ISSN: 2594-6153

Uso de Inversores em Aplicações de Bombeamento de Água em Instalações Prediais

Mário Cesar Santana Alves

Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil

E-mail: mario csalves@gmail.com

Resumo: Em geral, motores de indução trifásicos de baixa potência são diretamente conectados à rede e os de média e grande potência possuem dispositivos que, conectados entre a rede e o motor, permitem uma redução temporária da tensão aplicada aos seus terminais, limitando a corrente de partida dos motores. Neste artigo veremos o uso de inversores em motores de baixa potência em aplicações de bombeamento em instalações prediais visando redução de consumo entre outras vantagens.

Palavras-chave: Eficiência Energética; Inversores; Bombeamento.

Use of Inverters in Water Pumping Applications in Building Installations

Abstract: In general, low-power three-phase induction motors are directly connected to the mains and medium and large power motors have devices that, connected between the mains and the motor, allow a temporary reduction of the voltage applied to their terminals, limiting the starting current. of motors. In this article we will look at the use of inverters in low power motors in pumping applications in building installations aiming to reduce consumption among other advantages.

Keywords: Energy Efficiency; Frequency inverters, Pumping.

Introdução

Quando um motor elétrico é ligado pela primeira vez, a corrente de pico é o surto ou a explosão momentânea de corrente que flui para ele. Como exemplo, considera-se um carro em cima de uma calçada plana, estacionado em ponto morto, motor desligado. Para movê-lo sem usar o motor, um ser humano precisaria dar um empurrão substancial, provavelmente um vigoroso impulso nas pernas. Uma vez em movimento, porém, as rodas do carro rolam mais cooperativamente com menos força física necessária. O movimento subsequente flui facilmente e é igual ao fluxo de corrente de estado estacionário que ocorre em um motor, uma vez que suas engrenagens e rotores foram sacudidos para fora da inércia e em movimento.

O motor de indução trifásico (MIT) é o mais utilizado de todas as máquinas rotativas que transformam energia elétrica em energia mecânica, respondendo por mais de 90% das cargas motoras instaladas nas indústrias. O seu elevado emprego deve-se ao fato de possuir vantagens consideráveis em relação aos demais motores: maior robustez, baixo custo, facilidade na manutenção e simplicidade de controle [1].

Em geral, motores de indução trifásicos do tipo gaiola de esquilo, os mais empregados industrialmente, ao serem conectados diretamente à rede elétrica, absorvem uma corrente de

partida na ordem de 4 a 10 vezes maior que a corrente nominal. Para motores de grande potência, as altas correntes, interagindo com a impedância equivalente entre o ponto de fornecimento, na entrada do ambiente industrial (subestação) e o barramento em que o motor está conectado, provocam reduções de tensão temporárias (afundamentos de tensão), durante alguns segundos, que podem influenciar o desempenho de outras máquinas e equipamentos sensíveis, conectados ao mesmo barramento. Com a intenção de diminuir a corrente de partida, a valores que podem chegar a um terço do valor que seria obtido com a partida direta, a tensão nos terminais do motor é reduzida, provocando, então, uma queda em seu torque durante o processo de aceleração, até que a sua tensão terminal seja normalizada [2].

O torque eletromagnético é diretamente proporcional ao quadrado da tensão nominal de alimentação do motor. Portanto, é importante que seja verificado se o torque eletromagnético do motor é suficiente para acelerar a carga mecânica acoplada ao seu eixo [3].

Objetivos: O presente trabalho tem como objetivos comprovar a redução de energia elétrica e vantagens mecânicas em aplicações de bombeamento, utilizando inversores de frequência para partida e parada de motores de indução trifásico.

Material e Métodos

1.Partida Direta: Em geral, o método de partida direta somente é recomendável se a corrente de partida do motor de indução trifásicos (MIT) não provocar uma redução de tensão apreciável na rede (convém não ser maior do que 10% da tensão nominal). Por isso, em geral, somente motores até 5 cv empregam esse método de partida [2].

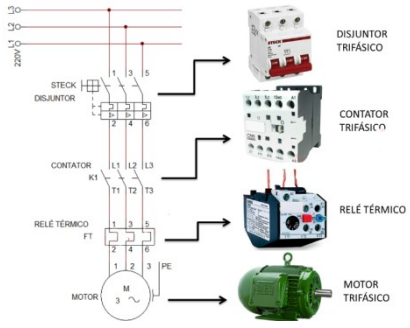


Figura 1 – Partida Direta [2].

No método de partida direta, o MIT é conectado diretamente à rede, por meio de um contator eletromecânico, com uma bobina acionada por um sinal de controle, sendo ainda acrescidos, ao circuito de força, fusíveis ou disjuntores e relé térmico, como dispositivos de proteção.

2.Partida com Inversor de Frequência: É o método ideal para partida de motores elétricos visando redução da corrente, que é mantida constante e equivalente a corrente

nominal do motor, para aplicações de bombeamento atua na eliminação de oscilações bruscas de pressão na saída da bomba. Este controle pode ser obtido usando um conversor de frequência. Como o nome sugere, um conversor de frequência muda a frequência da corrente alternada e da tensão. Um conversor de frequência consiste em três partes.

A corrente trifásica regular de 60 Hz é alimentada na parte retificadora, que a converte em corrente direta. A tensão DC é alimentada no circuito de barramento DC, que filtra a tensão pulsante. A unidade inversora conecta cada fase do motor ao barramento DC negativo ou positivo de acordo com uma determinada ordem.

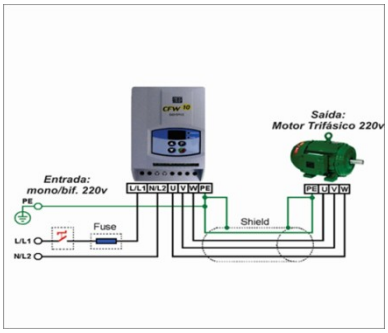


Figura 2 – Partida com inversor de frequência [2].

No experimento temos um motor trifásico WEG de 5 cv, 220 VAC acoplado a uma bomba Schneider de dois estágios, conectada na entrada a uma caixa de água inferior e na saída a caixa superior que está a uma altura manométrica de 42 metros de coluna d'água.

Inicialmente coleta de dados com partida direta foi utilizado um alicate amperímetro Fluke 376 [5] com garras duras com o recurso *Inrush* usado para medir corrente de partida.

Na figura 3 têm-se o exemplo de como o alicate amperímetro foi ligado ao motor . Antes de ligar o motor foi pressionado o botão *Inrush* do instrumento, ligando o motor foi registrado a corrente de pico [5]. De acordo com a Tabela 1, tem-se o tempo pela respectiva corrente nominal e de pico de uma partida direta.

ISSN: 2594-6153

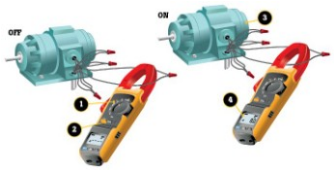


Figura 3 – Medição de corrente. ©1995 - 2019 Fluke Corporation

Gráfico obtido do Matlab

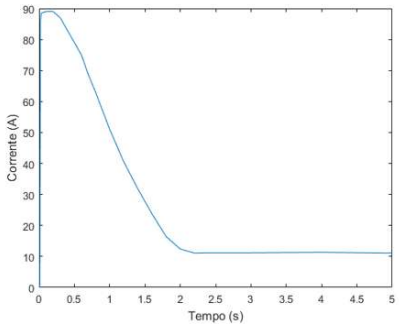


Figura 4 – Gráfico Corrente de pico x Tempo.

Tempo (s)	Corrente (A)
0	0
0,01	1,00
0,02	86,00
0,03	88,50
0,10	89,00
0,20	89,00
0,30	87,00
0,40	83,00
0,50	79,00
0,60	75,00
0,70	68,50
0,80	63,00
0,90	57,00
1,00	51,00
1,20	40,50
1,40	31,75
1,60	23,70
1,80	16,40
2,00	12,40
2,20	11,10
2,40	11,20
2,60	11,20
3,00	11,20
4,00	11,35
5,00	11,10

Tabela 1

Conforme visto na figura 2 o diagrama de ligação usando um inversor de frequência para partida, o alicate amperímetro permanece ligado ao motor.

Com uma configuração de rampa de aceleração de partida e parada de 5s, liga-se o inversor pelo teclado frontal e registramos os valores de corrente pelo tempo.

De acordo com a Tabela 2 e figura 5, temos o tempo pela respectiva corrente de uma partida com inversor .

Gráfico obtido do Excel 2016

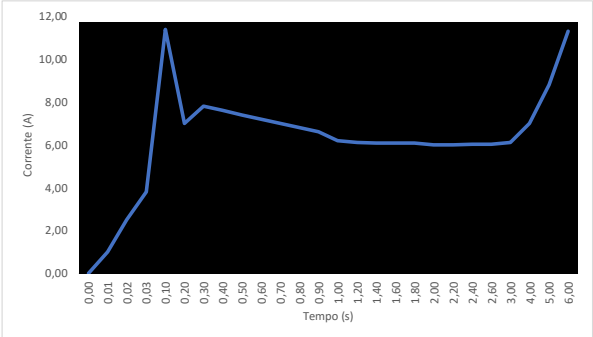


Figura 5 – Gráfico Corrente de pico x Tempo.

Tempo (s)	Corrente (A)
0,00	0,00
0,01	1,00
0,02	2,50
0,03	3,80
0,10	11,40
0,20	7,00
0,30	7,80
0,40	7,60
0,50	7,40
0,60	7,20
0,70	7,00
0,80	6,80
0,90	6,60
1,00	6,20
1,20	6,10
1,40	6,09
1,60	6,08
1,80	6,07
2,00	6,00
2,20	6,01
2,40	6,02
2,60	6,03
3,00	6,10
4,00	7,00
5,00	8,80
6,00	11,30

Tabela 2

Resultados

Verifica-se que a tendência da potência ativa e da potência mecânica desenvolvida seguem o mesmo comportamento. Então para cada frequência de alimentação do motor, e consequentemente, para cada velocidade do acionamento, há redução na energia consumida

pelo motor. Verifica-se que para determinada pressão de trabalho, de 70% a 100% da vazão nominal, a velocidade do motor é proporcional a carga requerida pelo sistema de bombeamento, ou seja, qualquer redução de vazão (carga) da bomba, acompanhada de uma redução de velocidade do motor resulta em economia no consumo de energia elétrica do motor para um mesmo trabalho. No uso da partida direta figura 4 a corrente chega quase a 9 vezes da sua nominal. Vimos pelo gráfico 5 uma redução significativa na corrente de pico do motor com o uso de inversor que registrou um pico de corrente (igual a nominal do motor)nos primeiros centésimos de segundos suficientes para superar a inércia da bomba e da coluna de água, após 5 segundos o motor alcança sua corrente nominal.

Dada a equação a seguir para cálculo de eficiência com uso do inversor, eliminando as altas correntes de pico:

$$\text{Custo} = \frac{\text{Potência (W)} * \text{Energia consumida em 1 hora} * \text{Quantidade de dias}}{1000} * \text{Valor da Tarifa}$$

$$\text{Custo} = \frac{3700 * 0{,}00278 * 30}{1000} * 0{,}60734128 = \text{R\$ } 0{,}1889 \text{ / mês}$$

Este é o custo de um único motor de baixa potência, mas se considera-se uma cidade igual a São Paulo este valor passa a ser significativo.

Discussão

Neste capítulo são abordados os comparativos entre as técnicas de partidas, direta e com uso do inversor. Se possuir linhas com motores com baixa potência, porém deseja controlar sua rotação você certamente poderá aplicar o inversor de frequência no seu projeto, ou ainda se deseja partir com rotação gradual imitando um sistema estrela triangulo você também consegue esse feito com o inversor de frequência. Isso é possível pois os inversores de frequência possuem um sistema de controle microprocessado especificamente para alimentação dos motores e esse sistema consegue comutar em frações de segundo através dos transistores de potência em forma de tensão contínua e com isso alteram o período e o valor que chamamos de RMS. Vantagens do inversor de frequência:• Menor consumo ; • Substitui sistemas mecânicos de alto índice de manutenção; •Automatização dos processos; • Melhor visualização, controle e comunicação do sistema;• Simples instalação; • Aumenta vida útil da máquina; • Evita golpe de aríete [4] devido a parada suave.

Conclusões

As altas correntes de partida em um motor de indução trifásico implicam a necessidade de utilização de métodos de acionamento que possibilitem a sua redução, para

ISSN: 2594-6153

que a rede elétrica não sofra reduções consideráveis em seus níveis de tensão, por causa da atuação dessas altas correntes na impedância existente entre a fonte e o barramento ao qual o motor está conectado. Tendo como resultado eficiência energética e mecânica também devido a partida e parada em rampa.

Referências

1. MORAES, C. C. de; FALCONE, A. G. Comportamento dos motores assíncronos em regime de tensão e frequência variáveis. 1978.Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.
2. WEG. Guia de aplicação de inversores de freqüência. Jaraguá do Sul,2003 ,2007.
3. Almeida, A. B. - "0 Golpe de Aríete e o Projeto de Condutas Elevatórias" - Seminário 238 - LNEC, Lisboa, 1979
4. CARVALHO, G.. Máquinas elétricas. São Paulo: Érica, 2007.
5. Fluke Incorporation .