

SCE/005

21 a 26 de Outubro de 2001
Campinas - São Paulo - Brasil

STE

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COM A INSTALAÇÃO DE UM CONTROLADOR DE DEMANDA

Ailson Pereira de Moura*
UFC

Severino Roberto Garcia Parente
ESMALTEC Ltda

Adriano Aron Freitas de Moura
UFC

RESUMO

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados alcançados na redução do consumo de energia elétrica e da demanda contratada, do setor de decapagens de peças metálicas da fábrica de fogões da indústria tecnomecânica Esmaltec Ltda. Com a colocação de um controlador de demanda no processo de fabricação de peças, obteve-se uma economia média mensal de energia elétrica, em reais, de dezenove mil e setecentos e sessenta e três reais. Os principais indicadores da eficácia do projeto são: redução percentual do consumo de energia elétrica em dezesseis por cento; tempo de retorno do investimento de onze dias e redução dos custos de operação.

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência Energética, Economia de Energia, Redução de Demanda, Controlador de Demanda, Redução de Consumo.

1.0 INTRODUÇÃO

Os altos custos financeiros envolvidos no processo industrial, devidos aos gastos com energia elétrica, estimulam os programas de redução de consumo desta modalidade de energia e de busca da eficiência energética. Neste contexto a procura de soluções passa por procedimentos que sejam viáveis técnica e economicamente na sua implementação. Isto requer, quase sempre, proposições criativas e inovadoras as quais podem ser particularizadas à determinadas situações. Este artigo apresenta os resultados alcançados na redução do consumo de energia elétrica e da demanda contratada, do setor de decapagens de pe

ças metálicas da fábrica de fogões da indústria tecnomecânica Esmaltec Ltda.. Isto em virtude da alta potência instalada e principalmente devido ao processo utilizado. Para obter os resultados pretendidos foi usado um controlador de demanda.

Nos Estados Unidos e Europa os controladores de demanda são largamente utilizados, tanto na indústria como em qualquer outro estabelecimento, onde a demanda entra na composição do custo da energia elétrica.

No Brasil, em meados de 1980, mais precisamente na feira do Brasil Export 80, foi apresentado oficialmente o primeiro controlador de demanda nacional. Com isto as indústrias nacionais passaram a instalar com mais rapidez controladores de demanda nos seus sistemas elétricos, já que antes do fato mencionado, a falta de informação, o investimento inicial, as taxas de importação e a falta de assistência e garantia técnica dificultava a aquisição do referido equipamento.

Neste trabalho foi usado um controlador de demanda conhecido comercialmente como HW SER 2008, que será descrito nas seções seguintes.

O artigo está constituído dos seguintes itens: no item dois explana-se sobre demanda, fator de carga e estrutura tarifaria. No item três disserta-se, resumidamente, sobre controladores de demanda. A seguir, apresenta-se, também de maneira resumida, o processo industrial no qual fez-se intervenção para redução de consumo e demanda de energia elétrica e descreve-se, detalhadamente, o procedimento de engenharia realizado para obtenção dos resultados alcançados. Finalmente as conclusões e as referências bibliográficas encerram o artigo.

2.0 DEMANDA, FATOR DE CARGA E ESTRUTURA TARIFARIA

(*) Universidade Federal do Ceará – C. Tecnologia -

DEE - Campus do Pici – 60000 - Fortaleza - CE

Demanda é a potência colocada a disposição do consumidor, para produzir a energia solicitada pelas cargas instaladas em seu estabelecimento.

Com o controle da demanda, paga-se muito menos pela energia elétrica. A maior parte dos consumidores se preocupam em reduzir as despesas com energia elétrica, consumindo menos kWh, ou seja, gastando menos energia em suas instalações. Realmente isto traz algum benefício, mas está longe e bem longe de resolver o problema, pois o que pesa na conta de energia elétrica é a demanda (KW) e não o consumo de energia (kWh) (1).

O fator de carga expressa a relação entre a demanda média utilizada por um consumidor em um determinado período, e a demanda máxima ocorrida neste período.

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Demanda - média}}{\text{Demanda - máxima}}$$

Em outras palavras, representa, em valor percentual, a energia elétrica efetivamente consumida em um determinado período e a que poderia ter sido consumida se a demanda máxima permanecesse constante. Logo, o fator de carga é um índice que mostra como está sendo utilizada a energia elétrica.

O fator de carga só tem significado quando é expresso juntamente com o intervalo de tempo em que foi tomado. Geralmente, é usado o fator de carga mensal. Assim, a demanda máxima de potência é a maior demanda ocorrida no mês considerado, e o intervalo de tempo considerado é o mês médio, isto é, 730 horas.

$$\text{Fator de carga} = \frac{\text{Consumo(kWh)}}{\text{Demanda(kW)} \times 730}$$

Quanto mais elevado for este fator, menor o preço médio pago pelos quilowatts-horas consumidos. A elevação do fator de carga liberará ainda o sistema da empresa concessionária de energia elétrica, melhorando as suas condições de atendimento aos consumidores.

Logo, é importante, tanto para o consumidor como para o produtor, diminuindo custos e investimentos, pois, nas horas de ponta, cada nova solicitação de potência acarreta um aumento dos meios de geração, transmissão e distribuição, bem como aumento das perdas.

Ao contrário, durante as horas de baixo consumo, fica disponível, sem utilização, uma considerável parcela de potência instalada da empresa de energia elétrica. Consequentemente, a empresa de energia elétrica é obrigada a instalar equipamentos somente para atender solicitações de potência nas horas de ponta, ficando este equipamento com pouca ou nenhuma utilização nos períodos de baixo consumo.

Uma melhoria do fator de carga irá representar para a indústria um menor preço da energia consumida.

A melhoria, isto é, o aumento do fator de carga poderá ser obtido pelo aumento do consumo mensal de kWh, utilizando-se as máquinas por um maior número de horas, pela redução da demanda máxima através da reprogramação do funcionamento de máquinas e de outros aparelhos, e por uma série de outras medidas.

A estrutura tarifária (2) para os consumidores ligados em alta tensão com demanda igual ou superior a 50 KW, está mostrada na tabela 1 a seguir:

Tabela 1

CONSUMIDOR	TARIFA
Tensão de fornecimento maior ou igual a 69 KV (qualquer demanda)	AZUL
Tensão de fornecimento inferior a 69 KV (demanda igual ou superior a 500 KW)	AZUL OU VERDE
Tensão de fornecimento menor que 69 KV (demanda igual ou superior a 50 KW e inferior a 500 KW)	AZUL, VERDE ou CONVENCIONAL

Se houver ultrapassagem de demanda será aplicada uma tarifa diferenciada à parcela total de demanda medida que exceder os valores contratados.

3.0 CONTROLADOR DE DEMANDA

A demanda só é controlada de maneira segura e perfeita através dos controladores automáticos de demanda. Os controladores de demanda são equipamentos que comparam o valor de demanda verificada num intervalo de tempo (15 minutos), denominado intervalo de integração do medidor de demanda, com um outro valor prefixado, o qual não deve ser ultrapassado. Quando a demanda registrada estiver próxima do valor prefixado o equipamento desliga cargas previamente programadas. O monitoramento da demanda pode ser feita no modo on-line através da curva de demanda como mostra a figura abaixo (3):

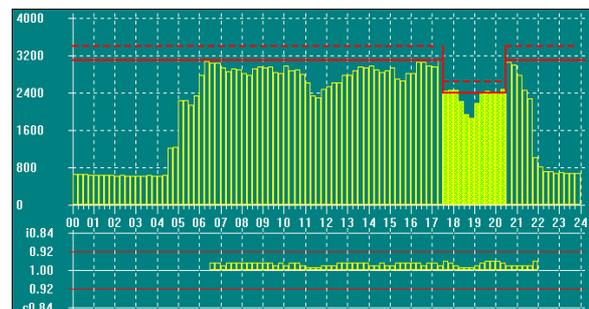


Figura 1 – Curva de demanda (KW) e fator de potência.

4.0 RACIONALIZAÇÃO DA DEMANDA E DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA ESMALTEC

A Esmaltec é uma empresa metalúrgica, que fabrica botijões, fogões e refrigeradores. Ela está dividida internamente em três unidades: fábrica de botijões, fábrica de fogões e fábrica de refrigeradores. Cada fábrica tem entrada em 13,8 KV e medição independente. Em todas as fábricas foram realizados projetos e serviços para reduzir os desperdícios, como substituição de lâmpadas, correção do fator de potência, melhoria do processo industrial etc. Neste trabalho apresenta-se apenas um dos projetos executados na fábrica de fogões. Este projeto foi feito no setor de decapagens de peças metálicas da fábrica de fogões, que compreende resumidamente os seguintes banhos químicos: pré-desengraxante, temperatura entre 80°C e 100°C; neutralizante, temperatura entre 60°C e 70°C; passivador, temperatura entre 50° ± 5°C; fosfato granodine 41 A, temperatura entre 60°C e 70°C, fosfato pofosf 8-BT, temperatura ambiente e desengraxante para galvanizado, temperatura entre 60°C e 70°C.

Observa-se nesse processo que as peças metálicas são mergulhadas, por talhas eletromecânicas, nos tanques de soluções com temperaturas de no máximo 100° C. As peças permanecem nos tanques, por um tempo definido pelos técnicos do laboratório químico, com o objetivo de decapar ou desengraxar as peças, limpando-as dos resíduos graxos, eliminando o processo de oxidação e preparando-as para a linha de pintura da produção. A temperatura dos tanques é mantida através de calor liberado pelo aquecimento de resistências elétricas.

Com o acompanhamento diário do processo acima relatado e experimentos realizados com acompanhamento detalhado de medições de temperatura efetuadas, observou-se que os tanques poderiam permanecer por até 15 minutos com o sistema de aquecimento elétrico desligado, sem comprometer o processo industrial. A partir deste fato, dividiu-se as resistências dos tanques em oito cargas ou circuitos controlados diretamente por oito saídas à relés comandados pelo controlador de demanda instalado na fábrica de fogões. Desta forma, isto é mantendo as cargas de resistências ligadas e desligadas pelo controlador de demanda foi possível reduzir a demanda contratada, que foi renegociada com a companhia de eletricidade local. Assim a demanda contratada na ponta foi reduzida de 3400 KW (período anterior) para 2000 KW + 10% (período posterior) e a demanda contratada fora da ponta foi reduzida de 3400 KW (período anterior) para 3100 KW + 10% (período posterior) tarifa azul-horoszonal.

Deve-se ressaltar, para avaliação da economia obtida, que durante o período de implantação do

controlador de demanda, as tarifas de demanda aumentaram de valor, conforme tabela 2.

Tabela 2

Tarifa de demanda fora da ponta (kWh)	Período anterior	Período posterior
	R\$ 5,25	R\$ 5,60
Tarifa de demanda na ponta (kWh)	R\$ 15,74	R\$ 16,79
Tarifa de consumo fora da ponta (kWh)	R\$ 0,04910	R\$ 0,04628
Tarifa de consumo na ponta (kWh)	R\$ 0,10329	R\$ 0,10197

Pela tabela 3 (Anexo I) pode-se avaliar as etapas de adequação do projeto e a melhoria da eficiência energética alcançada.

A tabela 4 mostra a energia economizada no período de cinco meses posteriores ao período de implantação do projeto.

Tabela 4

Economia de energia elétrica (R\$) e consumo (kWh)	Economia de energia elétrica (R\$) e consumo (kWh)	
	Reais (R\$)	Consumo (kWh)
Julho 97-Abril 98	49.938,54	286188
Agosto 97 – Maio 98	28.116,59	19853
Setembro 97-Junho 98	-10.437,92	-424950
Outubro 97-Julho 98	31.314,94	330664
Novembro 97-Agosto 98	-113,92	130094

A tabela 5 mostra o fator de carga para o último mês antes da colocação do controlador de demanda (Novembro de 1997), um mês intermediário, isto de testes e ajustes do controlador de demanda (Dezembro de 1997) e de um mês com o controlador de demanda já ajustado (Julho de 1998).

Tabela 5

Mês	Fator de carga %	
	Ponta	Fora da Ponta
Novembro 97	58,80	45,78
Dezembro 97	67,31	35,19
Junho 98	66,72	46,82

A média mensal de economia posteriormente à instalação do controlador de demanda foi de R\$ 19.763,64. Isto representa um percentual de 16,34 %. Enquanto a média de economia mensal de consumo foi de 68.369, 80 kWh.

O investimento realizado em relação ao retorno do capital investido pode ser avaliado observando-se os seguintes dados: a) Custo do controlador de demanda/fator de potência e programador horário R\$ 7500,00; média de economia mensal, como calculado da tabela 3, R\$ 19.763,64 / mês. Logo o retorno do investimento deu-se em aproximadamente onze dias. A relação entre o investimento realizado e a redução do consumo mensal foi de aproximadamente 0,11 R\$/kWh.

$$\text{Retorno - do - investimento} = \frac{7.500,00}{19.763,64} = 0,38 / \text{mes}$$

Além disso teve-se uma redução nos custos de operação: os resistores dos tanques de soluções eram ligados manualmente às 4:00 h da manhã de segunda-feira à sábado, por um operador do turno de plantão. Com a ligação automática dos resistores dos tanques feita pelo controlador automático de demanda, nos horários desejados, esse mesmo operador foi transferido para outro setor de produção da fábrica, gerando uma redução mensal de custos de operação no valor de R\$ 450,00.

A tabela 6 a seguir resume os indicadores de eficácia do projeto.

Tabela 6

Indicadores da eficácia do projeto	Valores
Redução do consumo de energia	16,34 %
Tempo de retorno do investimento	11 dias
Relação investimento/redução de consumo	0,11 R\$ / kWh
Redução de custos de operação	R\$ 450,00
Redução da demanda contratada na ponta	1000 KW
Redução da demanda contratada fora da ponta	300 KW

As figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, a energia mensal consumida x produção mensal de fogões, para os períodos anterior e posterior à colocação do controlador de demanda.

Com estes indicadores, pode-se afirmar, que as medidas de Engenharia tomadas com a implantação do controlador de demanda foram eficientes e satisfatórias economicamente para a indústria de fogões Esmaltec Ltda.

5.0 CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentou-se os benefícios alcançados com a colocação de um controlador de de

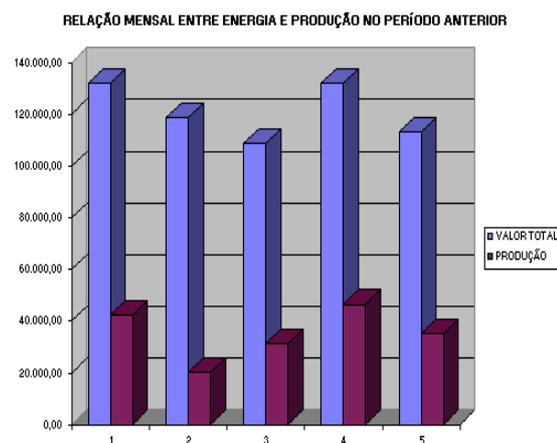


Figura 2 – Energia mensal consumida x produção mensal de fogões – período anterior.

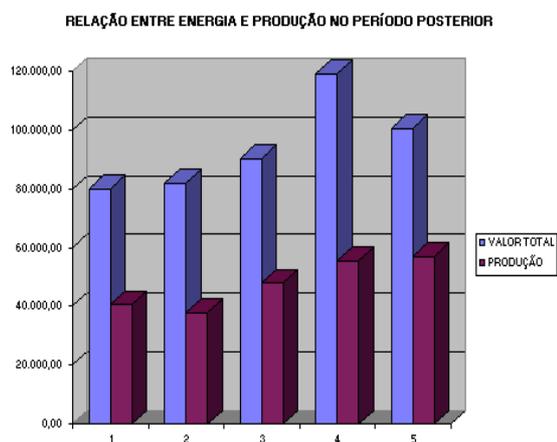


Figura 3 – Energia mensal consumida x produção mensal de fogões – período posterior.

manda na fábrica de fogões da indústria Esmaltec Ltda. A relação custo / benefício foi extremamente satisfatória, a ponto de ter-se o investimento retornado em cerca de meros onze dias.

Neste trabalho, também, demonstrou-se claramente a necessidade e a aplicação prática da Engenharia nas indústrias. Com uma técnica simples, porém, engenhosa, contribuiu-se de forma significativa para a redução do consumo de energia elétrica na indústria citada.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) VILLELA, GABRIEL FERNANDO COX. A racionalização dos fatores de carga e de potência. Mundo Elétrico, São Paulo, v. 8, p.28-32, fevereiro 1977.

(2) COMITÊ COORDENADOR DE OPERAÇÕES NORTE / NORDESTE (CCON). Estrutura tarifária horo-sazonal azul e verde. Recife, 1990.

(3) CCK AUTOMAÇÃO. Manual de operação CCK para Windows 95 – Instalação do programa e programação do microcomputador e das unidades remotas. São Paulo, 1997.

ANEXO I

Tabela 3

QUADRO DE CONTROLE DE UTILIZAÇÃO DE ENERGIA		FÁBRICA DE FOGÕES UNIDADE I				TECNOMECÂNICA ESMALTEC LTDA									
MÊS/ANO	CONSUMO REGISTRADO		CONSUMO REGISTRADO		DEMANDA						F.P.	VALOR TOTAL	PRODUÇÃO	KWH / FOGÃO	
	PONTA		FORA DE PONTA		PONTA (KW)			FORA DE PONTA (KW)				DA CONTA	INDUSTRIAL		
	KWH	VALOR R\$	KWH	VALOR R\$	CONTR	REG	VALOR R\$	CONTR	REG	VALOR R\$	%	R\$	FOGÃO (UD)		
PERÍODO ANTERIOR															
Jul/97	2E+05	15.534,71	1E+06	51.047,20	3000	2971	#####	3400	3331	#####	1	131.930,13	42.422	23,05	
Ago/97	1E+05	11.226,69	8E+05	41.326,48	3000	2849	#####	3400	3393	#####	1	118.593,46	20.015	47,48	
Set/97	97677	10.085,05	7E+05	33.061,87	3000	2845	#####	3400	3241	#####	1	108.910,70	31.389	24,56	
Out/97	2E+05	15.524,48	1E+06	51.322,26	3000	2874	#####	3400	3254	#####	0,98	132.020,41	46.393	25,77	
Nov/97	1E+05	12.303,80	1E+06	56.368,76	2800	2946	46370,04	3100	3468	#####	0,97	113.325,62	35.186	36,01	
PERÍODO DE TRANSIÇÃO															
Dez/97	22615	2.161,99	7E+05	32.498,24	2800	509	#####	3100	3254	#####	###	95.884,38	25.852		
Jan/98	22491	2.288,23	8E+05	36.493,92	2800	520	#####	3100	3258	#####	###	103.963,83	29.036		
Fev/98	24794	2.528,24	8E+05	35.366,71	2800	1215	#####	3100	3251	#####	###	110.066,62	32.002		
PERÍODO POSTERIOR															
Mar/98	27410	2.794,99	8E+05	36.686,06	1200	1076	#####	3100	3248	#####	###	80.119,71	40.597	20,2	
Abr/98	31161	3.177,48	9E+05	40.388,92	1200	1069	#####	3100	3250	#####	###	81.992,59	37.898	23,85	
Mai/98	42825	4.718,03	9E+05	46.488,48	1200	1251	#####	3100	3249	#####	###	90.476,87	47.839	19,45	
Jun/98	83945	9.248,22	1E+06	58.237,53	2000	1733	#####	3100	3252	#####	###	119.348,62	55.655	21,48	
Jul/98	61578	6.784,04	8E+05	42.069,76	2000	1824	#####	3100	3250	#####	###	100.705,47	57.025	15,16	
Ago/98	77990	8.592,15	1E+06	55.463,75	2000	1458	#####	3100	3251	#####	###	113.439,54	50.759	22,4	