

Como funciona um inversor de frequência?

Comandos elétricos

Você já se perguntou alguma vez, o que é e como funciona um inversor de frequência? Se sim, você veio ao lugar certo para descobrir.

Um inversor de frequência é um dispositivo eletrônico que proporciona o controle de velocidade de motores de corrente alternada.



Há alguns anos, para se ter um controle preciso de velocidade eram utilizados motores de corrente contínua. Entretanto isso acarretava diversos problemas como custo do motor e necessidade de retificação da tensão de fornecimento para alimentar o motor.

O inversor de frequência é um equipamento versátil e dinâmico que permitiu o uso de motores de indução para controle de velocidade em substituição aos motores de corrente contínua.

Com o avanço da eletrônica de potência, foi possível o desenvolvimento de inversores de frequência com dispositivos de estado sólido, atualmente IGBT's (transistor bipolar de porta isolada).

A velocidade fundamental de qualquer motor AC é inversamente proporcional ao seu número de polos do estator e diretamente proporcional à frequência da tensão de alimentação. Portanto, para alterar a velocidade de um motor de corrente alternada, precisamos alterar a frequência ou o número de polos do estator. Como o número de polos do estator para cada motor é fixo, obviamente não podemos alterá-los. Ao variar a frequência da tensão de alimentação através de alguns meios mais simples, a velocidade do motor pode ser alterada.

Basicamente, o funcionamento do inversor de frequência consiste em converter o sinal AC da rede elétrica em DC, e este novamente em AC, porém agora pulsado e com largura modulada, assim podemos ajustar sua frequência e tensão e com isso controlar sua velocidade e seu torque.

Um inversor de frequência pode ser dividido em:

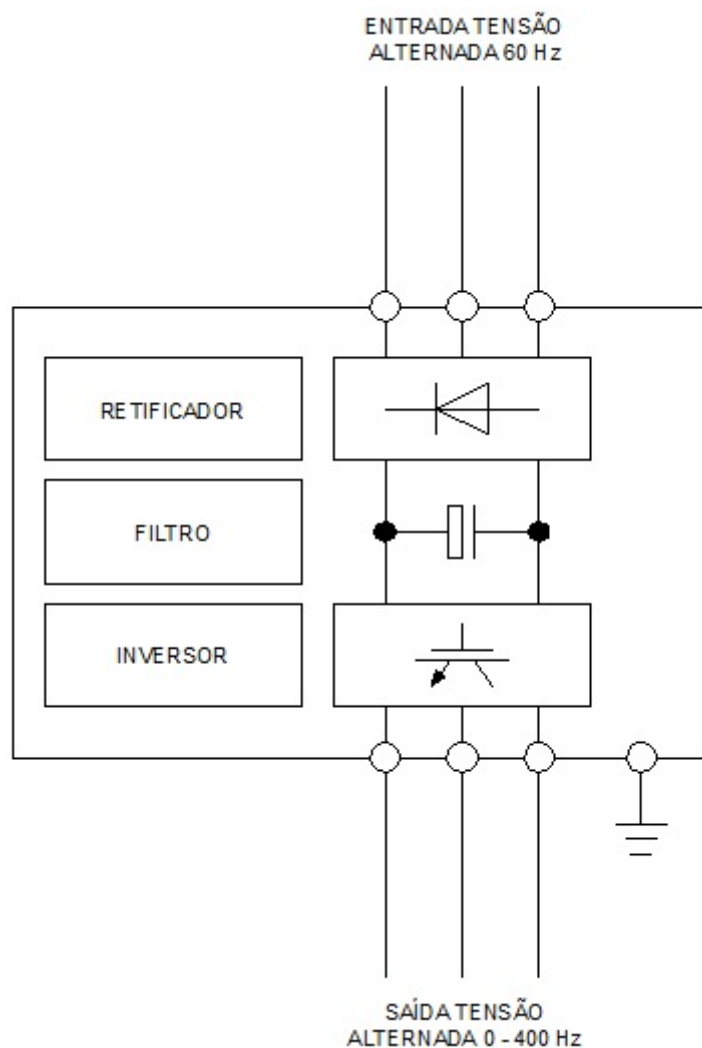
Retificador: Consiste em uma ponte retificadora trifásica (retificador de onda completa) onde, seis ou mais diodos retificam a tensão de entrada trifásica da rede 60 Hz, proporcionando uma saída contínua

(positivo em um negativo), porém, com certa ondulação que será corrigida pelo filtro.

Filtro: O barramento DC tem o objetivo de suavizar ondulações geradas pelo circuito retificador. Os capacitores corrigem as ondulações da tensão, enquanto que indutores minimizam as ondulações da corrente. Vale lembrar que o sinal ainda carrega consigo uma pequena ondulação.

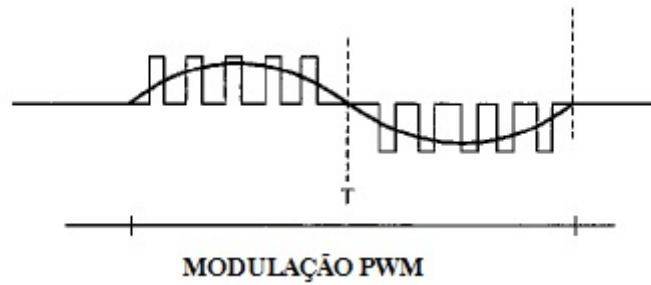
Inversor: Uma vez retificado e filtrado, o sinal deverá ser novamente convertido para alternado, graças a um conjunto de IGBT's (transistor bipolar de porta isolada) que operam em corte (chave aberta) e saturação (chave fechada) obedecendo a uma lógica previamente estabelecida.

O circuito de comando dos transistores de potência é o elemento responsável pela geração dos pulsos de controle dos transistores de potência a partir do uso de microcontroladores digitais. Tal técnica tornou-se possível e extremamente confiável. Atuando sobre a taxa de variação do chaveamento das bases dos transistores, controla-se a frequência do sinal trifásico gerado.



Modulação da frequência

A tensão de saída varia de acordo com o método de modulação denominado PWM (modulação por largura de pulso) que fornece uma corrente senoidal ao motor para uma frequência de modulação na faixa de 2 KHz. Para que o sinal seja o mais próximo possível de um sinal senoidal, a modulação por largura de pulso utiliza a comparação de dois sinais de tensão, um de baixa frequência (referencia) e o outro de alta frequência (portadora), resultando em um sinal alternado com frequência e largura de pulso variável.



A velocidade de chaveamento dos transistores permite modular a frequência, ou seja, se o chaveamento for rápido, o tempo para completar um ciclo será menor, o que aumenta a frequência, se o chaveamento for mais lento, o tempo para cada ciclo será maior, o que reduz a frequência.

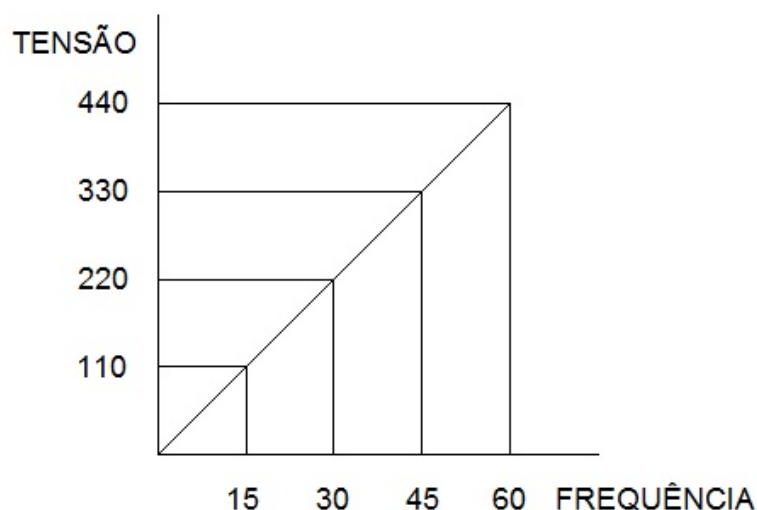
Os inversores de frequência operam com frequências de 0 a 400 Hz, obviamente que para aumentarmos a frequência, por exemplo, para 300 Hz, o motor deverá estar preparado para isso, caso contrário sua vida útil será reduzida drasticamente.

Controle do torque

A variabilidade da frequência é muito grande, e pode ser de forma escalar ou vetorial. Como o inversor escalar é mais comum de ser utilizado, vamos comentar mais sobre o seu funcionamento. Escalar como o próprio nome sugere, é uma relação direta entre frequência e tensão.

A principal função dos inversores de frequência é controlar a velocidade dos motores, porém mantendo o torque nominal do motor. Uma das maneiras de manter o torque nominal do motor é mantendo a proporção tensão-frequência para altas e baixas velocidades.

GRÁFICO TENSÃO x FREQUÊNCIA



Por exemplo, se um motor é projetado para operar em 440 V a 60 Hz, a tensão aplicada deve ser reduzida para 220 V quando a frequência é reduzida para 30 Hz. Em ambos os casos a razão V/F será a mesma, ou seja, 7,33.

Com a elevação da frequência do sinal imposto à armadura do motor e manutenção do valor da tensão, a corrente de magnetização da máquina cai proporcionalmente e, com ela, o fluxo magnético

estabelecido no entreferro. Consequentemente, caindo o fluxo magnético, cai o conjunto disponibilizado por ela. É a operação com enfraquecimento de campo. O conjugado eletromagnético da máquina enfraquece e, com isso, determinamos uma área acima da frequência nominal que chamamos de região de enfraquecimento de campo, em que o fluxo começa a decrescer, portanto o torque começa a diminuir.

Dito isto, também será importante saber que uma velocidade do motor CA não pode ser variada além de sua velocidade base específica (velocidade nominal da placa de identificação). Ultrapassar esse limite causará enfraquecimento do campo, redução do torque e comportamento não linear ou abrupto do motor.

Podemos notar que o conjugado permanece constante até a frequência nominal. Acima deste ponto o conjugado começa a decrescer.

É preciso tomar cuidado especial na aplicação de inversores para acionamento de motores em baixa rotação, pois motores do tipo fechado com ventilação externa são autoventilados. Em baixas rotações, tipicamente abaixo de 50% da rotação nominal, o fluxo de ar pela carcaça é deficiente. A retirada de calor é prejudicada e a potência fornecida pelo motor deve ser reduzida para não ocorrer a queima dos materiais isolantes de seu enrolamento de armadura.

O que é um inversor de frequência vetorial?

Diferente do inversor escalar, o inversor vetorial não obedece a relação tensão corrente fixada pelo operador. Nele existe um algoritmo incorporado ao software de controle que interfere automaticamente na razão V/F, a fim de compensar necessidades de torque que fatalmente ocorrerão em rotações baixas ou elevadas.

Em alguns inversores vetoriais, pode ser necessária a instalação de um encoder que fará a leitura de velocidade do motor e enviará ao inversor, que irá comparar com um parâmetro, fazendo o mesmo interferir ou não na razão V/F, ou seja, aumentar a tensão sem aumentar a frequência ou vice versa.

O inversor vetorial é mais caro que o inversor escalar e é mais indicado para processos que exigem torque elevado e baixas rotações, controle preciso de velocidade e torque regulável.

Já o inversor escalar é indicado para partidas suaves, operação acima da velocidade nominal do motor e operação com constantes reversões.

Viu só como funciona um inversor de frequência? Não deixe de ler o artigo sobre a comparação entre um inversor de frequência e uma soft-starter clicando [aqui](#).

Artigos Relacionados



O que é
escorregamento
de um motor
elétrico?



Como funciona
uma soft-starter?



Existe diferença
entre inversor e
soft-starter?

Gostou? Compartilhe!