

A Influência de *Soft Starter* na Qualidade da Energia Elétrica
Sergio Eiji Nagai Nery de Oliveira Júnior José Policarpo G. Abreu

Newton Vieira de Novaes, 191 apto 41 - Bosque dos Eucaliptos
12232-010 São José dos Campos - S.P. - Brasil
E-mail: centervale@gemop.com.br
Fone: +55.11.316.5077

Resumo - O objetivo deste trabalho é fazer uma análise do desempenho das principais topologias de *Soft Starter*, nas diversas aplicações com respeito às perturbações de rede e de acionamento.

Palavras-Chave - *Soft Starter*, Qualidade de Energia.

Abstract - The aim of this work is to determine the performance of *Soft Starter* operation in many configurations, in respect of disturbance caused on supply system and drive.

Keywords - *Soft Starter*, Power Quality.

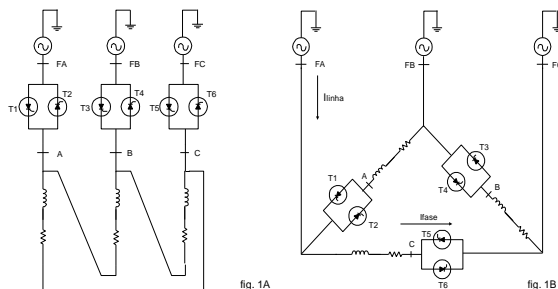
1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia da Eletrônica de Potência, a cada dia surgem novos equipamentos, destinados a modernizar as técnicas convencionais de acionamento de motores de indução trifásicos. Dentre estes, existem equipamentos providos de tiristores conectados em anti-paralelo, que através do controle do ângulo de disparo desses tiristores, consegue-se uma redução do valor RMS da tensão aplicada aos bornes do motor, possibilitando desta forma partidas e paradas suaves.

Quando o motor opera com carga reduzida, o mesmo apresenta fator de potência abaixo do nominal, o *Soft Starter* otimiza o ponto de trabalho, minimizando as perdas por reativos e fornecendo somente potência ativa necessária para manter a rotação nominal com carga parcial, ou seja o valor médio da tensão é reduzido ceifando-se parte do ciclo da onda senoidal, conseguindo-se desta forma uma otimização do fator de potência e uma consequente economia de energia.

Existem várias topologias para diversas aplicações, nas quais o *Soft Starter* pode ser usado. Porém devido aos harmônicos gerados, algumas dessas topologias podem ter seu uso questionado.

As figs. 1A (*Soft Starter* em linha) e 1B (*Soft Starter* dentro do Δ) são apresentadas a seguir, estas duas topologias foram montadas em campo para a análise de seus desempenhos.



Os seguintes equipamentos que fazem parte de um sistema de bombeamento de água gelada de um sistema de ar condicionado central, foram utilizados para esta análise.

Dados do Motor:

- $P_N = 30 \text{ Cv}$ - WEG

% da Carga Nominal	$\cos \phi$
50 %	0.76
75 %	0.84
100 %	0.88

- $V_N = 380 \text{ V} / 660 \text{ Y}$, 60 Hz
- $I_N = 43 \text{ A} / 25 \text{ A Y}$
- $I_P / I_N = 7.2$
- $FS = 1.15$
- $RPM = 1760$

Dados do *Soft Starter*:

- Modelo PSD 840 da ABB
- $V_N = 380 \text{ Vca}$, 60 Hz
- Temperatura ambiente em serviço: 0 a 40 °C

Dados da Carga:

- Bomba d'água fabricante KSB
- Tipo ETAN80 - 315
- $Vazão = 227 \text{ m}^3 / \text{h}$

2. *Soft Starter* em Linha

Foram realizadas várias medições para a topologia *Soft Starter* em linha com e sem a operação da função Otimização do Fator de Potência, não sendo detectado em nenhum caso, níveis de distorção harmônica dignos de maior preocupação. Porém nos processos de partida e parada as altas frequências emitidas pelo *Soft Starter* podem causar problemas de ressonância na presença de bancos de capacitores para correção do fator de potência, assim como prejudicar o bom funcionamento de equipamentos sensíveis a esses ruídos de alta frequência.

3. Soft Starter Dentro do Delta

A grande vantagem de se conectar o *Soft Starter* nas fases do fechamento em Δ das bobinas de um motor, vem do fato das correntes de fase serem $\sqrt{3}$ vezes menor que as correntes de linha, o que a princípio, pode-se concluir como vantagem, pois, a partir de uma análise superficial como a acima descrita, poderíamos sempre adquirir um *Soft Starter* de menor potência, para partir e operar em regime com um motor maior que o previsto para a potência nominal do *Soft Starter*, desde que o mesmo tenha no mínimo seis pontas de acesso.

Esta topologia, funciona sem grandes problemas desde que o *Soft Starter*, não opere com a função *Energy Saving* ou Otimização do Fator de Potência ativada, (caso o mesmo a possua), caso contrário, se esta função for ativada, as correntes de linha e de fase aumentam demasiadamente podendo queimar o motor e o próprio *Soft Starter*. O aumento dessas correntes depende também das condições de carga do motor.

Os gráficos a seguir, mostram as formas de onda de corrente de linha e de fase para um motor operando em regime, com o *Soft Starter* inserido no fechamento em Δ . As medições foram realizadas em campo e mostram as formas de onda da aplicação em um sistema real.

fig. 2 - Corrente de Linha Para *Soft Starter* Dentro do Delta e sem Otimização do Fator de Potência Espectro de Frequências da Corrente de Linha

Neste caso, verifica-se que para a operação dentro do delta e sem Otimização de Fator de Potência, não ocorre distorção harmônica digna de preocupação sendo semelhante ao caso com *Soft Starter* em linha. A corrente de carga era 36 A

aproximadamente; permitindo uma operação normal para o motor .

fig. 3 - Corrente de Fase Para *Soft Starter* Dentro do Delta e sem Otimização do Fator de Potência Espectro de Frequências da Corrente de Fase

As correntes de fase não apresentam distorções e o nível de harmônicos também apresenta-se baixo.

Foi então ativada a função Otimização do Fator de Potência, obtendo-se as seguintes medições:

fig. 4 - Corrente de Linha Para *Soft Starter* Dentro do Delta e com Otimização do Fator de Potência Espectro de Frequências da Corrente de Linha

Após ativada a função Otimização do Fator de Potência, verificamos que a corrente de linha se elevou de 35.89 A para 47.8 A, ultrapassando o valor nominal do motor, que para uma operação em

regime permanente queimaria o motor, caso as proteções não atuassem antes. A forma de onda apresenta distorções devido ao chaveamento dos tiristores.

A harmônica de maior amplitude foi a 5^o, com 4.72 A (10 % da fundamental), a harmônica de 3^o ordem apresentou amplitude inferior a 1 A nas correntes de linha por estarem equilibradas dentro do delta.

fig. 5 - Corrente de Fase Para *Soft Starter* Dentro do Delta e com Otimização do Fator de Potência
Espectro de Frequências da Corrente de Fase

Da fig. 5, podemos verificar uma forte distorção da forma de onda, provocada pelo chaveamento dos tiristores, apresentando claramente na forma de onda, pontos em que os tiristores bloqueavam. Os harmônicos de 3^o e 5^o ordem eram os de maior amplitude, 8.54 A (32.7 % da fundamental) e 2.81 A (10.8 % da fundamental) respectivamente.

Os harmônicos de ordem 3 e seus múltiplos eram praticamente equilibrados, pelo fato de estarem presos no delta, não sendo encontrados em amplitudes significativas nas correntes de linha.

Foi realizado um outro teste, no qual a corrente de linha sem Otimização do Fator de Potência era de 40 A, ao ativarmos a função Otimização do Fator de Potência, essa corrente atingia um valor em torno de 100 A, o motor perdia potência e tendia a parar, neste caso não foi possível

realizar as medições, pois correríamos o risco de queima do motor, pondo em risco a instalação.

4. Conclusões

Pela análise de todos os testes realizados, podemos concluir que para a topologia, *Soft Starter* em linha, não há indícios de grandes perturbações de rede, pois os níveis de harmônicos são relativamente baixos com e sem Otimização do Fator de Potência, não causando problemas para o motor, porém é necessário verificar a possibilidade de ressonância com os capacitores para correção de fator de potência, caso existam é aconselhável que os mesmos só entrem em operação após a partida e saiam antes de se iniciar um processo de parada suave, isto por causa das frequências harmônicas emitidas pelo *Soft Starter* nos processos de partida e de parada, que também podem prejudicar o funcionamento de outros equipamentos sensíveis a estes ruídos.

Para a topologia *Soft Starter* dentro do delta, não ocorrem grandes problemas de distorção harmônica, desde que a função Otimização do Fator de Potência não seja ativada, caso contrário as correntes aumentam demasiadamente colocando em risco todos os equipamentos envolvidos no acionamento, fato este causado principalmente pelo aumento das harmônicas de terceira e quinta ordem. O aumento dessas correntes ocorre porque ao ativarmos a função Otimização de Fator de Potência, as correntes que circulam pelas bobinas do motor, que são as que efetivamente produzem o fluxo girante, conseqüentemente gerando o torque, não são mais ondas senoidais e sim ondas recortadas, produzindo-se desta forma fluxo e torque pulsantes. Com isso aumenta-se o escorregamento e diminui-se o torque médio. Para que este torque seja elevado novamente a um valor igual ao torque de carga, as correntes no motor aumentam, afetando todos os equipamentos envolvidos no acionamento.

Este problema ocorre para todos os tipos de carga acionada e o nível de sobrecarga do motor, torna-se maior a medida que o mesmo opera o mais próximo de sua corrente nominal, portanto não recomendamos esta última aplicação.

Podemos por fim concluir que o *Soft Starter* é uma excelente opção para os modernos sistemas de acionamento do motor de indução, evitando principalmente quedas de tensão na partida, altos picos de corrente e de conjugado, evitando-se desgastes excessivos tanto no motor quanto na carga acionada .

5. REFERÊNCIAS

[1] Nagai, Sergio Eiji “A Influência de *Soft Starter* em *Power Quality*” - Dissertação de Mestrado, Previsto para Agosto de 1997.

[2] Júnior, Nery de Oliveira; Nagai, Sergio Eiji “Aspectos a Serem Considerados na Aplicação de *Soft Starters*” , Revista Eletricidade Moderna N^o 265, Abril 1996 - Aranda Editora.

[3] Rashid, Muhammad H. “Power Electronics - Circuits, Devices and Applications”, Editora Prentice Hall International, Second Edition.

[6] Manual ABB Softstart PSA, PSD e PSDH.

[7] Barbi, Ivo “Eletrônica de Potência - Conversores Duais, Cicloconversores, Comandos, Retificadores” - 1986 - Editora U.F.S.C - Série Didática.

[4] Manual Siemens Sikostart 3RW22.

[5] Dewan, S.B.; Suemon, G.R.; Straughen A. “Power Semiconductor Drives”- 1984 A Wiley - Interscience Publication.