço do esquema de ligação elétrica desejada

Além das funções de monitoramento da EEE, ativação e desativação automática do GG deseja-se que a CTA tenha as seguintes funções adicionais:

- Botão de ativação remota GG (para treino do mesmo), sem transferência de carga da EEE para o GG, com desativação automática do mesmo depois de decorrido o intervalo de tempo T4;
- Botão de desativação emergencial do GG;
- Voltímetro individual para cada fase da carga;
- Amperímetro individual para cada fase da carga;
- Luz (verde) indicadora de EEE presente;
- Luz (amarela) indicadora de GG acionado;
- Luz (vermelha) indicadora de GG em treino;
- Luz (verde) indicadora de carga alimentada;

Essas funções adicionais podem ser melhor visualizadas na figura 2, abaixo:

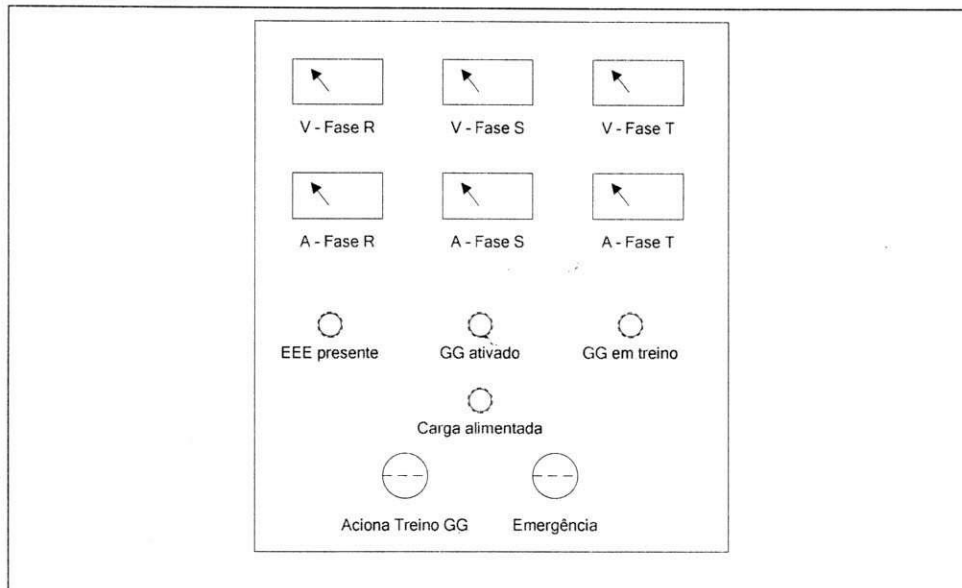


Figura 2: Esboço da CTA desejada

Na figura 3 adiante é possível observar o gráfico de eventos e temporizações para a CTA, onde:

- e1: EEE anormal;
- T1: temporização para ativação do GG;
- e2: ativação do GG;
- T2: temporização para transferência de carga para GG;
- e3: transferência de carga para o GG;
- e4: EEE normal;
- T3: temporização para retorna de carga para EEE;
- e5: transferência de carga para EEE;
- T4: temporização para desativação do GG;
- e6: desativação do GG.

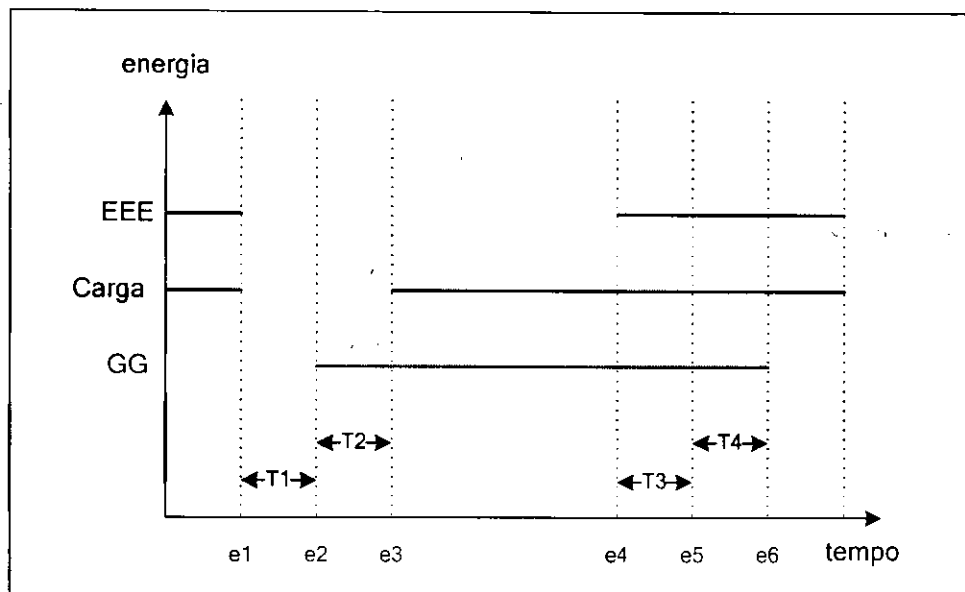


Figura 1: Gráfico de eventos e temporizações para a CTA

Idealmente, as dimensões da caixa de montagem da CTA devem ficar próximas de 36 cm de largura, 40 cm de altura e 10 cm de profundidade, com tampa articulável por meio de dobradiças e com fecho através de fechadura de cilindro.

É aceitável que a configuração dos temporizadores T1, T2, T3 e T4 seja feita por meio de ajustes em *dip-switches* ou barra de *jumpers* (para o temporizador T1, são desejáveis intervalos de 5 minutos; para os demais temporizadores, são desejáveis intervalos de 1 minuto).

O mecanismo de acionamento dos contactores da EEE e do GG deverá dispor de mecanismo de trava mecânica (e eletrônica, se for o caso), de modo a impedir, sob qualquer circunstância, o acionamento dos dois contactores simultaneamente.

O motor diesel Agrale M790, para a sua partida eficiente, exige que seja tracionado cerca de 1 cm um botão chamado de BAP (Botão Auxiliar de Partida), evento de deve preceder o acionamento da partida elétrica; em se tratando de motor diesel, sua desativação se faz por meio de corte de combustível, através de um dispositivo chamado estrangulador – tal dispositivo deverá ser acionado pela CTA para promover a desativação do CC

4 PROPOSTA DE SOLUÇÃO

O projeto básico procurou estabelecer critérios gerais das instalações elétricas e possibilitar a elaboração de orçamento preliminar. Nesta fase definiu-se

também o tipo de alimentação e a localização da entrada de energia da CTA, assim como a disposição da previsão dos principais equipamentos e materiais a serem implantados. Também foram detalhadas as soluções definitivas que eliminassem conflitos gerados pela interferência do projeto.

O grupo gerador será equipado com uma unidade de supervisão de corrente alternada automática, destinada a efetuar o comando, medição e proteção de grupos geradores. Deve ainda ser projetado para funcionamento automático, acompanhado de quadro de comando, proteção e chave de transferência automática, os quais fazem parte integrante do sistema e devem, portanto, ser da mesma procedência ou marca. Deve ainda contar com um quadro de transferência manual.

No dimensionamento do grupo gerador, será também considerada a corrente do sistema de ar condicionado e iluminação de emergência.

Para atender as necessidades e especificidades do cliente foram pesquisados vários fabricantes de CTA no mercado disponíveis atualmente. São eles:

- Chaves de Transferência Automática ASCO;
- Chaves de Transferência Automática GE;
- Chaves de Transferência Automática Ápice;
- Chaves de Transferência Automática baseada no controlador da KVA.

Para solução do problema todas as chaves se adequavam as necessidades do cliente, porém o sistema baseado no controlador KVA era o único que se enquadrava dentro do orçamento limitado, mais especificamente o modulo K30.

Este módulo K30 foi especialmente desenvolvido para controle e proteção de um grupo gerador em operação singela, atendendo às principais especificações industriais. Em modo automático, o K30 monitora continuamente a tensão da rede elétrica, estando pronto para partir o grupo gerador e alimentar a carga sempre que houver alguma falha na rede.

Neste caso, o K30 executará todos os procedimentos de partida e transferência de carga, indicando a posição operacional, instrumentação e diversas outras informações através de um display alfanumérico. Após o retorno da rede, será feita a re-transferência da carga e em seguida o procedimento de arrefecimento e parada do grupo. Se eventualmente ocorrer alguma falha com o grupo durante o

funcionamento, um eficiente sistema de proteção entrará em ação desligando o motor, memorizando a falha e acionando um alarme sonoro para alertar o operador.

Este equipamento possui as seguintes características de funcionamento e sensoriamento:

- Alta temperatura do motor;
- Baixa pressão do óleo lubrificante;
- Sobre-carga;
- Sub-freqüência;
- Sobre-Freqüência;
- Alimentação: 12 ou 24 Vcc com seleção automática da voltagem.
- Opera em 220V, 380V ou 440V (supervisão trifásica), sem necessidade de TP
- Funcionamento em modo automático, manual e com inibição programada opcional
- Partida periódica programada sem alimentar carga
- Partida programada em horário de ponta
- Bloqueio programável para evitar funcionamento e dias e horários não desejados
- Histórico de falhas - Registro com as 20 últimas falhas que provocaram a parada do grupo gerador;
- Histórico de eventos - Registro com os 99 últimos eventos ocorridos;
- Três níveis de acessos definidos pelo usuário e protegidos por senha;
- Exibição das tensões entre fase e neutro, e entre fase-fase da rede e do gerador;
- Atualização do software em campo;
- Medição digital de temperatura;
- Saída RS232 para telecomando remoto;
- Controle do sistema de pré-aquecimento;

Além disso, para melhor adaptarem-se às diversas necessidades de cada um, os seguintes parâmetros, entre outros, podem ser alterados pelo usuário:

- Tensão máxima e mínima aceitável para a rede comercial;

- Tensão máxima e mínima do grupo gerador;
- Frequência máxima e mínima do gerador;
- Carga máxima do gerador;
- Relação de TC;
- Tempo de espera para partir o grupo após a falta da rede;
- Número de tentativas de partida;
- Tempo de cada tentativa de partida;
- Tempo de espera em pré-aquecimento antes de transferir a carga para o grupo;
- Tempo para re-transferir a carga para a rede após o seu retorno;
- Tempo de pré-resfriamento do motor;
- Tempo de estabilização do grupo;
- Supervisão (Mono, bi ou trifásica).

4.1 EXECUÇÃO

Um projeto de engenharia pode ser dividido em inúmeras etapas. No caso desse projeto específico foram realizadas as seguintes etapas: projeto, construção, instalação, configuração e testes. Uma vez que todo o projeto já se encontrava definido, foi possível estimar um cronograma das atividades:

Cronograma projeto CTA/POP-PB						
Atividades	MÊS 01	MÊS 02	MÊS 03	MÊS 04	MÊS 05	MÊS 06
Projeto	X	X	X			
Construção			X	X		
Instalação				X	X	
Configuração					X	
Testes					X	X

Quadro 1: Cronograma de atividades

A etapa de projeto envolveu todos os cálculos, especificação dos equipamentos, estimação e definição do cronograma. Na etapa de construção foi contemplado além do tempo de aquisição do material, também a montagem, testes e inspeção do equipamento antes da instalação.

No processo de configuração, todos os procedimentos e ajustes necessários foram realizados para o pleno funcionamento do equipamento. Por fim, na etapa de testes, o equipamento foi colocado em uma situação simulada, num primeiro

momento, para verificar se estava funcionando de acordo com o projeto. Num segundo momento, ainda dentro da fase de testes, o equipamento ficou sobre constante observação para verificar se ele era capaz de atender a uma situação real.

4.1.1 Projeto

Após as especificações das necessidades do cliente e da disposição das soluções dentro do que foi pedido, iniciou-se o processo de projetar todo o sistema de suporte à chave de transferência automática, bem como estipular os custos e prazos envolvidos.

Numa primeira etapa foi realizado um levantamento de todas as alterações necessárias no grupo-gerador para suporte a uma CTA, ou até mesmo se o grupo gerador deste fabricante tinha algum sistema de adaptação para ligação e partida remota. O equipamento em questão pode ser visualizado na figura 2 a seguir.

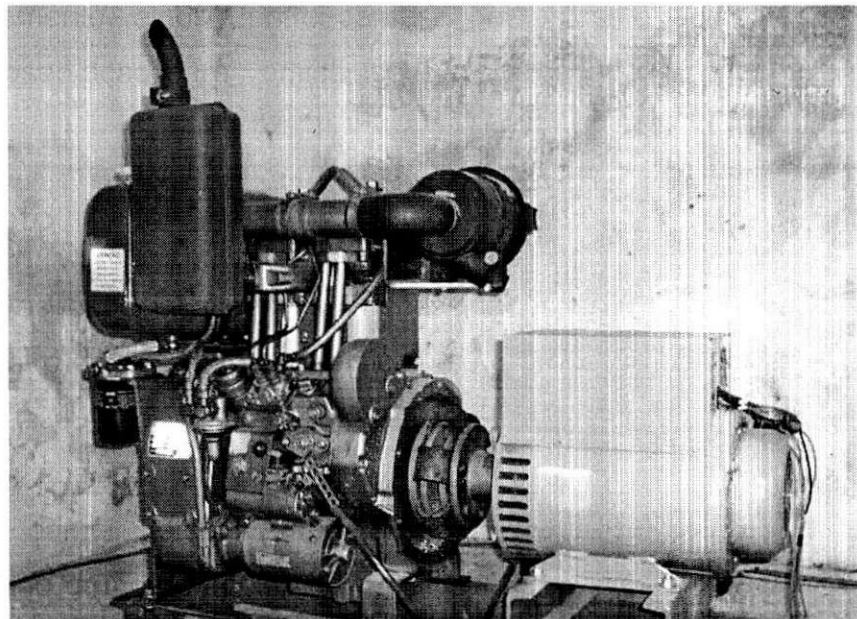


Figura 2: Foto do Grupo-Gerador

Dessa forma, foi necessário procurar o revendedor autorizado Agrale [15] de Campina Grande. Após algumas consultas, um CD [16] de distribuição de peças foi disponibilizado para o projeto. A seguir, a figura 3 mostra uma tela do sistema de consulta de peças.



Figura 3: Catálogo eletrônico Agrale

O modelo que foi adquirido pelo POP-PB dispunha de uma série de adaptações visando à instalação de um SISTEMA ELÉTRICO DE PARTIDA E PARADA À DISTÂNCIA. Essas adaptações foram identificadas no catálogo e em seguida solicitada foi feita uma cotação do mesmo para compor a tabela do orçamento do projeto. As figuras do catálogo e da lista do material, 6 e 7 respectivamente, seguem abaixo.

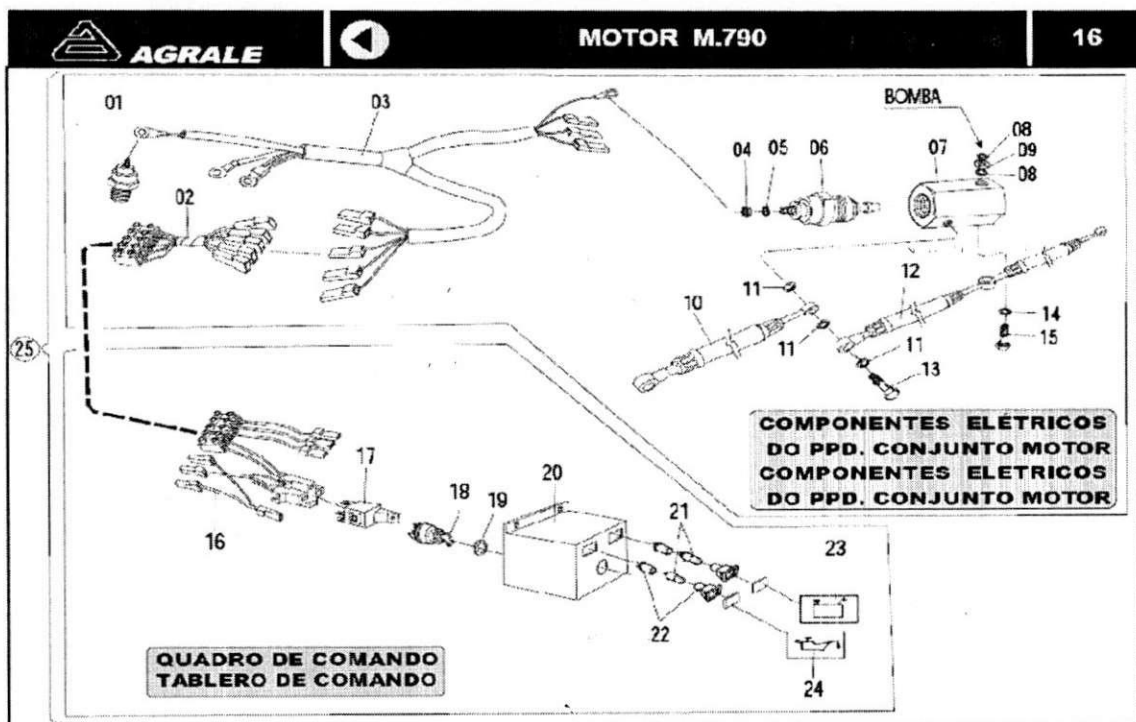
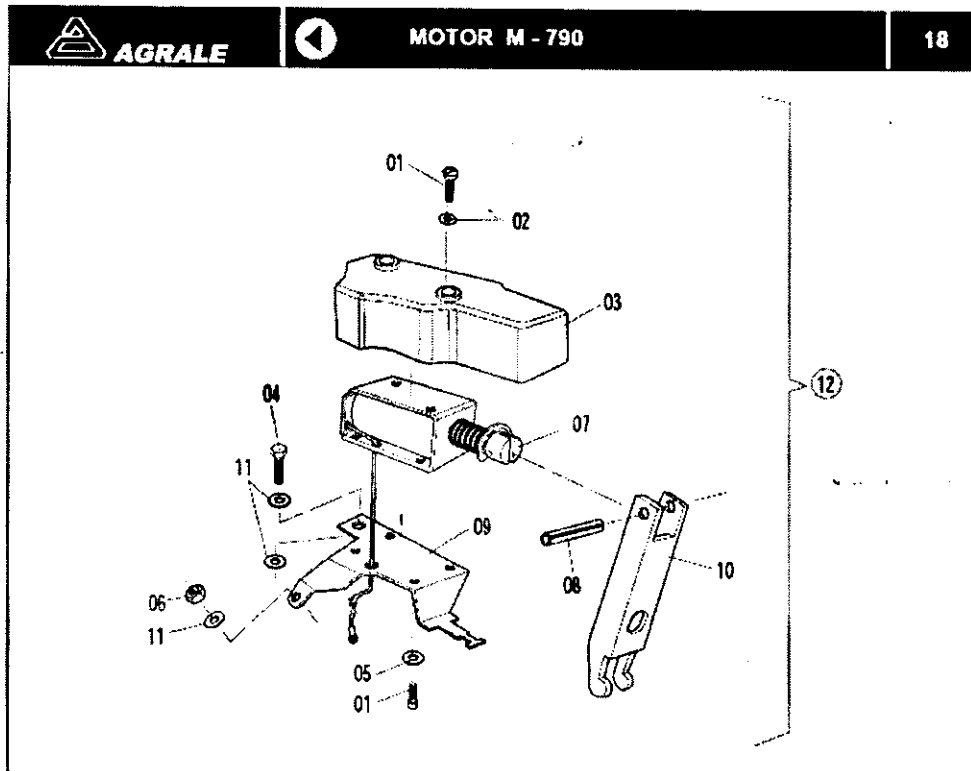


Figura 4: Kit de adaptação AGRALE

SISTEMA ELÉTRICO DE PARTIDA E PARADA À DISTÂNCIA / SISTEMA ELECTRICICO DE PARTIDA Y PARADA EN LA DISTANCIA					Versões versões			
ITEM ITEM	CÓDIGO Nº DE PIEZAS	QTD. CANT.	DENOMINAÇÃO / DENOMINACION	ALTERAÇÕES ALTERACIONES	Standard	Manutenção	PPD	E.ubr. 200
01	6003.001.011.00.5	1	Interruptor pressão do óleo	Interruptor presión de aceite			●	
02	7107.011.058.00.1	1	Cabo ligação PPD	Cable de conexión PPD			●	
03	7107.010.163.00.2	1	Cabo ligação PPD / FPP	Cable de conexión PPD/FPP			●	
04	4102.011.003.00.0	1	Porca sextavada	Tuercia hexagonal			●	
05	4103.012.006.01.9	1	Araveta	Arandela			●	
06	7107.011.039.00.1	1	Solenoide	Solenóide			●	
07	7107.011.011.00.0	1	Suporte PPD	Soporte PPD			●	
08	4014.010.017.00.2	2	Anel de vedação	Ano junta			●	
09	7006.006.019.00.7	1	Anel intermediário	Ano intermedio			●	
10	7107.024.221.00.0	1	Mangueira de combustível	Manguera de combustible			●	
11	4014.010.009.00.0	3	Anel de vedação	Ano junta			●	
12	7007.003.092.00.2	1	Tubulação do combustível	Tubulación del combustible			●	
13	7007.003.020.00.6	1	Parafuso cco	Tornillo husco			●	
14	4014.010.020.00.3	1	Anel de vedação	Ano junta			●	
15	7107.011.009.00.2	1	Parafuso novo	Tornillo nueva			●	
16	7107.011.057.00.3	1	Cabo de ligação PPD	Cable de conexión PPD			●	
17	7172.010.006.00.5	1	Relé	Relay			●	
18	8005.111.525.00.5	1	Conjunto chave de ignição	Llave de ignición			●	
19	7107.010.103.00.0	1	Arvela espaçadora	Arri de la espaciadora			●	
20	7107.011.050.00.7	1	Panel PPD	Tablero			●	
21	7108.010.027.00.9	2	Lâmpada 12v - 2w	Lámpar 12v - 2w			●	
22	6007.011.070.00.9	2	Socavete	Plug			●	
23	6007.011.073.00.3	1	Indicador ca balança	Indicador de la balanza			●	
24	6007.011.076.00.6	1	Indicador no óleo	Indicador del aceite			●	
25	7107.099.031.00.3	1	Kit PPD / M 790	Kit PPD / M 790			●	
26								
27								
28								
29								

Figura 5: Lista do material kit 1

Para o pleno funcionamento da adaptação foi necessária, além do SISTEMA ELÉTRICO DE PARTIDA E PARADA À DISTÂNCIA, a instalação de um conjunto denominado BAP ELÉTRICO, conjunto este responsável pela partida em dias frios e condições adversas. Esse sistema funciona como um afogador e tem que ser adquirido para funcionar em conjunto com a CTA. O conjunto em questão pode ser observado na figura 6 a seguir.


Figura 6: Kit BAP

CONJUNTO BAP ELÉTRICO / CONJUNTO BAP ELECTRICO					Verific. de classes	
ITEM / ITEM	CÓDIGO / Nº DE PIEZAS	QTD. / CANT.	DENOMINAÇÃO / DENOMINACION	ALTERAÇÕES / ALTERACIONES	Standard	Manuf. do
					P.P.D.	Embr. 200
01	4131 013 050.04 6	6	Parafuso de fenda	Tornillo con ranura	●	
02	4132 011 009.01 4	2	Arandela lisa	Arandela lisa	●	
03	7007 010 007.00 1	1	Capa BAP	Capa BAP	●	
04	4131 047 060.05 7	1	Parafuso sextavado	Tornillo hexagonal	●	
05	4132 016 009.01 7	4	Arandela estrada	Arandela estrada	●	
06	4132 011 007 06 2	1	Porca sextavada	Tuerca hexagonal	●	
07	7007 010 006.00 3	1	Conjunto solenóide	Conjunto solenoide	●	
08	4006 010 047.00 1	1	Buena elástica	Tampón elastico	●	
09	7007 010 006.00 6	1	Suporte solenóide BAP	Soporte solenoide BAP	●	
10	7007 010 009.00 7	1	Alavanca BAP	Palanca BAP	●	
11	4132 011 009.00 6	3	Arandela lisa	Arandela lisa		
12	7007 039 036.00 0	1	Kit BAP elétrico M 790	Kit BAP eléctrico M 790		
13						
14						
15						

Figura 7: Lista material kit BAP

Assim, a segunda etapa foi o levantamento dos custos de material elétrico necessário para a instalação do CTA no projeto. O diagrama elétrico abaixo especifica os equipamentos necessários para completar o sistema de chaveamento.

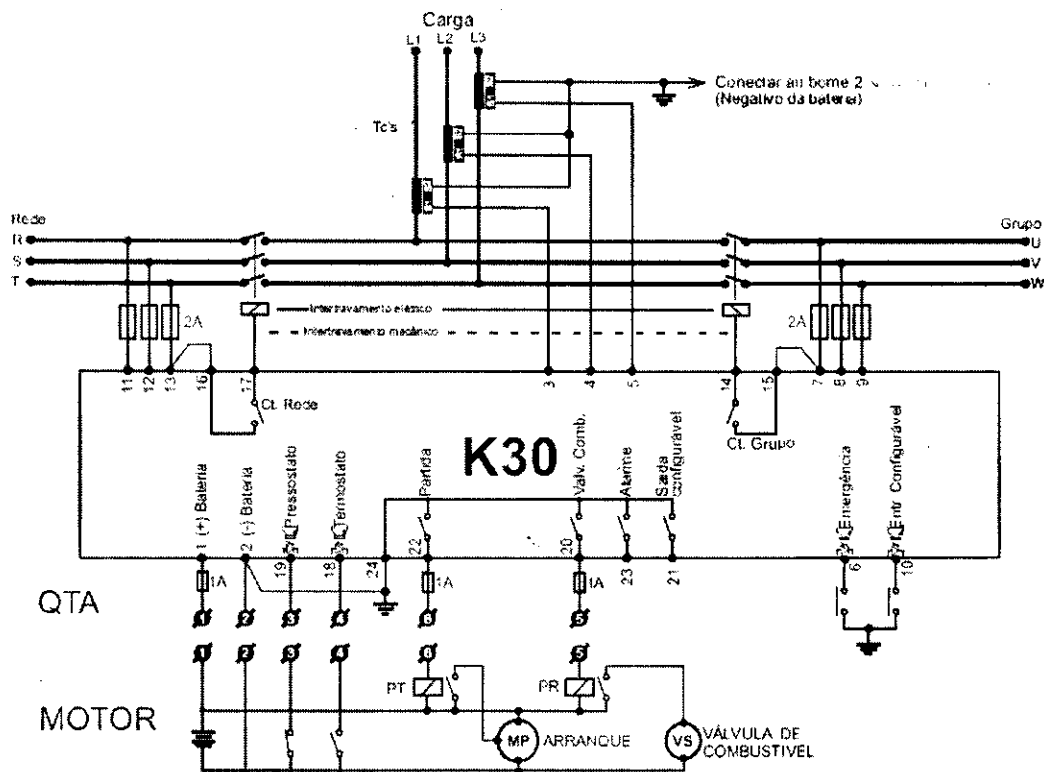


Figura 8: Diagrama elétrico da CTA

Por se tratar de um sistema de geração de trifásico 10kVA foi necessário especificar o sistema distribuição e chaveamento para suportar tais cargas. Assim foi usada a norma NBR-5410 para calcular os parâmetros dos sistemas de proteção, seccionamento e comando. O cálculo da corrente individual por condutor é obtido como sendo [18]:

$$I = \frac{S}{V} \rightarrow I = \frac{10000}{380} \rightarrow I \cong 26,32A \quad (1)$$

No entanto essa corrente não corresponde à corrente por cada fase que pode ser calculada usando a expressão:

$$I_f = \frac{I}{\sqrt{3}} \rightarrow I_f = \frac{26,32}{\sqrt{3}} \rightarrow I_f \cong 15,19A = I_B \quad (2)$$

Via de regra o valor para o contactor pode ser admitindo uma folga de 20% do valor calculado:

$$I_c = I_f + 0,2 \cdot I_f \rightarrow I_c = 18,23A \quad (3)$$

Porém o único valor disponível no mercado mais próximo são os contactores de 20^a, que foram selecionados para o projeto.

Com relação aos circuitos de proteção e seccionamento, foram utilizadas recomendações do padrão NBR-5410 que utiliza o cálculo da corrente nominal e o

calculado da capacidade de corrente dos condutores I_2 para balizar a escolha dos dispositivos, como:

$$I_3 = 15,19A \quad (4)$$

$$I_2 = 36A \quad (5)$$

$$I_3 \leq I_1 \leq I_2 \quad (6)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_1 \quad (7)$$

A partir de I_2 a corrente dos fusíveis NH pode ser especificada como sendo de 50^a, pois é o valor de mercado mais próximo já para os disjuntores o valor mais indicado de mercado que atende as especificações da equação (6) é o de 30A. Como o cabeamento do circuito de força já havia sido instalado e estava de acordo com a norma, não foi necessário o seu redimensionamento.

Com os circuitos de proteção e seccionamento especificados, a terceira etapa foi a escolha dos cabos apropriados para a instalação do circuito de comando. Para essa seleção foram levados em conta fatores como:

- Corrente;
- Freqüência;
- Potência;
- Tensão;
- Compatibilidade;

Por motivos técnicos e de facilidade de instalação optou-se por cabos da marca Pirelli modelo Pirastic [19] de 2,5mm² que eram adequados tanto para a baixa corrente DC do circuito de comando remoto quanto para as baixas correntes AC utilizadas no comando dos contactores de chaveamento e circuito de intertravamento eletromecânico.

Então com base nos dados colhidos e calculados anteriormente foi possível formular um quadro com os custos envolvidos no projeto desta CTA. Por se tratar de uma apresentação acadêmica os valores foram suprimidos.

Projeto CTA/POP-PB			
Item	Descrição	Quantidade	Custo
01	Conj. Partida Distancia AGRALE	01	
02	Conj. BAP AGRALE	01	
03	Contactador Trif. Siemens 20A	02	
04	Fusível NH 30 ^a	03	
05	Suporte Fusível NH	03	
06	Contactador auxiliar Siemens	02	
07	Barramento Sindal	20	

08	Terminais de conexão elétrica	100	
09	Barramento Trif. CEMAR	01	
10	Caixa de Comandos	01	
11	Cabos Unifilar Pirelli 2,5mm ² (cores variadas)	160m	
12	Fita isolante	01	
13	Espiratubo preto 10mmø	5m	
14	Parafusos de fixação	20	
15	Caixa Plástica CEMAR	01	
16	Eletroduto amarelo 20mmø	03m	
17	Eletroduto preto 15mmø	03m	
18	Eletroduto Sistema X	03m	
19	Fusível vidro 2 ^a	10	
20	Suporte Fusíveis vidro	07	
21	Abraçadeiras de Nylon	100	
22	Mão de obra	01	
23	Transformador de corrente 50/5A	03	

Quadro 2: Custos envolvidos no projeto da CTA

Com todas as etapas cumpridas desta fase, passo-se para a construção da CTA.

4.1.2 Construção

Na construção, o primeiro passo foi checar se todos os equipamentos foram adquiridos conforme especificado na etapa de projeto. Sendo assim, todos os kits da AGRALE foram conferidos.

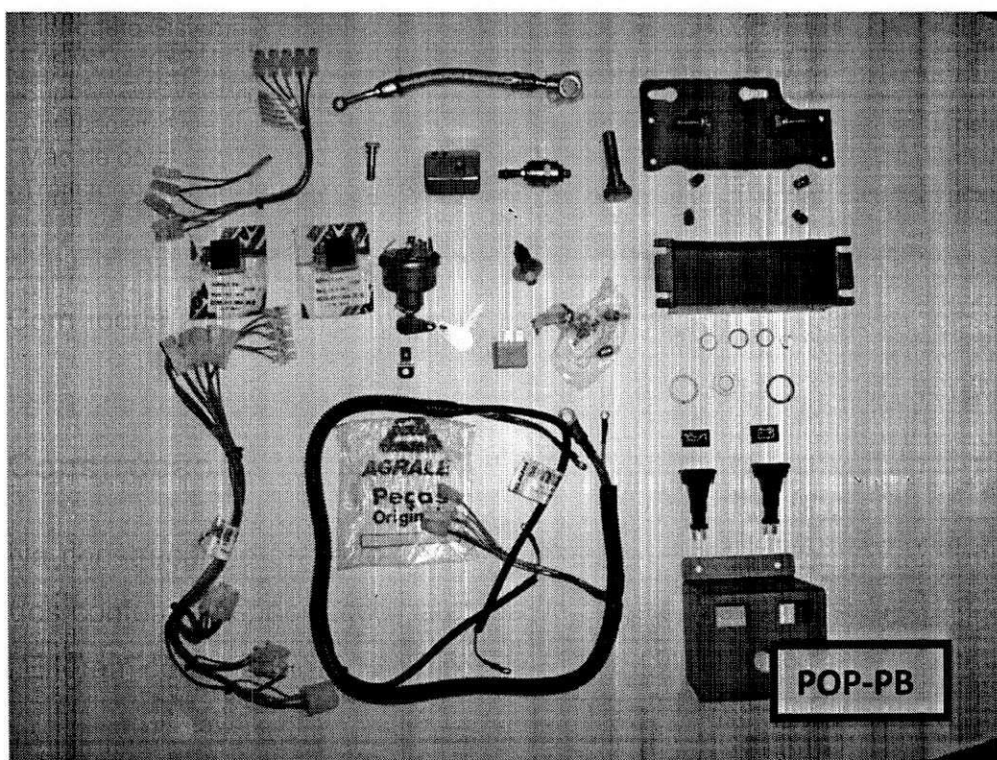


Figura 9: KIT AGRALE de partida a distância

O segundo passo foi à checagem do material elétrico adquirido para a montagem da caixa que iria abrigar a CTA.

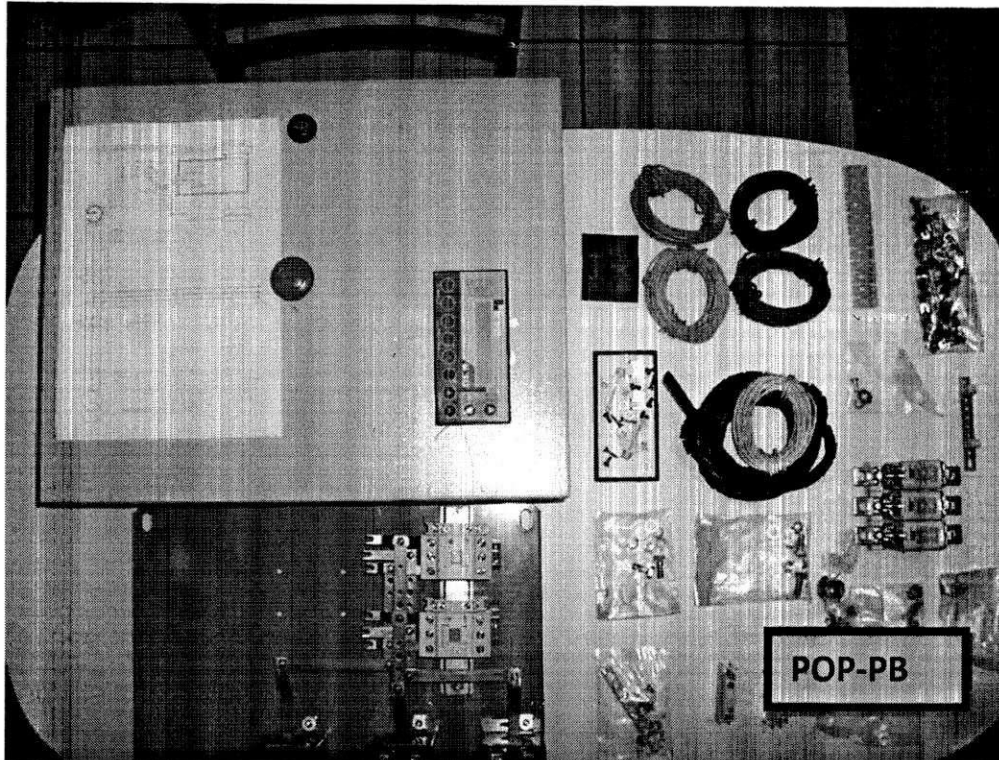


Figura 10: Material adquirido

Para este projeto a melhor solução foi montar o quadro de comando inteiramente fora de sua localização definitiva, para a realização de testes iniciais, de modo a dar maior flexibilidade no processo de construção, além de agilidade ao processo. Em seguida, ele foi parcialmente desmontado para sua fixação no local definitivo e por fim ligado aos sistemas de partida remoto e carga, como mostra a figura 11.

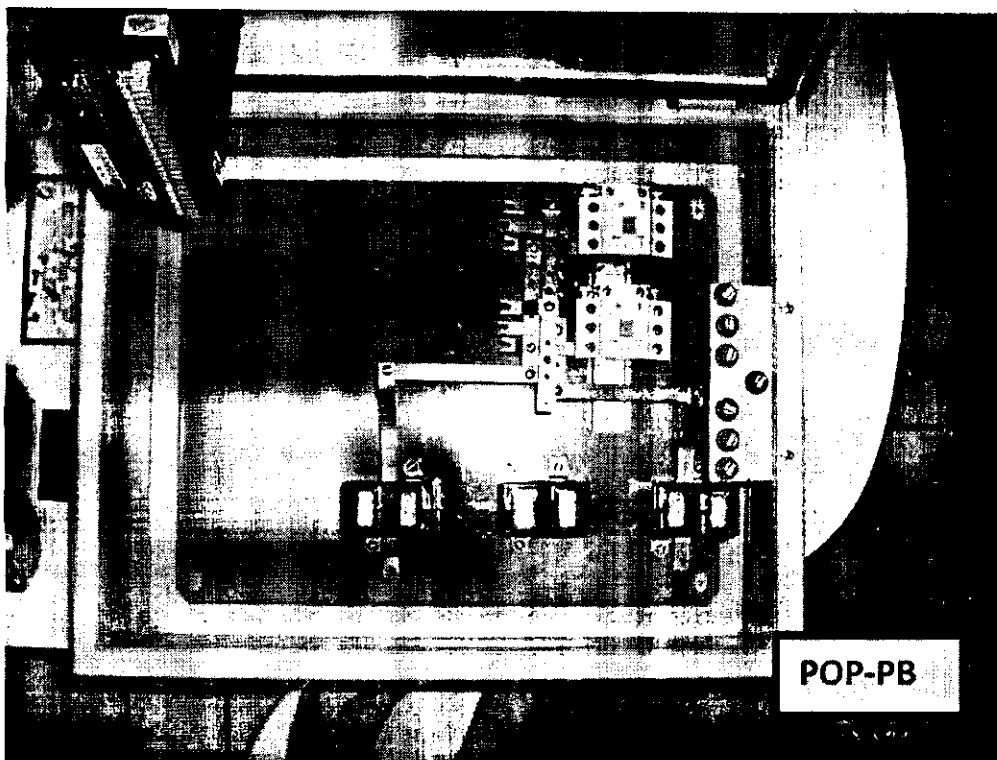


Figura 11: Quadro CTA pré-montado

4.1.3 Instalação

Para a instalação, o processo foi dividido em duas etapas: na primeira as adaptações no grupo-gerador foram realizadas e testadas por uma semana para garantir o pleno e confiável funcionamento do sistema. Neste sentido, o primeiro equipamento a ser instalado no conjunto foi o BAP, cuja montagem desse sistema pode ser notada na comparação das fotos das figuras 14 e 15.

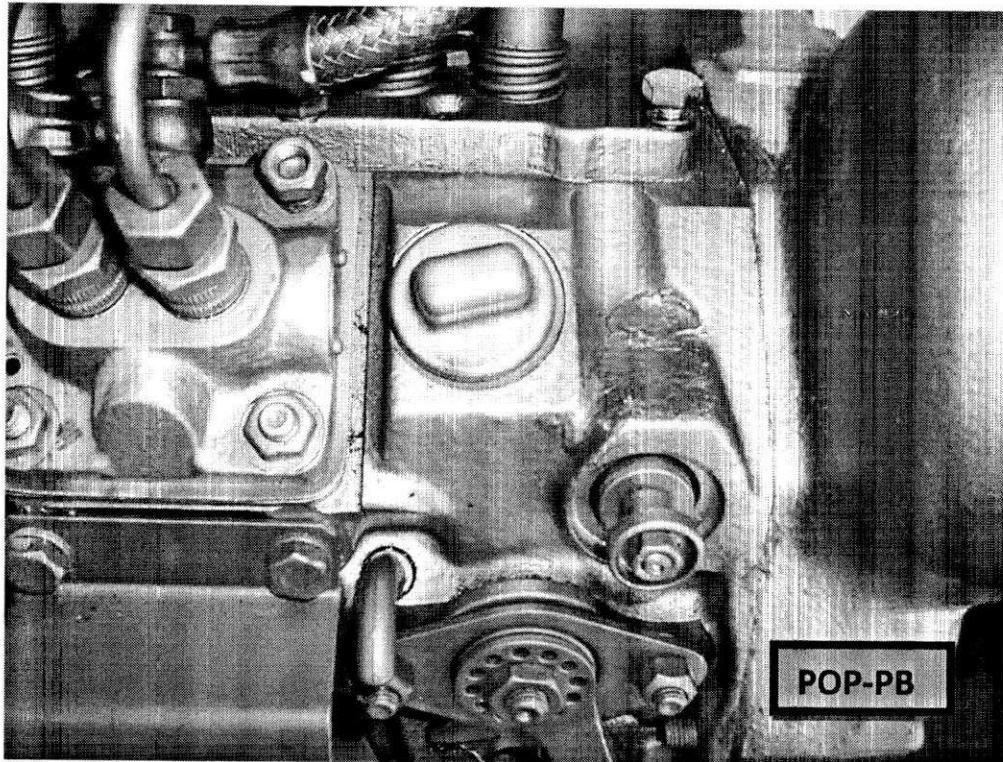


Figura 12: Antes da instalação do BAP

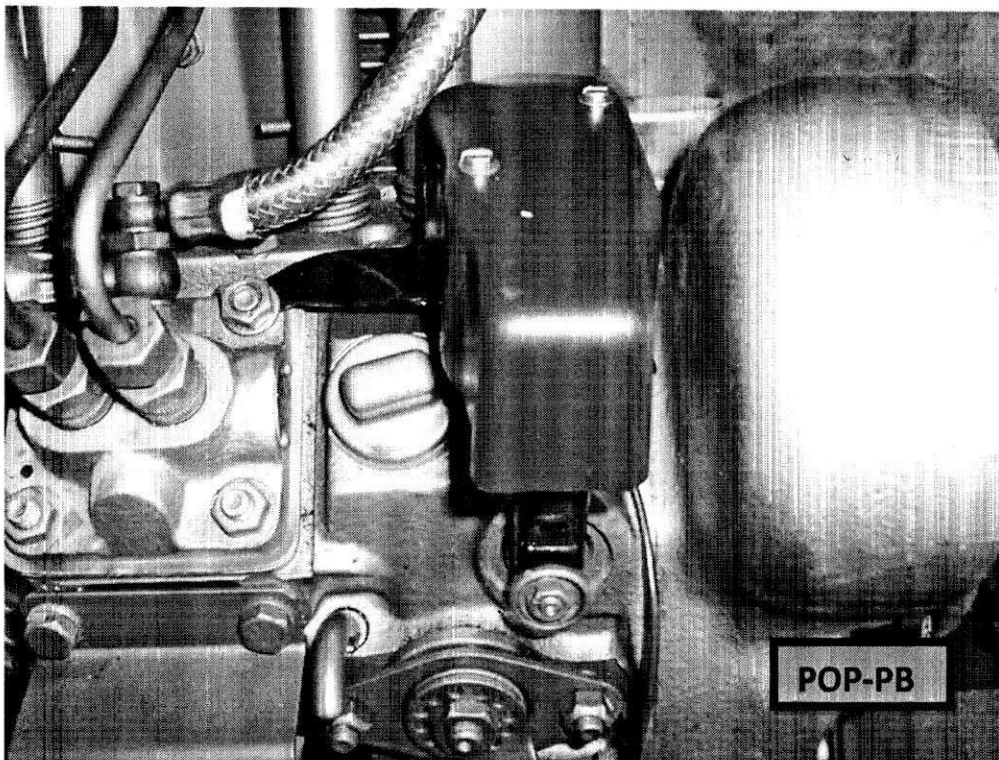


Figura 13: Após a instalação do BAP

Logo em seguida, o conjunto de partida elétrica a distancia foi instalado. Por se tratar de um sistema que atua tanto na parte elétrica quanto na parte mecânica,

mais diretamente no controle do combustível, essa etapa demandou bem mais tempo e muita atenção na operação. As figuras abaixo mostram o antes e o depois da instalação.

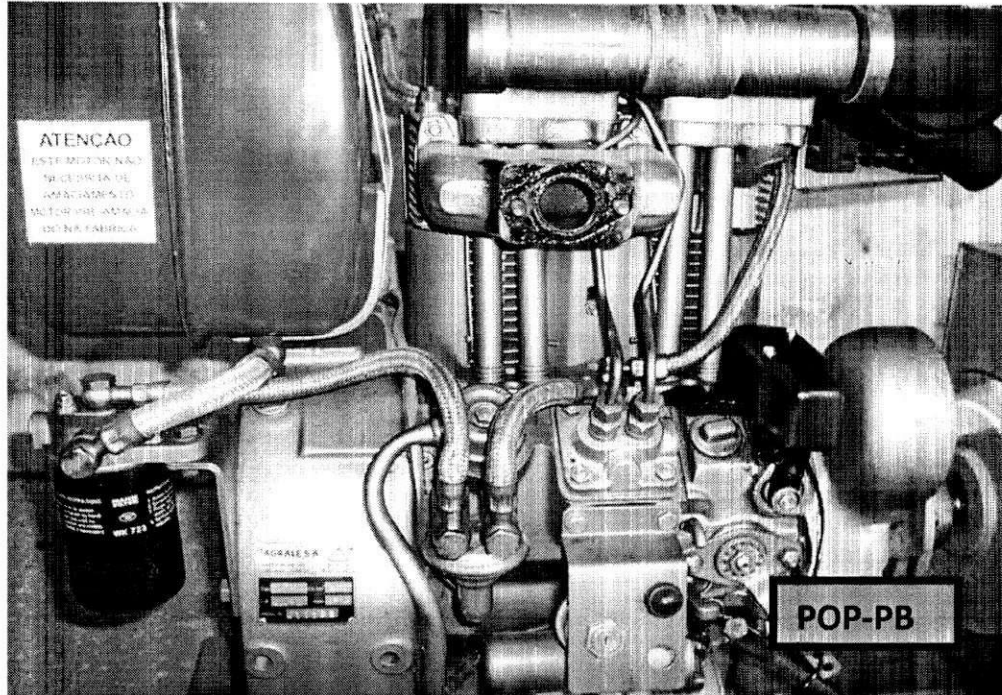


Figura 14: Foto antes da instalação do KIT de partida elétrica à distância

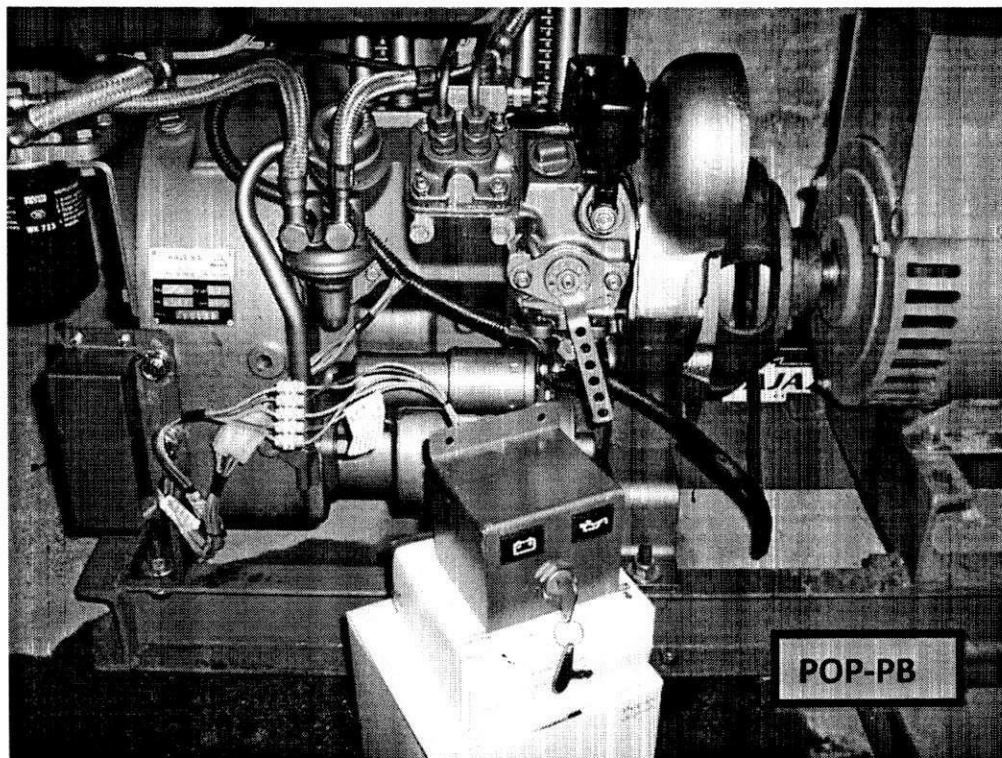


Figura 15: Foto depois da instalação do KIT de partida elétrica à distância

Paralelamente foi montada a caixa de visita do sistema de conexão com sistema de partida a distância que contém os fusíveis tipo NH.

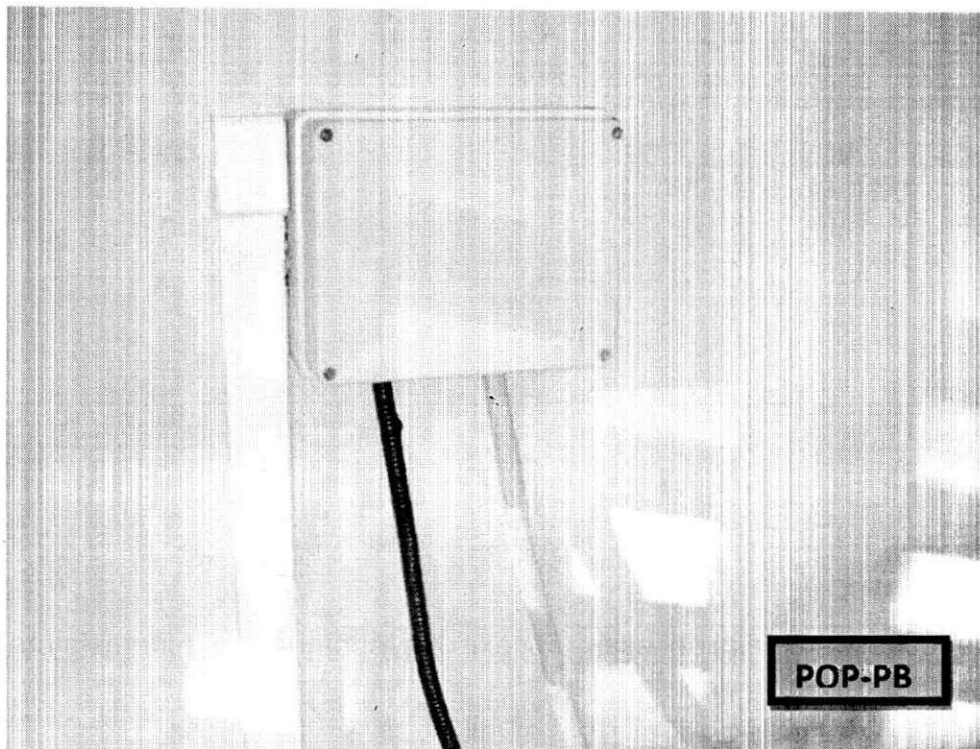


Figura 16: Caixa de inspeção e Fusíveis

Em seguida, foi realizada a etapa mais crítica: a interligação dos sistemas, onde a caixa de comando foi fixada e os sistemas foram conectados. Nesse passo, foi necessário informar a RNP sobre uma possível parada de 2 horas no POP-PB. Esta parada não seria necessária, pois o POP-PB possui um conjunto de no-breaks que possibilitam seu funcionamento pelo tempo necessário a operação. De qualquer forma, como procedimento padrão, o informe para a RNP foi enviado.

Seguem abaixo as fotos da CTA instalada com sistemas conectados.

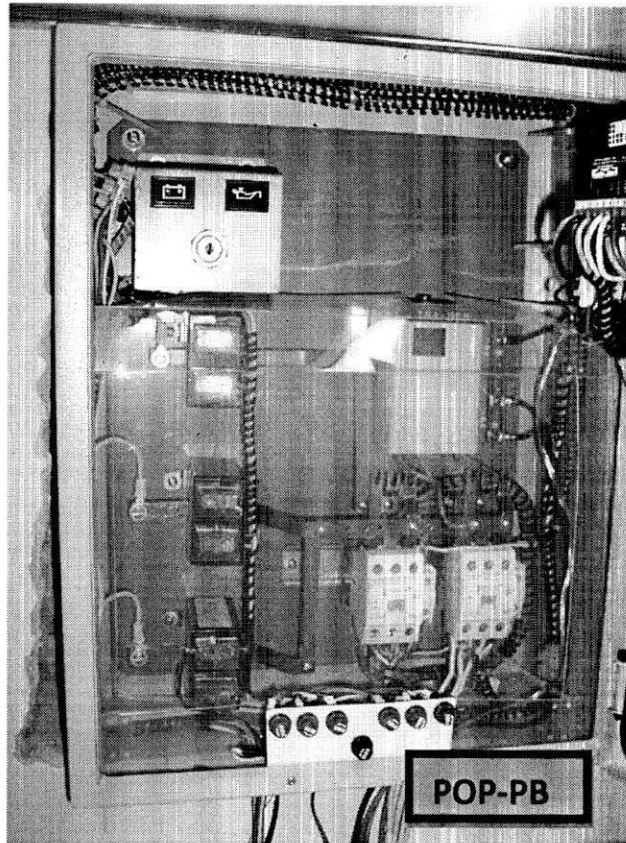


Figura 17: Caixa CTA

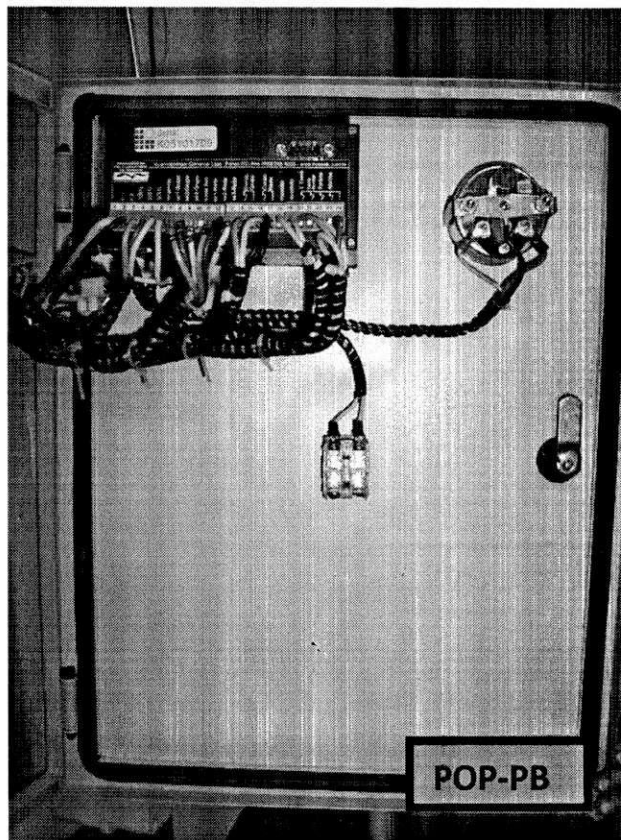


Figura 18: Porta da Caixa CTA

Com a conclusão da montagem, a CTA montada pode ser vista na figura 19, foi iniciada a etapa de configuração e da CTA.

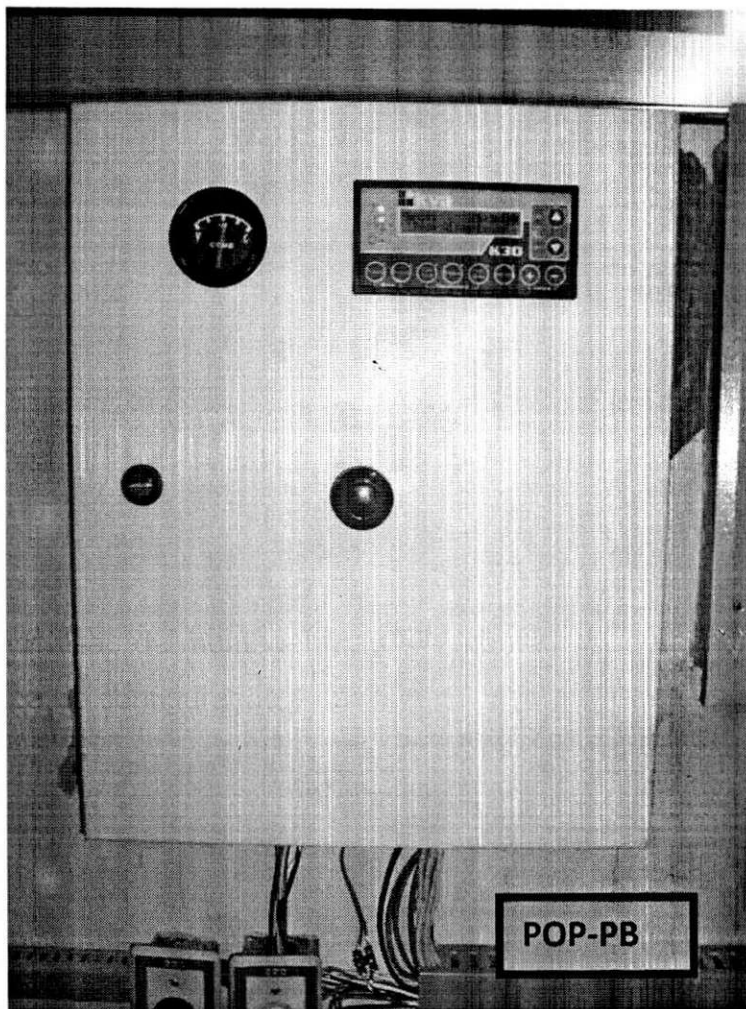


Figura 19: CTA Concluída

4.1.4 Configuração

De posse do manual de operação da CTA da marca KVA e das especificações do cliente, os dados foram sendo inseridos no equipamento K30, conforme a seqüência abaixo.

Tensao Minima Rede 200V Faixa permitida: 100 a 440V	Tensão mínima aceitável para a rede. Se a tensão estiver inferior a esta, a chave de rede será aberta e - se estiver em modo automático - haverá a intervenção do grupo.
Tensao Maxima Rede 240V Faixa permitida: 120 a 500V	Tensão máxima aceitável para a rede. Se a tensão estiver superior a esta, a chave de rede será aberta e - se estiver em modo automático - haverá a intervenção do grupo.
Tensao Minima Grupo 200V Faixa permitida: 100 a 440V	Tensão mínima aceitável para o grupo gerador.
Tensao Maxima Grupo 240V Faixa permitida: 120 a 500V	Tensão máxima aceitável para o grupo gerador.

Figura 20: Telas de configuração da CTA

Frequencia Minima 55 Hertz Faixa permitida: 45 a 59Hz	Frequência mínima aceitável para o grupo gerador.
Frequencia Maxima 65 Hertz Faixa permitida: 52 a 65Hz	Frequência máxima aceitável para o grupo gerador.
Relacao de TC 100/5A Faixa permitida: 25 a 2500/5A	Programação do TC para uma medição correta da corrente.
Carga Maxima 600A Faixa permitida: 20 a 2500A	Carga máxima, por fase, para o grupo gerador. Se a corrente superar este valor o grupo desconectará a chave de carga, acionará o alarme com a mensagem 'Sobrecarga' e entrará em refinamento.
Tempo de Espera 00:05 Faixa permitida: 1 a 60 seg.	Confirmação de falha de rede. Tempo que o grupo irá aguardar antes de partir após uma falha na rede.
Tent. de Partida 3 Faixa permitida: 1 a 5	Número de tentativas de partida. Se após esgotadas as tentativas, o motor não estiver funcionando, o alarme será acionado e a mensagem 'falha na partida' será exibida no display.
Tempo de Partida 00:06 Faixa permitida: 5 a 15 seg.	Tempo de cada uma das tentativas de partida.

Figura 21: Telas de configuração da CTA

Tempo de Aquecimento 00:05 Faixa permitida: 1 a 120 seg.	Tempo de espera antes de acionar a chave de carga do gerador após o seu funcionamento. Adequado para grupos sempre-aquecimento elétrico.
Confirmação de Rede 00:10 Faixa permitida: 1 a 240 seg.	Tempo de espera após o retorno da rede, para retransferir a carga do grupo para a rede.
Retransferência 00:05 Faixa permitida: 0 a 5 seg.	Intervalo entre a abertura da chave do grupo e o fechamento da chave da rede. Caso não queira intervalo, deixe o tempo em zero.
Pre-resfriamento 02:30 Faixa permitida: 1 a 240 seg.	Tempo de resfriamento do motor antes de parar, após a transferência da carga para a rede.
Supervisão Trifásica	A supervisão das tensões da rede e do gerador poderá ser feita em mono/bifásica ou trifásica.
Idioma Português	Idioma das telas do K30. (Português, Inglês ou espanhol)
Aviso de Manutenção Sim	Indica se o K30 deve avisar ou não, da necessidade de efetuar a manutenção preventiva do grupo quando esta estiver vencida.

Figura 22: Telas de configuração da CTA

Após o término da configuração, a chave entrou em funcionamento com os parâmetros definidos, dando início à próxima fase.

4.1.5 Testes

Nessa etapa de testes operacionais e de aceitação, a CTA recém montada foi submetida a teste indicados pelo cliente como mínimo necessário para aceitação do projeto.

O primeiro teste foi a checagem da capacidade de monitorar constantemente a energia elétrica de entrada (EEE) em suas três fases, considerando alimentação em 380 V entre fases e 220 V entre fase e neutro, e considerando como alimentação normal o valor nominal entre fase e neutro de 220 V +/- 15% (187 V a 253 V).

O segundo teste foi o acionamento do grupo gerador de forma automática sempre que a energia elétrica externa estiver anormal, por um intervalo de tempo contínuo T1 configurável de 1 a 30 minutos, certificando-se de que o grupo gerador estava de fato acionado; no caso de falha de acionamento do GG na primeira tentativa, o mesmo deveria ser acionado por mais 3 (três) vezes, com intervalo de 60 segundos entre cada tentativa; cada acionamento (do motor de partida) não deve ter duração maior do que 5 segundos.

O terceiro teste foi, considerando que o GG foi acionado corretamente, transferência da carga para o GG, após um intervalo de tempo T2 configurável de 1 a 5 minutos.

O teste seguinte foi o retorno da energia elétrica externa aos níveis normais, após um intervalo de tempo T3 configurável de 1 a 10 minutos, transferindo a carga do grupo gerador para a energia elétrica externa. A CTA se comportou de maneira esperada transferindo a carga em tempo hábil.

Por último, foi realizado o teste em que, considerando a transferência da carga para a energia elétrica externa, após um tempo T4 configurável de 1 a 10 minutos, o grupo gerador era desativado.

5 CONCLUSÃO

A chave após montada, configurada e testada operou prontamente, de acordo com a solicitação do cliente e, por vários dias, a chave apresentou um comportamento estável. No fim de semana seguinte a unidade de geração de emergência do POP-PB foi colocado à prova em três oportunidades: na primeira, o sistema elétrico da universidade foi desligado para manutenção e esse desligamento afetaria o bloco CN do CAMPUS. Como era de se esperar, a chave agiu prontamente entrando e restabelecendo as condições normais de funcionamento para o sistema; na segunda, quando o sistema foi religado, a energia elétrica externa foi chaveada automaticamente para o POP-PB; e na terceira, uma queda de um galho de uma árvore interrompeu o fornecimento de energia para o bloco CN, fazendo com que a chave entrasse em operação, fato esse que só foi percebido pelo *log* de falhas da própria chave.

Apesar do funcionamento satisfatório da CTA implantada, foi observado pelo cliente que em algumas raríssimas ocasiões o motor partia, atendendo a solicitação

da CAT, mas não conseguia entrar no regime de estabilidade do sistema. Chegou-se a cogitar a incapacidade do motor em atingir o regime permanente em dias frios, porém esta hipótese foi descartada após o verão.

Em função dos problemas citados a assistência técnica da AGRALE no Rio Grande do Sul foi contatada em busca de uma sugestão para solucionar o problema. Este telefonema foi infrutífero uma vez que o engenheiro responsável só poderia dar algum parecer ou fazer alguma sugestão se tivesse feito uso de alguma chave homologada pela AGRALE. Sendo assim, o problema ainda permanece sem solução.

E por último, porém não menos importante é salientar que este trabalho só foi possível graças ao embasamento teórico de disciplinas como as de:

- Conversão eletromecânica de energia;
- Maquinas elétricas;
- Eletrônica;
- Sistemas elétricos;

Algo que deve ser observado também é que a interdisciplinaridade pode vir a somar como um fator diferencial para salientar o aluno da engenharia elétrica do curso da Universidade Federal de Campina Grande no mercado de trabalho ou na vida acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RNP. Disponível em: <<http://www.rnp.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [2] MCT. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [3] POP-PB. Disponível em: <<http://www.pop-pb.rnp.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [4] Teoria dos Grupos Geradores. Disponível em: <<http://www.perfectum.eng.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [5] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [6] Ministério de Minas e Energia ao publico. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [7] Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [8] Grupo Gerador Agrale-Kohlbach. Disponível em: <<http://agraupe.com/produtos.php?produto=Grupo%20gerador>>
- [9] Geradores KOHBACH. Disponível em: <<http://201.76.41.253/kcel/index.asp?dep=49>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [10] Fitzgerald, Kingsley Jr., Kusko. Máquinas Elétricas: conversão eletromecânica da energia, processos, dispositivos e sistemas. ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 2007.
- [11] Disponível em: <<http://www.ascopower.com.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [12] Chave de Transferência Automática GE. Disponível em: <<http://www.geindustrial.com.br/produtos/chaves>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [13] Ápice Sistemas de Energia. Disponível em: <<http://www.apicesistemasdeenergia.com.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [14] KVA Sistemas de Supervisão e Chaves de Transferências Automáticas. Disponível em: <<http://www.kva.com.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [15] AGRALE S.A.. Disponível em: <<http://www.agrale.com.br>>. Acesso em: 10/05/2008.
- [16] CD de peças para Grupos Geradores Agrale, versão 2.1 ano 2004.
- [17] NBR-5410. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>>. Acesso em: 10/05/2008.

[18] CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 14^a. ed. Rio de Janeiro 2006

[19] CABOS PIRASTIC ECOFLAM. Disponível em:
<<http://www.target.com.br/portal/html/b2b/empresas/Pirelli/Pirelli.pdf>>. Acesso em:
10/05/2008.