

Estudo de Chaves de Transferência para Implementação de Sistema de Geração de Energia com Grupo Gerador a Diesel de Emergência no CIOSP (Centro Integrado de Operação da Segurança Pública) de Mossoró-RN

Johnnathan Peres Carvalho Damasceno
Centro de Engenharias
Universidade Federal Rural do Semi-árido
Mossoró, Brasil
johnnathanperes@hotmail.com

Daniel Pablo Dantas Diogenes
Centro de Engenharias
Universidade Federal Rural do Semi-árido
Mossoró, Brasil
daniel.diogenes@ufersa.edu.br

Resumo — O Centro de Integrado de Operações da Segurança Pública (CIOSP) possui como objetivo a centralização do atendimento a população. O mesmo, encontra-se com um sistema precário de distribuição da rede elétrica que ocasiona constantes quedas de energia, interrompendo os serviços prestados. Neste artigo será realizado um estudo de viabilidade da instalação de um grupo gerador e a viabilidade de três casos de modelos de transferência de energia na implementação desse grupo gerador, visando oferecer ao CIOSP várias formas para possa ter uma melhor eficiência energética em seu trabalho e um menor custo em relação a implementação de sua fonte reserva de energia. A metodologia utilizada foi através de pesquisas, de estudos já realizados no CIOSP e de visitas realizada no local, onde procurou-se observar quais as suas cargas prioritárias, que tipo de grupo gerador conseguiria atender o local, conhecer a estrutura física para a instalação do grupo, além de saber quais prioridades seriam colocadas no projeto para a instalação. Como prioridade principal do LOCAL foi a economia quanto a instalação, foi realizado o estudo de três modelos de transferência de energia: o QTM, QTA e USCA. Constatou-se ao final do estudo que a melhor opção para o local, através de uma análise de custos e de automatização da transferência de carga que a utilização de um QTA já atenderia as necessidades.

Palavras-chave—CIOSP, Grupo gerador, Modelos de Transferência.

I. INTRODUÇÃO

O CIOSP (Centro Integrado de Operações da Segurança Pública) tem como objetivo a centralização de todos os atendimentos à população mossoroense em um único local, planejando, coordenando, normatizando e controlando os serviços de atendimento às chamadas de emergência e ocorrências, na área geográfica abrangida pelo centro de operação cujas atribuições são absorvidas, centralizando e integrando as operações de segurança visando à atuação complementar e harmônica das

instituições integrantes da segurança pública, no desempenho de suas atividades policiais preventivas, repressivas e de socorro à população.

A gestão destas informações e seu uso recaem em dois problemas recorrentes, as falhas do sistema de comunicação e as falhas de fornecimento de energia elétrica. Com relação às falhas de fornecimento de energia elétrica, este estudo de caso propõe um novo projeto elétrico que forneça ao prédio onde é localizado o CIOSP mais segurança, e com menos falhas, inserindo um sistema de geração de emergência com um gerador à diesel.

A precariedade da distribuição da rede elétrica, aliada a debilidade das instalações elétrica do prédio onde está localizado o CIOSP, ocasiona constantemente quedas de energia interrompendo os serviços prestados. Por não possuírem um sistema que mantenha a energia elétrica na ocorrência de falhas, e que possa ser acionada para que não tenha suas atividades suspensas por tempo indeterminado [1].

Neste presente artigo será realizado o estudo de viabilidade da Geração Distribuída que é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do consumidor independente da potência, tecnologia e fonte de energia. As tecnologias de Geração Distribuída têm evoluído para incluir potências cada vez menores como geradores de emergência, sendo este o caso do CIOSP. Além da viabilidade de três casos de comando para a transferência de energia na implementação do gerador a diesel. O presente artigo se utiliza de estudos já realizados no próprio CIOSP, como o projeto de renovação da malha elétrica realizado por [1].

Sendo o gerador de energia um equipamento que garante o fornecimento de eletricidade independente da concessionária, significando que mesmo durante apagões, falhas ou manutenção na rede, o prédio não será afetado com a falta de energia. Para que o gerador funcione de maneira adequada o sistema gerador-rede conta com um

dispositivo chamado de chave de transferência. Este equipamento é responsável por transferir de forma segura a energia gerada pelo gerador quando a energia da rede estiver indisponível. Somente nos casos onde o grupo gerador é utilizado como fonte única de energia, pode-se prescindir da utilização deste dispositivo.

Os três controles de transferência que serão abordados são: QTM (quadro de transferência manual), QTA (quadro de transferência automática) e sistema USCA (Unidade de supervisão de corrente alternada). Para isso, as chaves comutadoras de fonte são constituídas de diversas formas e dotadas de recursos que vão desde o tipo faca, manual, até as mais sofisticadas construções com controles eletrônicos.

O objetivo deste presente artigo é oferecer ao CIOSP várias formas para que ele possa ter uma melhor eficiência energética em seu trabalho, além de proporcionar experiências práticas e reais aos alunos envolvidos, apresentando estudos vistos fora da universidade, além de uma interação maior entre a UFERSA e a comunidade.

II. GRUPO GERADOR

Vários modelos e potências são disponibilizados aos consumidores para diferentes fins. Devem-se conhecer os requisitos de segurança para grupos geradores acionados por motores alternativos de combustão interna (RIC) de até 1.000 V, consistindo em um motor alternativo de combustão interna, com um gerador de corrente alternada (AC), incluindo o equipamento adicional requerido para operação, por exemplo, equipamento de controle, comutação e equipamento auxiliar. Os grupos geradores devem ser localizados em áreas arejadas, protegidos de intemperes e isolados do contato com pessoas leigas, principalmente crianças. Recomendam, ainda, a observância às normas técnicas [2].

A. Gerador

Composto por um motor a diesel, gás natural ou gasolina, os geradores de energia apresentam características que convertem a energia mecânica em energia elétrica, baseado na indução eletromagnética, em que o dínamo, gerador de corrente contínua, funciona convertendo energia mecânica contida na rotação do eixo em intensidade de um campo magnético produzido por um ímã. O giro do rotor induz uma tensão nos terminais dos enrolamentos, onde conectado a cargas levam a circulação de correntes elétricas.

B. Módulo de Controle do Gerador

O módulo de controle para geradores é um equipamento que pode ser utilizado tanto em aplicações simples, como ligar e desligar um grupo gerador, quanto nas mais complexas, como paralelismo, sincronismo e divisão de carga.

Para escolher a melhor opção para a sua realidade é preciso entender as necessidades do projeto, como o tipo de funcionamento (manual/automático), as características de controle e proteção, o sistema de transferência e outros aspectos. [3]

Atualmente no mercado existem diversos tipos de módulos para diferentes aplicações, como partida manual/automática do grupo gerador (auto Start), partida manual/automática do grupo gerador com detecção de falha na rede (Auto Mains Failure), controle automático/manual da chave de transferência (ATS – Auto Transfer Switch), paralelismo e sincronismo (Synchronising & Lead Sharing Control Module). [4]

C. Grupos geradores e modos de controle no Brasil

A geração elétrica perto do consumidor chegou a ser regra na primeira metade do século XX, quando a energia industrial era praticamente toda gerada localmente. A partir da década de 40, no entanto, a geração em centrais de grande porte ficou mais barata, reduzindo o interesse dos consumidores pela geração distribuída e, como consequência, o desenvolvimento tecnológico para incentivar esse tipo de geração também parou. As crises do petróleo introduziram fatores perturbadores que mudaram irreversivelmente este panorama, revelando a importância, por exemplo, da economia de escopo obtida na co-geração. A partir da década de 90, a reforma do setor elétrico brasileiro permitiu a competição no serviço de energia, criando a concorrência e estimulando todos os potenciais elétricos com custos competitivos. Com o fim do monopólio da geração elétrica, em meados dos anos 80, o desenvolvimento de tecnologias voltou a ser incentivado com visíveis resultados na redução de custos [5]. Crises mais recentes, como crise hídrica ocorrida em 2017 onde tiveram que ser reativados, várias usinas termoeletricas, também contribuíram para esse crescimento, já que o custo das tarifas de energias aumentou.

O módulo de controle para geradores é um equipamento que pode ser utilizado tanto em aplicações simples, como ligar e desligar um grupo gerador, quanto nas mais complexas, como paralelismo, sincronismo e divisão de carga. Acompanhando um pouco esse histórico dos grupos geradores no mercado brasileiro de energia também no começo não era receptivo os controles eletrônicos para grupos geradores, havia um entendimento geral de que os controles para grupos geradores deveriam ser simples de operar e oferecer o máximo em termos de facilidades de manutenção. As inovações eletrônicas introduzidas pelos fabricantes eram limitadas, já que a maior parcela do volume de suas vendas era gerada por encomendas, sob especificação, as quais recusavam componentes desconhecidos. As empresas de telecomunicações que eram os maiores usuários de grupos geradores, mas eles somente na década de 90 que eles começaram a se utilizar dos controles eletrônicos para grupos geradores [6].

D. Aplicação de grupos geradores.

Os grupos geradores são usados em aplicações como standby para fornecimento de energia quando a rede estiver em falta ou quando ocorrem falhas, mais utilizado em hotéis, hospitais e grandes eventos [7]. Em grande maioria dos casos seu uso é bem frequente em indústrias que visam evitar grandes gastos no horário de ponta. Também utilizados na alimentação de áreas remotas

quando não há outra fonte de energia disponível e onde não há nenhuma forma de a rede elétrica chegar. Segundo Bajpai [8], as áreas remotas que também contam com sistemas de energia solar ou eólica, apesar de abundantes, são intermitentes e específicas do local, o que torna necessário a introdução de um grupo gerador, que irá atuar como uma fonte secundária.

III. MODELOS DE TRÂNSFERÊNCIA DE ENERGIA

Tendo finalidade de comutar as fontes de alimentação dos circuitos consumidores separando-as sem a possibilidade de ligação simultânea. Toda instalação onde se utiliza um grupo gerador como fonte alternativa de energia se utiliza de um controle de transferência para sistema gerador-rede, esses equipamentos que podem ser utilizados tanto em aplicações simples, como ligar a carga e desligar, quanto em mais complexas, como controle de paralelismo, sincronismo e divisão de carga. Somente em casos em que o grupo gerador é utilizado como única fonte de energia sua utilização pode ser descartada. A não utilização de chaves reversora pode causar sérios riscos às instalações algumas delas são:

- 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 encontra-se ativado.
- Riscos para pessoas e possibilidade de incêndios, provocados por descargas elétricas.
- Energização indevida da rede elétrica da concessionária, podendo vitimar eletricitistas que estejam trabalhando na rede ou no quadro de medição.

A. QTM(Quadro de transferência manual)

O Quadro de Transferência Manual de energia permite que o fornecimento de energia seja alterado, sendo este modelo à concepção mais simples para transferência de energia já que necessita apenas do controle manual, onde um operador para realizar a manualmente a mudança. Sendo recomendáveis para vários tipos de situações, como obras, eventos, feiras e consumidores que necessitam de apenas uma opção reserva. Tendo outros pontos positivos como sua facilidade quanto à instalação e manutenção.

Ao mesmo tempo em que sua utilização é bem simples existem várias falhas como a impossibilidade de se realizar a comutação de energia com carga, ou seja, ela não possibilita a mudança para o grupo gerador se ainda tiver energia na rede ou vice-versa. Além da necessidade de haver algum operador disponível no momento da falta, podendo acarretar em demora na ligação da energia. Limitando assim seu uso muitas vezes, apenas para manobra, quando se deseja realizar manutenção em algum dos circuitos de alimentação seja concessionária ou do grupo gerador. Além das dificuldades encontradas acima esse tipo de modelo já está em desuso devido ao barateamento de novas tecnologias automáticas e uma maior confiabilidade do mercado dos controles eletrônicos para grupos geradores.

B. QTA (Quadro de transferência automática)

Quadro de Transferência Automática (QTA) é usado principalmente no sistema de alimentação de emergência, automaticamente mudando o circuito de carga de uma fonte de alimentação para outra (fonte de alimentação standby) e assegurando o funcionamento contínuo e confiável de carga importante. Aplicável ao sistema de fonte de alimentação standby (ou seja, grupo gerador) ou rede elétrica de uma via. O principal equipamento desse quadro é a chave de transferência automática, a base para o entendimento desse equipamento é o uso de um par de contadores montados lado a lado. A chave de transferência pode detectar automaticamente falta de alimentação da rede, enviar o sinal de partida do grupo gerador e mudar a carga. Também pode ser aplicada com vários grupos de geradores como a principal fonte de alimentação, se o principal grupo der errado, também pode funcionar alternância de redes entre varias outras utilizações.

No QTA as comutações, ao contrário do manual, podem-se ter de várias formas, podendo ser: comutação em circuito aberto, comutação retardada, comutação de circuito fechado ou comutação by-pass isolada.

A comutação da QTA é controlada pelo seu controlador. O controlador é geralmente utilizado para a inspeção da condição de trabalho da fonte de alimentação monitorada (linhas duplas). Quando a fonte de alimentação controlada der erro (por exemplo, falha de fase, sobtensão, perda de tensão ou desvio de frequência), o controlador reenvia sinal de operação e a QTA muda automaticamente de uma fonte de alimentação para outra. Este controlador da QTA digital e inteligente apresenta as vantagens de um excelente desempenho, parâmetro ajustável, precisão nos parâmetros, alta confiabilidade e conveniente em uso.

C. USCA (Unidade de supervisão de corrente alternada)

A USCA é um equipamento com sistema inteligente, responsável por supervisionar as informações da rede comercial e do grupo motor gerador (tensão, corrente e frequência) podendo partir o motor em caso de falha na rede comercial e transferir a carga para o gerador, e após o retorno da rede, devolver a carga para a rede comercial e desligar o motor. Vale salientar que a USCA monitora também o funcionamento do motor. Em alguns equipamentos em caso de falha no sistema, possui um histórico com armazenamento das últimas 16 ocorrências. Os controladores aplicados aos QTA podem ser de 2 tipos: Placa Microprocessada ou USCA (Unidade de Supervisão de Corrente Alternada). Basicamente se diferenciam pela aplicabilidade, pois a placa é utilizada para painéis com potência até 12KVA e a USCA para painéis com potência acima desta, sendo esta última, com sistema completo de monitoramento e proteção do Gerador e Rede, logo ela se torna a mais utilizada para a maioria dos QTA's encontrados. Alguns fabricantes produzem equipamentos com as seguintes operações Automático/Manual, Partida Direta, Modo AUTO inibido e Mono/Bi/Trifásico.

A USCA também monitora outros eventos importantes no motor a diesel, alguns deles são falha na partida,

ruptura da correia do ventilador de arrefecimento do motor, nos grupos geradores, e anormalidades no nível de combustível, na pressão do óleo lubrificante e na temperatura do cabeçote do motor. Para que o controlador (USCA) troque automaticamente às fontes para garantir a continuidade do fornecimento da energia aos consumidores dentro dos limites especificados. A USCA supervisiona também: sobrecarga nos consumidores, barramento de saída alimentado, manutenção, além da tensão e frequência anormais do alternador e da rede comercial.

Encontra-se hoje em dia dois tipos de utilização da USCA, podendo ser de rede e de grupo. As de grupo são utilizadas onde o grupo gerador é única forma de fonte de energia e a de rede, que é o nosso caso de estudo, a USCA é utilizada em sistema onde a rede é a fonte principal e o grupo gerador é uma fonte alternativa. Podemos destacar como principais funções de supervisão da USCA de Rede:

- Tensão e frequência de rede;
- Sobrecarga nos consumidores;
- Tensão de fase e de linha;
- Correntes de fase (A);
- Potência Ativa (KW);
- Potência Reativa (KW);
- Potência Aparente (KW).

Todas essas variáveis são registradas e sinalizadas de forma visual na USCA e podem ser informadas a um centro de Supervisão remoto.

IV. METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Centro de Integração de Segurança Pública (CIOSP) localizado em Mossoró-RN, a planta de localização pode ser vista na Figura 1 e utilizou-se de um projeto já realizado, na instituição, de renovação da instalação elétrica. O desenvolvimento do mesmo se dará através do levantamento de cargas futuras, análise técnica do grupo gerador, da análise de estudos de caso sobre mudanças em relação aos modos de transferência de energia do sistema gerador-rede e de uma análise de viabilidade econômica para implementação do grupo gerador e dos modelos de transferências.

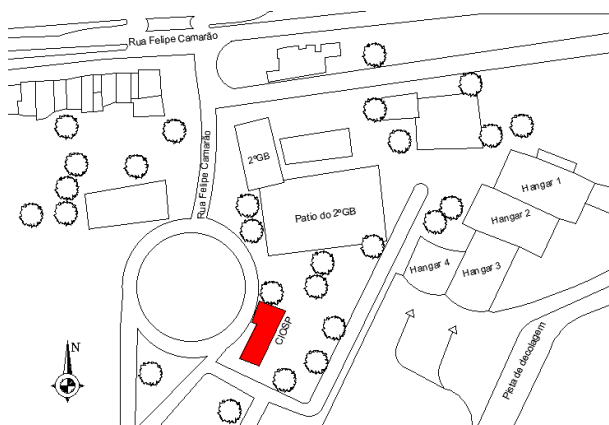


Figura 1 – Planta de localização do CIOSP-Mossoró.

Com o objetivo de alcançar os resultados do trabalho, o mesmo foi dividido em diferentes etapas, que são:

- Etapa 1: Coleta e análise de dados do sistema elétrico do CIOSP;
- Etapa 2: Viabilidade técnica do grupo gerador;
- Etapa 3: Viabilidade técnica dos quadros de transferência;
- Etapa 4: Viabilidade econômica.

A seguir, será apresentado de forma detalhada, o procedimento de execução de cada uma das etapas.

A. Etapa 1: Coleta e análise de dados do sistema elétrico do CIOSP.

A partir do projeto realizado por Almeida [1] foi coletado a planta do prédio onde se localiza o CIOSP, com a planta será realizado o mapeamento dos quadros. Sendo o mapeamento dos quadros de grande importância, pois se conhecerá a necessidade de um novo quadro de força e iluminação do CIOSP ou somente renovação do mesmo.

Após o mapeamento dos quadros será realizado o padrão da transferência segundo as normas técnicas e medidas de segurança aconselhadas por empresas da área. No caso o prédio onde se localiza o CIOSP, tem-se também outros dois ambientes que contam com seus respectivos quadros de força e iluminação, onde todos dependem de um mesmo quadro geral de energia.

A ideia inicial é que as cargas do CIOSP possam ser isoladas, para que o grupo gerador só atenda algumas cargas, desta forma será criado um circuito de transferência com cargas prioritárias, sendo essas cargas as do CIOSP.

Vale salientar que como será instalado o quadro de transferência, será necessário que o quadro geral seja realocado para perto do quadro de transferência, ou que as cargas do CIOSP saiam do atual quadro geral da instalação.

B. Etapa 2: Viabilidade técnica do grupo gerador

A instalação de grupos geradores consiste na elaboração de um projeto que abrange todas as necessidades e demandas prioritárias do local, conseguindo assim a potência a qual o nosso grupo gerador irá trabalhar.

Nesta etapa ainda será analisada quanto ao tipo de combustível que será utilizado, se realizando uma comparação com a utilização de outros. Podendo ao fim ainda ser feita uma análise do consumo que nosso gerador terá.

É de grande importância no projeto a escolha do tipo de acionamento, se automático ou manual, o tipo de tensão apropriada para que os maquinários atuem também irá passar por essa escolha, entre diversas outras especificidades. Caso seja escolhido por acionamento

Para a avaliação técnica da viabilidade de utilização do grupo gerador será necessário à realização do levantamento de informações referentes às características do CIOSP, como estrutura física. As análises dessas informações possibilitaram realizar o dimensionamento da estrutura física onde será colocado o grupo gerador.

C. Etapa 3: Viabilidade técnica dos modelos de transferência

Poderá existir instalação consumidora que venha utilizar chave comutadora (reversora) apenas com comando manual para a transferência de carga entre a rede e o gerador, a qual não é dispensada as documentações necessárias para sua aprovação, vistoria e testes presentes na norma para sua liberação. Também deverão ser realizadas diversas operações de entrada e saída do grupo motor gerador, para certificar-se do bom desempenho do sistema, com acompanhamento de pessoal técnico da concessionária.

D. Etapa 4: Viabilidade economica

Nesta etapa de viabilidade econômica será analisada uma base dos custos que dos grupos geradores encontrados no mercado. Nos resultados desta etapa teremos a tabela de custos de alguns grupos geradores. Ressalta-se que não será este o único critério para a escolha do projeto que será instalado.

que, pode haver abertura de licitação para a obra, tendo várias empresas concorrendo com valores diferentes.

Como muito dos equipamentos são de tecnologia estrangeira, a cotação do dólar será importante, pois parte dos custos passará por cálculos dos impostos, até a data do presente trabalho o dólar está em D\$1,00 / R\$4,28.

A. Escolha das cargas prioritarias

1. Planta do CIOSP e Mapeamento dos Quadros

O prédio onde está localizado o CIOSP conta com outros dois setores, o refeitório e o escritório do corpo de bombeiros. Atualmente cada setor conta com seu quadro de força e iluminação, mas todos ainda dependem de um mesmo quadro geral que se localiza fora da estrutura do prédio. A Figura 2 mostra o mapeamento dos quadros de cada setor. Não foi representado o quadro geral, pois o mesmo será substituído, por outro que se localizará na casa de força onde será instalado também o grupo gerador. Vale lembrar que o quadro do CIOSP também será renovado através do projeto de renovação da instalação elétrica do CIOSP feita por de [1]. Como os outros quadros não pertencem ao Centro de Integração e Operação de Segurança Pública, eles não serão modificados nem suas cargas incluídas na previsão de cargas prioritárias como veremos mais a frente. No entanto o projeto abre margem para que quando houver futuras renovações nestes outros quadros ambos possam se encaixar com este projeto.

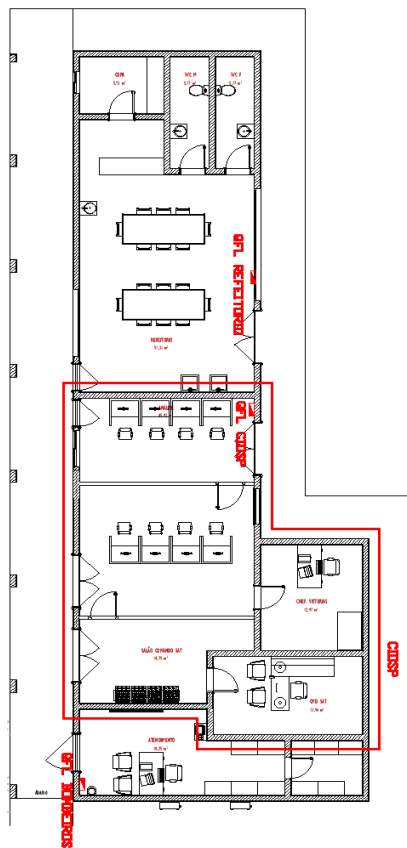


Figura 2 – Mapeamento dos quadros.

2. Diagrama Unifilar de Transferência.

Cada concessionária possui normas técnicas para instalação do sistema de transferência de cargas, mas quase todas possuem o mesmo padrão. Na Figura 3 temos o esquema de transferência de carga que será adotado no CIOSP, abaixo será descrito cada componente colocado no diagrama unifilar.

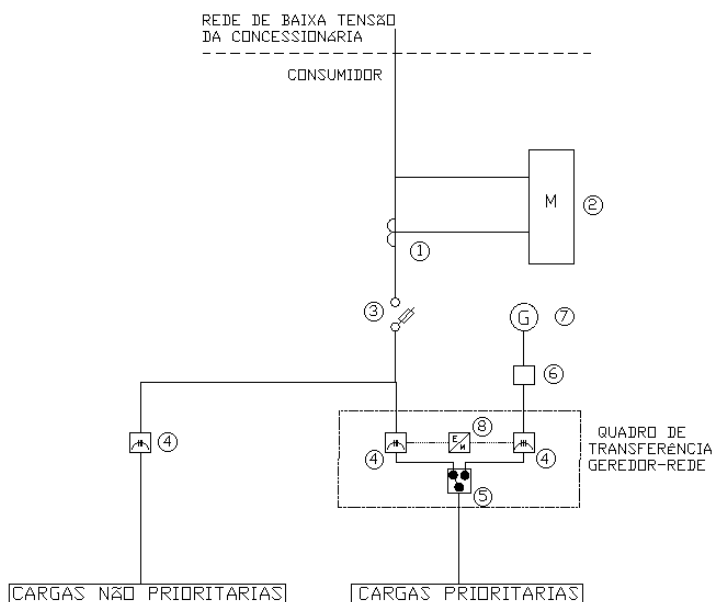


Figura 3 – Diagrama Unifilar para a transferência.

Descrição dos componentes:

- 1- TC de Medição;
- 2- Caixa de Medidores;
- 3- Proteção de Baixa Tensão (fusíveis ou disjuntores);
- 4- Disjuntores de Baixa Tensão;
- 5- Chave de Transferência;
- 6- Proteção do Gerador;
- 7- Gerador;
- 8- Trava Elétrica ou Magnética.

3. Tabela das Cargas Prioritárias

As cargas prioritárias fazem parte do Quadro de Força e Iluminação-QFL do CIOSP e seus circuitos foram divididos como descrito na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Tabela de cargas prioritárias.

Circuito	Descrição	Potência total (VA)	Potência total (W)
1	Iluminação (Atendimento II+CPD+Sala de Analise)	780	327,60
2	Iluminação (Atendimento I+Recepção+Sala do Cap.+Sala Arquivo)	820	344,40
4	TUG'S (Analise+AtendimentoII)	5500	4400,00
5	TUG'S (Atendimento I+Sala A)	3200	2560,00
6	TUG'S (CPD)	10200	8160,00

7	TUG'S (Recepção+Sala Cap.)	1900	1520,00
10	Ar-condicionado I (Sala de Analise)	-	1800,00
11	Ar-condicionado II (Sala de Analise)	-	1800,00
12	Ar-condicionado I (Atendimento II)	-	1376,10
13	Ar-condicionado II (Atendimento II)	-	1376,10
14	Ar-condicionado I (CPD)	-	1376,10
15	Ar-condicionado II (CPD)	-	1376,10
16	Ar-condicionado (Recepção)	-	1376,10
17	Ar-condicionado (Sala Cap.)	-	1376,10
20	Ar-condicionado (Atendimento I)	-	1376,10
21	Ar-condicionado (Sala Arquivo)	-	1376,10
			31920,80

A potência das cargas prioritárias no total foi de 31920.80 W.

B. Instalação do grupo gerador

1. Potência do grupo gerador

Para dimensionar o gerador de forma correta, Destaca-se que o funcionamento do mesmo é em situação de emergência, ou seja, a operação do gerador será em regime de Standby, logo ele é usado como uma fonte reserva, espera-se que ele não seja utilizado com frequência. O fator de utilização será 1,0. Em casos como esse em que a carga é toda religada simultaneamente ocorre uma elevação de potência, já que para os aparelhos serem ligados usaremos suas correntes de pico, temos que considerar no dimensionamento do gerador que ele terá que suportar cargas até três a quatro vezes maiores por um curto período de tempo para conseguir ligar todos os equipamentos. No caso do CIOSP ele conta em seus computadores com sistemas Nobreaks, assim o gerador não precisará aumentar tanto a potência. Por segurança, também é sugerido que sempre se estabeleça 25% de sobra de potência, em relação à potência necessária. Também é importante considerar a potência nominal do gerador como a de trabalho contínuo. Potência máxima indicada é apenas para momento de rápido pico ou demanda extra.

Para a definição do grupo gerador correto utilizou-se a potência nominal total das cargas prioritárias que foi arredondado para 32 KW, mas seguindo a recomendação os fabricantes o gerador terá que ter 25% de sobra logo à potência nominal do gerador terá que ser no mínimo de 40 KW.

2. Escolha do Gerador a Diesel

As características da utilização dos combustíveis em geradores e veículos se assemelham, a gasolina, mais cara, é indicada para veículos menores da mesma forma

para os geradores. Já o diesel, mais barato, é utilizado para motores mais robustos e mais potentes; no caso dos veículos, os caminhões. Assim, os geradores a diesel são recomendados para grandes demandas de energia, em casos em que o fornecimento não pode ser interrompido.

A escolha dos geradores a Diesel se dá também por serem mais potentes e recomendados para necessidade de uso contínuo de energia, ou para situações de emergência que consumam muita energia e exijam mais potência, mesmo que em um curto espaço de tempo. Aliás, ressalta-se que os geradores são equipamentos absolutamente dimensionados para atender as demandas de quem vai utilizar, como se fossem feitos por encomenda.

Outro ponto a se destacar é com relação ao consumo de combustível, não existe um padrão para o consumo, isso irá variar de acordo com o fabricante e potência do gerador. Segundo a TIVEA, empresa do ramo de geradores, pode-se comparar que no mundo dos grupos geradores, um gerador com potência de 25 kVA, em carga máxima, gasta aproximadamente 6 litros de diesel por hora. Já um grupo gerador com potência de 170 KVA consome em média 40 litros de diesel por hora [10]. No caso do CIOSP o gerador 40 KW gasta em média 9 litros por hora. Vale lembrar que muitas vendedoras não vendem o tanque de armazenamento, ficando para o seu cliente a compra.

3. Módulo de controle do Gerador

Segundo a ECCO engenharia [3], para não correr o risco de adquirir um controlador incompatível com aplicação aconselha-se entender as suas necessidades:

- Funcionamento do grupo gerador em modo manual e/ou automático;
- Controle e proteção somente do grupo gerador ou também da concessionária;
- Sistema de transferência com a concessionária sem interrupção ou com interrupção do fornecimento de energia;
- Paralelismo entre grupos geradores;
- Necessidade das portas de comunicação RS232, RS485, Ethernet.

Considerando as informações acima, é possível filtrar as opções disponíveis no mercado e se preocupar apenas com a escolha de um produto de qualidade. No mercado temos três modelos principais o Auto Start, Automático e o de Sincronismo.

No caso do CIOSP a escolha também será influenciada pelo modelo de transferência de carga que iremos utilizar. Mas em qualquer modelo de transferência o grupo gerador com controlador Auto Start ou Automático já atenderia as necessidades do projeto.

4. Baterias

Os bancos de baterias de cada equipamento geralmente são colocados em paralelo para fornecer a energia de controle para o sistema de paralelismo. O fabricante desse sistema deve sempre ser consultado para determinar se o sistema de controle do motor é adequado para a aplicação, uma vez que uma queda de voltagem no banco de baterias poderia interromper alguns sistemas de controle de paralelismo e exigir o uso das baterias separadas para alimentar o equipamento.

As baterias devem estar próximas do Grupo Gerador para minimizar a resistência no circuito de partida. A localização deve permitir fácil acesso de serviço às baterias e minimizar sua exposição à água, sujeira e óleo. O local de instalação deve permitir ampla ventilação para que os gases explosivos gerados pela bateria possam ser dissipados. O modelo de como será instalado o banco pode ser visto na Figura 4.

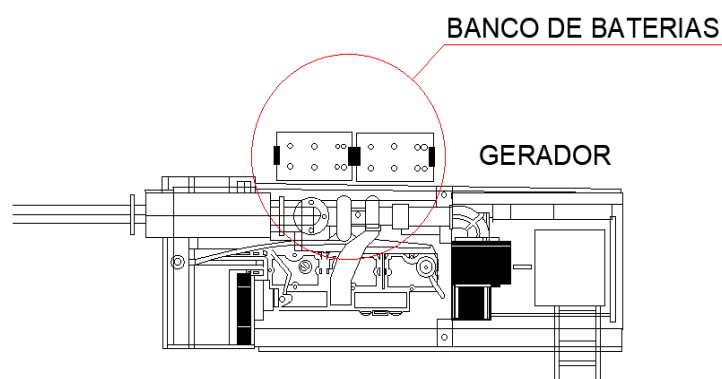


Figura 4 – Modelo de instalação do banco de baterias.

As baterias de chumbo-ácido são as mais adequadas para Grupos Geradores. Elas são relativamente econômicas e oferecem bom serviço em temperaturas ambientes entre -18°C e 38°C .

Por questões de confiabilidade é recomendável que as baterias sejam substituídas a cada dois anos, pois a partir daí elas podem apresentar problemas que impedirão o funcionamento do Grupo Gerador.

5. Planta da casa de força

Neste projeto serão seguidos os principais requisitos para a instalação ideal dos grupos gerados seguindo as normas da COSERN [9] e recomendações dos fabricantes, com isso foi listado alguns pontos de grande importância para instalação.

- Será feito uma construção auxiliar, já que o prédio onde esta o CIOSP não tem as condições ambientais necessárias para a instalação.
- Após a construção do local será realizada uma verificação do local de instalação do gerador para evitar que haja umidade ou presença de corrosivos;
- Confirmação sobre equipamentos que atuarão próximos ao gerador;
- Tipo de equipamento adquirido para trabalhar com a potência específica daquele produto;

- Quantidade de combustível e óleo presentes no equipamento ou aplicação dessas substâncias;
- Se o gerador trabalhar com um controlador, verificar com o fabricante o dimensionamento do banco de baterias.
- Cabe lembrar que a instalação elétrica do prédio também terá que sofrer mudanças para a instalação de grupos geradores já que ele abrange uma análise profunda de todo o sistema elétrico do ambiente em que serão implantados os maquinários para que as tensões estejam perfeitamente apropriadas com o tipo de potência dos geradores;
- Implantação de tubulações de escape: as tubulações de escape têm como função levar os gases de combustão para fora do motor. Além disso, as tubulações de escape também auxiliam para que as emissões de gases nocivos não prejudiquem o meio ambiente, desta forma, as tubulações atuam tratando esses agentes poluentes não prejudiquem o meio ambiente, desta forma, as tubulações atuam tratando esses agentes poluentes.
- Como mencionado acima, a instalação de grupos geradores parte inicialmente de uma análise ampla sobre as condições tanto ambientais quanto técnicas para a implantação do sistema, que compreende diversas atividades.

As plantas da casa de força seguirão os requisitos listados a cima. A partir deles foram realizadas as plantas da casa de força são mostradas na Figura 5, onde a planta de localização é mostrada na Figura 5-A, a vista superior é mostrada na Figura 5-B e a vista lateral na Figura 5-C, ilustrando como será a instalação do grupo gerador na casa de força.

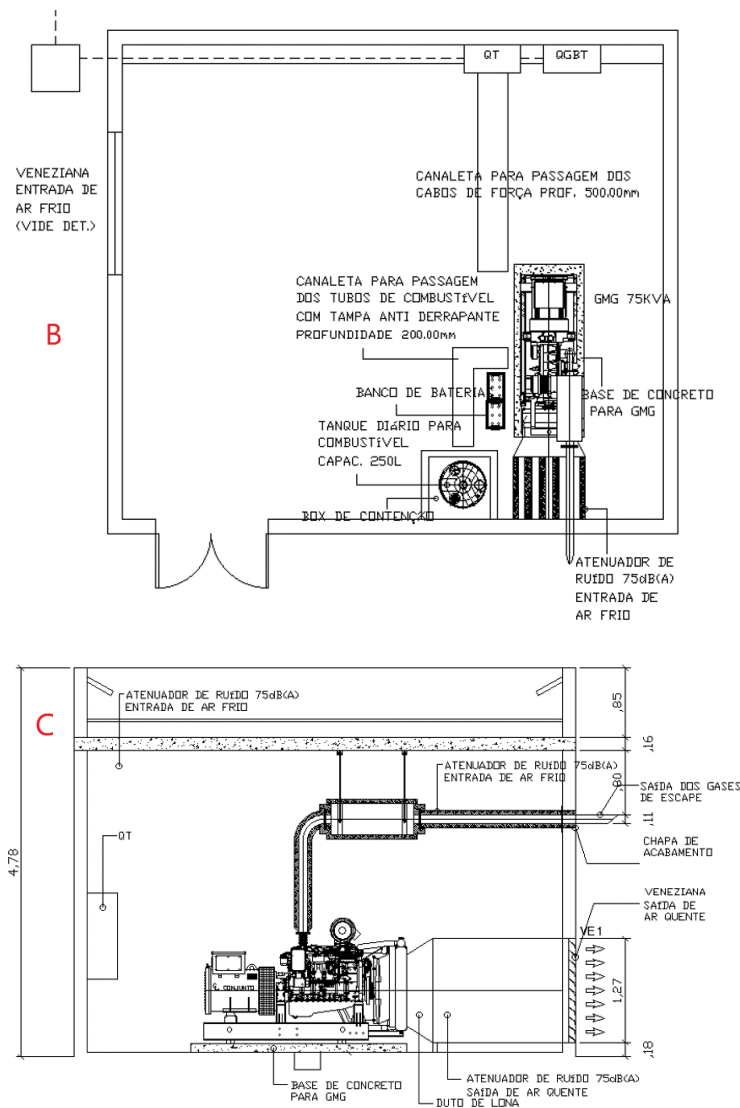
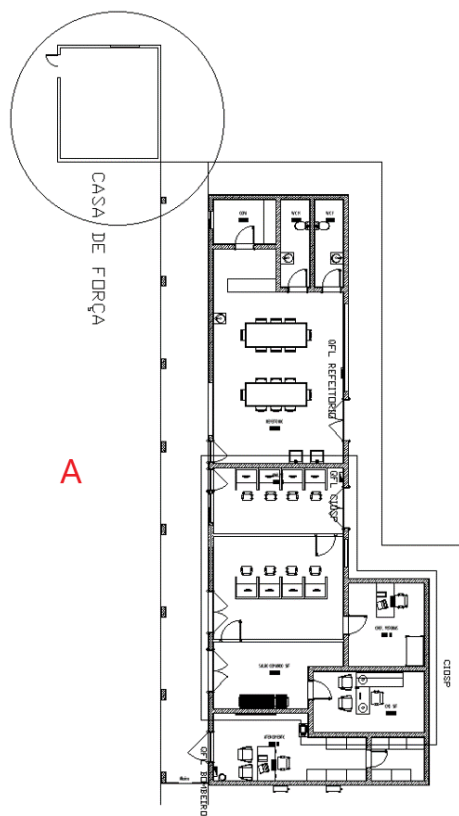


Figura 5 – Plantas do prédio e casa de força.

O modelo de gerador apresentado é um modelo aberto de cabine, seguindo assim, o modelo especificado na norma.

6. Escolha do grupo gerador

A carga será de 32KW e seguindo a recomendação os fabricantes teremos um gerador de no mínimo de 40 KW, respeitando a margem de 25%. Mas o fator de potência varia de fabricante, em média 0,8. Utilizando a Equação 1:

$$P = S * fp \quad (1)$$

Onde:

P = Potência Ativa (W)

S = Potência Aparente (VA)

fp = Fator de potência (cos ϕ)

Ao realizamos o calculo encontramos que o nosso gerador terá uma potência aparente de no mínimo de 50 KVA, essa conversão é necessária pois geralmente é em

KVA que as potências são encontradas nos catálogos dos fabricantes. Alguns fabricantes como STEMAC, CATEPILLAR (CAT), TOYAMA, NAGANO, MTM POWER entre outros são marcas de fabricantes que produzem geradores com características apropriadas para nosso estudo. Vale ressaltar que algumas delas é que realizam o orçamento para venda do grupo gerador, não tendo um revendedor autorizado.

C. Modelos para transferência

Para a comparação dos modelos de transferências têm-se que atentar para o fato de eles terem fundamental relação com o controlador do grupo gerador. Em caso de se optar por uma transferência totalmente manual não haverá necessidade de um controlador automático, por exemplo.

Outro ponto importante é com relação à corrente dos equipamentos de proteção, como a nossa carga prioritária será de 32KW, mas o grupo gerador instalado será de no mínimo de 40 KW respeitando a margem de segurança, trabalhando em tensões de 220/380 optou-se pela potência maior. Através desses dados, concluiu-se que a corrente que os equipamentos terão de suportar é de 106 A, isso vale para disjuntores, chaves de transferência e qualquer outro equipamento que trabalhe como proteção ou como passagem da corrente.

Para a montagem dos diagramas dos esquemas dos quadros de transferência tem-se o padrão de entrada mostrado na Figura 3, tendo modificações somente com relação ao modelo de transferência empregado.

1. QTM

O quadro de transferência manual pode ser feito de duas formas, utilizando chave de transferência manual ou um par de contadoras. A Figura 6 mostra o diagrama do QTM com chave de transferência manual.

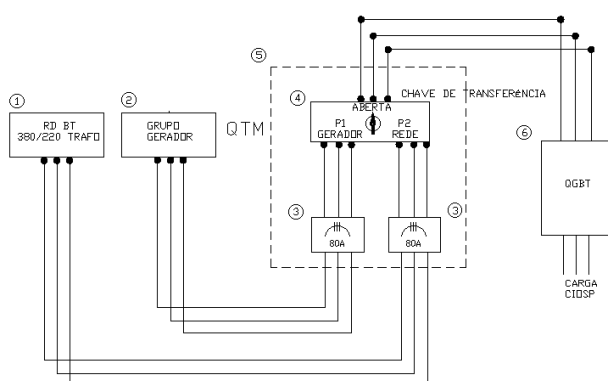


Figura 6 – Diagrama do QTM com chave de transferência manual.

As principais partes desse diagrama são:

- 1- Rede de Baixa Tensão;
- 2- Grupo Gerador;
- 3- Disjuntores de Proteção;
- 4- A Chave de transferência de carga manual;

- 5- Quadro de Transferência Manual;
- 6- Quadro Geral de Baixa Tensão do CIOISP.

As características de funcionamento deste modelo são mostradas na Figura 7.

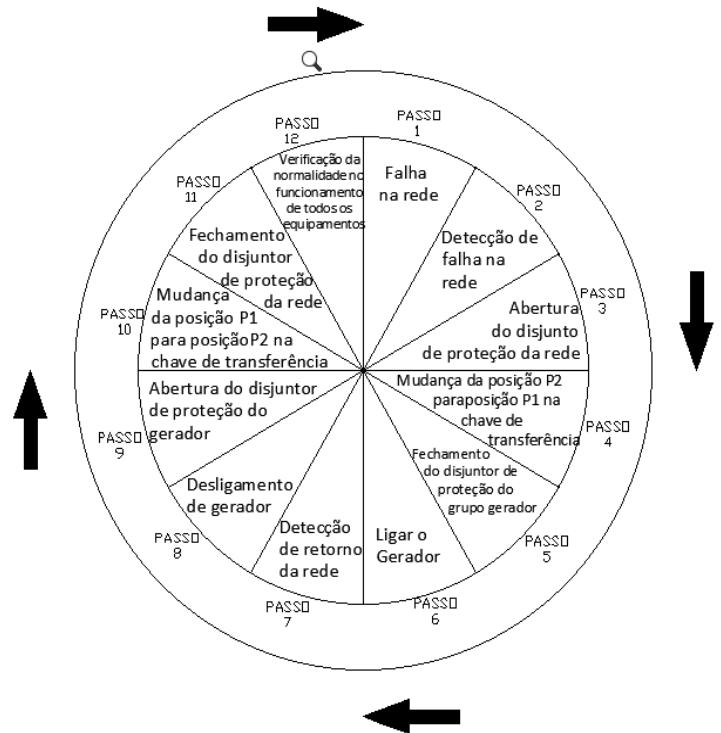


Figura 7: Características de funcionamento.

Para melhorar a automação desse sistema é possível substituir a chave de transferência manual por um par de contadoras como mostrado na Figura 8.

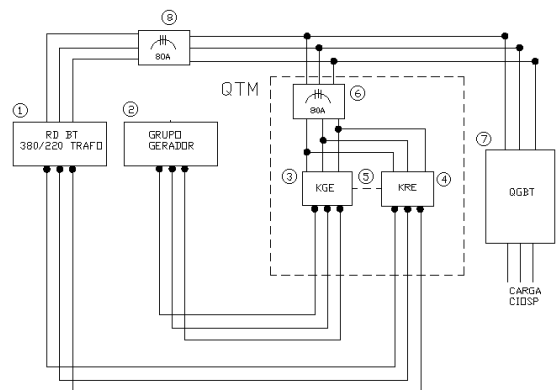


Figura 8 – Diagrama do QTM com um par de contadoras.

As principais partes desse diagrama são:

- 1- Rede de Baixa Tensão;
- 2- Grupo Gerador;
- 3- Contadora gerador;
- 4- Contadora rede;
- 5- Trava mecânica;
- 6- Disjuntor geral de proteção;

- 7- Quadro Geral de Baixa Tensão do CIOSP;
 - 8- Disjuntor para transferência by-pass.
- O detalhamento dos intertravamentos mecânico e elétrico são mostrados na Figura 9.

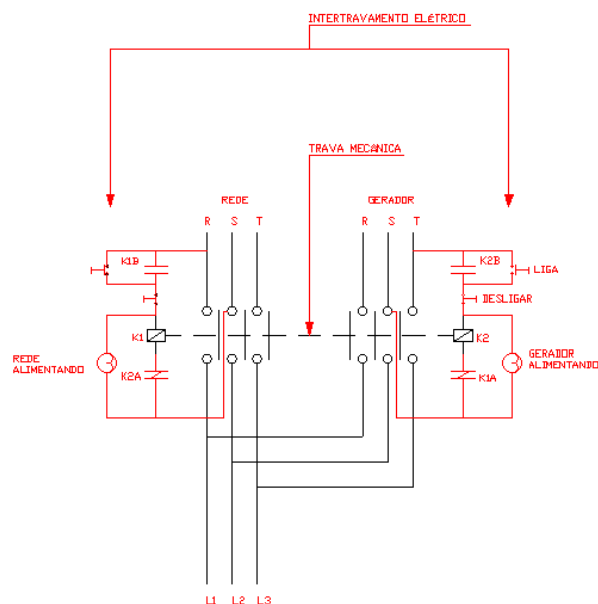


Figura 9: Intertravamento mecânico e elétrico.

A trava mecânica impede que ambos sejam fechados simultaneamente. As características de funcionamento deste modelo são mostradas na Figura 10.

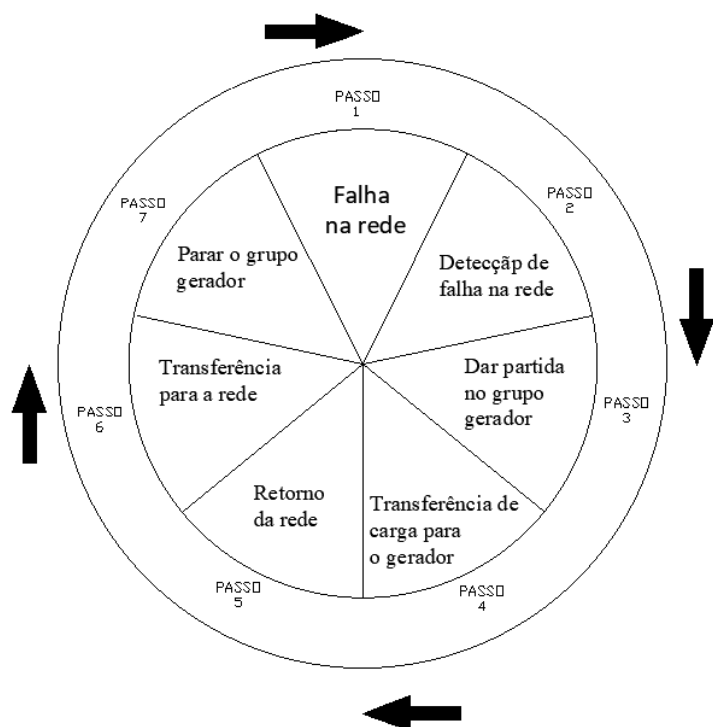


Figura 10 - Características de funcionamento do modelo QTM com contadoras.

2. QTA

O quadro de transferência automática em estrutura se assemelha ao QTM com contadoras. Na Figura 11 é mostrado o diagrama de transferência do QTA.

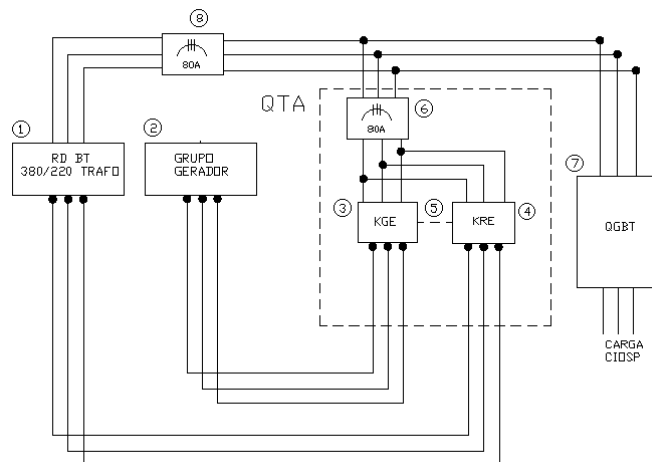


Figura 11- Estrutura QTA com contadoras.

As principais partes desse diagrama são:

- 1- Rede de Baixa Tensão;
- 2- Grupo Gerador;
- 3- Contadora gerador;
- 4- Contadora rede;
- 5- Trava mecânica;
- 6- Disjuntor geral de proteção;
- 7- Quadro Geral de Baixa Tensão do CIOSP;
- 8- Disjuntor para transferência by-pass.

Para tornar o sistema automático, devemos acrescentar um dispositivo sensor da rede, capaz de perceber as falhas de tensão ou frequência e fechar um contato para comando da partida do grupo gerador. O modo de implementação desses dispositivos pode ser observado na Figura 12.

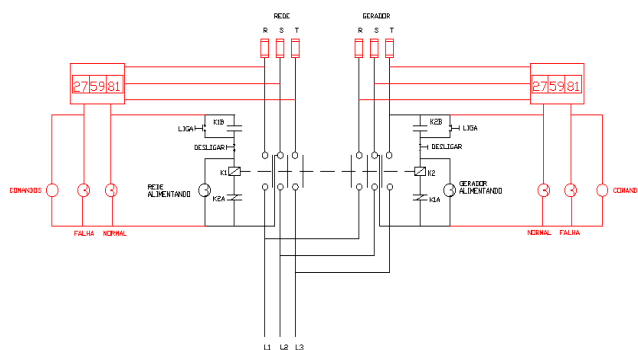


Figura 12 - Diagrama com os dispositivos para o sistema automatizado.

Estes sensores devem ter seus parâmetros ajustáveis incluindo um tempo de confirmação da falha, para evitar partidas do grupo gerador em decorrência de picos de instantâneos de tensão. Deve monitorar o retorno da rede à normalidade e acionar um contato para retransferência da carga, devendo, a partir daí, o sistema

de controle permitir o funcionamento do grupo gerador em vazio para resfriamento, antes de acionar o dispositivo de parada. Quando não incluídos no sistema de controle, sensores de tensão e frequência para o grupo gerador também devem ser previstos. O monitoramento ideal é sobre as três fases, sendo frequente o uso de sensores monofásicos no lado do grupo gerador, principalmente. Em geral, ajusta-se os sensores para variações de 20% de tensão e 5% de frequência, para mais ou para menos, e um tempo de confirmação de dois a cinco segundos. [12]

Por definição, os sensores de tensão e frequência executam as seguintes funções de relés ANSI, que podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Definição dos relés

Nº ANSI	Função
27	Subtensão. Relé que atua quando a sua tensão de entrada é inferior a um valor predeterminado.
59	Sobretensão. Relé que atua quando a sua tensão de entrada for maior que um valor predeterminado.
81	Relé de frequência. Dispositivo que opera quando a frequência (ou sua taxa de variação) está fora de limites determinados.

Fonte: José Claudio Pereira (2015).

As características de funcionamento do modelo QTA são descritas através da Figura 13.

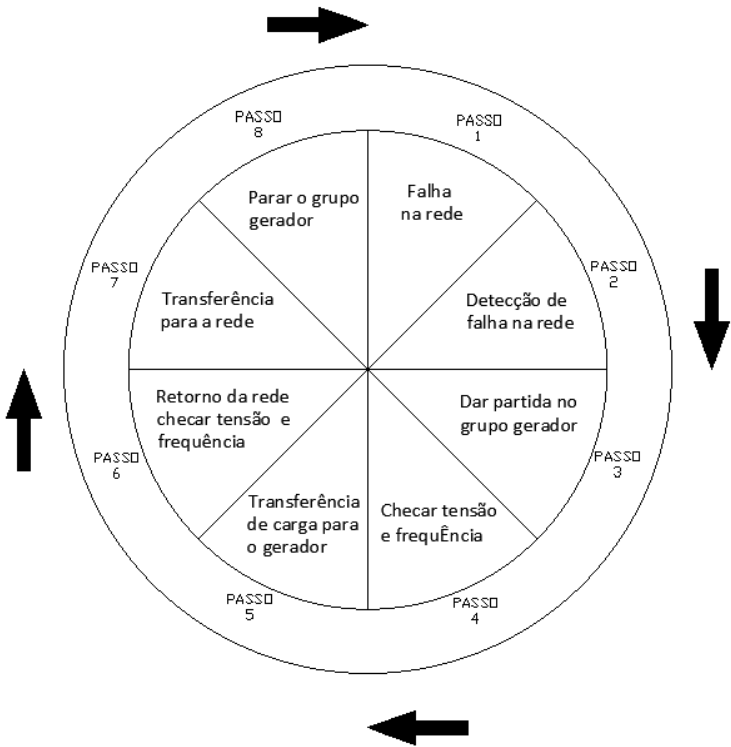


Figura 13 – Característica de funcionamento QTA.

3. USCA

Para a maioria dos modelos de QTA, a utilização da USCA se torna indispensável. Cabe lembra que a mesma nada mais é que uma unidade de controle para o QTA, sendo muito comum serem confundidas. O diagrama para a instalação da USCA pode ser visto na Figura 14.

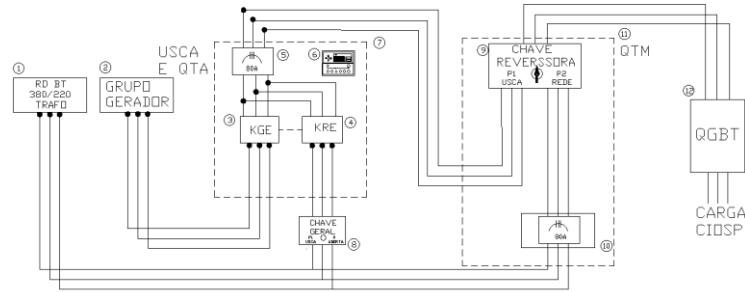


Figura 14 – Diagrama trifilar do QTA com USCA, mais by-pass com chave reversora manual.

As principais partes desse diagrama são:

- 1- Rede de Baixa Tensão;
- 2- Grupo Gerador;
- 3- Contadora gerador;
- 4- Contadora rede;
- 5- Disjuntor de proteção USCA;
- 6- Módulo de controle;
- 7- USCA e QTA;
- 8- Chave geral;
- 9- Chave reversora;
- 10- Disjuntor do by-pass;
- 11- QTM para o by-pass;
- 12- Quadro geral de baixa tensão do CIOSP.

Com a USCA, os grupos geradores trabalham em regime automático, sem que haja a necessidade de supervisão constante dos operadores e os eventos básicos supervisionados pela USCA, como dito anteriormente que são: a tensão, a corrente e a frequência. O esquema simplificado de operação pode ser visto na Figura 15.

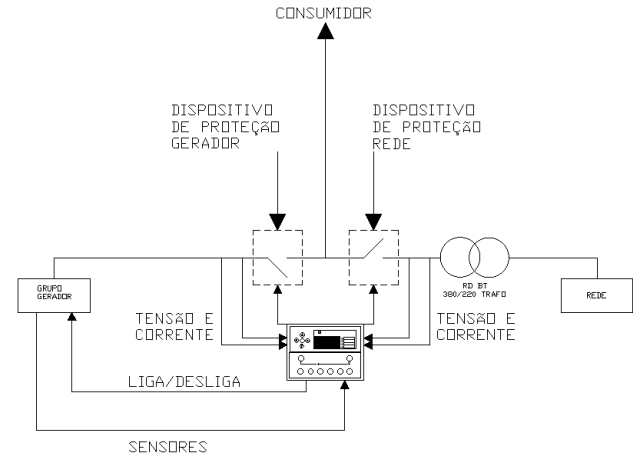


Figura 15 – Diagrama de operação do microcontrolador.

Neste diagrama destacam-se três componentes principais para o funcionamento. O primeiro o módulo de

supervisão ele terá a função de enviar os dados ao módulo de controle sobre as condições de funcionamento dos equipamentos de fonte CA. Para a realização das funções utilizaremos sensor de tensão CA, sensor de frequência, sensor de temperatura do motor e sensor de pressão.

Para um melhor entendimento do módulo de controle, na Figura 16 é mostrado como ele processa as informações internas e externas. Obtendo estes dados, o módulo de controle processa e estabelece juntamente com auxílio do módulo do QTA a conexão ou desconexão da fonte supervisionada ao barramento do consumidor.

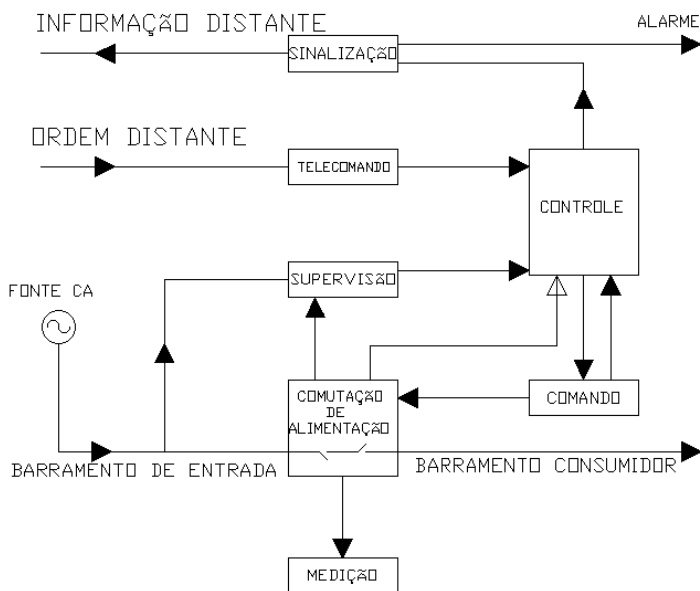


Figura 16 – Modelo de operação do módulo de controle.

O módulo de comando tem a função de acionar os circuitos de comutação para que o barramento de saída alimentado pela fonte de CA entre em funcionamento. Além disso, o módulo de comando executa a partida e parada do grupo com base nas informações enviadas pelo módulo de controle.

O conjunto de circuitos lógicos caracteriza distintamente as fases de partida do grupo, conexão e desconexão de carga e parada do grupo. O estado destas fases é definido pelo resultado das informações recebidas do módulo de controle.

D. Viabilidade economica dos projetos

Para o estudo de viabilidade econômica foi realizado algumas pesquisas com revendedores e consultas de orçamentos com os próprios fabricantes de grupos geradores.

Os resultados da pesquisa de mercado para grupos geradores são mostrados na Figura 17.

MARCA	POTÊNCIA	PREÇO	VENDEDOR
NAGANO	72 KVA	R\$ 35.998,00	AgrotamA
TOYAMA	60 KVA	R\$ 53.800,91	RPW soluções em engenharia
TOYAMA	62,5 KVA	R\$ 48.496,00	ESTRELA 10
MTM POWER	65 KVA	R\$ 32.000,00	LUEFER ferramentas

Figura 17 – Pesquisa de mercado sobre os grupos geradores.

Os grupos colocados acima já contam com sistema de controle automático, ou seja, tonando viável a instalação de transferência manual e automática. Vale salientar que não foi obtido nenhum orçamento de um fabricante, limitando nossa análise apenas aos preços das revendedoras.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre várias barreiras encontradas para realização desse projeto, está o fato da malha elétrica atual ainda precisar ser toda renovada, já que os dimensionamentos não atendem a atual carga do lugar e há necessidade da construção de uma estrutura para abrigar o grupo gerador, tendo estas situações como gasto obrigatório para instalação do grupo gerador.

Como a viabilidade econômica não passa por interesse na redução dos custos na conta de energia, ou seja, o sistema não trabalharia em horários de pico, sendo assim, não precisando necessariamente de sistemas muito robustos e de custos elevado que tem como grande vantagem entrar em rampa com a rede e controlar todo o funcionamento sem necessidade do um operador. Ao mesmo tempo não é recomendado que o sistema fique totalmente manual ou com necessidade de um operador sempre no local para quando ocorrer algum problema. É necessário alinhar o custo de instalação mais a autonomia do sistema. Portanto o modelo QTA se encaixa nos requisitos da instalação. Tendo um custo de instalação baixo além de automatizar a transferência.

Apesar de o estudo dar ao uma maior eficiência para o uso da energia alternativa que será implementado, alinhando com a economia para a instalação dos equipamentos. Por ser do setor público e os estudos e colocações realizadas por esse trabalho podem ser utilizados como referência, pois será necessário abrir processo licitatório para a instalação do mesmo e a empresa vencedora poderá utilizar-se desse estudo.

REFERENCIAS

[1] ALMEIDA, Hericles Sindênio C. de. **Estudo de caso para a implementação de sistema de geração de energia de emergência do CIOSP**. 2019. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró/RN, 2019.

[2] FILHO, Hayrton Rodrigues do Prado. A segurança dos grupos geradores. **AdNormas**, [S. l.], 19 nov. 2019.

Disponível em:
<https://revistaadnormas.com.br/2019/11/19/a-seguranca-dos-grupos-geradores/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

[3] ENGENHARIA, Ecco. **Os principais módulos de controle para geradores vendidos no Brasil e suas funcionalidades**. 2019. Disponível em:
<<https://blog.eccoengenharia.com.br/principais-modulos-de-controle/>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

[4] ENGENHARIA, Ecco. **O que você precisa saber sobre o módulo de controle para geradores!** 2019. Disponível em:
<<https://blog.eccoengenharia.com.br/modulo-de-controle-para-geradores/>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

[5] INEE. Instituto Nacional de Eficiência Energética. O que é 'Geração Distribuída'. Disponível em:
http://www.inee.org.br/forum_ger_distrib.asp. Acesso em: 24 janeiro 2019.

[6] PEREIRA, José Claudio. **Grupo geradores - Sistemas de controle**. 2015. Disponível em:
<<https://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/controles.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

[7] PRAMAC. **O que você precisa saber sobre grupo gerador de energia?** 2019. Disponível em:
<<https://pramac.com.br/voce-precisa-saber-sobre-grupo-gerador-de-energia/>>. Acesso em: 23 jan. 2020.

[8] BAJPAI, Prabodh; DASHVaishalee, 2012, Hybrid renewable energy systems for power generation in stand-alone applications: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, p. 2926-2939.

[9] COSERN. Grupo A. Disponível em:
<<http://servicos.cosern.com.br/comercial-industrial/Pages/Informa%C3%A7%C3%B5es/normas-e-padros.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

[10] TIVEA. **Consumo de um gerador a diesel**. 2019. Disponível em:
<<https://www.tiveageradores.com/consumo-de-um-gerador-a-diesel/>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

[11] INTERPOWER. **As Baterias dos Grupos Geradores**. Disponível em:
<<http://interpower.com.br/blog/as-baterias-dos-grupos-geradores/>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

[12] PEREIRA, José Claudio. **Sistemas de Baixa Tensão**. 2015. Disponível em: <
<https://www.joseclaudio.eng.br/energia/ATS>>. Acesso em: 27 jan. 2020.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Engenharias – CE

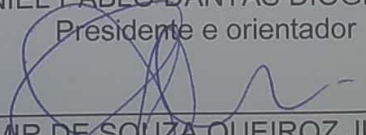
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

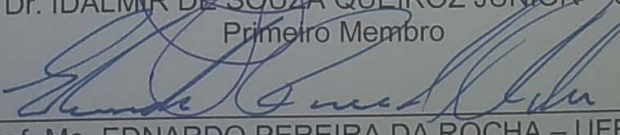
Às 16:00 horas do dia sete de fevereiro de dois mil e vinte, no Laboratório de Energias Renováveis (LENERG), prédio de Laboratórios de Engenharia I da UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **JOHNNATHAN PERES CARVALHO DAMASCENO**, aluno do curso de Engenharia Elétrica desta universidade, N° de matrícula **2017002185**, com o título **“ESTUDO DE CHAVES DE TRANSFERÊNCIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM GRUPO GERADOR A DIESEL DE EMERGÊNCIA NO CIOSP (CENTRO INTEGRADO DE OPERAÇÃO DA SEGURANÇA PÚBLICA) DE MOSSORÓ-RN”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por quatro membros: Prof. Me. DANIEL PABLO DANTAS DIÓGENES, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Dr. IDALMIR DE SOUZA QUEIROZ JUNIOR e Prof. Me. EDNARDO PEREIRA DA ROCHA, Eng. OTÁVIO FEITOSA SILVA como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 10,0; 10,0; 10,0; 10,0. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 10,0. E para constar, eu, DANIEL PABLO DANTAS DIÓGENES, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

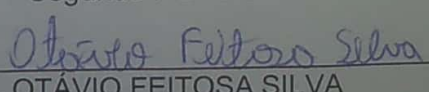
Mossoró, 07 de fevereiro de 2020.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.


Prof. Me. DANIEL PABLO DANTAS DIÓGENES – UFERSA
Presidente e orientador


Prof. Dr. IDALMIR DE SOUZA QUEIROZ JUNIOR – UFERSA
Primeiro Membro


Prof. Me. EDNARDO PEREIRA DA ROCHA – UFERSA
Segundo Membro


Eng. OTÁVIO FEITOSA SILVA
Terceiro Membro