

Motores Síncronos

Introdução

O motor síncrono é um tipo de motor elétrico muito útil e confiável com uma grande aplicação na indústria. Entretanto, pelo fato do motor síncrono ser raramente usado em pequenas potências, muitos que se sentem bem acostumados com o motor de indução por causa de suas experiências com acionadores menores, se tornam apreensivos quando se deparam com a instalação de um motor síncrono nos seus sistemas.

O motor síncrono é bastante semelhante ao motor de indução no seu aspecto geral, embora usualmente os motores síncronos possuem potência elevada e/ou rotação muito baixa quando comparado com o motor de indução normal. Tipicamente, o motor síncrono tem um comprimento de núcleo pequeno e um diâmetro grande quando comparado com o motor de indução.

Princípios Gerais de Operação

Os motores síncronos polifásicos têm estatores e enrolamentos de estator (enrolamentos de armadura) bastante similares aos dos motores de indução. Assim como no motor de indução polifásico, a circulação de corrente no enrolamento distribuído do estator produz um fluxo magnético com polaridade alternada norte e sul que progride em torno do entre-ferro numa velocidade diretamente proporcional a frequência da fonte de alimentação e inversamente proporcional ao número de pares de pólos do enrolamento.

O rotor do motor síncrono difere consideravelmente do rotor do motor de indução. O rotor tem pólos salientes correspondentes ao número de pólos do enrolamento do estator. Durante operação normal em regime, não há nenhum movimento relativo entre os pólos do rotor e o fluxo magnético do estator; portanto não há indução de tensão elétrica no rotor pelo fluxo mútuo e portanto não há excitação proveniente da alimentação de corrente alternada (ca). Os pólos são enrolados com muitas espiras de fio de cobre isolado, e quando a corrente contínua (cc) passa pelos enrolamentos, os pólos se tornam alternativamente pólos magnéticos norte e sul. Até o

começo dos anos sessenta a excitação em cc tinha que ser aplicada no campo através dos porta escovas e dos anéis coletores. Entretanto, atualmente, um sistema de excitação sem escova com controle eletrônico é freqüentemente usado.

Se o rotor estiver parado quando for aplicada a corrente contínua no enrolamento de campo, a interação do fluxo do estator e o fluxo do rotor causará um grande conjugado oscilante mas o rotor não gira. Para se dar partida num motor síncrono, é necessário inserir um número de barras na face de cada polo e curto-circuitar essas barras nas extremidades para formar uma gaiola de esquilo semelhante àquela existente no motor de indução. Além disso, o enrolamento de campo deve ser desconectado da alimentação cc e curto-circuitado, usualmente através de um resistor apropriado ou do circuito da excitatriz sem escovas. Pela seleção adequada das dimensões, material e espaçamento das barras na gaiola de esquilo (freqüentemente chamado enrolamento amortecedor) consegue-se desenvolver conjugado próximo ao encontrado no motor de indução suficiente para acelerar o rotor até a rotação próxima da nominal.

Se o rotor tiver alcançado velocidade suficiente e então se aplica corrente contínua no enrolamento de campo, o motor entrará em sincronismo com o fluxo magnético rotativo do estator. O conjugado de sincronização (pull-in) de um motor síncrono é o conjugado máximo de carga resistente constante contra o qual o motor levará a inércia (GD²) da carga conectada ao sincronismo quando a excitação nominal de campo cc é aplicada.

O conjugado médio de sincronização é uma função primariamente das características do enrolamento amortecedor. Entretanto, o efeito secundário do resistor de descarga e da resistência do enrolamento de campo contribui significativamente para a velocidade que pode ser atingida pelo rotor com um dado conjugado resistente aplicado ao motor. Por causa do efeito de polo saliente, o conjugado de sincronização instantâneo varia de algum modo em relação ao conjugado médio dependendo do ângulo entre os eixos dos polos do rotor e os polos do estator.

Existem diferenças no controle e proteção do motor síncrono às quais estão relacionadas à

construção do rotor. Sendo que a excitação cc é uma necessidade para a operação em rotação síncrona, fundamental para o motor síncrono, proteção contra falta de campo e perda de sincronismo é necessária. Durante a partida, o equipamento de controle deve assegurar automaticamente e precisamente, que a velocidade do rotor alcançou um determinado valor e também, na maioria dos casos, assegurar que o ângulo adequado entre os fluxos do rotor e do estator exista antes que a excitação cc seja aplicada. Uma vez que o enrolamento amortecedor do motor síncrono necessita somente acelerar o conjugado resistente da carga e seu GD2, mas não fornecer um conjugado nominal continuamente, a capacidade térmica do enrolamento, e portanto seu tempo de rotor bloqueado são muito inferiores aqueles comparados aos dos motores de indução e portanto proteção especial para o enrolamento é necessária.

Entretanto, uma vez que o estator, enrolamentos do estator, mancais, e demais proteções são essencialmente as mesmas do motor de indução, os esquemas de proteção para essas partes são basicamente os mesmos.

Porque Motores Síncronos

A economia está por trás do uso de motores síncronos em muitas das aplicações deste tipo de motor na indústria. As cinco razões mais comuns para se especificar motores síncronos são:

1. Baixo custo inicial.
2. Obter altos rendimentos.
3. Obter correção de fator de potência.
4. Obter características de partida especiais.
5. Obter características especiais do motor síncrono.

Destas cinco vantagens, as quatro primeiras tem um impacto direto no custo geral de operação da instalação.

Baixo Custo Inicial

De um modo geral o custo de um motor síncrono com excitatriz e controle pode se provar ser bem inferior àquele de qualquer outro motor de corrente alternada quando a potência é igual ou maior que

duas vezes a rotação (rpm). É claro que não é possível traçar uma linha divisória porque muitas modificações elétricas e mecânicas (assim como requisitos de controle) entram na avaliação.

Alto Rendimento

Embora o custo inicial possa ser substancial, em muitos casos ganhos ainda superiores podem ser obtidos pelos baixos custos operacionais do motor síncrono. Quando o rendimento do motor torna-se a consideração básica na escolha do motor, um motor síncrono com fator de potência (FP) unitário (1.0) é usualmente a solução. Uma vez que potência reativa (KVAR) não é necessário, e sim somente potência real (KW), a corrente de linha é minimizada, resultando em menor perda I²R no enrolamento do estator. Também, uma vez que a corrente de campo requerida é a mínima praticável, haverá menor perda I²R no enrolamento de campo da mesma forma. Excetuando-se situações onde alto conjugado é requerido, a baixa perda em ambos os enrolamentos de estator e de campo permitem ao motor síncrono com FP 1.0 ser construído em tamanhos menores que motores síncronos com FP 0.8 de mesma potência.

Assim, os rendimentos do motor síncrono FP 1.0 são geralmente superiores aos do motor de indução de potência correspondente. A figura 1 mostra rendimentos padronizados nominais para motores síncronos FP 1.0 e FP 0.8 típicos, assim como os de motores de indução. A figura 2 traz os mesmos valores para motores de baixa rotação.

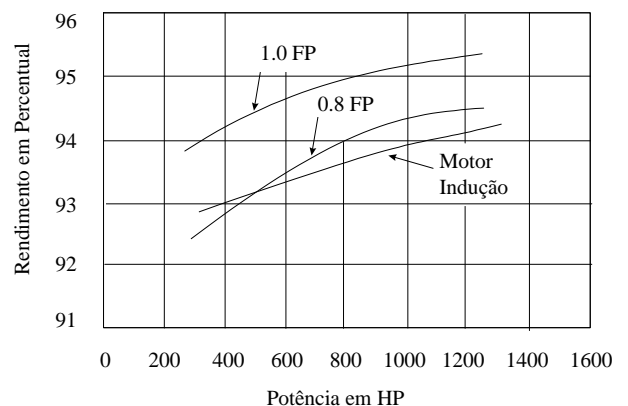


Figura 1
Rendimentos Típicos à Plena Carga para
Motores de Alta Rotação

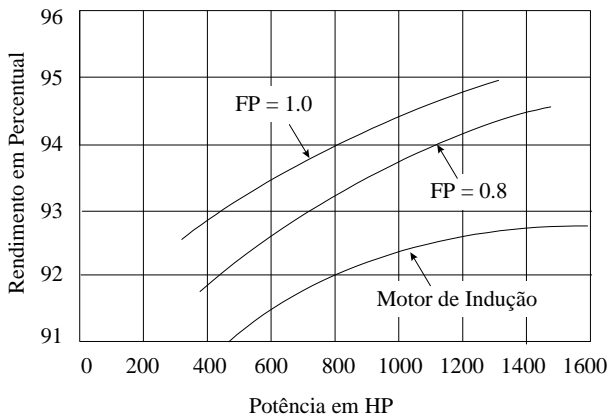


Figura 2
Rendimentos Típicos à Plena Carga para Motores de Baixa Rotação

Correção de Fator de Potência

Muitos sistemas de potência são baseados não somente em potência ativa em KW fornecida, mas também no fator de potência na qual ela é fornecida. Uma penalidade pode ser aplicada quando o fator de potência está abaixo de valores especificados. Isto é devido ao fato de que baixo fator de potência representa um aumento da potência reativa (KVAR) requerida e conseqüentemente, num aumento dos equipamentos de geração e transmissão.

Plantas industriais geralmente possuem predominância de cargas reativas indutivas tais como motores de indução de pequeno porte ou de baixa velocidade de rotação as quais requerem considerável quantidade de potência reativa (KVAR) consumida como corrente de magnetização. Embora seja possível usar-se capacitores para suprir a necessidade de potência reativa, havendo a possibilidade, é freqüentemente preferível a utilização de motores síncronos para este objetivo. Por causa da sua fonte separada de excitação, os motores síncronos podem tanto aumentar o KW de base sem KVAR adicional (motor com FP 1.0), como não somente aumentar o KW de base mas também fornecer o KVAR necessário (motor com FP 0.8 ou sobre-excitado). A figura 3 mostra a quantidade de KVAR em avanço corretivo fornecido pelos motores com FP 1.0 e 0.8 quando a excitação é mantida constante e a potência útil (KW) requerida do motor pela carga é diminuída. A figura 4 traz curvas que mostram como o fator de potência

decrece quando a excitação é mantida constante com a redução da potência em HP.

Assim, é aparente que o motor síncrono pode, em muitos casos, fornecer a potência útil de acionamento necessária com a redução benéfica da potência total do sistema.

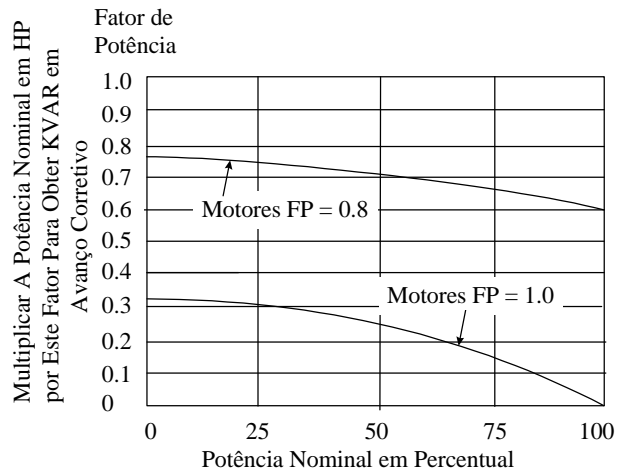


Figura 3
Variação da Potência Reativa (KVAR) Corretiva com a Carga

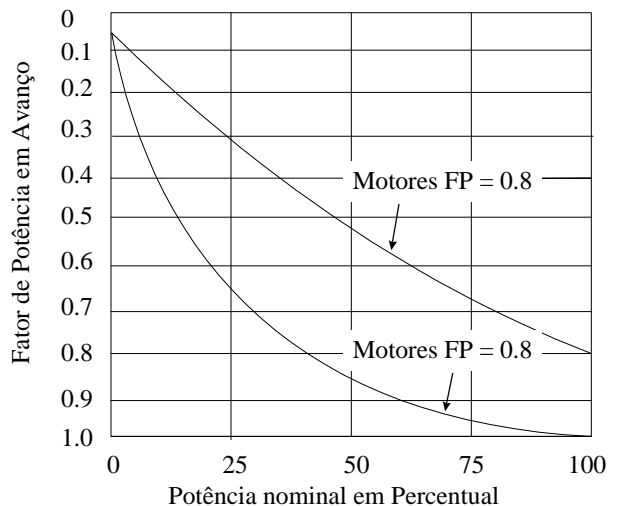


Figura 4
Variação do Fator de Potência com a Carga

Características Especiais de Partida

Requisitos usuais de partida podem normalmente ser melhor atendidos pelo motor síncrono porque as combinações de conjugado mais alto ou mais baixo e baixa corrente de partida podem ser fornecidos sem afetar apreciavelmente as características em regime.

Altos conjugados, por exemplo, são freqüentemente requeridos em grandes moinhos de bola para minério de ferro e moagem de cimento. Conjugado de partida entre 150 a 200 por cento do conjugado nominal são normalmente requerido estas aplicações. Embora o conjugado de partida para um motor de baixa velocidade é somente de 40 por cento, um projeto especial, o qual afeta primariamente o enrolamento amortecedor (e de algum modo as dimensões físicas da máquinas) pode fornecer altos conjugados. Ainda, uma vez que o enrolamento de partida é o principalmente afetado, o rendimento em operação permanece quase inalterado. Um aumento correspondente de conjugado num motor de indução seria proibitivo.

Corrente de partida (rotor bloqueado) baixa é normalmente desejável devido às limitações no sistema de alimentação. A redução da tensão de partida é sempre uma alternativa disponível, mas à custa da redução dos conjugados em adição à custos extras com o equipamento de controle. Freqüentemente, baixa corrente de partida pode ser obtida pelo projeto especial dos enrolamentos do estator e amortecedor. Em alguns casos, é possível reduzir a corrente de linha na partida por volta de 1/3 e ainda se manter os conjugados desejados. Entretanto deve-se mencionar que aplicações envolvendo altos conjugados de partida e de sincronização e/ou cargas de alta inércia requerem projetos os quais possuirão correntes de partida acima do normal.

Características Síncronas Especiais

Velocidade constante - Uma vez que os pólos magnéticos produzidos pela corrente contínua aplicada ao enrolamento de campo estão travados em relação ao campo magnético girante produzido pelo enrolamento do estator, o rotor gira a uma rotação média constante. Isto é verdadeiro independentemente da carga aplicada ao motor ou desde que a carga se mantenha dentro da limitação do conjugado máximo de sincronismo (pull-out) do motor. E não somente o motor síncrono irá manter a velocidade constante nas situações de sobrecarga, como também durante momentos de

queda de tensão (novamente dentro dos limites do conjugado máximo de sincronismo).

Entreferro de grande dimensão - Motores síncronos possuem inerentemente um entreferro muito grande, pelo menos duas vezes maior que o do motor de indução. Isto representa freqüentemente uma vantagem por razões mecânicas. O maior entreferro também permite ranhuras de maior dimensão o que representa uma vantagem para motores de altas tensões.

Diferenças Construtivas Básicas

Motores de alta velocidade

Motores síncronos são classificados em alta e baixa velocidade devido às diferenças nos métodos construtivos. O motor de alta velocidade, nominalmente de 12 pólos e abaixo, ver figura 5, é caracterizado por seu relativo comprimento axial longo em comparação ao diâmetro do rotor. A elevada velocidade do rotor, produzindo conseqüentemente altas forças centrífugas, faz com que as laminações da armação do rotor sejam feitas de aço de alta resistência mecânica com cauda de andorinha estampada ou usinada de modo a permitir a montagem e aperto seguro dos polos no rotor.

Construções padrões incluem estator, rotor, eixo e dois mancais. Para motores pequenos e médios os mancais são alojados dentro de tampas laterais às quais são montadas e se tornam parte integrantes do motor. Estes motores são abertos e auto ventilados. Alguns fabricantes possuem o motor a prova de pingos como padrão.

Motores Síncronos de Alta Velocidade			
Velocidade de Rotação			
Pólos	60 Hz rpm	50 Hz rpm	25 Hz rpm
4	1800	1500	750
6	1200	1000	500
8	900	750	-
10	720	600	-
12	600	500	-

Figura 5

Motores de baixa velocidade

Os motores síncronos de baixa velocidade possuem o comprimento do núcleo relativamente pequeno em relação ao seu diâmetro o que torna a construção com mancais nas tampas impraticável. O rotor de máquinas de baixa rotação consiste de um anel magnético fabricado e usinado, uma armação do rotor e um cubo do rotor, com os pólos presos ao anel magnético por meio de parafusos. Construção especial da armação do rotor é possível incluindo somente o cubo do rotor em duas metades, ou o rotor como um todo em duas metades, freqüentemente útil em aplicações em compressores onde há uma máquina acionada em ambas as pontas do eixo do motor. O motor de baixa rotação consiste de um rotor e um estator, eixo, mancais montados em pedestais, anéis coletores, conjuntos porta escovas, e base não auto suportante. O eixo, mancais e base podem ser eliminados em aplicações como compressores especiais onde o eixo do motor é uma extensão do eixo do compressor. Estes motores são montados diretamente no compressor e possuem custo menor para o cliente. Ver figura 6.

Motores Síncronos de Baixa Velocidade				
Velocidade de Rotação				
Pólos	60 Hz rpm	50 Hz rpm	25 Hz rpm	
14	514	428.5	215	
16	450	375	187.5	
18	400	333.3	168	
20	360	300	150	
22	327	272.7	137	
24	300	250	125	
26	277	230	115	
28	257	214	107	
30	240	200	100	
32	225	187.5	94	
36	200	166.7	84	
40	180	150	75	

Figura 6

Conjugados e Inércia

Todo motor síncrono deve ser projetado considerando-se três diferentes condições de carga:

1. Conjugado de partida para vencer o conjugado resistente com a carga parada (conjugado de arranque da carga).
2. Conjugado de sincronização para levar a carga até a velocidade adequada onde a aplicação do campo de excitação levará a carga ao sincronismo (pull-in torque).
3. Conjugado máximo em sincronismo para manter o motor sem perda de sincronismo quando em situação de sobrecarga momentânea máxima admissível (pull-out torque).

Em adição, para certas aplicações deve-se considerar no projeto conjugados especiais para superar o conjugado resistente em toda a aceleração do motor, como em moinhos de bola por exemplo. Conjugados padronizados que variam de acordo com a potência, rotação e fator de potência são listados na Figura 7.

Conjugados Padronizados para Motores Síncronos				
Potência em HP	60 Hz rpm	Conjugado em Percentual do Nominal		
		Rotor Bloqueado	Sincronização	Máximo em Sincronismo
Para Motores com Fator de Potência 1.0				
1-200	514-1800	100	100	150
250-1000	514-1800	60	60	150
1250 e acima	514-1800	40	60	150
Todas	450 e abaixo	40	30	150
Para Motores com Fator de Potência 0.8				
1-150	514-1800	100	100	175
200-1000	514-1800	60	60	175
1250 e acima	514-1800	40	60	175
Todas	450 e abaixo	40	30	200
Baseado em Inércia da Carga Normal e Excitação Nominal Aplicada				

Figura 7

Embora o motor síncrono opere com uma aplicação fixa de corrente de excitação, ele parte e acelera graças ao seu enrolamento amortecedor, o

qual funciona como a gaiola do rotor de um motor de indução. Assim, os conjugados de partida e de sincronização variam com o quadrado da tensão aplicada, e a corrente de partida proporcionalmente à tensão como no motor de indução.

O conjugado de sincronização é definido como o conjugado constante máximo contra o qual o motor e carga acionada serão levados para a velocidade síncrona quando a tensão de excitação é aplicada. Uma vez que o motor síncrono parte como um motor de indução, ele acelerará a carga até o ponto onde o conjugado do motor iguala o conjugado resistente da carga. Usualmente este ponto ocorre a 95 por cento da rotação síncrona ou acima. (ver figura 8). Nesta situação se a tensão de excitação for aplicada no motor o rotor irá sincronizar ou seja, ira acelerar a inércia combinada do rotor do motor mais a da carga à rotação síncrona precisa.

A habilidade de acelerar a inércia combinada à rotação síncrona, ou de sincronizar, é limitada para um motor dado. Se torna aparente que, então, para um valor alto de conjugado resistente, o enrolamento amortecedor deve levar a inércia a um velocidade menor do que para um conjugado resistente menor. O projeto adequado deste enrolamento requer o conhecimento preciso do conjugado resistente da carga.

Por exemplo, considere-se uma carga de alta inércia tal como um ventilador centrífugo. O conjugado requerido pelo ventilador próximo a velocidade nominal é, digamos, 100 por cento do valor nominal. Vamos assumir também, que o motor usual desenvolve conjugado suficiente para sincronizar a carga a não menos que 98 por cento da rotação síncrona. Caso um motor que desenvolve 100 por cento do conjugado a 95 por cento da rotação for aplicado a este ventilador, ele não conseguirá sincronizar a carga, uma vez que ele não é capaz de desenvolver os necessários 100 por cento de conjugado a 98 por cento da rotação. (A curva típica de conjugado-velocidade da figura 8 mostra como o conjugado diminui conforme a velocidade se aproxima da síncrona.)

Em resumo, qualquer garantia para o conjugado de sincronismo deve ser acompanhada pelo valor de conjugado resistente para o qual esta garantia é feita. De outro modo ela não tem significado.

Em adição às considerações do efeito da inércia na aceleração ao sincronismo, há que se considerar a aceleração da rotação zero ate o ponto de sincronismo. Altas inércias consomem muita

energia na aceleração e conseqüentemente provocam alto aquecimento no enrolamento amortecedor.

Para compensar isto, motores com cargas de alta inércia (4 a 5 vezes o normal) são construídos em carcaças maiores para fornecer a necessária capacidade de aceleração. Também como conseqüência da alta inércia, o tempo de aceleração torna-se consideravelmente longo.

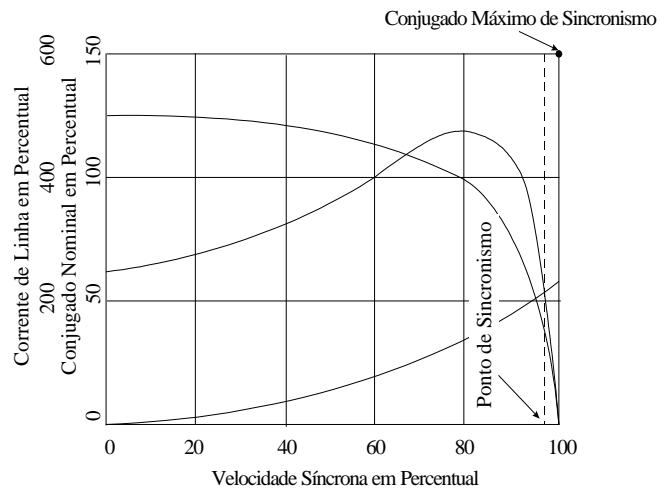


Figura 8

Curvas Características de Partida a Plena Tensão

O conjugado máximo em sincronismo, ou conjugado máximo (ver figura 8) de um motor síncrono não se assemelha ao do motor de indução no sentido em que não ocorre redução de rotação ou escorregamento até o ponto em que o motor sai fora de sincronismo. Uma vez que este conjugado é sustentado pela ação de duas forças magneto motrizes alinhadas a redução de uma delas reduz a capacidade de conjugado do motor. Assim, um motor síncrono com uma fonte cc separada tal como um conjunto motor gerador, ou excitatriz acoplada ao eixo do motor, terá seu conjugado de sincronização variando proporcionalmente com a tensão de excitação.

Se a excitação for do tipo estática a qual utiliza uma fonte de corrente alternada como alimentação, a excitação também ira se reduzir com um queda de tensão na linha. Uma vez que o conjugado máximo em sincronismo varia diretamente com a excitação do campo, o efeito total da variação da tensão no conjugado será com o quadrado da variação da tensão. Deve-se ressaltar que motores com fator de potência 0.8 com enrolamentos de campo maiores geralmente terão maior conjugado

máximo em sincronismo do que motores com fator de potência 1.0 de mesma potência e rotação.

Na seleção de um motor síncrono para uma aplicação específica é importante conhecer-se os requisitos reais de conjugado. Em muitos casos os conjugados nominais tabulados na figura 7 não devem ser especificados. Conforme foi observado anteriormente, os conjugados de partida e de sincronismo não devem ser maiores que o necessário na medida que um aumento no conjugado somente pode ser obtido com um aumento na corrente de partida a qual aparece como um distúrbio de considerável impacto na tensão do sistema. Por outro lado, algumas aplicações requerem conjugados de partida e de sincronismo mais altos que o normal; assim, um motor síncrono deve ser construído para a aplicação específica.

Cargas e Sobrecargas

Em adição à especificação da potência do motor, a frequência e a severidade de sobrecargas, se for o caso, devem ser consideradas. Quando a carga do motor segue um determinado ciclo, cuidados devem ser tomados com a seleção da potência do motor. Isto é especialmente verdadeiro porque o aquecimento rms do motor não é uma função direta da potência rms. Isto ocorre porque a corrente de campo é normalmente mantida no valor nominal enquanto que a corrente de armadura não decresce linearmente com a carga. Um exemplo típico iria mostrar que embora a carga se torne essencialmente nula, a corrente de armadura se reduz de 100 por cento do valor nominal para aproximadamente 80 por cento. Então, mesmo tendo-se potência útil de saída igual a zero, a corrente de armadura será igual a 80 por cento da nominal e a correspondente perda ôhmica será aproximadamente igual a 64 por cento daquela equivalente à carga nominal.

Excitação

Os requisitos para uma fonte de excitação para o motor síncrono tem que ser levados em conta com atenção. Existem vários sistemas de excitação disponíveis incluindo, (1) excitatriz conectada diretamente, (2) excitatriz acionadas por polia e correia, (3) grupos motores-geradores, (4) excitação estática e, (5) excitatriz sem escovas.

Motores síncronos de alta rotação com mancais montados em tampas laterais normalmente utilizam

excitatrizes diretamente conectadas. Isto resulta numa unidade compacta com o rotor da excitatriz montado numa extensão do eixo do motor no lado oposto ao acionamento. O estator da excitatriz é montado com encaixe macho-fêmea na tampa lateral do motor. Para construções com mancais em pedestais, a excitatriz é usualmente montada em base própria ou comum com a do motor. Quando o motor de baixa rotação é equipado com uma excitatriz de cc convencional, a excitatriz é geralmente acionada por polia e correia para se obter proveito do baixo custo da máquina cc de alta rotação. Entretanto, quando a máquina de baixa rotação utiliza uma excitatriz sem escovas, o rotor da unidade é montada diretamente no eixo do motor. A parte estacionária é montada através de suportes na carcaça do motor.

A excitação estática pode ser usada remotamente e converte corrente alternada em corrente contínua com utilização da eletrônica de potência.

A excitatriz sem escovas possui a grande vantagem de não possuir escovas no circuito cc. O motor equipado com excitatriz sem escovas possui custo de manutenção reduzido uma vez que não há escovas e anéis coletores. Este sistema é ideal para locais com atmosferas explosivas tais como as encontradas na indústria petroquímica. Este tem sido atualmente o método mais selecionado entre os mencionados por suas vantagens evidentes.

Aplicação dos Motores Síncronos

Os motores síncronos são utilizados em praticamente toda a indústria. A tabela da figura 9 não está completa tanto pelas atividades industriais como pelas aplicações apresentadas, mas sugere o grande emprego desses motores. Enquanto a tabela indica os diversos usos para um motor padrão, muitos motores síncronos podem ser feitos na medida certa da necessidade. Em muitos casos um motor com valores de conjugados inferiores ao padrão podem ser utilizados. Isto traz redução vantajosa da corrente de partida do motor o que implica em menor distúrbio no sistema elétrico durante o ciclo de partida e em redução nas tensões mecânicas resultantes nos enrolamentos do motor. A GEVISA recomenda aos seus clientes ao se especificar um motor síncrono que se forneçam as informações mais completas possíveis sobre a aplicação.

Aplicações de Motores Síncronos por tipo de Indústria	
<i>Indústria</i>	<i>Aplicação</i>
Água e Saneamento	Estações de Bombeamento
Papel e Celulose	Refinadores, Batedores, Desfibradores, Bombas Centrifugas e a Vácuo, Compressores, Picadores, Moedores, Descascadores
Madeira	Serras, Bombas, Compressores
Têxtil	Bombas, Compressores, Conjuntos Motor-Gerador
Siderurgia	Conjuntos Motor-Gerador, Laminadores, Ventiladores, Bombas, Compressores
Construção Civil	Bombas, Compressores para Ar Condicionado
Máquinas Operatrizes	Acionamento de Prensas, Compressores
Britagem	Moinhos de Bola, Moinhos de Rolos, Esmagadores (Crushers), Bombas, Compressores
Química	Bombas, Compressores
Borracha	Moinhos de Borracha, Bombas, Misturadores de Borracha (Bambury Mixers), Extrusoras
Geração de Energia Elétrica	Sopradores, Bombas de Fornecimento de Água e de Resfriamento
Mineração	Grupos Motor-Gerador, Escavadeiras, Equipamento para Guindastes, Bombas, Compressores, Ventiladores

Figura 9

Copyright ã 1997, 1998, 1999, 2000 GE-GEVISA S.A.

Traduzido e adaptado da publicação GEMIS GEZ-6209.1 por Ney E. T. Merheb (Eng.Aplicação da GEVISA).

Colaboração: Antônio Grabert Filho (Consultor Técnico da GEVISA).