



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ALAFIM SANTOS COSTA

GERAÇÃO NA PONTA: SOLUÇÃO ENERGÉTICA PARA O HORÁRIO DE PICO

Campina Grande, Paraíba
Agosto de 2011

ALAFIM SANTOS COSTA

GERAÇÃO NA PONTA: SOLUÇÃO ENERGÉTICA PARA O HORÁRIO DE PICO

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande como
parte dos requisitos necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Agosto de 2011

ALAFIM SANTOS COSTA

GERAÇÃO NA PONTA: SOLUÇÃO ENERGÉTICA PARA O HORÁRIO DE PICO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Geração de Energia

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, fonte da minha força durante esses anos, cuja distância física não impediu que estivessem sempre presente comigo em pensamento.

*“Não importa o quão estreito seja o portão,
O quão carregado com castigos o pergaminho esteja,
Eu sou o mestre de meu destino;
Eu sou o capitão da minha alma.”*

William E. Hanley (Invictus)

RESUMO

Durante e após o racionamento de energia elétrica ocorrida no Brasil no ano de 2001/2002, as indústrias e grandes consumidores comerciais instalaram usinas termelétricas em suas unidades de negócios para poder atender sem restrição a sua demanda de carga. Algumas dessas usinas operam em sistemas de co-geração, tendo a rede de distribuição pública como suprimento de back-up, outras são instaladas como reserva de geração para emergência na falta de suprimento da rede de distribuição e outras operam somente no horário de ponta, período em que o custo da energia é extremamente elevado. Este trabalho fixa a aplicação de usinas de geração no horário de ponta em indústrias, abordando as condições para sua instalação, assim como, os benefícios para os consumidores que utilizam esse tipo alternativo de suprimento energético para garantir sua autossuficiência.

Palavras-Chaves: Geração de Energia, Horário de Ponta, Gerenciamento de energia, Geração própria.

SUMÁRIO

1	Introdução	1
2	Geração na Ponta	2
2.1	Horário de Ponta	2
2.2	Geração de Energia em Horário de Ponta.....	4
2.2.1	Paralelismo Momentâneo de Gerador com o Sistema de Distribuição, com Operação em Rampa	
2.2.2	Grupo motor gerador	5
2.2.3	Considerações Sobre a Escolha dos Combustíveis	8
2.2.4	Dimensionamento de Grupos Geradores.....	11
3	Programa de Geração na Ponta – Petrobrás.....	13
3.1	Estudo de Caso: Geração na Ponta	14
3.2	Exemplo Ilustrativo: Cerâmicos Fortaleza.....	17
4	Considerações Finais	20
	Referências Bibliográficas.....	21

1 INTRODUÇÃO

A crise energética de 2001/2002 e a expectativa de novas crises para os anos subsequentes motivaram as indústrias a repensar a sua tradicional forma de contratar a energia que consome. A liberdade oferecida pela legislação fez com que os empresários buscassem uma alternativa muito conhecida há várias décadas que são as unidades geradoras próprias.

Um dos grandes objetivos da construção dessas unidades geradoras e que será abordado a seguir, é a chamada Geração na Ponta, que substitui a energia da concessionária no horário de ponta pela energia gerada das unidades geradoras próprias. A geração na ponta proporciona vários benefícios como:

- Redução substancial do valor da fatura de energia elétrica;
- Qualidade superior da energia elétrica, uma vez que não sofre interferência das oscilações de rede;
- Garantia da continuidade no suprimento de energia elétrica no caso de interrupção no fornecimento pela distribuidora, evitando dessa maneira perdas para o negócio, já que permite a sua autossuficiência energética.

A conexão entre a usina de geração de energia elétrica e a rede pública da concessionária é regulamentada pela legislação vigente e deve, além de tudo obedecer aos requisitos das concessionárias quanto às particularidades do sistema elétrico ao qual a usina será conectada.

Atualmente não só os parques industriais buscam gerar a sua própria energia, mas outros segmentos da atividade econômica também aderem a essa nova forma de autogeração, tais como hotéis, *shopping centers*, supermercados, prédios comerciais e outros.

2 GERAÇÃO NA PONTA

2.1 HORÁRIO DE PONTA

O horário de ponta é o período de três horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais no qual o consumo de energia elétrica está em seu ápice.

Nesse período a tarifa praticada pela concessionária de energia aumenta consideravelmente, pois há uma elevação do consumo em nível nacional, sobrecarregando os sistemas de geração, transmissão e distribuição. Esse período de três horas é definido pela concessionária em função das características de seu sistema elétrico, sendo os valores máximos atingidos entre as 17 e 22 horas, como mostra o gráfico da Figura 1 (PROCEL, 2001).

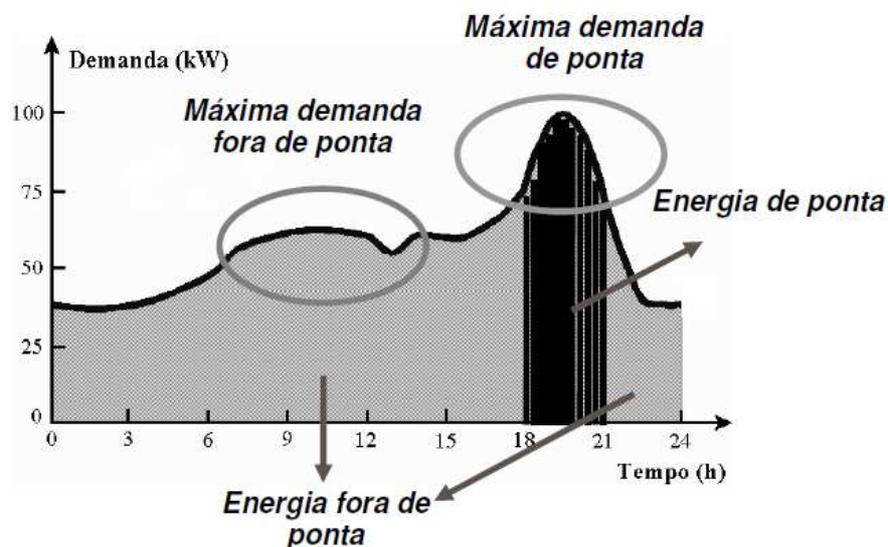


Figura 1. Características da curva de carga diária de um consumidor genérico (PROCEL, 2001).

A legislação brasileira prevê para a elaboração das faturas que os consumidores finais (indústrias, residências, propriedades rurais, comércio e outros), sejam classificados em dois Grupos conforme a Tabela 1.

Os consumidores do Grupo B (baixa tensão) tem tarifa monômnia, isto é, são cobrados apenas pela energia que consomem. Já os consumidores do Grupo A tem tarifa binômnia, isto é, são cobrados tanto pela demanda quanto pela energia que consomem.

A demanda contratada é a base do contrato de suprimento de energia. Trata-se da potência disponibilizada pela concessionária para uso pela unidade consumidora. Já o consumo (energia utilizada) é o registro dos kW.h acumulados, verificado no período de medição (PEREIRA, Tarifa Horo-Sazonal, 2003). Assim, o consumidor classificado em alta tensão pode optar por uma das duas possíveis faixas do segmento Horo-Sazonal: a tarifa Horo-Sazonal Azul ou Horo-Sazonal Verde.

Tabela 1. Grupos de Consumidores

Grupo A - Alta Tensão	Grupo B - Baixa Tensão
A-1 - 230 kV ou mais;	B-1 - Residencial;
A-2 - 88 a 138 kV;	B-1 - Residencial Baixa Renda;
A-3 - 69 kV;	B-2 - Rural;
A-3a - 30 a 44 kV;	B-3 - Não Residencial Nem Rural;
A-4 - 2,3 a 13,8 kV;	B-4 - Iluminação Pública.
A.S. - 2,3 a 13,8 kV (Subterrâneo).	

Tratando-se do segmento Horo-Sazonal Azul, serão fixados dois valores de demanda contratada. Um para o horário de ponta e outro para o horário fora de ponta, sendo estabelecido que a demanda contratada para o horário de ponta seja no mínimo igual a 10% da demanda contratada fora de ponta. (PEREIRA, Tarifa Horo-Sazonal, 2003) Tratando-se do segmento Horo-Sazonal Verde, não haverá contrato de demanda no horário de ponta. Presume-se que a unidade consumidora estará inativa, desligada ou utilizando outras fontes de energia neste horário.

Para a adoção de estratégias de otimização do uso de energia elétrica, faz-se necessário o perfeito conhecimento da sistemática de tarifação. Sendo a alternativa de melhores resultados a de não contratar demanda e não consumir energia da concessionária no horário de ponta. A possibilidade de eliminação das parcelas nas contas de energia correspondentes a esse horário se torna particularmente atraente para as instalações onde não é possível reduzir o consumo. Usando então uma fonte alternativa de energia para manter as atividades no horário de ponta, o consumidor deverá optar pela tarifa Horo-Sazonal Verde.

2.2 GERAÇÃO DE ENERGIA EM HORÁRIO DE PONTA

Gerar energia para consumo no horário de ponta tem o inconveniente da necessidade de trocar a fonte supridora duas vezes por dia, no início e ao término do período, nos dias úteis. Embora a transferência de carga possa ser feita rapidamente, haverá interrupção do suprimento de energia, o que poderá ser inaceitável para algumas atividades que não estejam protegidas por fontes de energia segura. Para solucionar este inconveniente, pode-se dotar o(s) grupo(s) gerador(es) com sistemas de transferência em transição fechada, sem interrupção e passagem da carga de uma para outra fonte em rampa suave. Entretanto, para isso é necessário operar instantaneamente na condição de paralelismo com a rede da concessionária.

Para que duas fontes operem em paralelo é imprescindível a sincronização entre elas, que consiste em ajustar a tensão e a frequência em que operam as referidas fontes. Assim, para que dois grupos geradores operem em paralelo, é necessário ajustar os valores de tensão e frequência da segunda unidade aos valores estabelecidos de tensão e frequência da primeira unidade (referida). Se o paralelismo é realizado entre a usina de geração e a rede externa, cabe ajustar a frequência e a tensão com a da rede externa. Em qualquer caso, somente quando a tensão e a frequência da unidade geradora e a rede pública estiverem iguais ou muito próximas é enviado a ordem de fechamento do disjuntor de paralelismo. A Figura 2 mostra o esquema simplificado do gerador em paralelo com a rede.

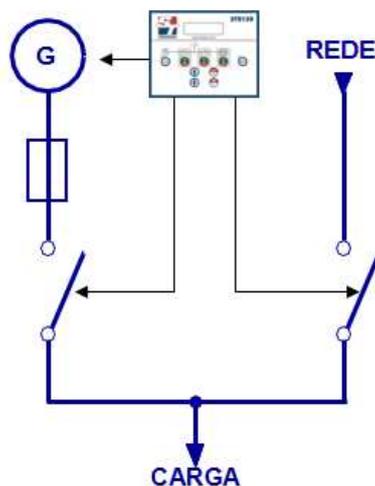


Figura 2. Controle de vários geradores em paralelo com a rede.

Para tanto, há um procedimento e exigências técnicas quanto à instalação de proteções especificadas a critério de cada concessionária. A título de exemplo, o que segue é parte da Nota Técnica Paralelismo Momentâneo de Gerador com o Sistema de Distribuição, com Operação em Rampa - SM01.00-00.007, Celpe Grupo Neoenergia. (CELPE, 2008)

2.2.1 PARALELISMO MOMENTÂNEO DE GERADOR COM O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO, COM OPERAÇÃO EM RAMPA

Esta forma de operação é muito utilizada em indústrias, *shopping centers*, prédios comerciais, quando se utiliza a usina de geração para assumir toda a carga da instalação no horário de ponta de carga dos sistemas da concessionária. A operação em paralelo de um gerador de consumidor com a rede da concessionária, por tempo limitado, tem como objetivo permitir a transferência de carga da concessionária para o gerador ou vice-versa, de modo gradativo.

Neste caso, utiliza-se um Sistema de Operação em Paralelo (SOP) o que está conectado, permanentemente com a barra de carga e, momentos antes do tempo ajustado para entrada em operação, a usina de geração é acionada. O SOP então sincroniza a usina de geração e ordena o fechamento do disjuntor de transferência, que coloca momentaneamente, por cerca de 15s, a usina de geração em paralelo com a barra de carga, suprida pela rede pública de energia. Decorrido esse intervalo de tempo, outro disjuntor desfaz a conexão da rede pública com a barra de carga que, a partir desse instante, passa a ser suprida pela usina de geração (MAMEDE, 2007). O esquema básico de uma usina de geração operando com transferência em rampa é representado no Anexo A, juntamente com os equipamentos de operação e proteção constituintes de um SOP, segundo normativo do Grupo Neoenergia (CELPE, 2008).

2.2.2 GRUPO MOTOR GERADOR

Grupo motor-gerador é a denominação genérica que se dá a um conjunto formado por um motor de combustão interna e um gerador de energia elétrica. O motor de combustão interna converte a energia química do combustível em energia mecânica. O gerador, acoplado mecanicamente ao motor, transforma a energia mecânica em energia elétrica.

Para as aplicações em grupos geradores são usado motores estacionários, que estabelecem regimes de operação considerando fatores de carga definindo três regimes de trabalho: *Stand-by*, *Prime Power* e *Continuos*.

Classificações de Energia de Grupos Geradores:

i. *Stand-by Power* - Potência de Emergência

A classificação de energia *Stand-by* é usada em aplicações de emergência onde a energia é fornecida durante a interrupção da energia da fonte normal. Não há nenhuma capacidade de sobrecarga sustentada disponível para esta classificação, como mostrado na Figura 3. Esta classificação é utilizada em instalações servidas por uma fonte normal e confiável de energia, e aplica-se somente a cargas variáveis com um fator de carga média de 80% da classificação *Stand-by* durante um tempo máximo de 200 horas de operação por ano, e um tempo máximo de 25 horas por ano a 100% de sua classificação *Stand-by* (GENERATION, 2009).

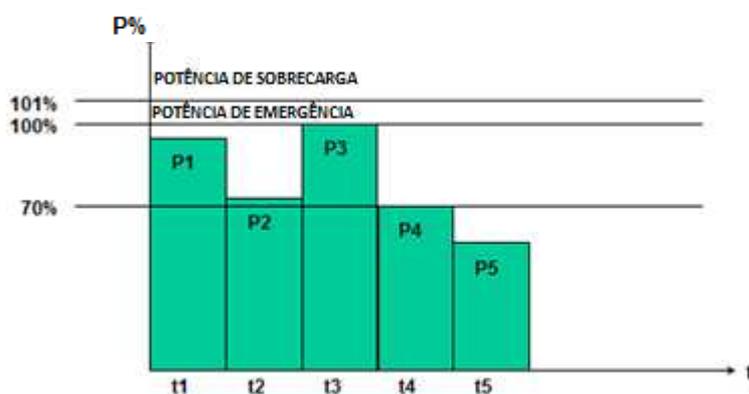


Figura 3. Potência x Tempo no regime de Potência de Emergência

ii. *Prime Power* - Potência Principal

A classificação de energia *prime* é aplicada no fornecimento de energia elétrica no lugar da energia adquirida comercialmente. O número de horas de operação permitido por ano é ilimitado para aplicações de carga variável, porém é limitado para aplicações de carga constante.

Energia *Prime* com Tempo Ilimitado de Funcionamento: A energia *prime* está disponível por um número ilimitado de horas de operação anual em aplicações de carga

variável. Aplicações que requerem qualquer operação em paralelo com a fonte normal de energia com carga constante estão sujeitas às limitações de tempo de funcionamento. Em aplicações com carga variável, o fator de carga média não deve exceder 70% da Classificação de Energia *Prime* como mostrado na Figura 4. Uma capacidade de sobrecarga de 10% está disponível por um período de 1 hora dentro de um período de 12 horas de operação, porém não deverá exceder 25 horas por ano. O tempo total de operação na Classificação de Energia *Prime* não deve exceder 500 horas por ano (GENERATION, 2009).

Energia *Prime* com Tempo de Funcionamento Limitado: A energia *prime* está disponível por um número limitado de horas de operação anual em aplicações com carga constante como de energia interrompível, redução de carga, corte de pico e outras aplicações que em geral envolvem a operação em paralelo com a fonte normal de energia. Os grupos geradores podem operar em paralelo com a fonte normal de energia em até 750 horas por ano em níveis de energia que não excedam a Classificação de Energia *Prime*. Deve-se notar que a vida do motor será reduzida pela operação constante sob carga alta. Qualquer aplicação que requeira mais de 750 horas de operação por ano na Classificação de Energia *Prime* deverá utilizar a Classificação de Energia de Carga Básica.

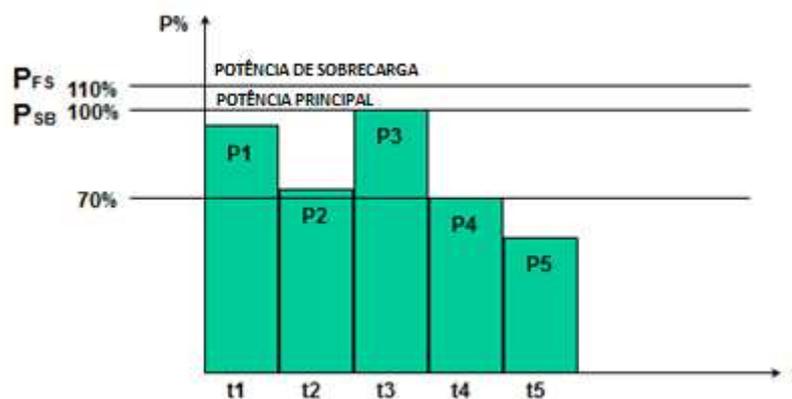


Figura 4. Potência x Tempo no regime de Potência Principal.

iii. *Continuous Power* – Potência Contínua (COP)

Motores classificados neste regime são utilizados no suprimento de energia à carga constante com fator de carga 100% por número não limitado de horas anuais

como mostrado na Figura 5 (PEREIRA, Motores e Geradores, 2002). Não há possibilidade de sobrecarga. O regime COP não tem restrições de fator de carga ou tempo de aplicação.



Figura 5. Potência x Tempo no regime de Potência Contínua

Embora as normas recomendem o contrário, todos os montadores de grupos geradores especificam seus produtos pela potência intermitente ou de emergência. Se o usuário pretender adquirir um grupo gerador, deve conhecer bem suas necessidades e especificar de forma clara o regime de operação. Na maioria dos casos, os grupos geradores são de emergência, porém, quando solicitados a operar, na ausência do suprimento de energia da rede elétrica local, devem atender os consumidores pelo tempo que for necessário, suprindo a energia que for exigida.

2.2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESCOLHA DOS COMBUSTÍVEIS

Existem diferentes possibilidades de utilização de combustível para geração de energia. A escolha do combustível, seja gás natural, diesel ou GLP, afetará a disponibilidade e o dimensionamento do grupo gerador. A seguir serão tratados aqueles com maior aplicação nas unidades em operação.

i. Óleo diesel

O combustível diesel é recomendado para aplicações de emergência *Stand-by*. Deve-se projetar o armazenamento do combustível no local, mas o tanque não deve ser muito grande. O combustível diesel pode ser armazenado por um período de até dois anos, assim o tanque de suprimento deve ser dimensionado para permitir o

reabastecimento de combustível com base na programação de exercícios e testes nesse período. A larga aplicação desse combustível permite fazer a seguinte análise:

Vantagens

- Facilidade de aquisição;
- Relativa estabilidade de preço no mercado;
- Praticidade do transporte na base de venda até o ponto de consumo;
- Regularidade de suprimento;
- Facilidade de estocagem;
- Facilidade de manuseio;
- Largo conhecimento do produto pelos profissionais da área.

Desvantagens

- Preço elevado da energia;
- Custo de manutenção elevado;
- Relação horas de trabalho/horas de manutenção muito baixa;
- Emissão de poluentes de natureza tóxica;
- Restrição dos órgãos de controle ambiental a aprovação de projetos.

ii. Gás Natural

É um combustível que está ganhando mercado crescente na geração de energia elétrica, devido principalmente à política de expansão do produto por parte da Petrobrás. Com a implantação da rede de gasodutos da Petrobrás nas diferentes regiões do Brasil, o gás natural vem-se popularizando e ganhando competição com o óleo diesel. Para a maioria das instalações, o armazenamento deve ser feito fora do local. O gás natural pode ser uma opção econômica de combustível quando disponível nas taxas de fluxo e pressão exigidos.

Pode ser utilizado em campo com certos grupos geradores. Entretanto, devem ser feitas análises do combustível e consultas com o fabricante do motor para se determinar a redução de potência e também se a composição do combustível acarretará danos ao motor devido à fraca combustão, detonação ou corrosão.

Vantagens

- Preço relativamente baixo;
- Baixo nível de poluição;
- Baixa restrição dos órgãos de controle ambiental a aprovação de projetos;
- Uso intensivo em vários segmentos do processo.

Desvantagens

- Ausência de rede de gasodutos em muitas áreas industriais;
- Dificuldade no transporte de grandes quantidades do combustível via cilindros especiais, o gás natural não tem boa compressibilidade;
- Preço depende das condições externas e ainda sem uma política confiável no Brasil

iii. Biodiesel

Combustíveis classificados como biodieseis derivam de uma ampla variedade de fontes renováveis como óleos vegetais, gorduras animais e óleos de cozinha. Genericamente, estes combustíveis são chamados Ésteres Metil-Ácido-Graxos (VALENTE, 2007). Quando usados em motores diesel, normalmente a emissão de fumaça, a potência e a economia de combustível são reduzidas. O biodiesel é um combustível alternativo e o desempenho e as emissões do motor não podem ser garantidos se o mesmo utilizar este combustível. Uma mistura de combustíveis biodiesel e diesel de qualidade na razão de até 5% de concentração de volume não deverá causar problemas graves. Concentrações acima de 5% podem causar vários problemas operacionais.

Sob o aspecto ambiental, o uso de biodiesel reduz significativamente as emissões de poluentes, quando comparado ao óleo diesel, podendo atingir 98% de redução de enxofre, 30% de aromáticos e 50% de material particulado e, no mínimo, 78% de gases do efeito estufa (ROSA, 2004).

2.2.4 DIMENSIONAMENTO DE GRUPOS GERADORES

Serão elencadas a seguir as principais informações e dados para dimensionamento de grupos geradores:

i. Relação de cargas

Deve-se ter em mente que os grupos geradores são pequenas fontes de energia comparados com a fonte normal da rede pública, e as características operacionais das cargas podem ter um efeito profundo na qualidade da energia se o gerador não for dimensionado corretamente.

A energia exigida por muitos tipos de carga pode ser consideravelmente maior durante a partida da carga do que a exigida para o funcionamento estável e contínuo. Algumas cargas também requerem energia de pico mais alta durante sua operação do que durante o funcionamento a exemplo os equipamentos de solda e de diagnóstico por imagem. Outras cargas não lineares, como computadores, provocam distorção excessiva do gerador a menos que este seja dimensionado além do exigido para alimentá-las. (PEREIRA, Grupos Geradores – Sistemas de Controle, 2005) A fonte de energia deve ser capaz de atender todos os requisitos de energia da carga. Embora algumas cargas sejam bastante tolerantes a oscilações transientes de tensão e de frequência em curtos períodos, outras cargas são bastante sensíveis. Em alguns casos, o equipamento de carga deve ter controles de proteção que provoquem o desligamento da carga sob tais condições.

De modo geral sempre que forem conectadas ou desconectadas cargas, deve-se esperar por alterações na tensão e na frequência. Essas alterações devem ser mantidas dentro de limites aceitáveis para todas as cargas conectadas. Os atuais programas de software de dimensionamento de geradores permitem maior precisão na escolha do grupo gerador e fornecem um nível mais alto de confiança para a aquisição de um sistema grande o suficiente para as necessidades do cliente.

ii. Medições

As medições devem ser feitas no horário de previsão de funcionamento do grupo gerador, com a carga real em atividade, considerando as partidas das cargas críticas.

Principais dados da medição:

- Potência ativa trifásica (kW);
- Corrente das três fases;
- Distorção harmônica de corrente;
- Fator de potência;
- Contas de energia (Demandas e consumos de energia elétrica).

Informações das demandas em um grande período de tempo (potências) servem como referencial para o dimensionamento. Quanto aos tipos de clientes e formas de dimensionamento, são apresentadas abaixo as categorias existentes:

- i. Pequeno porte: relação de cargas, contas de energia e medições;
- ii. Médio porte: contas de energia, medições e maiores cargas;
- iii. Grande porte: contas de energia e maiores cargas.

Em clientes de médio e grande porte, as informações indispensáveis são as demandas, sendo que sempre necessita-se informação se o equipamento deverá atender somente o horário de ponta ou o horário de ponta mais horário fora de ponta (carga total em emergência). O ideal é possuir uma relação de 6 a 12 meses de contas de energia para analisar a sazonalidade do cliente.

3 PROGRAMA DE GERAÇÃO NA PONTA –

PETROBRÁS

O objetivo da Geração na Ponta subsidiado pela Petrobrás é implantar Centrais Geradoras sem investimento inicial pelo cliente, trazendo dessa forma segurança e economia no horário de ponta. Sem custos iniciais para o consumidor a Petrobrás realiza 100% dos investimentos, que vão desde os equipamentos (geração, controle, armazenagem e abastecimento) e instalação mecânica, até os custos necessários para realizar as aprovações junto aos órgãos responsáveis como o Órgão Ambiental Estadual, IBAMA, Concessionária, Corpo Bombeiros, outros.

O reajuste da mensalidade e do diesel é baseado nos índices da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o que garante o mesmo percentual da economia ao longo do contrato.

Em caso de falha do equipamento no horário de ponta, há garantia de ressarcimento dos custos com a concessionária, já que não existe demanda contratada para esse horário. Os custos de manutenção já estão incluídos nos pacotes e o fornecimento, assim como a gestão de estoque e da qualidade do combustível.

Para o funcionamento o Grupo Motor Gerador (GMG) entra automaticamente em horário pré-determinado, com monitoramento remoto via internet, logo a Petrobrás realiza os devidos treinamentos para os responsáveis envolvidos nesta área.

Também dispõe de assistência técnica 24h, e todos planos já incluem os custos com manutenção, mão de obra e reposição de peças.

Os contratos podem ter tarifas atreladas a índices diferentes de reajustes, a depender do interesse ou regime de trabalho da empresa que o implanta

- GP FIT

Oferecer economia com reajuste anual, atrelado ao Índice Geral de Preços do Mercado (IGPM) mais o combustível pelo valor de mercado. Contratos de três anos com renovação automática (www.petrobras.com.br).

- GP PLUS

Oferece a garantia da economia por cinco anos. Reajuste anual atrelado a energia (ANEEL) com renovação automática (www.petrobras.com.br).

- GP MAX

Visão com economia por sete anos e transferência automática dos ativos. Reajuste anual atrelado a energia (ANEEL) (www.petrobras.com.br).

Na Tabela 2 é mostrada a definição dos planos oferecidos pela Petrobrás já citados anteriormente.

Tabela 2. Definição dos Planos oferecidos pela Petrobrás

Condições	GP Fit	GP Plus	GP Max
Prazo (meses)	48	60	94
Reajuste dos serviços	IGPM	ANEEL	ANEEL
Reajuste do combustível	IGPM ou Mercado	ANEEL	ANEEL
Transferência do ativo	Negociável	Negociável	Sim

A Petrobrás implanta o sistema nas empresas participantes através de empresas subcontratadas, e a parceria funciona da seguinte maneira: a subcontratada faz todo o estudo de levantamento de campo, dimensionamento dos equipamentos, fornece os equipamentos, durante o tempo de duração dos contratos, realiza as manutenções e faz a instalação e montagem da unidade geradora. A Petrobrás por sua vez, realiza toda a parte civil da obra e fornece o combustível necessário para o uso dos geradores.

3.1 ESTUDO DE CASO: GERAÇÃO NA PONTA

O estudo de caso a seguir é referente à proposta da Petrobrás a rede de hotéis EJS Hotéis e Turismo S/A - Atalaia Nova localizado em Barra dos Coqueiros, Sergipe.

i. Classificação Tarifária Vigente

Após análise das faturas de energia elétrica da empresa, pôde-se chegar as informações descritas na Tabela 3. Onde foi considerada a média ponderada entre as tarifas de energia, para período seco e para período úmido.

Tabela 3. Classificação tarifária.

Tarifa	Verde
Classe de Tensão	A4
Concessionária	ENERGISA
Contas de Energia Analisadas / Meses	JAN/10 a FEV/10
Demanda Contratada	560 kW
Alíquota ICMS	27%

ii. Custo Médios Anuais com a Concessionária

O custo da energia elétrica com o fornecimento da concessionária é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Custos médios anuais com a concessionária.

Demanda faturada	$560 \text{ kW} \times \text{R\$ } 19,0600/\text{kW} = \text{R\$ } 10.673,60$
Consumo de Ponta	$24.523 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 1,7498/\text{kWh} = \text{R\$ } 42.910,35$
Consumo fora de Ponta	$240.401 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,1874/\text{kWh} = \text{R\$ } 45.051,15$
Custo médio com energia	R\$ 98.635,10

iii. Redução de Custos

A migração para a tarifa Horo-Sazonal Verde, disponível para contratos a partir de 30 kW, combinada com a geração de energia de grupos geradores no horário de ponta, apresentará substancial vantagem financeira e econômica.

A proposta de enquadramento tarifário oferecido pela Petrobrás é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Enquadramento Tarifário Proposto.

Tarifa	Verde
Classe de Tensão	A4
Demanda Contratada / 24 horas	560 kW
Consumo Fora de Ponta	240.401 kWh
Consumo Ponta	R\$ 24,523Wh (Usina Geradora operando)
Custo Operacional	R\$ 0,5608 /kWh(Usina operando em ponta)

iv. Novos Custos Aproximados com Energia

Os novos custos atrelados à nova proposta são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6. Custo médio da energia fornecida na Tarifa Horo Sazonal Verde.

Demanda Faturada	560 kW x R\$ 19,0600/kW = R\$ 10.673,60
Consumo Fora de Ponta	240.401 kWh x R\$ 0,1874/kWh = 45.051,15
Total	R\$ 55.724,75

v. Custo Operacional com a Usina de Geração de Energia

Todos os custos operacionais que serão necessários para manter a usina geradora de energia no horário de ponta é dado por:

$$\text{Custos Operacionais} = \text{Consumo ponta} \times \text{Custo Operacional}$$

$$\text{Custos Operacionais} = 24.523 \text{ kWh} \times \text{R\$ } 0,5608/\text{kWh}$$

$$\text{Custos Operacionais} = \text{R\$ } 13.752,50$$

vi. Economia Estimada

A economia mensal é calculada pela diferença entre custo atual com a concessionária, menos o custo da energia que será fornecida pela concessionária em tarifação verde e menos o custo operacional da usina de geração de energia. Portanto a economia mensal é dada por:

$$\text{R\$ } 98.635,10 - \text{R\$ } 55.724,75 - \text{R\$ } 13.752,50 = \text{R\$ } 29.157,00/\text{mês}$$

vii. Possibilidades de financiamento

Com a economia mensal estimada, o retorno do investimento com os equipamentos seria em aproximadamente 12 meses.

A seguir são apresentadas as possibilidades de financiamento:

- GP-Fit (48 meses)

Valor total do investimento.....	R\$ 344.670,00
Valor da parcela (mensal).....	R\$ 10.764,04
Redução (mensal).....	R\$ 29.157,00
Economia (mensal).....	R\$ 18.393,00

A economia mensal aumentará no decorrer dos meses, pois acompanhará o reajuste do valor da energia elétrica, enquanto as prestações serão ajustadas de acordo com o IGPM.

- GP-Plus (60 meses)

Valor total do investimento.....	R\$ 344.670,00
Valor da parcela (mensal).....	R\$ 6.416,47
Redução (mensal).....	R\$ 29.157,00
Economia (mensal).....	R\$ 22.741,00

A economia mensal aumentará no decorrer dos meses, pois acompanhará o reajuste do valor da energia elétrica, enquanto as prestações de acordo com os índices da ANEEL.

3.2 EXEMPLO ILUSTRATIVO: CERÂMICOS FORTALEZA

As Figura 6 a Figura 10, a seguir, são da usina de geração de energia implantada na indústria Cerâmicos Fortaleza, construída pela parceria Petrobrás/Stemac, que está em operação desde março de 2008.



Figura 6. Obras Civas - Fundações e Estruturas.



Figura 7. Obras Civas – Execução do Piso Sala e Tanque Principal.



Figura 8. Instalação – Início das Etapas Diesel e Escape.



Figura 9. Instalação – GMG.



Figura 10. Instalação – PMT e Transformador.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos de viabilidade econômica e financeira demonstram que, para alguns segmentos consumidores de energia elétrica, a geração durante o horário de ponta com motores movidos a combustíveis é bastante atrativa.

Além da redução dos custos com o uso da energia elétrica no horário de maior consumo nacional, quando a tarifa das concessionárias é significativamente mais cara, as unidades geradoras que substituem a energia das concessionárias na hora de ponta proporciona também a segurança no fornecimento de energia elétrica até mesmo em casos de emergência, garantindo autossuficiência energética dos consumidores.

Com isso a Petrobrás Distribuidora desenvolveu uma solução energética para atender às diversas necessidades dos seus clientes, com as melhores características e atrativos do mercado, o programa de Geração na Ponta, que tem como seu objetivo implantar Centrais Geradoras sem investimento inicial pelo cliente.

A partir da análise do perfil de consumo e demanda mensal do cliente para o horário de ponta, é elaborada uma proposta customizada para o desenvolvimento do projeto de implantação dessa central geradora.

Atualmente não só os parques industriais buscam gerar a sua própria energia, mas outros segmentos da atividade econômica também aderem a essa nova forma de autogeração, tais como hotéis, shopping centers, supermercados, prédios comerciais e outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAMEDE, J.F. **Instalações Elétricas Industriais**: 8.ed. São Paulo: LTC, 2010.

PEREIRA, J. C. **Motores e Geradores**: Princípio de funcionamento , instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores. Disponível em:

<<http://www.mecanica.ufrgs.br/mmotor/apostila.pdf>>. Acesso em: 20 junho 2011.

PEREIRA, J. C. **Tarifa Horo-Sazonal**: Estrutura do segmento Horo-Sazonal. Disponível em: < <http://www.joseclaudio.eng.br/Ponta.pdf> >. Acesso em: 25 maio 2011.

ELETROBRÁS. **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**: Brasília, 2001.

VALENTE, O. S. **Desempenho e emissões de um motor-gerador de**

Energia elétrica operando com biodiesel. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007.

ESTUDO DO BIODIESEL COMO FONTE DE ENERGIA EM GERADORES NO HORÁRIO DE PONTA, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget>>.

Acesso em: 20 junho 2011.

CELPE. **Paralelismo Momentâneo de Gerador com o Sistema de Distribuição, com Operação em Rampa**: Recife, 2008.

PETROBRÁS. **Geração na ponta**: Brasil. Disponível em:

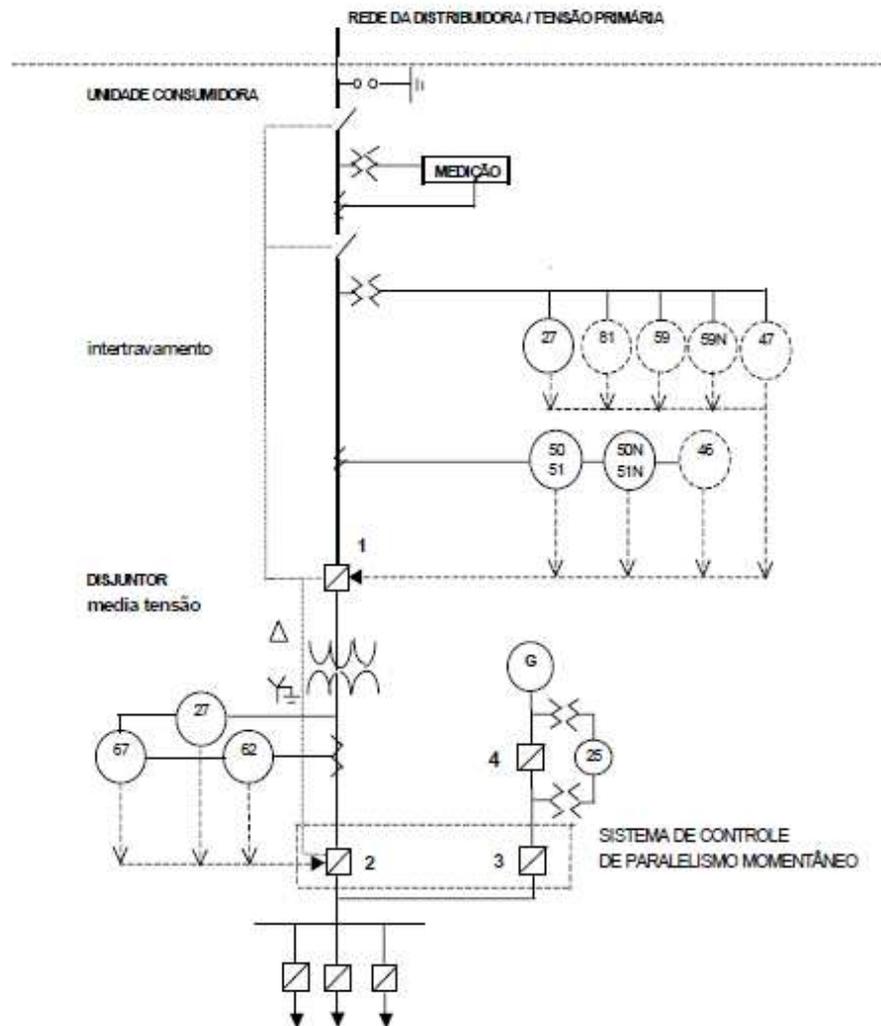
<<http://www.petrobras.com.br>>. Acesso em: 20 junho 2011.

STEMAC. **Grupo geradores**: Brasil. Disponível em:

<<http://www.stemac.com.br>>. Acesso em: 20 junho 2011.

ANEXO A

Diagrama Unifilar de um Sistema com Paralelismo de Gerador e a Rede Básica (Celpe, 2008).



Equipamentos constituintes de um SOP

a) Disjuntor de interligação/paralelismo (2)

Função: Possibilitar a operação de sincronismo entre a geração local e a rede da Distribuidora, através de relé de sincronismo, e desfazer o paralelismo entre a Distribuidora e a unidade consumidora, quando da ocorrência de anomalia no sistema elétrico da Distribuidora ou na própria instalação do consumidor. Essa desconexão deve ser automática e em um tempo inferior ao tempo de religamento do circuito da Distribuidora

b) Chave seccionadora de conexão

Função: Associada ao disjuntor de interligação, para permitir o seccionamento visível do circuito.

c) Pára raios: Instalados no ponto de interligação da Distribuidora com a unidade consumidora.

Função: Proteger contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas ou surtos de manobras no sistema.

d) Transformadores de potencial (TP) e de corrente (TC)

Função: Devem ser instalados 3TPs e 3TCs para alimentar os relés de proteção associados ao disjuntor de interligação.

e) Relés de Sobrecorrente instantâneos e temporizados de fases e neutro (50/51 - 50N/51N)

Função: Desligar o respectivo disjuntor de média tensão (1) para falhas na unidade consumidora.

f) Relé de Subtensão (27)

Função: Desligar o disjuntor de interligação (2) ou o disjuntor de média tensão (1) quando a tensão permanecer abaixo dos valores indicados pela Distribuidora. (CELPE, 2008)

g) Relé de Sobretensão (59)

Função: Desligar o disjuntor de interligação (2) se a tensão permanecer acima dos valores indicados pela Distribuidora. (CELPE, 2008)

h) Relé de sub/sobrefrequência (81U/81O)

Função: Desligar o disjuntor de interligação (2) se a frequência permanecer fora dos valores indicados pela Distribuidora. (CELPE, 2008)

i) Relé de sobrecorrente direcional (67)

Função: Garantir a abertura do disjuntor de interligação para situações onde os níveis de curtos circuitos entre fases no sistema da Distribuidora são baixos, próximos as correntes de carga. (CELPE, 2008)

j) Relé de reversão ou balanceamento de corrente de fase (46) ou Relé de seqüência de fase de tensão (47).

Função: Proteger o gerador e ou motores da unidade consumidora, de operação desequilibrada. (CELPE, 2008)

k) Relé de sincronismo (25)

Função: Permitir o paralelismo entre Distribuidora e unidade consumidora, desde que a tensão, frequência e ângulo de fase de cada lado estiverem dentro dos limites pré-estabelecidos. (CELPE, 2008)

l) Relé de tensão residual de seqüência zero 3Vo (59N)

Função: Desligar o disjuntor de interligação para curtos fase-terra no sistema da Distribuidora. A critério das Distribuidoras esta proteção pode ser dispensada. (CELPE, 2008)

m) SOP. – Sistema de Controle de Paralelismo Momentâneo

Função: Sistema de sincronismo, para comandar abertura e fechamento dos disjuntores que permitem o paralelismo, quando os dois circuitos estiverem nos limites desejados de frequência e ângulo de fase para realizarem a operação. (CELPE, 2008)

Alternativamente as proteções 27, 81, 59, 59N, e 47 podem atuar sobre o disjuntor do(s) gerador(es) (4).

O disjuntor de paralelismo (2) deve possuir supervisão de sincronismo (função 25).