

# MELHORIAS NO SISTEMA DE PARTIDA DOS VENTILADORES DA ETE-RH/FP <sup>1</sup>

*Flávio Costa Martinez<sup>2</sup>  
Frederico Takashi Di Tanno Sinzato<sup>2</sup>  
Marcio Souza de Assis<sup>3</sup>*

## **Resumo**

A presente contribuição técnica apresenta os resultados alcançados com a melhoria do controle de partida dos ventiladores da Estação de Tratamento de Efluentes do Forno RH e Forno Panela (ETE-RH/FP). O trabalho nasceu da necessidade de encontrar uma solução para diminuir as constantes quebras mecânicas dos ventiladores da estação, onde são utilizados 2 ventiladores por célula da torre, sendo que, quando um está em funcionamento, o outro na mesma célula está parado. O segundo ventilador gira ao contrário ao sentido normal, e, quando o mesmo é acionado para partir, gerava-se um “tranco” forte o suficiente para quebrar elementos do mesmo, como chavetas e engrenagens. Com o uso de uma chave de partida suave (ou Softstarter), o mesmo, além de partir o motor do ventilador de forma suave, ainda faz com que o ventilador pare de girar no sentido contrário antes da partida, evitando-se assim os “trancos” no equipamento. Outro item importante considerado na solução foi a geração de harmônicos. O Softstarter gera pouquíssimo harmônico, se comparado a um Inversor de Frequência. A implantação deste novo sistema de partida dos ventiladores da estação, além da redução dos gastos com manutenção corretiva, trouxe uma significativa economia de energia elétrica, ficando assim, alinhado com os novos projetos da empresa.

**Palavras-chave:** Partida suave; Harmônico.

## **IMPROVEMENTS IN START SYSTEM OF ETE-RH/FP FANS**

### **Abstract**

The present technical contribution presents the results achieved with the improvement of start control of Effluent Treatment Station of RH Furnace and Ladle Furnace (ETE-RH/FP) fans. This work started from the necessity to find a solution to decrease the constant mechanical breaks of fans on the station, where it has been used two fans per cell in the tower, which means that when one is working, the other in the same cell is turned off. The second fan turns the other way round, and when the same is turned on it causes a “bang” strong enough to break its elements, such as braces and gears. With the use of softstart, the same, besides to start the motor of the fan in a soft way, still does that the fan stop turning the other way round before the start, preventing the “bangs” in the equipment. Another important item considered in the solution was the harmonic generation. The softstart generate few harmonic, if compared to a frequency inverter. The introduction of this new start system of fans of station, besides the reduction of costs of the repair maintenance, brought an important electrical energy saving, being aligned with the new projects of the company.

**Key words:** Softstart; Harmonic.

<sup>1</sup> 30º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades / 24º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais

<sup>2</sup> Engenheiro Eletricista – Engenheiro de Produção da Gerência de Distribuição de Energéticos

<sup>3</sup> Técnico Elétrico – Técnico de Manutenção Elétrica da Gerência de Distribuição de Energéticos

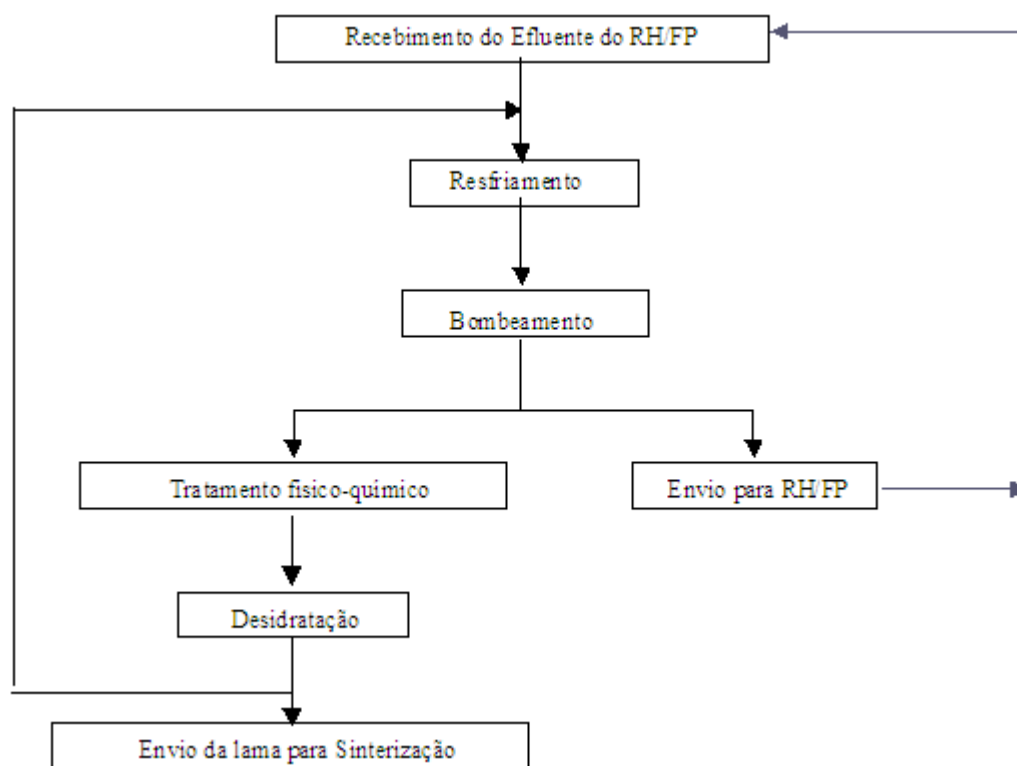
## 1 INTRODUÇÃO

A Estação de Tratamento de Efluentes do Forno RH e Forno Panela (ETE-RH/FP) da Usina Presidente Vargas (UPV) tem como objetivo tratar e resfriar a água vinda dos fornos RH e Panela (Aciaria). O resfriamento desta água é feito pela Torre de Resfriamento 602, onde são utilizados dois ventiladores por célula.

A Torre de Resfriamento é composta por oito ventiladores dos quais seis atendem ao Forno Panela e os outros dois atendem ao Forno RH.

Os ventiladores pertencem ao sistema de refrigeração fechado da ETE-RH/FP. O sistema fechado tem por objetivo realizar o resfriamento de 540 m<sup>3</sup>/h de água para o Forno Panela e 150 m<sup>3</sup>/h de água para o Forno RH para a refrigeração destes equipamentos na aciaria.

O fluxograma abaixo descreve de modo simplificado o processo realizado na ETE-RH/FP.



**Figura 1.** Fluxograma do processo da ETE-RH/FP.

Na Figura 2, temos o layout da Torre de Resfriamento 602, mostrando todo fluxo de resfriamento da água que chega tanto do Desgaseificador (Forno RH), quanto do Forno Panela, ambos pertencentes à aciaria.

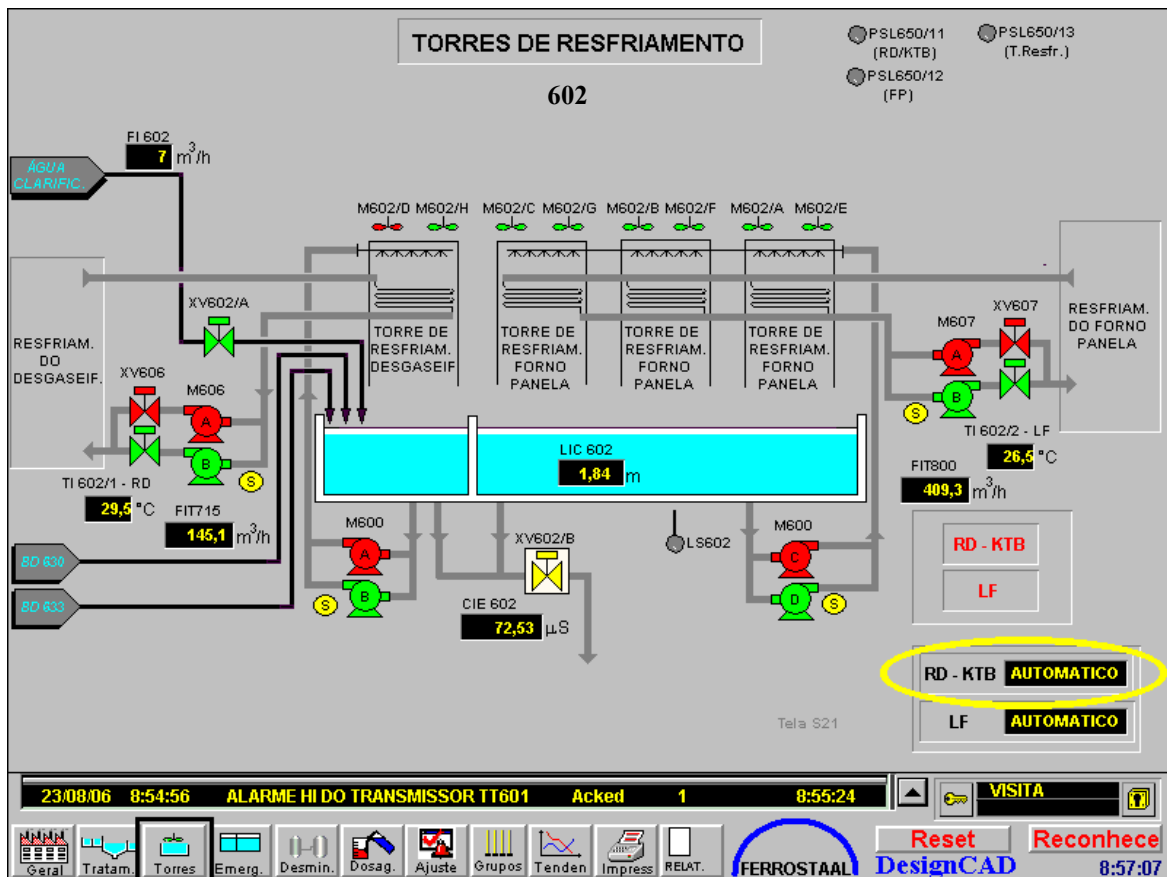


Figura 2. Sinóptico da Torre de Resfriamento 602.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A estação tem por objetivo realizar o resfriamento dos principais equipamentos do Forno Painela (FP) e dos fundos de painela do Forno RH (Desgaseificador a vácuo). Conforme é dito por Ries,<sup>(1)</sup> a temperatura dos gases de saída chegam a 1.500°C, e, necessitam passar por um processo de filtragem e resfriamento antes de serem lançados na atmosfera. O resfriamento é feito por ventiladores em torres de resfriamento.

Os ventiladores das torres de resfriamento necessitam movimentar grandes volumes de ar, de modo econômico; seu funcionamento deve ser isento de vibrações e pulsações, as quais podem danificar os demais componentes mecânicos e toda a estrutura da torre.<sup>(2)</sup>

Um dos principais componentes dos ventiladores é o redutor de velocidade. Conforme é definido pela OMNI,<sup>(2)</sup> o principal requisito para os redutores de velocidade das torres de resfriamento de água é sua longa duração, bem como sua mínima manutenção. Ainda, a vida útil do redutor está diretamente ligada ao modo de acionamento.

O acionamento do ventilador é feito com um motor de indução trifásico (MIT). Brito<sup>(3)</sup> diz que os principais métodos de partida de motores de indução trifásicos são: partida direta; partida estrela-triângulo; chave compensadora; chave de partida estática (ou eletrônica) *softstarter*. Somente o primeiro método não reduz corrente de partida. Ainda, a grande vantagem de uma chave eletrônica é a possibilidade de realizar aberturas e fechamentos sem apresentar arcos elétricos e ruídos, característicos de chaves eletromecânicas (contatores), por isso a sua vida útil é mais longa.

É sabido que equipamentos eletrônicos geram harmônicos na rede elétrica.

Os principais efeitos observados em instalações e componentes submetidos à presença de harmônicas são: aquecimentos excessivos, disparos de dispositivos de proteção, ressonância, vibrações e acoplamentos, aumento da queda de tensão e redução do fator de potência da instalação, tensão elevada entre neutro e terra etc.<sup>(4)</sup>

Comparativamente com outro tipo de acionamento eletrônico, como o inversor de frequência, o softstarter gera muito menos harmônico, conforme é mostrado por Garcia<sup>(5)</sup> nas figuras abaixo.

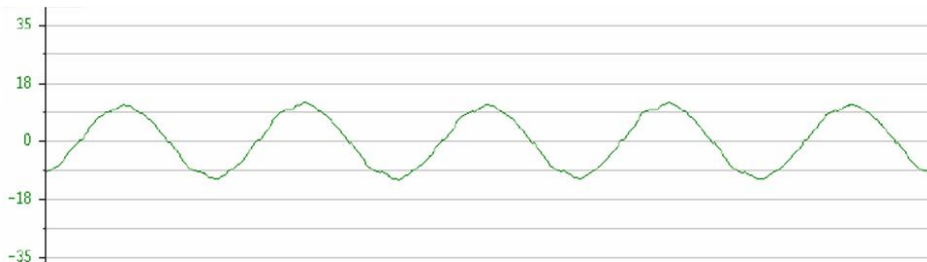


Figura 3. Forma de onda típica da corrente de alimentação com uso de softstarter em regime.<sup>(5)</sup>

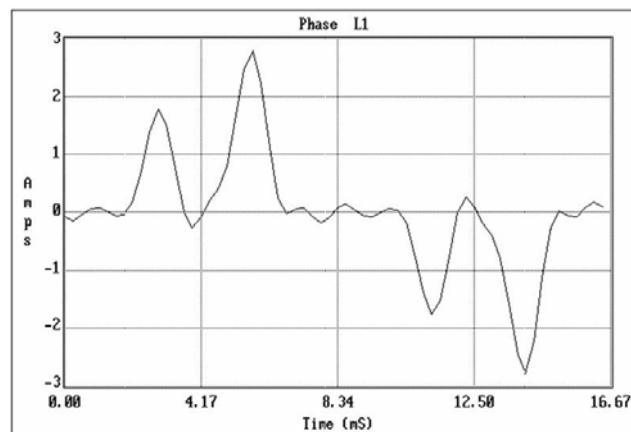


Figura 4. Forma de onda típica da corrente de um inversor de frequência.<sup>(5)</sup>

A WEG<sup>(6)</sup> ainda destaca outra vantagem da softstarter, que é a garantia de toda a proteção necessária ao motor.

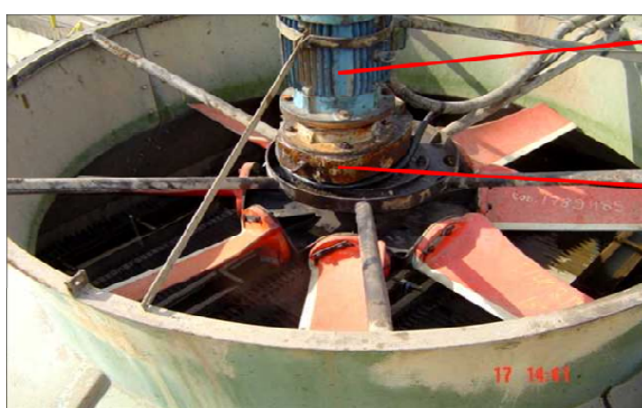
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização Do Problema

Na Torre de Resfriamento 602 da Estação de Tratamento de Efluentes RH/FP da UPV são utilizados dois ventiladores por célula, sendo que, dependendo da temperatura da água do processo, quando um ventilador está em funcionamento, o outro na mesma célula encontra-se desligado. Este segundo ventilador, sempre que desligado, tende a girar no sentido contrário ao sentido normal em função da corrente de ar que se forma no interior da célula devido ao funcionamento do ventilador ligado, e, quando o mesmo era acionado para partir, ocorria um “tranco” muito forte, provocando sucessivas quebras dos elementos dos conjuntos motores (chaveta) / redutores (engrenagens) da torre de resfriamento. Além do prejuízo com o reparo dos equipamentos avariados, havia o risco de interferência para o cliente (Forno RH e Forno Panela) em função da indisponibilidade dos ventiladores, podendo causar prejuízos muito maiores.



Figura 5. Ventiladores da Torre de Resfriamento 602.



**Motor**  
Potência: 20CV  
RPM Entrada: 1760  
RPM Saída: 455

**Redutor**  
Fabricante: Flender  
Mod. EF 120 K4 (160)  
Tx. Redução - 1 : 3,87

Figura 6. Ventilador / Conjunto Moto-Redutor.

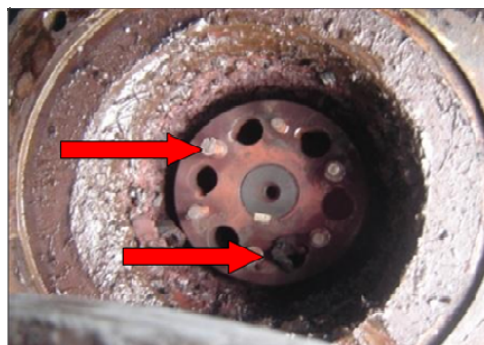
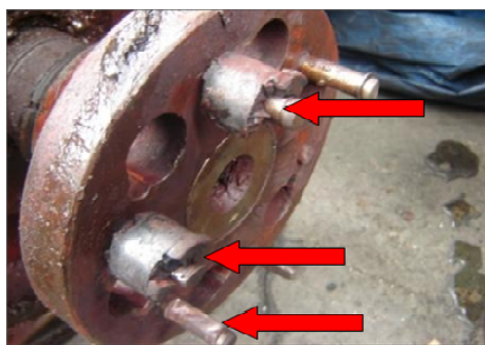


Figura 7. Avarias no Conjunto Moto-Redutor.



Figura 8. Avarias na Chaveta do Motor.

### 3.2 Histórico de Ocorrências Registradas no Sistema de Gerenciamento da Manutenção

Levantamento de falhas dos ventiladores, registradas no SIGMA (2003 a 2008), devido à quebras de chavetas ou travamento de engrenagens:

- 07/07/2003 (10:00) – Travamento do Moto-Ventilador G M602-G
- 29/06/2004 (13:00) – Deslocamento da Chaveta – Motor Ventilador G M602-G
- 14/09/2004 (14:00) – Desprendimento da Chaveta – Motor Ventilador D M602-D
- 23/03/2005 (13:55) – Motor Ventilador D M602-D
- 10/10/2005 (14:00) – Travamento da Redutora – Redutora Ventilador F M602-F-
- 16/01/2006 (16:00) – Chaveta de travamento na redutora solta
- 10/02/2006 (02:11) – Sobrecarga – Exaustor Ventilador A M602-A
- 11/02/2006 (04:11) – Motor Ventilador B M602-B
- 14/02/2006 (07:00) – Quebra do Suporte de Sustentação da Redutora – Exaustor Ventilador G M602-G
- 05/06/2006 (09:30) – Ventilador travado – Redutora Ventilador H M602-H
- 29/06/2006 (13:00) – Deslocamento da Chaveta – Motor Ventilador B M602-B
- 11/03/2007 (17:00) – Travamento da Redutora do Ventilador G M602-G
- 19/06/2007 (10:50) – Travamento da Redutora - Redutora Ventilador E M602-E
- 13/07/2007 (10:10) – Motor Ventilador D M602-D
- 14/07/2007 (00:30) – Motor Ventilador A M602-A
- 27/10/2007 (09:20) – Chaveta do Motor Ventilador F M602-F
- 30/10/2007 (08:00) – Quebra da Redutora do Ventilador G M602-G
- 30/10/2007 (11:00) – Quebra da Redutora do Ventilador C M602-C
- 07/11/2007 (19:00) – Ventilador Travado M602F
- 17/12/2007 (16:00) – Quebra da Redutora do Ventilador D M602-D
- 09/02/2008 (02:22) – Sobrecarga no Motor do Ventilador B M602-B

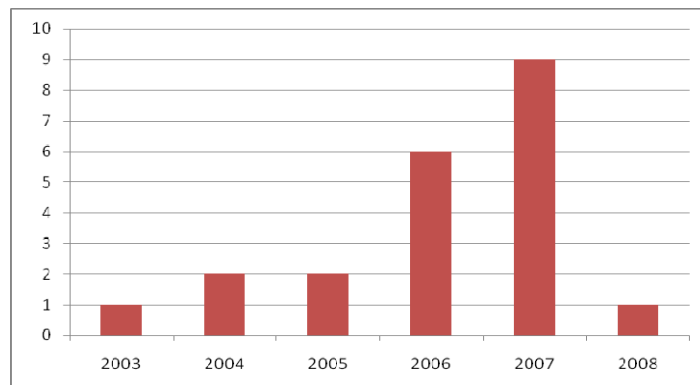


Figura 9. Registros de ocorrências no SIGMA de 2003 à 2008.

### 3.3 Solução Proposta

Com o uso do Softstarter, o mesmo, além de partir o motor do ventilador de forma suave, possui um dispositivo chamado de Freio DC que faz com que o ventilador não gire ao contrário antes da partida, evitando-se assim os “trancos” no equipamento.

Outro item importante considerado na solução foi quanto a geração de harmônicos. O Softstarter gera pouquíssimo harmônico, se comparado a um Inversor de Frequência, além de somente atuar em partidas e paradas dos

ventiladores, ficando sempre em stand-by durante a operação normal. O Softstarter, além de proporcionar uma economia de energia na partida, também é responsável pelas proteções elétricas do motor do ventilador.

### 3.3.1 A Implantação do novo sistema de partida dos ventiladores

- De Março a Junho de 2008;
- Oito Softstarters instaladas



Figura 10. Softstarter Frontal e Circuito Interno.

- **Vantagens da Softstarter**

O sistema de partida de motores utilizando Softstarters traz uma série de vantagens em relação à partida direta, tais como:

- rampa de tensão - permite aceleração e/ou desaceleração suaves;

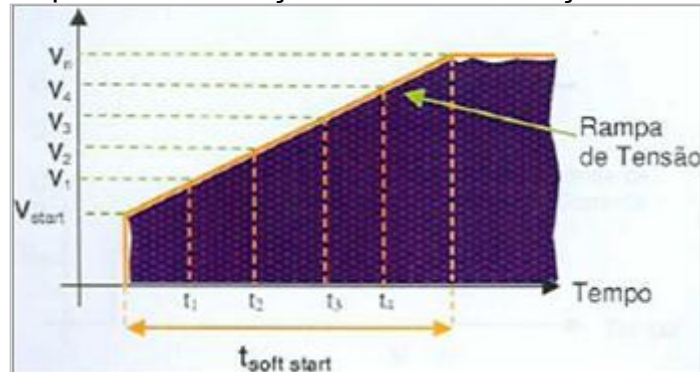


Figura 11. Rampa de tensão utilizando Softstarter.<sup>(97)</sup>

- redução do torque de partida - protege os equipamentos contra choques mecânicos;

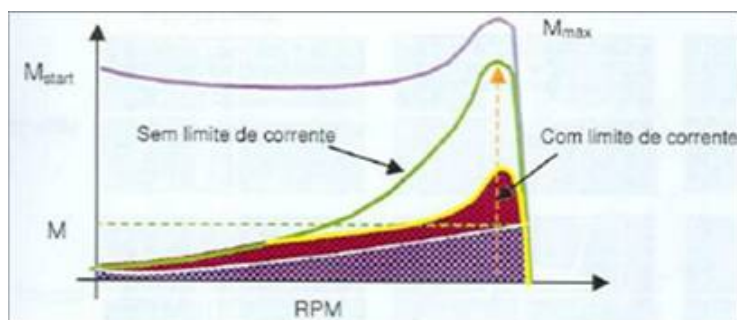


Figura 12. Torque do motor utilizando Softstarter.<sup>(97)</sup>

- limitação de corrente - permite ajustar o limite de corrente durante a partida de acordo com as necessidades da carga, promovendo também uma economia de energia na partida;

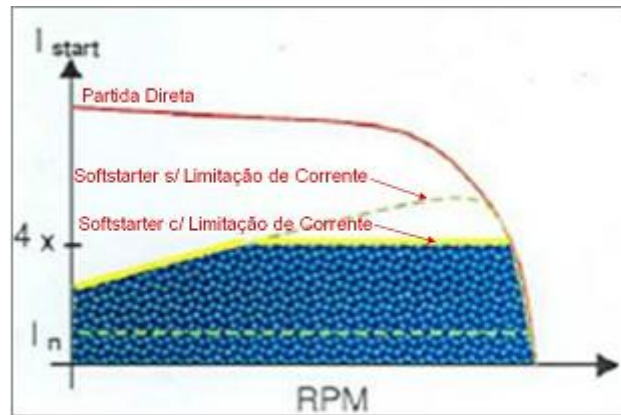


Figura 13. Rampa de corrente de partida utilizando Softstarter.<sup>(7)</sup>

- proteções - sobrecorrente, falta de fase, seqüência de fase invertida, sobrecarga no motor, subcorrente, desbalanceamento de corrente, rotor bloqueado etc; e
- equipamento de Estado Sólido (não possui contatos) - portanto, menor necessidade de manutenção.

### 3.3.2 Balanço financeiro

- **Custo com a aquisição e instalação da softstarter**

Tabela 1. Custo com a aquisição e instalação da Softstarter, Junho 2008

Softstarter	R\$ 14.622,90
Mão de obra da instalação	R\$ 938,00
Custo total do equipamento instalado	R\$ 15.560,90

- **Custos com reparos de motores e redutores dos ventiladores antes da instalação de softstarter**

Tabela 2. Custo médio de 1 reparo de motor, Junho 2008

Reparo de motor	R\$ 750,00
Mão de obra na área	R\$ 250,00
Custo total do equipamento reparado	R\$ 1000,00

Tabela 3. Custo médio de 1 reparo de redutor, Junho 2008

Reparo de redutor (media dos últimos 4)	R\$ 8696,00
Mão de obra na área	R\$ 880,00
Custo total do equipamento reparado	R\$ 9576,00

- **Economia de energia elétrica**

O quadro abaixo mostra a diferença de consumo de energia após a instalação das Softstarters. Na coluna “Antes da Instalação” temos o consumo mensal em kWh dos ventiladores da estação antes da instalação das Softstarters, já na coluna “Após a Instalação” podemos observar a economia de energia.



**Quadro 1.** Economia de energia antes e depois da instalação das Softstarters, Junho 2008

Ventilador	Antes da Instalação		Após a Instalação		Economia
	kWh mensal	Horas de operação (28 dias/mês)	kWh mensal	Horas de operação (30 dias/mês)	
D	8938	24	5985	15	33%
H	8938	24	3990	10	55%
A	8938	24	4788	12	46%
B	8938	24	4788	12	46%
C	8938	24	4788	12	46%
E	8938	24	4788	12	46%
F	8938	24	4788	12	46%
G	8938	24	4788	12	46%
Total	71504		38703		46%

Abaixo podemos visualizar a economia de energia em Reais gerada durante um ano de operação da estação.

**Tabela 4.** Economia de energia, Junho 2008.

MWh Mensal	R\$ Mensal	R\$ Anual
32,801	4592,14	55105,68

- **Ganhos totais**

**Tabela 5.** Gastos anuais com manutenção corretiva (média nos 5 últimos anos), Junho 2008

Motor	R\$ 1200,00
Redutor	R\$ 19152,00
Outros	R\$ 1000,00
Total	R\$21232,00

**Tabela 6.** Economia total anual, Junho 2008

Economia com Manutenção	R\$ 21232,00
Economia de energia	R\$ 55105,68
Total	R\$ 76337,68

**Tabela 7.** Ganhos totais anuais, Junho 2008.

Economia total anual	R\$ 76337,68
Investimento	R\$ 124487,20
Tempo de retorno de investimento	<1ano e 8 meses

## 4 CONCLUSÃO

Com a implantação de Softstarters para o acionamento dos motores dos ventiladores da Torre de Resfriamento 602 da ETE-RH/FP, em pouco tempo já houve uma redução considerável de quebra de motores (chavetas) e redutores (engrenagens), pois este tipo de acionamento permite um total controle da partida e parada dos ventiladores, evitando assim, choques mecânicos nos mesmos. Adicionalmente temos o aumento da vida útil dos componentes elétricos dos motores, devido à redução das correntes de partida.

A redução de avarias nestes equipamentos diminuirá os gastos com manutenção dos mesmos, além de aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos da Torre de Resfriamento 602 da ETE-RH/FP, proporcionando também uma considerável economia de energia na estação.

## REFERÊNCIAS

- 1 RIES, W. **Fornos a Arco**: análise e projeto do sistema elétrico. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. p.22. ISBN 8574302244
- 2 OMINI. **Torres de Resfriamento de Água**: noções gerais, Valinhos. Disponível em: < [http://www.omnigrupo.com.br/pdf/apostila\\_omni.pdf](http://www.omnigrupo.com.br/pdf/apostila_omni.pdf)>. Acesso em: 06 mai. 2009.
- 3 BRITO, C.M.C. Modelagem Computacional de Métodos de Partida de um Motor de Indução Trifásica no Simulink/Matlab. In: CONNEPI, 2007, João Pessoa. **Anais eletrônicos...**, João Pessoa: CONNEPI,2007. Disponível em: < [http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080108\\_150207\\_INDU-062.pdf](http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080108_150207_INDU-062.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2008.
- 4 MORENO, H. **Harmônicas nas Instalações Elétricas**. São Paulo: Procobre, 2001. p.36.
- 5 GARCIA, F.R. Efeitos das Harmônicas vs Eficiência Energética nas Indústrias. In: ABINNE TEC, 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos...**, São Paulo: Abinee,2007. Disponível em: < <http://www.tec.abinee.org.br/2007/arquivos/s1804.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2008.
- 6 WEG. **Guia de Aplicação de Inversores de Frequência**. Jaraguá do Sul, 2003. p.155.
- 7 VORAX. **Apostila de Treinamento**: série Redistart MX<sup>3</sup>. Jardinópolis. 39 p.