

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

Avaliação Energética

Porto Alegre

2003

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

Avaliação Energética

PRESIDENTE DO SISTEMA FIERGS E DO CONSELHO REGIONAL DO SENAI-RS

Francisco Renan O. Proença

Conselheiros Representantes das Atividades Industriais - FIERGS

Titulares

Manfredo Frederico Koehler
Astor Milton Schmitt
Valayr Hélio Wosiack

Suplentes

Deomedes Roque Talini
Arlindo Paludo
Pedro Antônio G. Leivas Leite

Representantes do Ministério da Educação

Titular

Edelbert Krüger

Suplente

Aldo Antonello Rosito

Representantes do Ministério do Trabalho e Emprego

Titular

Neusa Maria de Azevedo

Suplente

Elisete Ramos

DIRETORIA SENAI-RS

José Zortéa
Diretor Regional

Paulo Fernando Presser
Diretor de Educação e Tecnologia

Silvio S. Andriotti
Diretor Administrativo-Financeiro

Série Manuais de Produção mais Limpa



Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS

Avaliação Energética

Série Manuais de Produção mais Limpa Avaliação Energética

© 2003, CNTL SENAI-RS

Publicação elaborada com recursos do Projeto INFOREDE/FINEP N°.6400043600, sob a orientação, coordenação e supervisão da Diretoria de Educação e Tecnologia do Departamento Regional do SENAI-RS.

Coordenação Geral	Paulo Fernando Presser	Diretoria de Educação e Tecnologia
Coordenação Local	Hugo Springer	Diretor do CNTL
Coordenação do Projeto	Marise Keller dos Santos	Coordenadora técnica do CNTL

Elaboração

ADRIANO AMARAL
ÂNGELA DE SOUZA
EDUARDO TORRES
ENDRIGO PEREIRA LIMA
ISABEL MANGANELI
LUIZ ALBERTO BERTOTTO
MARCELO CARLOTTO NEHME
MARISE KELLER DOS SANTOS
MICHEL GERBER
PAULO BOCACCIUS
ROSELE NEETZOW
WAGNER GERBER

S 491 SENAI.RS. *Avaliação energética*. Porto Alegre, UNIDO, UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003. 25 p. il. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

1. Proteção do meio ambiente. 2. Administração da qualidade ambiental 3. Economia de energiaI. Título

CDU – 504.06:620.9

Catálogo na fonte: Enilda Hack

Centro Nacional de Tecnologias Limpas/SENAI-RS
Av. Assis Brasil, 8450 – Bairro Sarandi
CEP 91140-000 - Porto Alegre, RS
Tel.: (51) 33478410 Fax: (51) 33478405
Home page: www.rs.senai.br/cntl
e-mail: cntl@dr.rs.senai.br

SENAI – Instituição mantida e administrada pela Indústria

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ENERGIA ELÉTRICA	2
2.1. Consumo Ativo kWh	2
2.2. Demanda kW.....	3
2.3. Fator de Carga.....	3
2.3.1. Cálculo do fator de carga.....	3
2.3.2. Como aumentar o Fator de Carga?.....	3
2.3.3. O que é o Fator de Potência?.....	4
2.3.4. Vantagens da Correção do Fator de Potência	4
2.3.5. Quais são as causas mais comuns do baixo Fator de Potência?.....	5
2.3.6. Como Corrigir o Fator de Potência?	5
2.3.7. Nova Abordagem do Fator de Potência	5
2.4. Consumo Específico	6
2.5. Preço Médio do kWh Consumido.....	6
2.5.1. Tarifa Convencional.....	6
2.5.2. Tarifação Horosazonal	8
2.6. Tipos de Tarifações.....	9
2.6.1. Tarifação Convencional.....	9
2.6.2. Tarifações Horosazonais	9
3. TERMOTÉCNICA	12
3.1. Geradores de Vapor/Caldeiras.....	12
3.1.1. Tipos de Caldeiras.....	12
3.2. Combustíveis	13
3.2.1. Combustão - Elementos Básicos.....	13
3.2.2. Combustão Completa e Incompleta	13
3.2.3. Condições Ótimas	14
3.2.4. Lenha.....	14
3.2.5. Combustíveis Líquidos	15
3.2.6. Gás Natural	16
3.2.7. Distribuição de Vapor	17
4. AR COMPRIMIDO	18
4.1. Compressor Alternativo	18
4.2. Compressor de Parafuso.....	19
4.3. Distribuição do Ar Comprimido.....	19
4.4. Vazamento	19
4.5. Detecção de Vazamentos de Ar.....	20
4.5.1. Medição Quantitativa de Vazamentos	20
5. AUDITORIA ENERGÉTICA.....	22

AVALIAÇÃO ENERGÉTICA

1. INTRODUÇÃO

Em 1992, no Rio de Janeiro, 170 países reuniram-se na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Essa conferência, gerou a Agenda 21 que é um documento internacional de compromissos com o Meio Ambiente. A partir da Agenda 21 houve uma mudança no modelo de desenvolvimento econômico. Introduziu-se o conceito de Desenvolvimento Sustentável.

O modelo de desenvolvimento econômico até então tratava os recursos naturais como se fossem inesgotáveis e causou degradação ambiental tais como:

- Alterações climáticas no planeta
- Efeito Estufa
- Buraco na camada de ozônio
- Poluição do ar, da água, do solo
- Escassez de água potável
- Exclusão Social

Esse modelo baseou-se no aumento constante da produção e conseqüentemente do consumo. O novo modelo de desenvolvimento é um compromisso com as novas gerações do nosso planeta. O Desenvolvimento Sustentável busca harmonizar o atendimento das necessidades sociais e econômicas do ser humano com a preservação do Meio Ambiente assegurando a sustentabilidade da vida na terra. No modelo econômico anterior o homem estabeleceu uma relação predatória com a natureza através do uso crescente dos recursos naturais sem levar em conta a capacidade de reposição da natureza.

No modelo proposto busca-se harmonizar as necessidades do ser humano com a preservação ambiental utilizando-se de uma forma mais responsável os recursos naturais. Os recursos energéticos tais como biomassa, combustíveis fósseis, energia elétrica que movimentam as nossas indústrias passaram a ter um novo enfoque buscando a sua otimização. A simples aplicação dos conhecimentos técnicos para a economia de insumos energéticos é insuficiente. É preciso que esses conhecimentos sejam divulgados pelas pessoas responsáveis por esses setores e que todos os envolvidos como operadores de caldeiras mecânicos de manutenção, operadores de máquinas, enfim, toda a empresa seja treinada para se obter a efetiva economia destes recursos.

Este é o objetivo deste manual, divulgar esses conhecimentos que podem ser aplicados nas empresas. Sua aplicação traz como benefício redução no consumo de energéticos, contribuindo na diminuição do custo de fabricação.

2. ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica é a força propulsora dos equipamentos industriais e é transformada em outras formas de energia tais como:

- Energia mecânica: para acionar motores;
- Energia térmica: para energizar fornos elétricos;
- Energia eletroquímica: para tratamento superficial de metais, galvanização, oxidação, pinturas eletrostáticas;
- Energia luminosa: iluminação lâmpadas incandescentes, vapor de sódio, etc.

Normalmente as empresas usam um pouco de todas formas de energia acima descritas. Usam motores elétricos para acionarem, máquinas as mais diversas. Em injetoras usam resistências elétricas que através do efeito joule aquecem e modificam o estado dos mais diversos materiais. Os metais podem ser fundidos, isto é, aquecidos, fluidificados e vazados em moldes. Muitas empresas utilizam energia elétrica para recobrirem objetos das mais diversas formas, através de pinturas eletrostáticas.

E em todas as instalações se faz uso de fonte de luz que associados a aparelhos de iluminação distribuem o fluxo luminoso em função do tipo de ambiente a iluminar. Dependendo do tipo de empresa haverá maior predominância de uma forma de energia. Exemplificando uma fundição que tenha fornos elétricos a indução terá predominantemente a energia elétrica sendo transformada em térmica.

A matéria prima componente de um produto é quantificada por seu peso, por número de peças, por litros, etc. a energia elétrica é avaliada através de seus parâmetros elétricos. Define-se parâmetros elétricos como números indicadores que expressam como esta sendo utilizada a energia elétrica. Estes números podem ser primitivos, isto é, por si só são auto explicativos e números que estão relacionados com outras variáveis e que devem ser calculados, a partir de algumas fórmulas.

Os parâmetros elétricos mais indicativos são:

- Consumo ativo kWh
- Demanda kW
- Fator de Carga
- Fator de Potência
- Consumo específico
- Preço médio

Vamos passar a analisar cada um destes indicadores, entender sua terminologia e como interpretar seus valores.

2.1. Consumo Ativo kWh

É a quantidade de energia elétrica ativa, expressa em kWh, utilizada durante um período de 30 dias ou 730 horas mês.

A energia ativa está intimamente relacionada com a potência utilizada ao longo do período de 730 horas mês. Quanto maior o número de máquinas utilizadas, lâmpadas ligadas, aparelhos de ar condicionados ligados, computadores, etc., maior será a quantidade de energia consumida.

Outra forma de aumentar o consumo ativo (kWh) se dá quando aumentamos o número de horas trabalhadas, fazendo serão após o término do período normal de trabalho, as máquinas permanecerem mais tempo ligadas conseqüentemente consomem mais.

2.2. Demanda kW

A demanda é uma medida de potência elétrica e é expressa em (kW).

Este parâmetro indica a soma da potência dos vários aparelhos elétricos utilizados em um intervalo de tempo (15 minutos). O aparelho medidor faz uma varredura a cada 15 minutos e pesquisa com qual potência sua empresa está trabalhando.

Em 730 horas que corresponde a um mês o aparelho medidor faz 2900 leituras de demanda. Mas qual valor de demanda será considerado, um vez que verificamos 2.900 valores de demanda?

A legislação vigente estabelece que será considerado para efeito de faturamento o maior valor dentre:

- Demanda registrada e demanda verificada por medição.
- Demanda contratada fixada em contrato de fornecimento com a concessionária
- 85% da maior demanda verificada em qualquer dos 11 meses anteriores.

Como podemos saber se a nossa empresa fez um bom contrato de demanda?

Avaliando se o valor da demanda faturada pela concessionária for igual a demanda registrada pois estaremos pagando por aquilo que realmente consumimos.

2.3. Fator de Carga

O fator de carga é um parâmetro elétrico que expressa o grau de utilização da demanda máxima de potência. Este indicador varia de Zero (0) a um (1); próximo de um indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo.

Um fator de carga baixo indica que houve concentração no consumo de energia elétrica em um período curto de tempo, isto é, se sua empresa liga quase todas as máquinas, luminárias e demais aparelhos por um pequeno intervalo de tempo o fator de carga será baixo. O ideal é trabalhar com a menor demanda (kW) no maior intervalo de tempo.

Qual é a importância do fator de carga? Quanto mais alto for o fator de carga menor será o valor monetário da conta. O custo da energia elétrica decresce exponencialmente em relação ao crescimento do FC.

Algumas concessionárias estão enviando na fatura o valor do fator de carga. Caso a sua concessionária não o envie.

2.3.1. Cálculo do fator de carga

2.3.1.1. PARA TARIFA CONVENCIONAL

$$F_c = \frac{\text{Consumo mensal (kwh)}}{730 \text{ h} \times \text{Demanda (kW)}}$$

2.3.1.2. PARA TARIFA HOROSAZONAL AZUL

$$F_{c_p} = \frac{\text{Consumo ponta}}{D_p \times 66}$$

2.3.1.3. HOROSAZONAL VERDE

$$F_{c_{FP}} = \frac{\text{Consumo FP}}{D_{FP} \times 664}$$

2.3.2. Como aumentar o Fator de Carga?

- Reduzindo a demanda, limitando-se a um mínimo necessário.

- Aumentando o consumo mensal de kwh, aumentando o número de horas trabalhadas, remanejando cargas ao longo do período.

2.3.3. O que é o Fator de Potência?

As lâmpadas incandescentes conseguem transformar toda a energia, elétrica em energia luminosa e térmica. Outros aparelhos transformam somente parte desta energia elétrica fornecida, são os motores elétricos, as lâmpadas fluorescentes, os fornos elétricos a indução. Como nas fabricas temos motores, lâmpadas fluorescentes, etc., podemos considerar a fabrica como um aparelho elétrico que transforma apenas parte da energia elétrica consumida.

FATOR DE POTÊNCIA, é um numero que indica o quanto de energia elétrica é transformada em outras formas de energia.

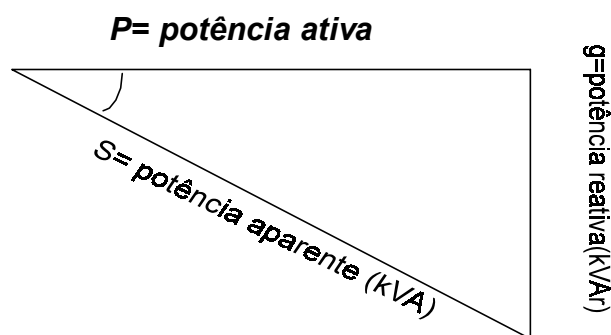
A energia elétrica consumida por uma instalação pode ser dividida em duas formas:

ENERGIA ATIVA: é uma parcela de energia transformada em energia térmica, luminosa, etc.

ENERGIA REATIVA: é a outra parcela não transformada. Os motores precisam parte dessa energia reativa para poder funcionar. Esta energia reativa é transformada em corrente de magnetização existente nos motores elétricos e transformadores.

A energia ativa e a energia reativa juntas constituem a energia aparente, que é a energia total transmitida à carga.

Podemos utilizar o triângulo das potências para demonstrar graficamente estas relações.



$$Fp = \frac{kW}{kVA} = \cos\Phi = \cos(\arctg \frac{kVAR}{kW})$$

O Fator de Potência indica quanto da potência total fornecida (kVA) é utilizada como potência ativa (kW), é um numero, que mostra o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos.

2.3.4. Vantagens da Correção do Fator de Potência

2.3.4.1. VANTAGENS ECONÔMICAS

Quando o Fator de Potência indutivo médio das instalações consideradas for menor que 92% a concessionária aplica uma multa. A primeira vantagem na correção do Fator de Potência é a redução no valor das contas de energia elétrica.

2.3.4.2. LIBERAÇÃO DE CAPACIDADE ELÉTRICA, NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

Em alguns casos, após melhorarmos o Fator de Potência, poderemos adicionar novas cargas (motores, lâmpadas, etc.) sem sobrecarregarmos transformadores e instalações.

2.3.4.3. ELEVACÃO DO NÍVEL DE TENSÃO

Quando temos baixa tensão ocasionada por baixo Fator de Potência temos como consequência redução de potência nos motores. Menor nível de iluminação na iluminação e maior aquecimento nos motores condutores, etc.

Podemos ao corrigir o Fator de Potência, elevar a tensão de 4 à 5% o que ocasiona melhora de eficiência no sistema elétrico.

2.3.4.4. REDUÇÃO NAS PERDAS DE ENERGIA

Os condutores elétricos (fios/cabos) evoluíram ao longo do tempo, permitindo uma melhora na qualidade do material isolante o que permite ao condutor trabalhar com temperaturas maiores permitindo uma densidade de carga mais elevado no condutor. Quanto maiores forem as correntes transportadas maiores serão as perdas ocasionadas pelo efeito joule.

2.3.5. Quais são as causas mais comuns do baixo Fator de Potência?

- Motores operando em vazio, isto é, máquinas que ficam ligadas mas não estão trabalhando.
- Motores e transformadores super-dimensionado. Transformadores de muita potência para atender pequenas cargas.
- Grande quantidade de motores de pequena potência.
- Lâmpadas de descarga fluorescentes, vapor de mercúrio, vapor de sódio sem reatores de alto Fator de Potência.
- Excesso de energia capacitiva, isto é, quando para corrigir o fator de potência é colocado excesso de capacitores na rede elétrica.

2.3.6. Como Corrigir o Fator de Potência?

Devemos inicialmente analisar quais são as causas de um baixo Fator de Potência e eliminá-las.

A eliminação se dá pelo desligamento de motores em vazio, calculando motores super-dimensionados e redistribuí-los com ajuste de suas cargas, etc.

Outra forma é fazer uso de capacitores. Capacitores são equipamentos destinados a suprirem a energia reativa, consequentemente liberando parte da capacidade da unidade consumidora.

2.3.7. Nova Abordagem do Fator de Potência

O Decreto n.º 479 de 20/03/92 ressaltou a obrigatoriedade de manter o valor do Fator de Potência o mais próximo possível da unidade (1,00).

O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica DNAEE estabelece:

- Aumento do limite mínimo do valor do Fator de Potência de 0,85 para 0,92 tanto indutivo como capacitivo.
- Faturamento de energia reativa capacitiva excedente.
- Redução do período de avaliação do Fator de Potência de mensal para horário, a partir de 1996. A energia reativa capacitiva será medida da (0) zero hora às 6h. A medição da energia reativa indutiva será no intervalo de 6h às 24h.

O ajuste por baixo Fator de Potência que aparecia nas contas de energia elétrica foi substituído pelo faturamento do excedente reativo.

Nas contas Convencionais aparece como consumo Reativo Excedente e Demanda Reativa Excedente. (Somente valores monetários).

Nas contas Horosazonais Verde e Azul aparece como valores de FER na Ponta (P) e Fora de Ponta (FP) que significa faturamento do consumo de Reativo Excedente e valores de FDR na Ponta(P) e Fora de Ponta (FP) que significa faturamento da Demanda de Reativo Excedente.

O faturamento do excedente de reativo são aplicados aos faturamentos correspondentes às leituras efetuadas a partir do mês de Abril de 1994.

O Fator de Potência horário é aplicado aos consumidores com medição feita através de registradores digitais, a partir das leituras efetuadas no mês de abril de 1996.

2.4. Consumo Específico

Para produção dos seus produtos as empresas necessitam de energia elétrica para iluminar o prédio, para acionar as máquinas, para esquentar os fornos, etc. Igualmente, precisam da matéria-prima e dos funcionários que a transformam em produto final. Todos têm o maior interesse em economizar ao máximo a matéria-prima, isto é, se a empresa for uma confecção procurará economizar no corte do tecido, no uso de linha, botões etc. Se a empresa for uma confeitaria procurará racionalizar ao máximo o uso da farinha, açúcar, fermento, etc.

Se for uma fundição com forno elétrico, a indução, a resistência etc, procurará fundir o metal com as menores perdas. Constatamos que a energia elétrica também pode ser considerada como matéria-prima apesar de acionar máquinas, iluminar prédios ou aquecer fornos.

Por exemplo um forno elétrico a indução para fundir uma (1) tonelada de Fe fundido cinzento a temperatura de 1536° necessitará de 516 kWh. Um curtume para produzir um (1) m² (metro quadrado de couro) necessitará de 2,73 kWh.

Uma fábrica de calçado, para produzir um par de calçado necessitará de aproximadamente 1,02 kWh/par.

Estes números são médias indicativas e foram obtidas da seguinte forma:

$$\text{Consumo específico} = \frac{\text{Consumo ativo do mês (kWh)}}{\text{Produção física mês correspondente (Unit.)}}$$

A PRODUÇÃO FÍSICA DO MÊS CORRESPONDENTE DEVE SER ASSIM:

Consumo ativo de mês de analisado em (kWh) relacionado com a produção física do mesmo mês..

Esta produção física poderá ser medida em unidades de peças fabricadas em kg, em toneladas, em metro quadrado, em litros, etc.

Este consumo específico servirá como um indicador, um parâmetro de consumo.

Podemos estender o conceito de que a fábrica funciona como um aparelho elétrico que consome energia para produzir determinados produtos.

Este consumo específico medirá o consumo total da fábrica (aparelho elétrico) em relação a quantidade de produtos fabricados, kWh/produção física.

Se a empresa em que estivermos trabalhando for uma empresa comercial podemos procurar outro tipo de indicador. Por exemplo kWh/ N° de pessoas atendidas ou ainda kWh/ m² de área construída.

Se a empresa em questão for uma prestadora de serviços podemos buscar outro indicador como por exemplo kWh/toneladas de aço soldado etc.

2.5. Preço Médio do kWh Consumido.

Representa o custo da energia elétrica descontado o imposto, pago pelo consumidor para cada kWh consumido.

2.5.1. Tarifa Convencional

$$Pm = \frac{TD}{FC \times 730} + TC$$

Onde:

Pm = Preço Médio do kWh consumido;

TD = Tarifa da Demanda (R\$/kW);

TC = Tarifa de Consumo de energia elétrica (R\$/kWh);
FC = Fator de Carga.

2.5.2. Tarifação Horosazonal

A portaria DNAE nº 033 de 11/02/88 estabelecem duas modalidades tarifárias:

- Tarifa Verde
- Tarifa Azul

TARIFA VERDE

A maneira de calcularmos o preço médio se dá da seguinte forma:

$$P_m = \frac{TD}{FC \times 730} + \frac{CP}{CT} (TC_p - TC_{FP}) + TC_{FP}$$

onde:

P_m= preço médio (R\$/kWh)

CP= Consumo de ponta (kWh)

CT= Consumo total (kWh)

FC= Fator de Carga

TD= Tarifa da demanda (R\$/kW)

TC_p= Tarifa de consumo na ponta (R\$/kWh)

TC_{FP}= Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/kWh).

Quando a empresa gerar sua própria energia elétrica através de gerador, ou desligar suas cargas no horário de ponta e não tiver consumo neste horário devemos calcular o Preço Médio da seguinte forma:

$$P_m = \frac{TD}{FC \times 664} + TC_{FP}$$

onde:

P_m= preço médio (R\$/kWh)

FC= Fator de Carga

TD= Tarifa da demanda (R\$/kW)

TC_{FP}= Tarifa de consumo fora de ponta (R\$/kWh).

TARIFA AZUL

A fórmula para calcularmos o preço médio nesta modalidade é:

$$P_m = \frac{CP}{CT} \left(\frac{TD_p}{FC_p \times 66} + TC_p \right) + \left(\frac{TD_{fp}}{FC_{fp} \times 64} + TC_{fp} \right) \left(1 - \frac{CP}{CT} \right)$$

Neste trabalho nós calculamos um preço médio para o consumo na ponta e outro preço médio para o consumo fora de ponta.

O preço médio na ponta calcula-se da seguinte forma:

$$PM = \frac{TD_p}{FC_p \times 66} + TC_p$$

O preço médio fora de ponta calcula-se da seguinte forma:

$$PM = \frac{TDfp}{FCfp \times 664} + TCfp$$

2.6. Tipos de Tarifações

Atualmente as concessionárias oferecem três tipos de modalidades tarifárias à empresa

2.6.1. Tarifação Convencional

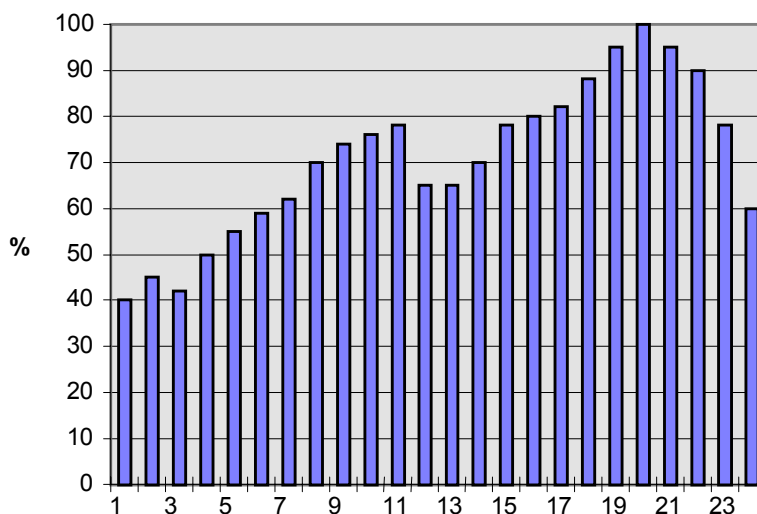
As tarifas elétricas em vigor são denominadas tarifas binômias tendo duas componentes básicas na definição do seu preço.

- uma componente relativa a Demanda e é expressa em (kW).
- uma componente relativa ao consumo de energia ativa expressa em kWh.

Com este tipo de tarifação não existe diferença de preço ao longo das horas do dia e nem leva em consideração os períodos do ano. Esta tarifação é denominada de Tarifação Convencional. Até 1981 era o único tipo de tarifa existente

2.6.2. Tarifações Horosazonais

Vamos analisar este gráfico que expressa como é utilizada a energia elétrica de uma cidade, região, etc ao longo do dia. Este gráfico é denominado de curva de carga.



Observamos que no horário das 17h. as 22 horas, existe um aumento do uso de eletricidade e este aumento se dá devido a diversos fatores.

Neste horário, entra a iluminação pública. Através de chuveiros elétricos que neste intervalo de tempo estão ligados e exercem forte influencia na curva de carga. Outro componente que contribui para este aumento são as cargas industriais, isto é, empresas que neste período permanecem trabalhando. O comércio contribui através da iluminação de vitrines, os shopping centers que normalmente encerram suas atividades entre 21 horas e 22 horas. É justamente neste intervalo que o sistema elétrico tem o seu maior carregamento variando um pouco de região para região.

Este horário de maior carregamento elétrico da concessionária é denominado horário de ponta.

O mercado elétrico além do componente de carga ao longo do dia, varia também em função da disponibilidade média de água nos mananciais.

Em função da disponibilidade hídrica foram classificados duas (2) épocas do ano:

PERÍODO SECO:

Compreendido nos meses de Maio à Novembro e que corresponde ao período em que a disponibilidade de água nos mananciais é mínima.

PERÍODO ÚMIDO:

Compreendido nos meses de Dezembro de um ano até abril do ano seguinte, período de maior precipitação pluviométrica.

No horário de ponta cada novo consumidor a ser atendido custará mais a concessionária uma vez que para atendê-lo haverá necessidade de ampliação do sistema.

O fornecimento de energia no período seco leva a necessidade de se construir grandes reservatórios para estocagem de água e eventualmente operar com usinas térmicas alimentadas por combustíveis derivados do petróleo, o que implica em aumento de custos para a concessionária.

Devido a estas características do comportamento da carga ao longo do dia e ao longo do ano foi concebida uma estrutura tarifária denominada Horosazonal. Esta tarifação Horosazonal aplica preços diferenciados a energia elétrica de acordo com o horário do dia (horários de ponta e fora de ponta) e período do ano (seco e úmido).

Planilha para análise de contas de energia elétrica

EMPRESA:											ANO:		FEITO POR:						
Mês	KWh		kWh acumulado	R\$ (1,00)	R\$ acumulado	Demanda		COSF		FC	Valor		Produção o mês	Custo unitário				Preço médio R\$	
						kW	R\$ (1,00)				Consumo R\$	ICMS R\$		KWh R\$	kW	Soma R\$	Consumo específico		
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					
SOMA	P					P			P		P			P					
	FP					FP			FP		FP			FP					

3. TERMOTÉCNICA

3.1. Geradores de Vapor/Caldeiras

Nos diversos processos industriais, algumas vezes se torna necessário aquecermos os materiais participantes do processo. Podemos citar como exemplo; o aquecimento da água nos processos de curtimento de peles e couros; a necessidade de cozer determinados alimentos; a lavagem de roupas com água quente nas lavanderias.

Na maior parte das vezes fazemos uso do vapor como fluido térmico. Isto se justifica em primeiro lugar, porque sua produção comparada a outros processos é econômica.

Em segundo lugar, o vapor é oriundo da transformação da água em estado líquido através do fornecimento de calor em um gerador de vapor. A água normalmente é abundante.

Em terceiro lugar o vapor pode transportar uma grande quantidade de calor em sua massa. O vapor é produzido em máquinas térmicas chamadas caldeiras.

Define-se como caldeira um recipiente fechado destinado a produzir vapor de água a pressão superior a atmosférica a partir do calor gerado pela combustão de algum tipo de combustível.

As caldeiras são constituídas por:

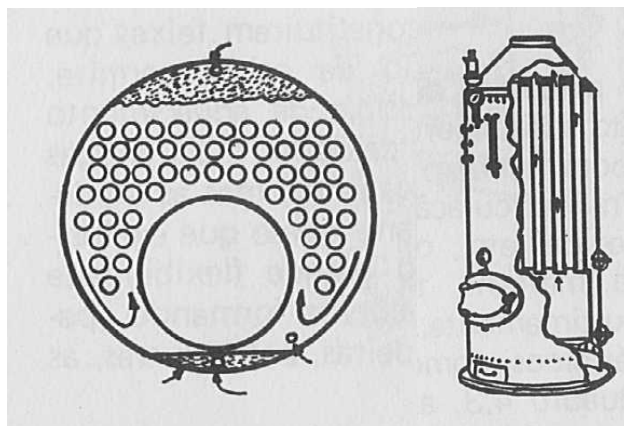
- Fornalhas: local onde se processa a combustão;
- Caldeira propriamente dita: recipiente ou recipientes fechados e expostos a ação de chamas ou gases quentes;
- Instrumentos e equipamentos para operação e controle;
- Condutor de fumos: conduzem gases aquecidos desde a fornalha até a chaminé;
- Equipamentos de segurança.

3.1.1. Tipos de Caldeiras

Vamos classificar dois tipos de caldeiras em função da posição dos gases quentes e da água.

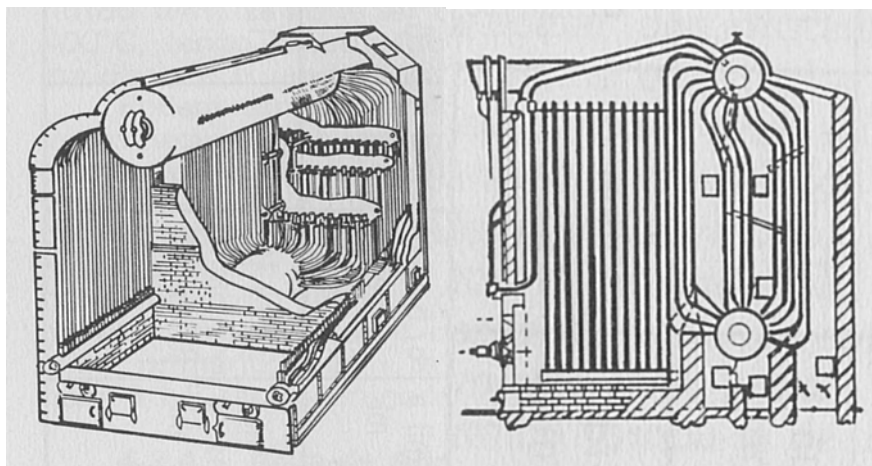
3.1.1.1. CALDEIRAS FUMOTUBULARES

Os gases quentes provenientes da combustão, fluem através dos tubos, vaporizando a água contida no corpo da caldeira. Essas caldeiras são constituídas de um corpo cilíndrico tubular fechados nos extremos por placas planas chamadas espelhos, nas quais estão fixados os tubos em cujo interior fluem os gases quentes. A água permanece no interior da caldeira molhando a superfície externa dos tubos.



3.1.1.2. CALDEIRA AQUO-TUBULAR OU ÁGUA-TUBULAR:

Caracteriza-se pela circulação da água pelo interior de tubos e tubulações, Já os gases quentes, provenientes da combustão cercam os tubos.



3.2. Combustíveis

Combustíveis são toda substância natural ou artificial, no estado sólido, líquido ou gasoso, capaz de reagir com o oxigênio do ar, mediante escorvamento liberando calor e luz.

COMBUSTÍVEIS SÓLIDOS

- Lenha, carvão vegetal, carvão mineral.

COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS

- Os mais usados atualmente são os produtos provenientes do petróleo, óleo diesel, óleo A1.

COMBUSTÍVEIS GASOSOS

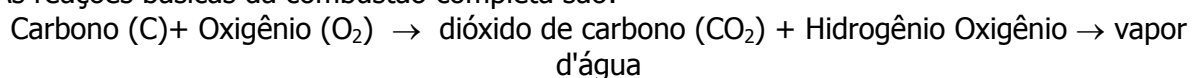
- Gás Natural

3.2.1. Combustão - Elementos Básicos

Os elementos básicos da combustão são:

- combustível (carbono + hidrogênio) e
- comburente (no caso mais comum o ar).

As reações básicas da combustão completa são:



O processo da combustão é uma reação química complexa entre duas ou mais substâncias. Como o processo é exotérmico, durante a reação das substâncias há liberação de calor.

3.2.2. Combustão Completa e Incompleta

Uma combustão é dita completa quando quantitativamente, o combustível é totalmente queimado. Já na combustão, incompleta a queima é parcial. Como a combustão é uma oxidação, o oxigênio é um dos principais elementos que participam do processo da combustão. Esse oxigênio normalmente é retirado do ar atmosférico.

Quanto a quantidade de ar disponível, a combustão pode se desenvolver sob três formas distintas.

- Combustão estequiométrica: é aquela que se processa com o volume de ar teórico;
- Combustão com falta de ar: é aquela em que o volume de ar é menor que a teórico;
- Combustão com excesso de ar: é aquela em que o volume de ar é maior que o teórico. Este é o tipo de combustão que se verifica na prática.

3.2.3. Condições Ótimas

As condições ideais de combustão não podem ser integralmente atingidas devido às limitações práticas da maioria dos equipamentos de queima. A quantidade de excesso de ar requerido pode variar de 10% a 50%, dependendo do combustível e do tipo de equipamento utilizados. Podemos medir o volume de excesso de ar presente na combustão (medir os teores de CO₂ e O₂) com um analisador de gases chamado de ORSAT.

Vamos analisar dois combustíveis mais utilizados na nossa região, lenha e óleo Al.

3.2.4. Lenha

A lenha é um combustível cada vez mais escasso devido à devastação das matas. É composta principalmente de celulose, lignina, resinas, água e cinzas. Conforme análise química temos:

Componente	%
Carbono (C)	47,5
Nitrogênio (N ₂)	1,0
Hidrogênio (H ₂)	6,0
Oxigênio (O ₂)	44,0
Cinzas	1,5

A combustão da lenha caracteriza-se por apresentar uma chama longa. Por isso requer uma fornalha com grandes dimensões. A fornalha é constituída de material refratário tijolos e cimento. Na queima de combustíveis sólidos há formação de cinzas. Para queimá-los precisamos de grelhas com frestas para a entrada de ar e retirada de cinzas.

A umidade contida na lenha é geralmente elevada variando de 20% em lenhas secadas ao ar até 40% em lenhas estocadas ao tempo).

PODER CALORÍFICO

Define-se o poder calorífico como energia térmica total disponível no combustível medido em Kcal/Kg. Este poder calorífico total é também chamado de poder calorífico superior. Há, porém, outro poder calorífico: o inferior.

O poder calorífico inferior é uma base mais realística para a comparação entre combustíveis. Os poderes caloríficos que são descritos em tabelas oficiais são os superiores.

O poder calorífico inferior (PCI) decorre do fato de o hidrogênio contido no combustível formar vapor d'água ao queimar-se, diminuindo a energia térmica disponível.

O poder calorífico das lenhas brasileiras varia conforme tabela abaixo:

Tipo de lenha (umidade 25%)	PCI (Kcal/Kg)
Cabriuva	4.115
Canelinha	4.010
Cedro	3.990
Eucalipto	3.840
Ipê	4.020
Peroba	4.020
Acácia	3.500
Pinho	3.300

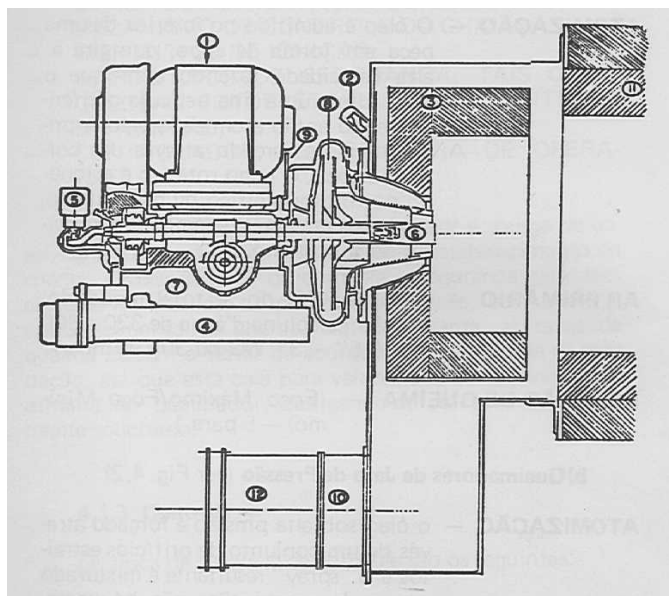
3.2.5. Combustíveis Líquidos

A composição do óleo combustível é bastante complexa. Óleos combustíveis são produtos refinados e suas propriedades podem ser consideradas como invariáveis no que se refere a sua aplicação. Apresentam derivados contendo enxofre, nitrogênio e oxigênio e quantidades muito pequenas de alguns metais como: vanádio, níquel, sódio, ferro. Atualmente são produzidos no Brasil os seguintes tipos.

Classificação	Características	Densidade	% enxofre em peso (máximo)	Poder calorífico
Tipo A	B.P.F	0,985	5,0	9.920
Tipo B	A.P.F	0,943	5,0	-----
Tipo C	(O C4)	0,880	-----	10.800
Tipo D	B.T.E	0,928	1,0	10.440
Tipo E		1,004	5,5	9.900
Tipo F		1,006	1,0	10.400

Para ser queimado nas caldeiras, o combustível líquido deve ser desagregado em pequenas partículas, visando facilitar o processo de queima. O óleo é pulverizado através de queimadores. O tipo mais comum e mais usado é o queimador tipo copo rotativo.

QUEIMADOR TIPO COPO ROTATIVO



O óleo flui no interior de uma peça em forma de copo que gira a alta velocidade, fazendo com que o óleo forme uma fina película periférica, sendo então atomizado pelo ar primário que é forçado através das bordas do copo. O acionamento do copo ocorre por meio de um motor elétrico.

Para a queima completa do óleo combustível são necessários:

- Nebulização perfeita do óleo.
- Temperatura adequada de pré aquecimento do óleo;
- Mistura íntima entre ar e óleo;

- Volume da câmara de combustão suficiente para a queima completa do óleo combustível.

Se o volume for insuficiente haverá uma combustão incompleta; se o volume for demasiado, haverá excesso de ar que será aquecido e sairá com os gases da combustão sem tomar parte do processo. No caso do óleo combustível, a insuficiência de ar é detectada pela existência de fumaça preta. O excesso de ar, às vezes, apresenta fumaça branca, mas pode não apresentar indício algum, levando-nos a concluir que a combustão é perfeita. Verificar sempre a temperatura de saída dos gases na chaminé da caldeira nos dará um bom indicativo de como esta se comportando a queima na caldeira.

3.2.6. Gás Natural

Matriz energética usada no mundo inteiro há muito tempo, o gás natural representa hoje 23% do consumo mundial de energia. No Brasil esta percentagem é de apenas 2% e em 2010 deverá chegar em um percentual de 12%

3.2.6.1. CARACTERÍSTICAS DO GÁS NATURAL

É um combustível gasoso disponível na natureza. É encontrado no subsolo em rochas porosas ou junto ao petróleo. Para que inflame é preciso que seja submetido a uma temperatura superior a 620° C.

É um combustível que apresenta baixos teores de contaminantes como nitrogênio, dióxido de carbono e compostos de enxofre.

3.2.6.2. APLICAÇÕES DO GÁS

- Residencial e comercial;
- Cozimento;
- Aquecimento de água;
- Calefação (conforto térmico);
- Industrial;
 - Combustível para fornecimento de calor (geração de eletricidade e de força motriz),
 - Matéria Prima nos setores químicos petroquímicos e de fertilizantes,
 - Redutor siderúrgico na fabricação de aço.
- Automotivo - combustível para veículos leves e pesados.

3.2.6.3. VANTAGENS DO GÁS

- Constitui uma alternativa importante para a diversificação da matriz energética no próximo século.
- Suas reservas são amplas e crescentes, dispersas em todo mundo.
- preço é competitivo em relação aos combustíveis convencionais.
- Por ser mais leve que o ar proporciona mais segurança.
- A combustão é limpa com reduzida emissão de poluentes.
- Possui melhor rendimento energético.
- Não necessita armazenamento por parte do consumidor.
- Possibilita redução do uso de transporte rodo-ferro-hidroviário.
- Diminui os custos de manutenção na indústria.

3.2.6.4. GANHOS AMBIENTAIS

O gás natural é um dos energéticos disponíveis atualmente, com mais baixo índice de emissão de poluentes.

O gás é constituído na maior parte de metano CH₄. Os produtos resultantes da combustão são inodoros, isentos de óxido de enxofre e partículas de fuligem. Não há fumaça na queima do gás.

A queima deste combustível agride menos o meio ambiente pois sua combustão é uniforme e apresenta um baixo índice de emissão de poluentes. Isto proporciona economia na manutenção dos equipamentos.

Na substituição da lenha o gás apresenta a vantagem de reduzir o desmatamento e não gerar cinzas.

Ao substituir óleo diesel, A1, ele apresenta vantagem de diminuir drasticamente a emissão de composto de enxofre.

RESERVAS DE GÁS NO MUNDO

País/Região	trilhões m ³
Ex-URSS	56,7
Oriente médio	49,5
África	10,2
Ásia e Oceania	10,2
América do Norte	8,4
América Latina	6,2
Europa	5,2

São 146,4 trilhões de m³ de gás natural disponíveis no mundo. O Brasil possui 0,2% das reservas mundiais.

3.2.7. Distribuição de Vapor

O sistema de distribuição tem o objetivo de levar o vapor aos pontos consumidores, por isso devemos observar alguns itens:

- Lay Out racional, isto é, o mais curto possível entre gerador e consumidor;
- Qualidade de vapor requerido;
- Aproveitamento do condensado;
- Isolamento térmico das redes de vapor;
- Especificação/dimensionamento correto dos acessórios para canalização.

3.2.7.1. ISOLAMENTO TÉRMICO DAS REDES DE VAPOR

O isolamento térmico tem por finalidade reduzir as trocas de calor entre o tubo e o meio ambiente. Esse isolamento térmico é um fator de economia de combustível bastante relevante, pois a falta de isolamento irá ocasionar perda de calor formando condensado ao longo da tubulação, o que ocasionará igualmente baixa qualidade de vapor.

4. Ar Comprimido

O ar comprimido é provavelmente uma das mais antigas formas de energia que o homem conhece e faz uso. Isto se deve a fatores tais como:

- Volume: O ar existe em volume ilimitado na natureza;
- Armazenamento: O ar pode ser armazenado em reservatórios;
- Transporte: O ar comprimido pode ser facilmente transportado de um ponto para outro nas instalações industriais;
- Segurança: Não existe perigo de explosões ou incêndios, podendo ser eliminados sistemas de custos de proteção;
- Limpeza: O ar comprimido é limpo e pode ser usado em indústrias curtidoras, têxteis, etc.

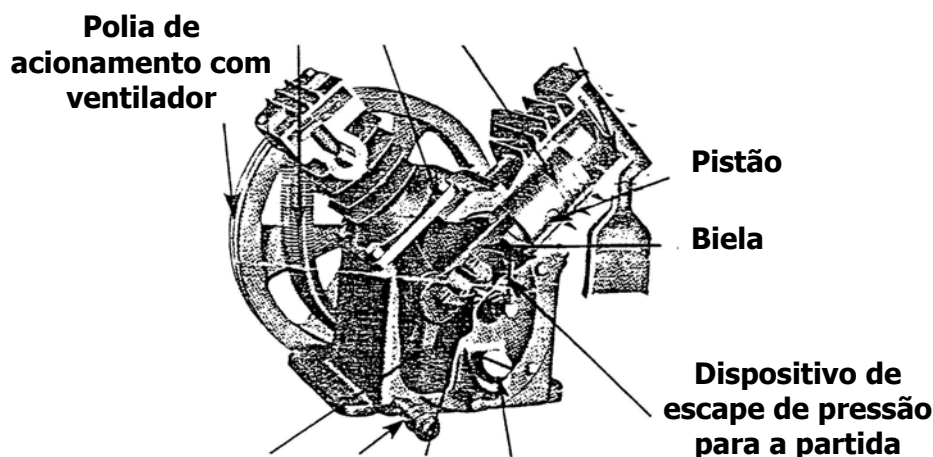
Porém o ar é um energético bastante caro em função das instalações, máquinas e custos de manutenção.

O ar comprimido é obtido por meio de máquinas chamadas de compressores, máquinas destinadas a elevar a energia utilizável dos gases pelo aumento de sua pressão.

Os tipos mais utilizados nas indústrias são os compressores alternativos e os compressores de parafuso. São também chamados de compressores de deslocamento positivo. Os compressores de deslocamento positivo admitem o gás numa câmara de compressão que é isolado do exterior e aumentam a pressão do gás devido a redução do volume da câmara de compressão.

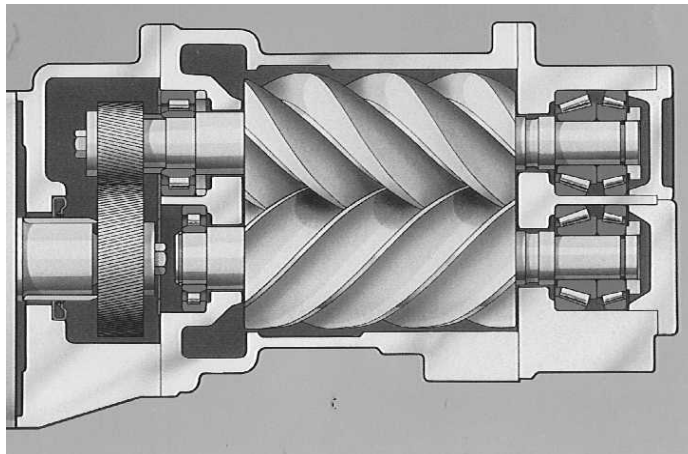
4.1. Compressor Alternativo

Entre os compressores de deslocamento positivo o compressor de pistão ocupa ainda lugar de destaque devido a seu pioneirismo. Esse compressor é constituído de um mecanismo biela manivela, alguns tipos articulados diretamente, outros com cruzetas que permitem a transformação do movimento rotativo da fonte de energia em alternativo do compressor.



4.2. Compressor de Parafuso

O compressor é constituído de dois rotores, um macho com rosca convexa e outra fêmea com depressão côncava. Habitualmente os rotores são sincronizados por meio de engrenagens de sincronização. Existem fabricantes que fazem com que o rotor acione o outro por contato direto.



Vantagens dos compressores de parafusos sobre alternativos:

- Menor espaço requerido para instalação do que para compressores de pistão de igual capacidade;
- Os compressores de parafusos não possuem válvulas o que representa uma vantagem sobre custos e manutenção;
- Descarga de ar praticamente constante e livre de pulsações, o que permite um dimensionamento de reservatório de ar relativamente pequeno.

4.3. Distribuição do Ar Comprimido

Um sistema de distribuição deve ser eficiente e econômico:

- deve apresentar pequena perda de carga, isto é, pequena queda de pressão entre o compressor e o consumidor;
- ar isento de condensado;
- mínimas perdas por vazamento.

A rede deverá preferencialmente ter o formato de anel sempre que possível aérea e deve preencher as seguintes condições:

- Pressão de ar satisfatório para consumidores;
- Capacidade e qualidade de ar adequados;
- Mínimas perdas por vazamentos;
- Lay out bem planejado.

4.4. Vazamento

Os vazamentos são comuns em tubulações conexões, mangueiras, etc., e suas conseqüências são:

- Perda de capacidade de ar (vazão);
- Aumento do consumo de energia.

Um vazamento através de um orifício nas tubulações, mangueiras rompidas., podem ser causa de consumos bastante altos de energia. Para se elevar 1m^3 de ar livre de pressão atmosférica até $7,0\text{ Kg F/cm}^2$ requerer-se o trabalho de compressão de cerca de $0,1\text{ Kwh}$.

Observe este exemplo:

Um compressor de 500 pcm, com vazamento de aproximadamente 20% no setor de distribuição operando 3.600 h/ano.

$$168 \text{ m}^3/\text{h} \times 3.600 \text{ h} = 604.800 \text{ m}^3$$

Consumo adicional de energia = 60.480 Kwh/ano.

4.5. Detecção de Vazamentos de Ar

Quando os vazamentos estiverem localizados próximos aos pontos consumidores de modo que o operador consiga detectar através do ruído, são facilmente localizados. Já quando as instalações forem aéreas e muito altas ou subterrâneas, torna-se mais difícil detectar os pontos vazamentos.

4.5.1. Medição Quantitativa de Vazamentos

- Ter um compressor com capacidade de ar conhecida e em boas condições;
- Os itens consumidores de ar devem estar conectados a rede, mas não em operação;
- A entrada de carga e alívio deve ser feita manualmente;
- Um manômetro de boa qualidade com escala de 0 a 10 kgf/cm², apresentando divisões de 0,1 kgf/cm² deve ser conectado no reservatório de ar ou direto na descarga do compressor, na ausência de reservatório;
- Dois cronômetros;
- Determinar os níveis de pressão de carga e alívio.

Exemplo:

Carga: 6,5 kgf/cm²

Alívio: 7,0 kgf/cm²

Como proceder:

- Colocar o compressor em carga até que a pressão atinja 7kgf/cm². Colocar o sistema em alívio e acionar o cronômetro nº 1 e mantendo-o em funcionamento durante todo o teste;
- Quando a pressão do sistema atingir 6,5 kgf/cm²(perdas), coloque o compressor em carga novamente e acione o cronômetro nº 2. Mantenha o cronômetro ligado somente quando o compressor estiver carregado. Para eficiência total aconselhamos repetir este ciclo de testes no mínimo 5 (cinco) vezes;
- Quando a pressão atingir novamente 7 kgf/cm² no ciclo final (5º), paralise ambos os cronômetros. O cronômetro nº 1 mostra o tempo do ciclo total e o nº 2 o tempo total em carga.

Vazamento = (Q.t)/T(l/Seg)

Q = capacidade do compressor (m³/min)(pcm)(l/seg)

T = tempo total do cronômetro nº 1

t = tempo em carga do cronômetro nº 2

Exemplo:

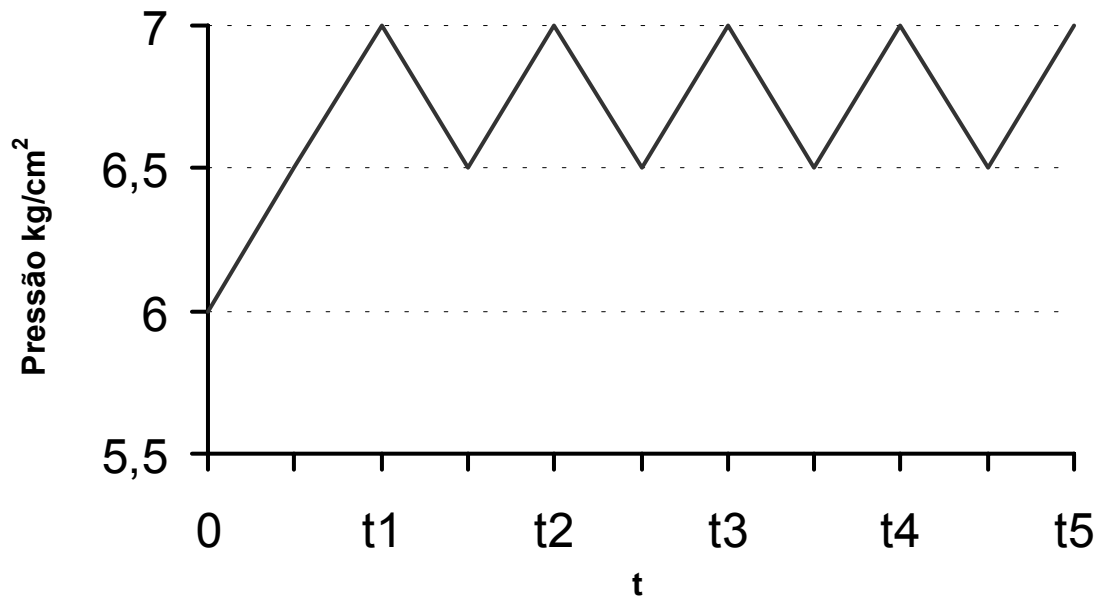
Compressor 500 pcm → 14 m³/min → 233,33 l/seg

T = 600 seg → 10 min (ciclo total)

t = 100 seg → 1,4 min (ciclo parcial)

Q = (233,3x100)/600 = 38,89 l/seg

O sistema apresenta perdas de aproximadamente 17% um sistema de distribuição de ar corretamente equipado e com boa manutenção deve apresentar valores de vazamentos bastante baixos.



5. AUDITORIA ENERGÉTICA

Em algumas empresas, é comum recorrerem a auditorias financeiras para tomada de decisões. Com os custos cada vez maiores das diversas formas de energia utilizadas pelas empresas, se torna necessário fazermos usos de auditorias energéticas para sabermos como estão sendo aplicados os recursos energéticos e como variam seus custos.

Por onde começar?

Primeiramente, devemos estabelecer quem ou que setor terá como responsabilidade fazer esta auditoria energética. Recomendamos estabelecer um grupo de trabalho envolvendo setores de manutenção, produção, engenharia etc.

É interessante que este levantamento seja feito analisando se possível um período de um ano. O levantamento anual se justifica principalmente em empresas com características de sazonalidade.

A obtenção dos dados de consumo energético, é uma das fases mais difíceis, pois poucas são as empresas que mantem registros sobre uso, aquisição, estoque de energéticos.

Recomendamos localizar as 12 ultimas contas de energia elétrica e montar uma planilha de controle. Esta planilha, terá o objetivo de organizar os dados, relacioná-los mês a mês e interpretar seus parâmetros elétricos ao longo do período analisado.

Os parâmetros elétricos que deverão ser analisados são:

- Consumo ativo (kWh)
- Demanda (kW)
- Fator de carga
- Fator de potência
- Consumo específico
- Preço médio

Estes parâmetros, variam conforme o tipo de tarifação contratada. Juntamente com as avaliações anteriores, devemos determinar as cargas que compõem os diversos sistemas de força da empresa, isto é, os motores elétricos envolvidos nos acionamentos suas potências e seus horários de funcionamento.

A iluminação nos diversos setores da empresa é feita com qual tipo de lâmpadas e quais suas potências?

Como são feitos os aquecimentos elétricos? Com fornos de Indução? Com fornos de resistências elétricas? Quais são as potências elétricas envolvidas?

Nas câmaras frias quais são as potências elétricas envolvidas? Como é feita a refrigeração do compressor de frio? Quantas TRs estão envolvidas nas câmaras, bem como, nas torres de refrigeração do compressor de frio?

Após levantarmos estes dados, podemos fazer um gráfico de tortas, colocando as diversas formas de energia utilizadas e quais suas potências e como variam percentualmente.

Com relação aos combustíveis utilizados pela empresa auditada quais são os tipos utilizados? Quais suas quantidades empregadas? Como são estocados? Como são adquiridos? Como varia o consumo de combustíveis ao longo do ano?

Quem são os maiores consumidores de combustíveis? Veículos? Geradores de Vapor?

Com relação aos geradores de vapor devemos pesquisar:

- Tipo de gerador
- Capacidade de produção de vapor
- Pressões de vapor envolvidas
- Pontos consumidores
- Combustível, quantidade ano em toneladas, m³, litros etc.
- Retorno de condensado, quantidade, temperatura, qualidade do retorno
- Tratamento da água utilizada no gerador

– Tratamento do vapor.

Com relação ao transporte do vapor desde a caldeira até os pontos consumidores existe uma tubulação racionalmente planejada? Esta tubulação tem isolamento térmico? Os purgadores são em número suficiente?

Sabemos que o consumo de combustível utilizado nos geradores de vapor sofrem influencia pelo clima (inverno consomem mais). Dispomos desta informação ao longo do ano? Quanto combustível consome no verão? Quanto combustível consome no inverno?

No uso do ar comprimido para movimentar as diversas ferramentas pneumáticas qual o tipo de compressor utilizado? Qual a potência instalada? Qual a pressão de trabalho utilizada? Existe algum tratamento para este ar? Como é refrigerado o compressor? Com relação a rede pneumática existe vazamento de ar? Foi quantificado este vazamento? Em que pontos existe vazamentos?

De posse de todos os dados levantados devemos analisar seu comportamento ao longo do período de um ano. Investigar suas variações.

A partir deste momento, temos informações disponíveis, para traçarmos um Plano de Ações, visando otimizar o uso de recursos energéticos com conseqüente redução de custos. Esse plano de ação deverá ser enriquecido com as sugestões dos diversos setores envolvidos.

Vejamos alguns exemplos:

A auditoria energética constatou multa por baixo fator de potência nas contas de energia elétrica enviadas pela concessionária. No plano de ação, deve constar, investigação das causas do baixo fator de potência e sua correção.

Descobrimos que a empresa tem um plano de manutenção preventivo dos diversos equipamentos existentes, mas este plano não esta sendo operacionalizado ocasionando um aumento no consumo de combustível na caldeira por falta de limpeza dos tubos dificultando as trocas térmicas.

Verificamos que vários motores elétricos estão super dimensionados provocando desperdícios de energia.

Verificamos muitas perdas térmicas nos fornos de tratamento térmico. No plano de ação deve constar providencias para melhorar o rendimento térmico do forno.

A seguir sugerimos um roteiro para fazer esta auditoria energética.

ENERGIA ELÉTRICA

Através das 12 ultimas contas de energia elétrica vamos pesquisar os seguintes parâmetros elétricos:

Tipo de tarifa contratada junto a concessionária

- Consumo ativo
- Consumo reativo
- Demanda média
- Demanda medida
- Demanda faturada
- Demanda máxima
- Fator de carga
- Fator de potência
- Preços unitários
- Preço médio

Após levantar estes dados junto a fatura devemos analisar as condições da empresa verificando o nível de iluminação, tipos de luminárias, tipos de lâmpadas, o aproveitamento da iluminação natural.

Com relação ao conforto térmico devemos pesquisar o sistema de ventilação e ar condicionado buscando fazer uso sempre que possível da ventilação natural.

Com relação ao calor de processo buscar sempre a sua otimização empregando bons meios para evitar perdas térmicas, temperaturas adequadas, pressões necessárias

O mesmo princípio para os sistemas de frio.

Os sistemas de acionamentos normalmente são feitos através de motores elétricos super dimensionados sendo fontes de grandes desperdícios de energia.

Devemos verificar a cabine de transformação com os transformadores verificando o seu grau de utilização, nível de carregamento e perdas.

Verificar se existe algum suprimento de energia por geração própria através de geradores e o seu grau de utilização, estado do equipamento, plano de manutenção.

Verificar sistemas de suprimento de energia através de cabos, bus wai, barramentos, Verificar correntes de fuga, aterramentos.

É importante salientar que estas verificações devem ser feitas por pessoal técnico habilitado, com conhecimento técnico, dentro da boa técnica e com segurança.

CALOR

- Geradores de vapor, tipos condições.
- Qualidade da água de suprimento, tipo de tratamento
- Qualidade do vapor
- Rede, acessórios, revestimento térmico
- Retorno de condensado, quantidade, temperatura, qualidade
- Pontos consumidores
- Tipo de combustível e quantificação.
- Operação/ Operadores

Recomendamos fazer um mapa diário de controle, onde deverá constar os dados referentes as pressões atingidas a cada intervalo de uma hora, o consumo de combustível , a quantidade de água fornecida, a temperatura de saída dos gases da chaminé etc.

Para controlarmos a quantidade de água fornecida a caldeira devemos instalar um hidrômetro na entrada da caldeira.

Esta planilha deverá ser acompanhada diariamente pelo responsável pela operacionalização da caldeira e verificar a quantidade de vapor produzida e o rendimento da caldeira.

SISTEMAS DE FRIO

- Câmaras frias, quantificação das TRs
- Compressores, regulagens de pressões, frio
- Resfriamento do compressor
- Tratamento de água de refrigeração
- Torres de refrigeração de água, quantificação das TRs, quantificação da potência elétrica do motor.

AR COMPRIMIDO

- Compressores tipo
- Potência cv/pcm
- Capacidade de produção de ar
- Regulagem da pressão de trabalho
- Nível de ruído
- Montagem da rede
- Vazamentos, quantificação, identificação de pontos
- Operação.

Estes são alguns dos itens, que obrigatoriamente deveremos acompanhar, nas auditorias energéticas realizadas nas empresas. Recomendamos estabelecer um grupo de pessoas dos

diversos setores da empresa para monitorarem estes dados e manterem reuniões constantes para executarem o Plano de Ação com o objetivo de reduzirem o consumo de energéticos.