

SPM

CONTROLE E PROTEÇÃO DE MOTOR SÍNCRONO

Manual de Instrução

Revisão Software : 152-000
Manual P/N: 1601-0072-A2
Copyright 1996 G.E.Multilin



CANADA
215 Anderson Avenue, Markham, Ontario, L6E 1B3
Tel: (905) 294-6222 Fax: (905) 294-8512



BRASIL
Av. Pedro Lessa, 1111 - Cj. 41/44 - Santos/SP
Tel.: (013) 238-0141 Fax.: (013) 238-0177

Manual de Instrução

SPM

CONTROLE E PROTEÇÃO DE MOTOR SÍNCRONO



I N D I C E

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO E INFORMAÇÕES PARA EMITIR PEDIDO DE COMPRA	
1-1 GENERALIDADES.....	6
1-2 VISÃO GERAL FUNCIONAL.....	6
1-3 INFORMAÇÕES PARA EMISSÃO DO PEDIDO DE COMPRA.....	7
1-4 ESPECIFICAÇÕES SPM.....	8
1-4.1 Especificações.....	8
CAPÍTULO 2 - INSTALAÇÃO	
2-1 GENERALIDADES.....	9
2-2 ELEMENTOS DE UM CONTROLADOR DE MOTOR-SÍNCRONO COMPLETO.....	9
2-3 INSTALAÇÃO MECÂNICA.....	9
2.3.1 Desempacotando o SPM.....	9
2.3.2 Removendo o relé extraível SPM da caixa	9
2.3.3 Inserindo o relé extraível SPM na caixa.....	9
2.3.4 Montando o SPM.....	9
2-4 INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	10
2.4.1 Aterramento.....	10
2.4.2 Entradas de Tensão da Excitatriz e do Campo.....	10
2.4.3 Descrição da Saída do Relé.....	10
2.4.4 Entrada do Transformador de Corrente.....	10
2.4.5 Saída do Sinal Analógico do Fator de Potência.....	10
2.4.6 Entrada de Corrente Contínua de Campo CC.....	11
2.4.7 Monitor da Saída de Tensão da Excitatriz.....	11
2.4.8 Saída de Regulação do Fator de Potência.....	11
2.4.9 Controle de Tensão.....	11
2.4.10 Tensão Externa de Referência para o FP.....	11
CAPÍTULO 3 – OPERAÇÃO.....	12
CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DO MOTOR-SÍNCRONO	
4-1 GENERALIDADES.....	13
4-2 MOTORES DE ANÉIS-COLETORES.....	15
4.2.1 Partida e Sincronização.....	15
4.2.2 Sincronização através do Torque de Relutância.....	15
4.2.3 Proteção da Partida.....	16
4.2.4 Partida com Tensão-Reduzida.....	16
4.2.5 Proteção (pull-out) do Fator de Potência.....	17
4.2.6 Operação Fator de Potência.....	18
4.2.7 Ação Controladora durante o pull-out	18
4.2.8 Efeito das Quedas de Tensão no Fator de Potência do Motor.....	18
4.2.9 Indicação e Detecção do Fator de Potência, quando o Motor está sendo arrastado pela Carga (geração).....	19
4.2.10 Regulação do Fator de Potência.....	19
4-3 DESCRIÇÃO DOS CONTROLADORES SEM ESCOVA.(Brushless).....	20
4.3.1 Revisão do Motor Sem Escova (Brushless).....	20
4.3.2 Partindo um Motor Sem Escova (Brushless).....	20
4.3.3 Proteção contra Travamento.....	20
4.3.4 Proteção (pull-out) do Fator de Potência.....	21
4.3.5 Regulação do Fator de Potência.....	21

I N D I C E

CAPÍTULO 5 - PROGRAMAÇÃO

5-1	PROCEDIMENTOS DE PROGRAMAÇÃO.....	22
5.1.1	Teclado de Interface do SPM.....	22
5.1.2	Mudando Ajustes.....	22
5.1.3	Mudando Valores de Calibração.....	23
5.1.4	Mudando Configurações.....	24
5.1.5	Vendo e Mudando os Parâmetros do Modo Status.....	25
5.1.6	Menu Alternativo de Operação.....	26
5-2	AJUSTES.....	27
5.2.1	Trip do Fator de Potência	27
5.2.2	Retardo do Fator de Potência.....	27
5.2.3	Supressão do Fator de Potência.....	27
5.2.4	Modo Fator de Potência.....	28
5.2.5	Retardo do Relé de Aplicação de Campo.....	28
5.2.6	Retardo do Relé Auxiliar do Contator de Campo.....	29
5.2.7	Valor Nominal do TC Primário - CA (corrente alternada)	29
5.2.8	Corrente Plena Carga do Motor.....	29
5.2.9	Corrente do Rotor Bloqueado.....	30
5.2.10	Escorregamento Síncrono.....	30
5.2.11	Tempo de Rotor Travado.....	30
5.2.12	Tempo de Funcionamento.....	31
5.2.13	Valor Nominal do TC Primário de Corrente Contínua (CC).....	31
5.2.14	Proteção de Sobretemperatura do Campo (alto valor de ohms no campo)	33
5.2.15	Subcorrente de Campo.....	35
5.2.16	Subtensão de Campo.....	35
5.2.17	Retardo de Sequência Incompleta.....	36
5.2.18	Regulador do Fator de Potência.....	37
5.2.19	Ganho do Regulador.....	37
5.2.20	Estabilidade.....	37
5.2.21	Limite de Saída do Regulador.....	38
5.2.22	Tensão Piso.....	38
5-3	CONFIGURAÇÕES.....	39
5.3.1	Tipo do Motor.....	39
5.3.2	Frequência de Suprimento	39
5.3.3	Referência do Fator de Potência	39
5.3.4	Endereço do RTU	39
5.3.5	Modo Status	40
5.3.6	Senha.....	40

CAPÍTULO 6 - VALORES ATUAIS

6-1	VALORES ATUAIS.....	41
6.1.1	Valores Atuais.....	41
6-2	STATUS.....	42
6.2.1	Horas de Funcionamento do Motor.....	42
6.2.2	Contador de Trip por Sequência Incompleta.....	42
6.2.3	Contador de Trip por Perda de Campo.....	42
6.2.4	Contador de Trip por Pull-Out.....	42
6.2.5	Contador de Tentativas de Ressincronização.....	42
6.2.6	Contador de Perdas da Tensão Externa de Referência do FP.....	43
6.2.7	Contador de Trip por Verificação da Excitatriz.....	43
6.2.8	Contador de Trip por Fator de Potência.....	43
6.2.9	Contador de Trip por "Gaiola de Esquilo".....	43
6.2.10	Contador de Trip por Sobretemperatura no Campo.....	43

I N D I C E

CAPÍTULO 7 – TESTES E ELIMINAÇÃO DE DEFEITOS

7-1	PROCEDIMENTOS DE PARTIDA.....	44
	7.1.1 <i>Inspeção</i>	44
	7.1.2 <i>Teste de Verificação do SPM</i>	44
7-2	DESCRIÇÃO DA PARTIDA.....	45
7-3	DISPLAYS DO SPM.....	45
7-4	MENSAGENS DO SPM.....	46
7-5	INSTRUÇÕES DE SINTONIZAÇÃO DO REGULADOR.....	48
7-6	GUIA DE LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS.....	50
7-7	EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO.....	55

CAPÍTULO 8 - ACESSÓRIOS

8-1	MÓDULO DE CALIBRAÇÃO DE CORRENTE DE CAMPO.....	61
8-2	TRANSFORMADOR DE CORRENTE - CORRENTE CONTÍNUA (CC).....	61
8-3	REDE DIVISORA DE TENSÃO.....	61

ANEXO A	De 63 a 103
---------------	-------------

ANEXO B	De 104 a 106
---------------	--------------

Capítulo I Capítulo I - Introdução e Informações para Emitir Pedido de Compra**1-1 Generalidades**

O SPM controla a partida, sincronização e proteção de motores síncronos tipo anel-coletor e “brushless”.

As funções de controle do SPM para partida do motor síncrono incluem precisas leituras da velocidade do motor e ângulo do rotor, as quais permitem à unidade aplicar excitação com ângulo e velocidade ótimos. Isto permite um melhor ajuste do motor à sua carga. Uma ótima aplicação da excitação também reduz distúrbios no sistema de força, os quais podem ocorrer quando o motor apresenta um deslocamento em círculo completo com o campo energizado. Além disso, o SPM tem habilidade de tirar vantagem de um tempo de rotor travado maior com partida em tensão reduzida. Ele também responde com adequada aplicação de excitação, quando o motor sincroniza com torque de relutância.

O SPM garante as funções necessárias para proteger o motor durante sua partida e no evento de uma operação síncrona. Durante a partida e eventuais partidas sucessivas, o SPM previne contra sobreaquecimento dos enrolamentos da gaiola. Para proteger contra operação assíncrona, o fator de potência do motor é monitorado. Dois modos de proteção pull-out podem desligar o motor, se a ressinchronização não ocorre depois de um retardo programado. O tempo de funcionamento do motor, o número e o tipo de trips são registrados.

O SPM tem um regulador do fator de potência opcional, que tem cinco ajustes programáveis, que podem ser mudados enquanto o motor estiver funcionando, para conveniente sintonização do regulador.

Um display tipo LCD (backlit) e as teclas permitem ao usuário faixas de configuração para atender várias aplicações. A unidade vem em uma caixa extraível compacta S1.

O SPM pode ser aplicado como parte de um controlador completo de motor síncrono. Isto consiste de quatro partes. Um dispositivo principal liga e desliga o motor ao sistema de força. Relés digitais multifunção (tal como o GE Multilin SR 469) fornecem proteção ao estator. Proteção de campo CC (Corrente Contínua) e controle são fornecidos pelo SPM. O conjunto de controle é completado pelo contator de campo e resistor de descarga de campo.

1-2 Visão Geral Funcional

A porção CC do motor síncrono (conjunto do rotor) é protegida e controlada usando-se um relé extraível multifunção micro-processado. O relé é adaptado tanto aos motores síncronos tipo anel-coletor como tipo brushless. As características de proteção incluem as seguintes :

- Proteção dos enrolamentos da gaiola e de travamento, durante a partida.
- Bloqueio para proteger um rotor quente, depois de uma partida incompleta.
- Trip de sequência incompleta devido a falhas durante a aceleração.
- Ajuste automático de tempo de aceleração para partida com tensão reduzida.
- Trip por fator de potência (pull-out) com ressinchronização automática.
- Trip por perda de corrente de campo CC
- Trip por perda de tensão de campo CC
- Trip por sobretemperatura nos enrolamento de campo.

Depois de uma partida bem sucedida, o relé, automaticamente, aplica o campo CC ao rotor, com um ângulo e um deslizamento predeterminados, para minimizar esforços mecânicos no eixo, assim como minimizar possíveis transitórios elétricos no sistema de força. Isto é alcançado através de uma saída dedicada para fechar o contator do campo-CC. O relé também é capaz de sincronizar com o torque relutante (somente máquinas de anel-coletor).

Uma saída dedicada está prevista no relé para permitir o carregamento do motor seguindo a aplicação de campo-CC e descarregar o motor após um trip e/ou perda de sincronização (deslizamento polar).

Um controle de um sistema de excitação tipo SCR é disponível como uma opção, através de uma saída analógica para manter o fator de potência (regulação FP).

Interface Homem-Máquina (IHM) se constitui em um display alfanumérico (backlit) e um teclado para acomodar a programação do relé, bem como visualizar os parâmetros momentâneos do motor, os quais compreendem :

- Corrente do estator CA (Corrente Alternada)
- Fator de potência
- Corrente do campo CC
- Tensão do campo CC

Capítulo I Capítulo I - Introdução e Informações para Emitir Pedido de Compra

- Resistência do campo CC
- Medidor de tempo de funcionamento

Dados estatísticos incluem número e tipo de trips.

Antes da partida do motor, o relé executa uma verificação completa do sistema.

1-3 Informações para emissão do Pedido de Compra

O SPM foi projetado para ter todas as características imbutidas num relé padrão e programáveis pelo usuário, para adaptar-se a aplicações específicas. A única opção para o código de pedido é para *Regulação do Fator Potência*. Observe, entretanto que para utilizar algumas das características padrão um pacote de hardware externo opcional deverá ser pedido, além do próprio relé. Estes pacotes separados são explicados com o código do pedido.

SPM *

SPM		SPM : Relé padrão para proteção e partida com cartão VDN
PF		PF: Opção de regulação do Fator de Potência usado em motores com Excitatriz SCR (não recomendada para aplicações Brushless)

ACESSÓRIOS (pedidos separadamente)

- PG2SPM** Pacote de hardware externo para sobretemperatura e proteção por perda de corrente, até 200 A (inclui 1-DCCT200 & 1-CM)
- PG4SPM** Pacote de hardware externo para sobretemperatura e proteção por perda de corrente, até 400 A (inclui 1-DCCT400 & 1-CM)
- MPSPM** Painel de Montagem para adaptar o SPM em instalações existentes de μ SPM.

Tabela 1 - Arranjo e Nomenclatura para Pedido de Compra.

Capítulo I - Capítulo I - Introdução e Informações para Emitir Pedido de Compra

1-4 Especificações SPM

1.4.1. Especificações

<p>ENTRADAS DE CORRENTE DE FASE</p> <p>TC Primário: 5 - 2000 TC Secundário: 5 Faixa de conversão 0.05 - 6xTC Frequência: 50 / 60 Hz Precisão: @<2xTC: ±0.5% de 2xTC de RMS real @<2xTC: ± 1% de 6xTC de RMS real</p>	<p>CONTACTOS DO RELÉ</p> <p>Tipo : FAR, TRP Formato A FCX Formato C Carga nominal : 10A CA contínuo NEMA A300 1A CC contínuo NEMA R300 Desligamento : 10A 250 VAC ou 30 VDC Tensão máxima de operação : 250 VAC</p>
<p>ENTRADAS DE CORRENTE DE CAMPO</p> <p>TC Primário: 5 - 1000 Faixa de conversão 0.05 - 1xTC Frequência: 50 / 60 Hz Precisão: ± 2%</p>	<p>AMBIENTE</p> <p>Umidade : 0 - 95% sem condensação Temp. de operação : -20°C - + 70°C Temp. de armazenagem : -40°C - + 85°C</p>
<p>ENTRADAS DE TENSÃO DE EXCITATRIZ</p> <p>Conversão : 0-350 VDC (anterior ao VDN) Precisão : ± 5%</p>	<p>TESTES TIPO</p> <p>Resistência Dielétrica : Normas IEC 255-5 e ANSI/IEEE C37.90 Resistência 2.0kV dur.1 min. Entre relés, TCs, TPs, supr.de força e Terra de Segurança. de Isolamento: IEC255-5 500 VDC, entre relés, TCs, TPs, supr.de força e Terra de Segurança Transitórios : ANSI C37.90.1 Oscilografia (2.5kV/1MHz) ANSI C37.90.1 Ascensão Rápida (5kV/10ns) Ontario Hydro A-28M-82 IEC255-4 Perturbação Impulso/Alta Frequência, Nível Classe III Teste de Impulso : IEC 255-5 0.5j 5kV EMI : C37 90.2 Interferência Eletromagnética @ 150MHz e 450MHz, 10V/m Estática : IEC801-2 Descarga Estática Vibração : Vibração Senoidal 8.0g durante 72 horas</p>
<p>FATOR DE POTÊNCIA</p> <p>Faixa : 0.01 a 1 a -0.01 Retardo : 0.1 - 10 segundos Precisão : ± 5%</p>	
<p>ENTRADAS CHAVEADAS (MX & NX)</p> <p>Tipo : Contato seco Tensão de Inter- rogação Interna : 85 - 265 VAC (tensão de controle)</p>	
<p>SAÍDA ANALÓGICA DO FATOR DE POTÊNCIA</p> <p>Tipo : Ativa Saída : 0 - 10 VDC máximo @ RL ≥ 1K (carga mínima) Precisão : ± 10% (0.1 V) Isolação : 36 V VpK</p>	<p>CERTIFICADOS</p> <p>UL : Listado no UL CSA : Aprovado pelo CSA</p>
<p>TENSÃO DE CONTROLE</p> <p>Entrada ; 85 - 265 VAC @ 48 - 60 Hz Potência : 10 VA nominal REtardo : 100 ms típico @ 120 VAC</p>	<p>DIMENSÕES FÍSICAS</p> <p>Caixa de Embarque : 12.50" x 10.50" x 9.75" (Comp. x Alt. x Prof.) 318mm x 267mm x 248mm Peso para Embarque : 14.25 lbs / 6.45 kg</p>

As especificações podem ser mudadas sem aviso prévio.

Capítulo 2 - Instalação

2-1 Generalidades

O SPM pode ser incorporado ao equipamento de Controle do Motor-Síncrono, como um controlador completo (incluindo um comutador de força CA para a partida do motor) ou como um painel de campo (comutador de força CA fornecido por outro dispositivo).

2-2 Elementos de um Controlador de Motor-Síncrono completo

Um Controlador de Motor-Síncrono completo está habilitado a ligar ou desligar o motor no sistema de força e, protege-lo de danos que podem ocorrer se o mesmo estiver funcionando em condição anormal, tal como fora-de-sincronismo.

Um Controlador de Motor-Síncrono completo consiste de um dispositivo de partida e um elemento para chaveamento (tipicamente um contator), o qual controla a fonte de suprimento do motor. Em adição, relés de proteção são fornecidos para ambos o estator e o rotor (tal como uma combinação SR469 / SPM). Controles para partida e parada do motor (botoeiras "start-stop") são também incluídos. Dispositivos de medição e indicação, tal como amperímetros de linha são fornecidos, se não incluídos nos relés. Todas estas características são comuns aos controladores de motor de todos os tipos.

Ver Figura 1 – Anexo A

2-3 Instalação Mecânica

2-3.1 Desempacotando o SPM

Quando o SPM é despachado separadamente, cuidadosamente desembulhe o módulo e relate sobre qualquer dano ou falta de componentes à empresa transportadora e a GE Multilin. Ver na Figura 1 fotografia de todas as partes incluídas.

2-3.2 Removendo o relé extraível SPM da caixa

- Remova, **cuidadosamente**, o painel frontal da unidade, pressionando as presilhas localizadas em sua parte lateral, e puxando o painel na sua direção. Após esta operação, libere as presilhas localizadas na parte inferior da caixa.

NOTA : NÃO MANTENHA o painel frontal sustentado pelos seus cabos de conexão.

- Cuidadosamente**, desconecte os cabos de conexão da unidade.
- Remova a pá de apoio e libere as presilhas localizadas na parte superior e inferior da unidade. O relé agora pode ser retirado de sua caixa.

2-3.3 Inserindo o relé extraível SPM na caixa

- Deslize o relé para dentro da caixa e trave as presilhas localizadas na parte superior e inferior da unidade
- Insira a pá de apoio no relé.
- Cuidadosamente**, reconecte os cabos de conexão da unidade.

NOTA : NÃO retire ou entorte os cabos de conexão.

- Recoloque o painel frontal em sua caixa, articulando o mesmo pela sua parte inferior .Empurre o painel frontal contra a caixa, até que haja o travamento.

2-3.4 Montando o SPM

A montagem do SPM requer atenção especial às seguintes instruções

PRECAUÇÃO : DESENERGIZE TODOS OS EQUIPAMENTOS EXISTENTES ANTES DE INTALAR O NOVO EQUIPAMENTO.

Capítulo 2 - Instalação

- a) Remova o relé da caixa.
- b) Prepare os furos de montagem no painel de acordo com as dimensões mostradas na *Figura 2*.
- c) Deslize a caixa para dentro do painel pela sua parte frontal.
- d) Instale os quatro parafusos de montagem da parte traseira do painel. A caixa está agora montada com segurança e pronta para as conexões externas.

Ver *Figura 2 – Anexo A*

2-4 Instalação Elétrica

Instale o SPM de acordo com a *Figura 5* (tipo anel) ou a *Figura 6* (brushless). Preste particular atenção à conexão das entradas dos TCs e TPs no SPM. Estas entradas devem ser conectadas de acordo com as *Figuras 5 e 6*, para a própria proteção da função fator de potência.

2.4.1 Aterramento

O relé SPM deve ser solidamente aterrado a um sistema de terra apropriado. O SPM possui proteção extensiva através de filtros de transientes para assegurar uma operação apropriada e confiável em ambientes industriais áduos. O aterramento apropriado deve ser perfeito para assegurar a filtragem.

2.4.2 Entradas de Tensão da Excitatriz e do Campo

As entradas de tensão do campo (V_{F+} V_{F-}) e entradas de tensão da excitatriz (V_{E+} V_{E-}) são conectadas ao relé através de uma rede divisora de tensão (RDT) fornecida.

PRECAUÇÃO :
NÃO TENTE DAR PARTIDA AO MOTOR SEM QUE O RESISTOR EXTERNO ESTEJA LIGADO. SEVEROS DANOS PODEM OCORRER AO SPM, SE O RESISTOR NÃO ESTIVER CONECTADO APROPRIADAMENTE.

2.4.3 Descrição da Saída do Relé

A descrição das saídas do relé é a seguinte :

1. TRIP - Relé de Trip -

Este relé é normalmente energizado e se desenergiza quando da perda de potência ou quando o módulo detectar qualquer condição anormal.

2. RAC - Relé de Aplicação de Campo -

Este relé capta o exato momento para aplicar CC ao campo do motor.

3. FCX - Relé de Carregamento -

Este relé capta quando o motor está completamente sincronizado e pronto para ser carregado. Ele é controlado pelo *ajuste* programável "Retardo FCX"

2.4.4 Entrada do Transformador de Corrente

O SPM é projetado para funcionar com Transformadores de Corrente (T.C.) de secundários cinco (5) amperes. O Transformador de Corrente deve ser conectado na fase apropriada do motor. Ver Diagrama Elementar Típico na *Figura 5* para determinar a fase apropriada. Para aplicações brushless o SPM requer entradas de duas fases do motor. Ver *Figura 6*.

2.4.5 Saída do Sinal Analógico do Fator de Potência

Esta saída é um sinal CC do tipo 0-10V, que corresponde linearmente ao deslocamento de fase e senoidalmente ao fator de potência do motor. Tensão 0V significa fator de potência nulo em atraso. Tensão 5V é o fator de potência unitário, e 10V é o fator de potência nulo em avanço. Calibração : uma mudança de um (1V) corresponde a um deslocamento de fase de dezoito (18) graus. (Não disponível com regulação do fator de potência). Não conecte menos que 1000 ohms a esta saída.

Capítulo 2 - Instalação**2.4.6 Entrada de Corrente Contínua de Campo - CC**

A entrada de campo CC deve ser detectada por um TCCC (Transformador de Corrente de Corrente Contínua,) e por um MC (Módulo de Calibração).

2.4.7 Monitor da Saída de Tensão da Excitatriz

A saída da excitatriz de campo deve ser conectada ao SPM através de um resistor separado, quando da proteção de falha da tensão de excitação e/ou display de tensão de excitação são fornecidos.

2.4.8 Saída de Regulação do Fator de Potência

Esta saída opcional substitui a saída de sinal analógico do fator de potência. Ela consiste de um sinal de controle 0-10V, o qual é usado para controlar a Saída de Excitação Variável via SCR, para obter regulação do fator de potência do motor.

2.4.9 Controle de Tensão

Se as excursões de tensão de controle ocorrem fora da faixa de 85-265 VCA, uma provisão está disponível, que permitirá ao usuário conectar um transformador de estabilização externo para operação com severo controle da rampa de tensão. O SPM tem entradas separadas para controle de potência e tensão de referência de fator de potência. Isto permite conexão para controle de potência de uma fonte de tensão estabilizada de 115 VCA ou 230 VCA. Pontos terminais "V_{1EXT}" e "V_{2EXT}" foram adicionados para acomodar a tensão de referência do FP (Fator de Potência).

2.4.10 Tensão Externa de Referência para o Fator de Potência

Quando os pontos terminais "V_{1EXT}" e "V_{2EXT}" são usados para acomodar tensão de referência do Fator de Potência, como descrito acima, uma função protetora padrão alertará o usuário se a

tensão externa cair abaixo dos limites aceitáveis para o suprimento de potência do SPM. Esta proteção não permitirá a partida do motor, enquanto a tensão externa estiver falha, mas o SPM não solicitará um reset antes que o motor possa ter nova partida. Se a tensão externa de referência for perdida enquanto o motor estiver funcionando, o SPM desligará o motor e solicitará um reset antes de uma nova partida. "MISSING VOLTAGE" (FALHA DE TENSÃO) será mostrada no display até o reset.

Ver figuras 3, 4, 5 e 6 – Anexo A

Capítulo 3 - Operação

NOTA - Este capítulo foi intencionalmente deixado em branco.

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

4-1 Generalidades

O melhor e mais amplamente aplicado método de partida de um motor-síncrono é a utilização de enrolamentos de gaiola de esquilo nas faces do polo do rotor do motor síncrono. A presença destes enrolamentos permite que um torque de reação (ou aceleração) seja desenvolvido no rotor, à medida que os enrolamentos do estator induzem corrente nos enrolamentos da gaiola-de-esquilo. Assim, o motor síncrono começa a funcionar como um motor de indução. Os enrolamentos do rotor são chamados frequentemente de enrolamentos amortecedores. Outra função principal destes enrolamentos é reduzir oscilações do ângulo de potência, após o motor ter sido sincronizado. Ao contrário dos motores de indução, nenhum torque rotórico contínuo é desenvolvido em velocidades normais de funcionamento.

Ver Figura 7 – Anexo A.

Quando o motor acelera até próximo à velocidade de sincronismo (aproximadamente 95% da velocidade síncrona), a Corrente Contínua (CC) é introduzida nos enrolamentos de campo, no rotor. Esta corrente CC cria polos de polaridade constante no rotor, os quais permitem que o motor opere em velocidade síncrona, enquanto os polos do rotor fecham-se nos polos do estator (velocidade síncrona).

O torque, na velocidade síncrona, é derivado do campo magnético produzido pelas bobinas de campo girante CC interagindo com o campo, produzido pelas correntes CA nos enrolamentos de armadura do estator.

A polarização magnética do rotor é devida ao formato físico e arranjo do rotor, aliada à corrente contínua de potencial constante nas bobinas presas ao redor da circunferência do rotor.

Os motores síncronos se dividem em duas categorias, de acordo com as características de torque. Uma característica é determinada pelo projeto da gaiola de esquilo, o qual produz um torque em relação ao escorregamento (alguma outra velocidade que não a velocidade síncrona). A outra característica é determinada pelo fluxo nos polos salientes do rotor, enquanto funciona à velocidade síncrona. A primeira característica é o **torque-de-partida**, enquanto a segunda refere-se usualmente ao **torque-síncrono**.

No modo de partida os polos salientes do motor síncrono não são excitados pela sua fonte de tensão CC externa. A tentativa de dar partida ao motor com CC aplicada ao campo não permitirá ao motor acelerar. Em adição, existe um componente de torque de oscilação muito grande na "slip frequency" (frequência de escorregamento), produzida pelo campo de excitação, o qual poderá causar um dano ao motor, se a corrente total de campo tiver sido aplicada durante toda a sequência de partida. Portanto, a aplicação da Corrente Contínua (CC) ao campo é usualmente retardada até o motor alcançar uma velocidade na qual ele possa ser levado ao sincronismo sem escorregamento.

Na velocidade síncrona, os polos do rotor ferromagnético tornam-se magnetizados, resultando num torque pequeno (torque de relutância), o qual permite ao motor funcionar a cargas muito leves em sincronismo, sem excitação externa. O torque de relutância pode também levar o motor a funcionar em sincronismo, se ele estiver levemente carregado e associado a carga de baixa inércia.

É conveniente fazer uma analogia entre um motor-síncrono e um transformador de corrente, com o propósito de demonstrar o relacionamento angular da corrente de campo e o fluxo, com a posição do rotor.

Se I_1 ¹ é uma corrente equivalente no estator, causando a ação do transformador, então I_1 estará em torno de 180° do I_2 (ou I_{FD}), e o fluxo estará 90 graus atrasado de I_{FD} . Muito significativamente, então, o ponto do fluxo máximo induzido (\emptyset) ocorre, enquanto a corrente I_{FD} de campo induzida passa através de 0(zero) indo de negativa a positiva; taxa máxima de mudança de corrente.

Ver Figura 8 – Anexo A

¹ I_1 não é uma corrente atual. A ação do transformador é devida ao fluxo do estator (não mostrado), cortando os enrolamentos rotóricos.

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

O ângulo do rotor no qual I_1 e I_2 passam por 0(zero) dependerá da relação de reatância em relação à resistência no circuito de campo. Um valor muito alto de reatância à resistência deslocará o ângulo para -90° . A reatância é alta com baixa velocidade (alta frequência). Em alta velocidade (baixo escorregamento, baixa frequência), a reatância decresce e o ângulo se deslocará para 0 (zero) se o circuito incluir um valor alto de resistência. Enquanto o estator vai além de -45° , o torque aumenta (essencialmente devido ao aumento do fluxo do estatórico). Neste ponto I_{FD} produz um indicador de máximo fluxo, muito conveniente, e um torque crescente, a partir do que a excitação pode ser aplicada com máxima eficácia.

Se o loop de descarga de campo estiver aberto no ponto de fluxo máximo, este fluxo é capturado. A aplicação da excitação externa na polaridade correta, aumenta o fluxo capturado, fazendo uso máximo de sua existência. Neste ponto o polo do estator começa a se mover e está em posição de levar o rotor para frente, para um alinhamento síncrono.

Foi estabelecido que o torque de polo-saliente próximo à velocidade síncrona é uma função de ambos, escorregamento e resistência de descarga de campo. A *Figura 12* mostra efeitos combinados de torque de gaiola e torque de polo saliente para um motor típico. A *Figura 11* mostra o efeito de um valor mais alto de resistência de descarga num motor de médio-torque. Obviamente, sem torque de polo saliente o motor cessaria de acelerar certas cargas, em algum ponto do eixo de velocidade.

Ver Figuras 9, 10, 11 e 12 – Anexo A

O limite superior da resistência de descarga é controlado pela outra função do resistor, a qual é a redução da tensão de campo, para níveis seguros durante a partida. Se a resistência de descarga aumenta, a tensão induzida também aumenta e, em algum ponto, esta tensão seria danosa ao isolamento ou a outros componentes no circuito de campo. A excitação do tipo SCR e os componentes de controle no circuito de campo têm o efeito de fazer a resistência de descarga e sua tensão ainda mais significativos. Há uma grande sensibilidade para os níveis de tolerância da tensão de campo tendo em vista os componentes de estado sólido.

Ver Figura 13 – Anexo A

A seleção do valor da resistência de descarga de campo é uma decisão que pode requerer judiciosa aplicação de vários fatores presentes num determinado acionamento, tais como torque, sistemas de excitação e componentes de controle.

A importância da velocidade para aplicação de campo deve ser muito bem considerada. O rotor e as respectivas cargas não podem ser aceleradas tão rápido quanto necessário para permitir sincronização, se o escorregamento exceder a 10%.

Os controladores do motor-síncrono, que podem aplicar o campo com exatidão, em condições de ótima velocidade e ângulo favorável, permitem ajustar o motor à carga, com um grau de precisão maior do que, de outro modo, seria possível. O aumento na carga, que pode ser acionada, devido a uma precisa aplicação de campo, variará de um projeto de motor a outro, em função da inércia do sistema.

A aplicação de excitação no ponto da corrente induzida = 0(zero) (ângulo favorável), tira vantagem da capacidade do motor, de duas formas :

- 1) Ela captura ["traps" (armadilhas)] o fluxo do polo saliente a uma magnitude significativa (desde que haja um resistor de descarga de campo de valor adequado), e usa-o para torque durante um período de aceleração de 180° .
- 2) Coloca o rotor na posição angular correta, para levar o motor à aceleração necessária.

Além de permitir uma melhor adequação do motor à carga, uma ótima aplicação de excitação também reduz distúrbios do sistema de potência, os quais ocorrem quando o motor passa por um círculo completo de escorregamento, com o campo energizado. Se o motor é muito grande em relação ao sistema de potência, os surtos transmitidos ao sistema serão mínimos, se o campo for aplicado de modo a evitar escorregamento no momento do "pull-in". (sincronização do sistema).

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

4-2 Motores de Anéis-Coletores

4-2.1 Partida e Sincronização -

As funções de controle para partir o motor síncrono incluem as seguintes :

- 1) Aplicação de tensão ao estator; por tensão plena ou tensão reduzida;
- 2) Derivação (shunting) no campo com um resistor de descarga (FDRS = RDSC);
- 3) Medição da velocidade do rotor;
- 4) Medição do ângulo do rotor;
- 5) Aplicação de excitação com ângulo e velocidade ótimos;
- 6) Sincronização com o torque de relutância.

O primeiro passo para partida de um motor síncrono consiste em aplicar tensão no estator por meio de um contactor magnético ou disjuntor.

A ligação de um resistor em paralelo com o campo do motor, durante a partida é efetuada por um contactor de campo. A aplicação ótima de excitação (isto é, o fechamento do contactor de campo) requer precisa leitura da velocidade do motor e ângulo do rotor. Esta função é fornecida pelo SPM. A velocidade ótima para a sincronização pode apresentar ligeiras variações de um projeto de motor para outro, e de acordo com o valor do resistor de descarga de campo. É importante o ajustamento do controle para aplicar o campo, com vários valores de velocidade do motor. O ângulo correto do rotor para a aplicação de campo não varia e é sempre o ponto onde a corrente induzida do campo passa por 0(zero), indo do negativo ao positivo: ponto de fluxo máximo do rotor. Ver *Figura 9*. A utilização máxima da capacidade de sincronização do motor dependerá do grau no qual o controle pode, com precisão, sentir a velocidade e ângulo do rotor.

A frequência do rotor é o parâmetro elétrico disponível mais significativo para indicação de velocidade e pode ser medida, detectando-se a frequência da tensão, através do Resistor de Descarga de Campo RDSC (FDRS). A tensão através do RDSC não é realmente "tensão induzida no campo", mas é a tensão que está essencialmente em fase, no tempo, com a corrente, através do resistor. Isto é, a corrente passa por 0(zero) ao mesmo tempo que a tensão também passa por 0(zero).

O SPM detecta a Velocidade Própria do Rotor (VPR) e o sinal do Ângulo Próprio do Rotor (APR), implementado pelo Dispositivo de Entrada

Programável do Campo (DEPC). As saídas de VPR e os circuitos são usados para determinar o momento certo para fechar o Relé de Aplicação de Campo RAC (FAR), baseado na porcentagem do ajuste do escorregamento síncrono. Quando as condições da velocidade própria do rotor e do ângulo próprio do rotor são alcançadas, como determinado pelo DEPC, o CPU emite um sinal ao relé RAC, que pode então fechar seu contato RAC₁-RAC₂. O RAC energiza o contactor de campo CDC (FC) para aplicar excitação ao campo do motor e para desligar o resistor de descarga de campo. Ver *Figura 5*.

A velocidade para sincronizar o motor (VPR) pode ser programada na faixa de 90 a 99,5% da velocidade síncrona. (Ver Secção 5 – Instruções de Programação).

4-2.2 Sincronização através do Torque de Relutância-

Um motor síncrono que estiver levemente carregado e conectado a uma carga de baixa inércia, pode ser sincronizado, antes que os polos do rotor estejam externamente magnetizados. Isto é comumente conhecido como sincronização de torque de relutância. Esta magnetização pode resultar em torque suficiente para manter os polos salientes em alinhamento direto com os polos de estator correspondentes, e para fazer o motor funcionar na velocidade síncrona. Quando a carga é aplicada, entretanto, o rotor começará a escorregar, visto que o torque desenvolvido é apenas uma fração do torque nominal sob excitação separada. Além disso, o rotor é polarizado pelo fluxo do estator sob esta condição, e pode, portanto, ser polarizado em qualquer alinhamento de eixo direto, ocorrendo a cada 180°. A excitação externa força o alinhamento polo-a-polo, em apenas uma orientação do eixo direto.

Se o rotor for sincronizado 180° fora do alinhamento de funcionamento normal, a excitação externa desenvolverá um fluxo no rotor, em oposição ao fluxo do estator. Enquanto a excitação externa aumenta, um alinhamento correto do rotor ao estator ocorrerá, pelo escorregamento de um polo, e o motor então, funcionará em sincronismo normal.

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

O Controle de Aplicação de Campo deve responder de tal forma, a prosseguir com a aplicação própria de excitação no evento do motor sincronizar em torque de relutância. As Figuras 14 e 15 mostram como o SPM, automaticamente, responde à sincronização do torque de relutância.

4-2.3 Proteção da Partida-

O amortecedor, ou enrolamentos de gaiola de um motor-síncrono, é provavelmente o elemento mais suscetível a danos térmicos. Sua função é essencialmente operativa, somente durante a partida, e há limitações no espaço disponível para sua construção dentro do rotor. Portanto, ele é feito, usualmente, de material mais leve do que os enrolamentos de gaiola de um motor de indução. A gaiola é também vulnerável a sobreaquecimento, se o motor estiver funcionando fora do sincronismo, sem excitação. Neste caso, funciona como um motor de indução a um certo valor de escorregamento, o qual produzirá corrente de gaiola, que desenvolve torque de funcionamento. Entretanto, a gaiola de um motor-síncrono não é projetada para operação contínua. Por conseguinte, uma importante função de proteção do controlador é evitar o sobreaquecimento dos enrolamentos de gaiola, tanto durante a partida, como durante o funcionamento fora de sincronismo.

A monitoração da condição de partida de um motor-síncrono pode ser efetuada olhando-se a frequência da corrente induzida no campo, que é o mesmo procedimento usado para efetuar a sincronização. Projetistas de motores sempre estabelecem um limite de tempo em que um determinado motor pode permanecer travado (tempo de travamento permitido²). Um programa acelerado pode então ser estabelecido para o motor, em termos de tempo de funcionamento em qualquer velocidade menor do que a síncrona, como uma porcentagem do tempo de travamento permitido. A circulação de ar aumentada pelo ventilador do rotor reduz a taxa de calor, enquanto o motor está sendo acelerado. A frequência pode ser medida diretamente como uma indicação de velocidade, e as curvas dos projetistas - velocidade versus tempo - podem ser usadas para proteção, pelo "software", que integra a função de velocidade-tempo. A Figura 16 mostra as características de proteção para um aquecimento típico de gaiola, durante a aceleração.

Ver Figuras 14 e 15 – Anexo A

A função velocidade-tempo, mostrada na Figura 16, é efetuada internamente pelo "software" do SPM. O SPM determina a velocidade do motor a partir da frequência de tensão induzida no campo. Os valores programados para tempo máximo permitido para travamento e 50% do tempo de velocidade de funcionamento, determinam qual particular característica de proteção da família de curvas mostrada na Figura 16, é necessária.

O SPM II causará uma operação de TRIP e mostrará a mensagem "SQL CAGE TRIP" (trip de gaiola de esquilo) no display, se ele verifica que o limite térmico dos enrolamentos de gaiola foi atingido.

O SPM II também evitará uma tentativa de nova partida, se os valores apreendidos da partida anterior indicarem que o enrolamento de gaiola não está com tempo de resfriamento suficiente para permitir uma partida bem sucedida. Neste caso, a mensagem "START INHIBITED! Ready in xxx min" (Partida inibida. Pronta em xxx minutos) será mostrada.

² O Tempo permitido de Travamento ou tempo de rotor travado é importante também para o motor de indução, mas o tempo é usualmente mais curto para o motor-síncrono e varia de um projeto para outro, em termos de maior amplitude.

4-2.4 Partida com Tensão Reduzida -

Muitas aplicações de partida do motor-síncrono envolvem tanto tensão reduzida (reator de partida, ou auto-transformador), ou métodos de partida de fração de enrolamento. Quando estes métodos são usados, o torque disponível para aceleração é menor do que o torque que resultaria de uma partida de tensão plena. Também o tempo de travamento permitido de um motor é maior, durante uma partida de tensão reduzida, devido à taxa de aquecimento reduzida, resultante de correntes de partida mais baixas.

O SPM tem a habilidade de tirar vantagem do maior tempo de travamento do motor para que motor e carga possam acelerar até à velocidade síncrona, num período de tempo mais longo do que o permitido pela partida de tensão plena. O torque de aceleração é reduzido, em função do quadrado da relação da tensão reduzida e da tensão plena e a taxa de aquecimento do motor, é proporcional ao quadrado da

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

corrente de partida. Uma vez que a corrente de partida do motor é proporcionalmente reduzida, com a redução de tensão (devido a um valor constante de impedância do motor síncrono, quando travado), o seguinte fator de tempo de travamento permitido se aplica :

$$(I_{PLR} / I_{MLR})^2$$

I_{PLR} = Corrente Programada do Rotor Travado de Tensão plena

I_{MLR} = Corrente de Partida Medida

Esta relação pode ser usada como um fator para aumentar o tempo de travamento, acima do tempo de travamento permitido à tensão plena, para qualquer velocidade dada. Ver *Figura 17*.

O SPM calcula a relação, eleva ao quadrado e relaciona este valor no algoritmo do tempo de travamento, aproximadamente um décimo de segundo, após a partida do motor. Quando a etapa final do contator fecha e aplica plena tensão aos enrolamentos do motor, um contato de interlock N.A. (N.O.) deste contator é ligado ao SPM para sinalizar que o motor está agora em tensão plena. O fator de correção para partidas de tensão reduzida torna-se, então, imediatamente igual a um.

Se, por alguma razão, não é desejável ter esta relação de correção considerada, um jumper pode ser colocado, através das entradas NX1 e NX2. Inversamente, se o motor deve partir em cima de um sistema fraco, e quedas de tensão significativas são esperadas durante a partida, o jumper de fábrica de NX1 e NX2 pode ser removido. O SPM automaticamente aumentará tempo de travamento e aceleração, conforme o fator de tensão reduzida.

Ver *Figuras 16 e 17 – Anexo A*

4-2.5 Proteção ("pull-out") do Fator de Potência

Os motores síncronos são projetados para funcionar numa velocidade constante, e acionar cargas usando o torque obtido com os polos magnéticos do rotor magneticamente articulados com os polos opostos do estator. Sempre que um rotor entra em uma velocidade menor do que a do campo girante do estator, diz-se que os polos do motor estão entrando em escorregamento. O escorregamento pode ocorrer mesmo com os polos de campo magnetizados,

quando funcionando em sincronismo, pelas quatro seguintes causas principais :

1. Um aumento gradual na carga, além da capacidade de "pull-out" (perda de sincronismo) do motor.
2. Um lento decréscimo na corrente de campo.
3. Um grande aumento repentino de carga.
4. Uma falta no sistema, ou queda de tensão, demorada o bastante para provocar o "pull-out".

A perda de sincronismo com o campo aplicado criará intensas pulsações no torque desde o eixo do motor, todas as vezes que um polo do estator passar por um polo do rotor. Correspondentes pulsações ocorrem na corrente da linha. Ambos os tipos de pulsações podem causar dano. As pulsações do torque podem quebrar o eixo, o acoplamento ou outros elementos mecânicos, e as pulsações de corrente podem interferir na regularidade da operação do sistema de potência. O escorregamento de polos, com campo aplicado, é sempre inaceitável para um motor síncrono, portanto, alguns recursos devem ser previstos para evitar a ocorrência desta condição.

Um dos mais confiáveis indicadores de operação síncrona e assíncrona fora de passo é o fator de potência do motor. O fator de potência é relacionado ao ângulo de fase entre a corrente e a tensão. Os motores síncronos raras vezes, senão nunca, operam continuamente com o fator de potência atrasado. Os motores síncronos funcionam tanto com fator de potência unitário, como com alguns valores de fator de potência adiantado. Atrasos no fator de potência aparecem quando o ângulo da carga do motor aumenta além do estabelecido, tornando-se quase um atraso total (90°), conforme o motor entra em situação fora de passo. Portanto, o atraso no fator de potência pode ser utilizado para iniciar uma ação para evitar o escorregamento.

As pulsações de potência e torque, durante um escorregamento, podem ser reduzidas pela remoção da corrente de campo dos polos do rotor. O motor então, funcionará essencialmente como um motor de indução com seu enrolamento amortecedor. O escorregamento com corrente de campo removida é tolerável para a carga e para o sistema de potência, porém intolerável por qualquer extensão de tempo para os próprios enrolamentos amortecedores do motor, desde que estes enrolamentos são projetados com capacidade térmica limitada e para uma operação de curta-duração. O Fator de Potência do Motor, durante a operação como motor de indução (isto é, com o campo removido) está sempre em

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

atraso. Entretanto, o grau de atraso da corrente em relação à tensão é menor do que o atraso para perda de sincronismo (pull-out), com os polos de campo excitados. O fator de potência em atraso pode ainda ser utilizado como um indicador de escorregamento durante a operação como motor de indução.

Para os motores síncronos, a monitoração do fator de potência pode ser empregada para proteger contra condições de perda de sincronismo ou perda de campo.

4-2.6 Operação Fator de Potência -

A proteção contra perda de sincronismo do motor é determinada por um circuito que monitora o fator de potência e tem um retardo incorporado para evitar trips indevidos durante transitórios. O SPM lê o fator de potência pela monitoração da tensão, através das Fases 1 e 2 do motor e da corrente na Fase 3.

A *Figura 18* é o diagrama de fases descrevendo o relacionamento de tensão e tensão para vários fatores de potência.

O SPM, automaticamente, suprime a proteção dos fatores de potência até que o ajuste "FCX" programado seja ultrapassado. O SPM pode ser programado para suprimir a ação de trip do fator de potência, se a corrente de linha é menor que 6% ou 50% da corrente de plena carga nominal, via ajuste de Supressão do FP. Selecionando o modo "RIDETHRU" no ajuste do modo FP coloca o SPM diretamente no modo "ride-through". Selecionando o modo "RESYNC" no ajuste do Modo FP coloca o SPM diretamente no modo "resync" (ressincronização). Estes modos são descritos na Seção 4.2.7, ação do Controlador durante a perda de sincronismo.

Ver *Figura 18* – Anexo A

4-2.7 Ação Controladora durante o "pull-out" -

Se é aplicada uma carga mecânica excessiva ao eixo do motor, durante seu funcionamento normal em sincronismo, o resultante retardo do fator de potência e/ou avanço da corrente de linha serão detectados pelo SPM. Duas formas de proteção de "pull-out" estão disponíveis. Elas são as seguintes :

- 1) Modo "RESYNC" - O modo de operação RESYNC fará o Relé de Aplicação de Campo RAC (FAR) agir para remover a excitação de campo. Esta ação ocorrerá tanto com o fator de

potência atrasado, abaixo do **ajuste** programado, como com um surto da corrente de linha, aproximadamente quatro vezes acima da corrente de plena carga do motor.

O relé FCX cai ao mesmo tempo que o RAC. A carga é removida se um carregador automático é conectado.

O motor continuará a funcionar com o campo removido durante o tempo de retardo do fator de potência programado e se a ressincronização não ocorrer dentro deste tempo, o relé de Trip operará e o motor parará.

O display indicará "FAIL TO RESYNC" (falha para ressincronizar).

1. Modo "Ride-Thru" - Se o modo alternativo "ride-thru" for selecionado, o campo não é removido imediatamente, como no modo Resync. Em vez disso, se o fator de potência cair abaixo do ponto de TRIP e persistir pelo tempo de retardo do FP (PF), o relé de TRIP operará e o motor parará. Também um surto da corrente de linha, maior que aproximadamente quatro vezes a carga plena do motor, causará uma operação de TRIP, se o tempo de retardo do FP for excedido. Os trips de fator de potência são indicados pelo "PWR FACTOR TRIP" (TRIP do fator PWR), no display. Os surtos da corrente de linha maiores que quatro vezes a corrente de linha nominal são indicados como "PULL-OUT TRIP" (trip de "pull-out").

4-2.8 Efeito das Quedas de Tensão no Fator de Potência do Motor-

Sistemas de excitação de estado sólido têm um efeito sobre a maneira como um fator de potência do motor responde às quedas de tensão. O efeito pode fazer um relé de fator de potência operar indevidamente. Isto faz com que o motor desligue no fator de potência atrasado, trip este causado pela condição transitória, a qual não é realmente uma condição de "pull-out".

Uma excitatriz de estado sólido difere de uma excitatriz rotativa, na forma como responde às quedas de tensão. A inércia rotativa do conjunto Motor- Gerador pode manter a tensão de excitação relativamente constante, por vários segundos, mas uma excitatriz de estado-sólido praticamente não tem nenhum retardo incorporado no modo como responde à tensão de linha. Por isso, qualquer retardo na mudança de fluxo do rotor do motor, seguido de uma

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

mudança da tensão de excitação é determinada pelo tempo constante dos próprios polos de campo do rotor. Isto é usualmente de 0.5 a 1.0 segundo.

A sequência de eventos acontecendo durante uma queda de tensão, com excitatriz de estado-sólido, é descrita na *Figura 19*. Supondo a condição de uma tensão de linha decrescendo em 15%, com o motor inicialmente na unidade do fator de potência, o mesmo oscilará, avançando momentaneamente, porque o EMF (fluxo eletro magnético) gerado não muda até o fluxo do rotor diminuir (determinado pela constante de tempo de campo) e o motor tenderá a manter potência constante, com pequeno aumento da corrente de linha. Enquanto o fluxo de campo diminui, os EMF gerados também diminuem e o fator de potência se moverá de volta à unidade e haverá um aumento do ângulo de carga, para permitir que o torque do motor seja restaurado até poder acionar a carga. Durante estas duas sequências o fator de potência do motor não se tornou significativamente atrasado, e, portanto, o relé do fator de potência não opera.

Finalmente, quando a tensão de linha volta ao normal, o fator de potência momentaneamente oscilará, além do retardo e o relé de proteção do fator de potência disparará, porque o fluxo do rotor não responde tão rapidamente à mudança como o estator, e o EMF gerado é baixo em comparação à tensão de linha por um período de tempo longo o bastante para operar o relé.

Um dispositivo do fator de potência com um retardo de tempo incorporado de 1.0 segundo não sofrerá influencias com estas mudanças.

Ver *Figura 19 – Anexo A*

4-2.9 Indicação e Detecção do Fator de Potência, quando o Motor está sendo arrastado pela Carga (geração) -

Muitas aplicações de motor-síncrono requerem que o motor opere em condições de geração (quando a carga arrasta o motor). A proteção do fator de potência deve estar habilitada para o "pull-out" durante tais condições.

O SPM fornece a proteção de "pull-out" para a operação do motor síncrono em ambos os modos: de geração e motorização. Entretanto, a detecção do fator de potência convencional e a indicação para motores e geradores são opostas. Simplesmente, a convenção é que um motor tem um fator de potência

de avanço, quando está **sobreexcitado** (produzindo potência reativa). Um gerador, por convenção, tem um fator de potência em avanço, quando ele está **subexcitado** (consumindo potência reativa). Para entender esta diferença, é necessário lembrar que o fator de referência de tensão do motor está defasado de 180° do fasor de referência correspondente do gerador.

Portanto, uma corrente de linha dada, adiantada da tensão fasorial do gerador estará atrasada em relação ao fasor convencional do motor.). A *Figura 20* mostra que I_A está atrasada em relação a V_{AB} (fasor convencional para motor) e adiantada em relação a V_{BA} (fasor convencional para gerador).

Esta confusão pode ser eliminada pela definição de **um** fasor terminal de tensão para ambos os modos: geração e motorização. Simplesmente se V_{AB} é usado como fasor de referência, então o fator de potência adiantado é sempre quando a máquina síncrona está produzindo potência reativa, e é fator de potência atrasado, quando está consumindo potência reativa.

Esta é a solução adotada para o display do FP no SPM. Quando o motor/gerador está produzindo KVA reativo, o sinal de fator de potência é mostrado positivo (+), indicando avanço do fator de potência, independente do modo de operação. Quando está consumindo KVA reativo, o sinal de fator de potência é mostrado negativo (-).

Portanto, se a máquina estiver motorizando ou gerando, a proteção de "pull-out" é garantida pela limitação em grau do atraso do fator de potência (subexcitação), como detectado pelo SPM.

A opção de regulação do FP (fator de potência) também torna o campo adiantado da condição de "pull-out", independente do fato da máquina estar operando como um motor ou como um gerador.

Ver *Figura 20 – Anexo A*

4-2.10 Regulação do FP (Fator de Potência) -

A regulação do FP é útil nas aplicações onde os motores são sujeitos a transitórios de alto-nível, causados por cargas do impacto (tais como acionadores de britadores). O regulador de FP sente a queda do fator de potência, que ocorre quando o motor é carregado e faz com que a excitatriz SCR responda com uma saída amplificada. Como resultado, o torque de "pull-out" do motor-síncrono fica maior durante a permanência da carga transitória.

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

Depois da carga diminuir, o regulador lê um excessivo avanço do fator de potência e causa uma redução no nível de saída do SCR. Este aumento automático da corrente de campo, para evitar o "pull-out", é chamado campo forçado (field forcing).

Desta forma o regulador do FP fornece aumento automático, quando o campo forçado se torna necessário, e uma operação econômica com campo reduzido, quando o motor está a vazio.

Outra aplicação do regulador de FP é controlar as oscilações do FP, que resultam de vários níveis de carga, para não causar flutuações no sistema de tensão da fábrica.

O SPM fornece o sinal de controle à excitatriz variável SCR, quando a regulação de FP é requerida. Ver *Figura 21*, para uma vista geral da operação funcional desta característica.

Ver *Figura 21* – Anexo A

4-3 Descrição dos Controladores Brushless -

Um controlador Brushless deve oferecer as funções peculiares para a partida e proteção de um motor síncrono Brushless. Para entender os requisitos funcionais, é necessário rever a construção de um motor "Brushless" (Sem-Escova).

4-3.1 Revisão do Motor Sem-Escova (Brushless) -

Um motor Brushless é como um motor de anel convencional, que tem rotor montado com polos de campo, os quais devem ter as CC (correntes contínuas) fornecidas aos seus enrolamentos, para que os mesmos possam acompanhar o campo girante e funcionar em sincronismo. Também, como o motor de anel, enrolamentos amortecedores são construídos nas extremidades dos polos do rotor, para prover aceleração e torques de amortecimento, durante a partida e a operação normal. Durante a partida, o motor acelera até próximo à velocidade síncrona. Quando o rotor está perto o bastante da velocidade síncrona, para que os polos de campo possam puxar o rotor para o sincronismo, a CC é aplicada ao campo principal e o rotor, então, entra em marcha, e normalmente opera com fator de potência igual ou mais avançado que a unidade.

O motor Brushless não tem, como seu nome subentende (brushless) escovas ou anéis. Ao invés,

ele contém uma excitatriz rotativa, com enrolamentos CC montados no estator e os enrolamentos da armadura no rotor. Um retificador de estado-sólido, montado no rotor, converte a CA (corrente alternada) do excitador em CC (corrente contínua) para os polos do campo principal. Os Retificadores Controlados de Silício (SCR) e o circuito de controle são montados no rotor, junto com o resistor de descarga de campo, para controlar a aplicação de CC ao campo principal, quando a velocidade do rotor e do ângulo forem adequados. Na *Figura 22* pode ser visto que o controle de campo é fornecido com o motor e **não** faz parte do controlador do motor.

Ver *Figura 22* – Anexo A

4-3.2 Partindo um Motor Sem-Escova (Brushless) -

A partida do motor **Brushless** é feita primeiramente pela aplicação de potência aos enrolamentos do estator, seguido pela aplicação de CC da Excitatriz de campo. Ver *Figura 6*.

Há duas funções de temporização básica, que um controlador **Brushless** deve fornecer, durante a partida:

1. Aplicar CC à excitatriz de campo (não ao principal) em um período de tempo pré-fixado, depois que os enrolamentos do estator forem energizados.
2. Habilitar a proteção de "pull-out" por fator de potência e fornecer um contato para sinalização automática externa dos dispositivos de carga do motor para carregamento do mesmo. Isto é determinado pelo retardo pré-fixado de um segundo, que permite tempo suficiente, depois da aplicação da excitatriz de campo, para o motor sincronizar e se estabilizar.

Ambos os tempos podem ser introduzidos como parâmetros de *ajuste* no SPM (Ver Programação, Seção 5).

Ver *Figura 23* – Anexo A

4-3.3 Proteção contra Travamento -

A proteção contra Travamento é feita com entradas de corrente do estator em duas fases de alimentação do motor. A proteção característica é mostrada na *Figura 23*. Depois que o motor sincroniza, o SPM começa a rastrear o resfriamento do motor a uma taxa de tempo constante, de aproximadamente 20

Capítulo 4 - Aplicação do Motor-Síncrono

minutos, de maneira a protegê-lo contra o abuso de partidas muito frequentes. O SPM indicará no display o período de tempo de espera requerido, o qual deve ser respeitado, antes da tentativa de nova partida, num motor que tenha sido desligado por uma proteção de rotor bloqueado, ou, então, no qual duas ou mais operações partida / parada rápidas sucessivas tenham sido efetuadas.

4-3.4 Proteção ("pull-out") do Fator de Potência -

A proteção do fator de potência para controle tipo Brushless, opera como proteção de FP para motores de anel-coletor, descrita na Seção 4.2.6. Entretanto, a corrente I_3 é derivada internamente do SPM pela soma algébrica das correntes nas entradas I_1 e I_2 .

Nota : É importante conectar entradas de corrente para I_1 e I_2 , como mostrado na Figura 6, para máquinas Brushless.

Somente o modo "**ride-thru**" está disponível para máquinas Brushless. Se uma tentativa de resincronização é desejável, ajuste o tempo de atuação "PF TRIP" (trip de FP) para 1 ou 2 segundos. Se o motor escorrega um polo nesta condição, o dispositivo de controle do rotor, removerá o campo instantaneamente. Quando, e se, o motor se recupera do distúrbio, o campo principal será aplicado. Se o motor não se recupera dentro do tempo de "PF TRIP TIME DELAY" (retardo de tempo do trip de FP) o motor será desligado.

Se nenhuma tentativa de resincronização é desejável, ajuste o tempo de "PF trip time delay" (retardo de tempo de trip do FP) para 0.1 segundo. Este tempo será muito curto para o fator de potência se recuperar, seguindo uma condição de escorregamento e o motor desligará quando houver atraso no fator de potência.

4-3.5 Regulação do Fator de Potência -

A regulação do FP não é recomendada nas máquinas Brushless, devido a problemas de instabilidade, resultantes de constantes de tempo muito longas para as excitatrizes de campo rotativas.

Capítulo 5 - Programação

5-1 Procedimentos de Programação -

O SPM é um dispositivo programável pelo usuário, com uma ampla faixa de *ajustes*, configurações e valores de calibração, que permitem operações com uma grande variedade de motores síncronos sem-escova e tipo-anel. Esta seção trata da programação do SPM para um motor tipo-anel. Os *ajustes* serão explicados e um exemplo prático será dado. O exemplo pode ser seguido passo a passo pelo operador, como um guia para programar o SPM de seu motor.

5.1.1 Teclado de Interface do SPM -

Tecla GE -

Esta tecla é usada para entrar ou sair dos diferentes modos do SPM (MODO STAT, MODO PROGRAMAÇÃO, E MODO TESTE) (STAT MODE, PROGRAM MODE, TEST MODE). É usada também para cancelar uma operação, tal como mudança de *ajuste*.

Teclas de Rolagem - (SCROLL)

Estas teclas são usadas para rolar através dos vários menus, ajustes, parâmetros de configuração, etc. Quando o motor está no modo de funcionamento, pressionando qualquer destas chaves deterá o display da rolagem. Elas podem então ser usadas para passar sobre valores mostrados, um de cada vez. Mantendo esta tecla pressionada, recomeçará a rolagem automática do "display".

Na alteração de um ajuste ou parâmetro, mantendo pressionado qualquer uma das teclas de rolagem (SCROLL) colocará os valores que estão sendo alterados em incrementos de 10. Assim, mudando um ajuste de 1 para 1000, o valor começará a crescer pelo valor de década (10, 100 ou 1000), depois de cada década (após alcançar 10, incrementa de 10 em 10, após alcançar 100, incrementa de 100 em 100).

Tecla de Entrada - (ENTER)

Esta tecla é usada para fazer uma seleção ou ação, como uma tecla de entrada, conforme mostrado pelo menu no display. Esta tecla deve ser pressionada quando ajustes, parâmetros de configuração ou valores de calibração são selecionados para serem mudados. Ela também deve ser pressionada para salvar tais mudanças. O SPM tem um menu de parâmetros "inteligente", que não permite ao usuário entrar com valores fora da faixa válida e automaticamente verifica as dependências dos ajustes.

5.1.2 Mudando Ajustes -

Para mudar os *ajustes* no SPM, o usuário precisa entrar em "PROGRAMMING MODE" do SPM. Isto pode ser conseguido com o motor parado ou funcionando. Para entrar no MODO PROGRAMAÇÃO, o seguinte procedimento deve ser usado :

1. Com o display indicando o seguinte, pressionar a tecla GE (itens em **itálico negrito** indicam que elas devem estar piscando na tela) :

Collr-Ring Motor
SPM READY
(Motor de Anel-Coletor
SPM Pronto)

2. O display deve agora indicar que a unidade está em "STAT MODE" (Modo Stat) : Pressionar a tecla GE.

STAT MODE
SCROLL for menus
(Modo Stat - Rolar
para menus)

3. O display deve indicar agora que a unidade está em "PROGR. MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO).

PROGRAMMING MODE
SCROLL PASSWORD
(Modo Programação
Senha para Rolagem)

4. Usar chaves SCROLL para mudar a senha e então, pressionar a chave SELECT/ENTER para entrar com a senha.

PASSWORD: 0000
ENTER to verify
(Senha: 0000
Enter para verificar)

5. O display deve indicar agora que a unidade está no menu " CONFIGURATIONS " (CONFIGURARAÇÕES) ou no menu "CALIBRATION" (CALIBRAÇÃO) (dependendo de qual tecla SCROLL foi pressionada). Usar as teclas SCROLL para selecionar o menu "SETPOINTS" (AJUSTES). Pressionar a tecla SELECT/ENTER para entrar no menu "SETPOINTS" (AJUSTES).

Capítulo 5 - Programação

SETPOINTS ?
ENTER for menus
(Ajustes?
Enter para menus)

6. Uma vez no menu "SETPOINTS", usar teclas SCROLL para mover através dos diferentes ajustes.

7. Para mudar um *ajuste*, pressionar a tecla "SELECT/ENTER", conforme mostrado abaixo :

PF TRIP: 0.80
SELECT to modify
(Trip de FP 0.80
Selecione para modificar)

8. Uma vez estando o *ajuste* selecionado, o valor do mesmo deve piscar no display. Usar as teclas SCROLL para mudar o valor do *ajuste* e então pressionar a tecla SELECT/ENTER para continuar. Se você escolher não mudar este *ajuste*, pressionando a tecla GE, você cancela a seleção do *ajuste*.

PF TRIP: 0.80
SCROLL to change
(Trip de FP 0.80
Rolar para mudar)

9. Ajustes adicionais podem ser mudados usando o procedimento acima. Quando todas as mudanças de *ajustes* tiverem sido efetuadas, pressionar a tecla GE. Isto fará voltar o display para o menu principal "SETPOINTS". Pressionar a tecla GE novamente e o display perguntará para verificar se as mudanças deveriam ser salvas. Pressionar a tecla "SELECT/ENTER" para salvar os *ajustes* ou pressionar a tecla GE se você não quer salvar as mudanças.

SAVE CHANGES ?
ENTER to save...
(Salvar mudanças ?
Enter para salvar)

10. Pressionando a tecla "SELECT/ENTER" (para salvar as mudanças de *ajustes*) ou a tecla GE (não desejando salvar as mudanças dos *ajustes*), o display retornará ao menu "PROGRAMMING MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO). Pressione a tecla GE uma vez, para ir ao "TEST MODE" (MODO TESTES) e uma segunda vez para retornar à mensagem "SPM READY" no display.

5.1.3 Mudando Valores de Calibração -

Para mudar valores de calibração no SPM, o usuário deve entrar no MODO PROGRAMAÇÃO. Isto só pode ser conseguido quando o SPM está desligado. Para entrar no MODO PROGRAMAÇÃO, o seguinte procedimento deve ser usado :

1. Com o display indicando o seguinte, pressione a tecla GE (itens em *itálico negrito* indicam que eles devem estar piscando na tela) :

Collr-Ring Motor
SPM READY
(Motor de Anel-Coletor
SPM Pronto)

2. O display deve agora indicar que a unidade está em "STAT MODE" (Modo Stat) : Pressionar tecla GE.

STAT MODE
SCROLL for menus
(Modo Stat - Rolar
para menus)

3. O display deve indicar agora que a unidade está em "PROGRAMMING MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO).

PROGRAMMING MODE
SCROLL PASSWORD
(Modo Programação
Senha para Rolagem)

4. Usar teclas SCROLL para mudar a senha e então, pressionar a tecla SELECT/ENTER para entrar com a mesma.

PASSWORD: 0000
ENTER to verify
(Senha: 0000
Enter para verificar)

Capítulo 5 - Programação

- O display indica agora que a unidade está no menu " CONFIGURATIONS " (CONFIGURA - RAÇÕES) ou no menu "CALIBRATION" (CALIBRAÇÃO) (dependendo de qual tecla SCROLL foi pressionada). Usar as teclas SCROLL para entrar no menu "CALIBRATION" (CALIBRAÇÃO).

CALIBRATION ?
ENTER for menus
 (Calibração ?
 Enter para menus)

Pressionar a chave "SELECT/ENTER" para entrar no menu (ajustes) "SETPOINTS".

- Uma vez no menu CALIBRAÇÃO, usar chaves SCROLL para mover através dos parâmetros de calibração.
- Para mudar um parâmetro de calibração, pressionar a chave "SELECT/ENTER", conforme mostrado abaixo :

FS EXC VOLT: 1.00
SELECT to modify
 (FS EXC VOLT: 1.00
 Selecione para mudar)

- Uma vez que o menu de calibração tenha sido selecionado, o valor do mesmo deve piscar no display. Usar as teclas SCROLL para mudar o valor do *ajuste* e então pressionar a chave SELECT/ENTER para continuar. Se você escolher não mudar este *ajuste*, pressionar a chave GE, para cancelar a seleção do *ajuste*.

FS EXC VOLT: 1.00
SCROLL to change
 (FS EXC VOLT: 1.00
 Scroll para mudar)

- Parâmetros de calibração adicionais podem ser mudados usando o procedimento acima. Quando todas as mudanças dos parâmetros de calibração tiverem sido efetuadas, pressionar a tecla GE. Isto retornará o display para o menu principal de CALIBRAÇÃO. Pressionar a tecla GE novamente e o display perguntará para verificar se as mudanças deveriam ser salvas. Pressionar a chave "SELECT/ENTER" para salvar os ajustes, de outro modo, pressionar a tecla GE se você não quer salvar as mudanças.

SAVE CHANGES ?
ENTER to save...
 (Salvar mudanças ?
 Enter para salvar)

- Pressionando a chave "SELECT/ENTER" (para salvar as mudanças de *ajustes*) ou a chave GE (não desejando salvar as mudanças dos *ajustes*), o display retornará ao menu "PROGRAMMING MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO). Pressione a tecla GE uma vez, para ir ao "TEST MODE" (MODO TESTE) e uma segunda vez para retornar à mensagem "SPM READY" no display.

5.1.4 Mudando Configurações -

Para mudar *ajustes* no SPM, o usuário precisa entrar em "PROGRAMMING MODE" no SPM. Isto pode ser conseguido com o motor parado ou funcionando. Para entrar no MODO PROGRAMAÇÃO, o seguinte procedimento deve ser usado :

- Com o display indicando o seguinte, pressionar a tecla GE (itens em *itálico* negrito indicam que eles devem estar piscando na tela) :

Collr-Ring Motor
SPM READY
 (Motor de Anel-Coletor
 SPM Pronto)

- O display deve agora indicar que a unidade está no "STAT MODE" (Modo Stat) : Pressionar a tecla GE.

STAT MODE
SCROLL for menus
 (Modo Stat - Scroll
 para menus)

- O display deve indicar agora que a unidade está no "PROGR. MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO).

PROGRAMMING MODE
SCROLL PASSWORD
 (Modo Programação
 Senha para Scroll)

Capítulo 5 - Programação

- Usar teclas SCROLL para mudar a senha e então, pressionar a chave SELECT/ENTER para entrar com a mesma.

PASSWORD: 0000
ENTER to verify
 (Senha: 0000
 Enter para verificar)

- O display deverá indicar que a unidade está no menu " CONFIGURATIONS " (CONFIGURAÇÕES) OU NO MENU "CALIBRATION" (CALIBRAÇÃO) (dependendo de qual tecla SCROLL foi pressionada). Usar as teclas SCROLL para selecionar o menu de CONFIGURAÇÕES.

CONFIGURATIONS ?
ENTER for menus
 (Configurações ?
 Enter para menus)

- Uma vez no menu CONFIGURAÇÕES, usar as teclas SCROLL para mover através dos diferentes *ajustes*.
- Para mudar a configuração, pressionar a tecla "SELECT/ENTER", como mostrado :

MOTOR: Collr-Ring
SELECT to modify
 (Motor: Anel-Coletor
 Selecione para mudar)

- Uma vez que a configuração tenha sido selecionada, o valor do *ajuste* deve piscar no display. Usar as teclas SCROLL para mudar o valor da configuração e então pressionar a chave SELECT/ENTER para continuar. Se você escolheu não mudar este *ajuste*, pressionar a tecla GE, para cancelar a seleção do *ajuste*.

MOTOR: Collr-Ring
SCROLL to change
 (Motor: Anel-Coletor
 Scroll para mudar)

- Configurações adicionais podem ser mudadas usando o procedimento acima. Quando todas as mudanças de *ajustes* tiverem sido efetuadas, pressionar a tecla GE. Isto retornará o display para o menu principal de CONFIGURAÇÕES. Pressionar a tecla GE novamente e o display perguntará para verificar se as mudanças

deveriam ser salvas. Pressionar a tecla "SELECT/ENTER" para salvar as configurações, ou de outro modo, pressionar a tecla GE se você não quer salvar as mudanças.

SAVE CHANGES ?
ENTER to save...
 (Salvar mudanças ?
 Enter para salvar)

- Pressionando a tecla "SELECT/ENTER" (para salvar as mudanças de *ajustes*) ou a tecla GE (não desejando salvar as mudanças dos *ajustes*), o display retornará ao menu "PROGRAMMING MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO). Pressione a tecla GE uma vez, para ir ao "TEST MODE" (MODO TESTE) e uma segunda vez para retornar à mensagem SPM READY no display.

5.1.5 Vendo e Mudando os Parâmetros do Modo Status -

Para visualizar ou mudar as informações de status do SPM, o usuário deve entrar no "STAT MODE" (MODO STAT) do SPM. Isto pode ser conseguido com o motor parado ou funcionando. Para entrar no MODO STAT, o seguinte procedimento deve ser usado :

- Com o display indicando o seguinte, pressionar a tecla GE (itens em *itálico negrito* indicam que eles devem estar piscando na tela) :

Collr-Ring Motor
SPM READY
 (Motor de Anel-Coletor
 SPM Pronto)

- O display deve agora indicar que a unidade está em "STAT MODE" (MODO STAT) : Pressionar tecla GE.

STAT MODE
SCROLL for menus
 (Modo Stat - Rolar
 para menus)

- Use as teclas SCROLL para rolar através dos parâmetros do MODO STAT.
- Se o SPM estiver configurado de modo que os parâmetros do modo status estiverem em "somente leitura" ("read only"), então estes valores podem apenas ser visualizados e não podem ser mudados. Se o SPM estiver

Capítulo 5 - Programação

configurado de modo que os parâmetros do modo status estiverem em "ler/escrever" ("read/write"), então estes valores podem ser mudados como segue.

5. Uma vez o parâmetro a ser mudado é mostrado no display, pressione a tecla "SELECT/ENTER" para selecionar o parâmetro :

MOTOR HRS: 0
SELECT to modify
 (Hrs. Do Motor: 0
 Selecione para modificar)

6. Use as teclas SCROLL para mudar os valores do parâmetro selecionado e então pressione a tecla "SELECT/ENTER" para continuar. Se você escolher não mudar o parâmetro, pressione a tecla GE, para cancelar a seleção do parâmetro.

MOTOR HRS: 0
SCROLL to change
 (Hrs. Do Motor: 0
 Scroll para mudar)

7. Parâmetros adicionais podem ser mudados usando o procedimento acima. Quando todas as mudanças dos parâmetros tiverem sido efetuadas, pressionar a tecla GE. Isto retornará o display para o menu principal do MODO STAT. Pressionar a tecla GE novamente e o display mudará para o menu principal do MODO PROGRAMAÇÃO. Pressionando a tecla GE

novamente colocará o display no menu do MODO TESTE. Pressionando a tecla GE novamente retornará o display à mensagem SPM READY.

5.1.6 - Menu Alternativo de Operação -

Para visualizar ajustes sem mudança de valores, ou para visualizar ajustes se a senha for desconhecida, o menu alternativo pode ser usado. Quando o SPM está no modo pronto,

Collr-Ring Motor
SPM READY
 (Motor Anel-Coletor
 SPM Pronto)

Pressionar a tecla "SELECT/ENTER" e o SPM automaticamente desviará para o menu alternativo. O SPM começará automaticamente a rolar através dos *ajustes*. Pressionando qualquer das teclas SCROLL o display parará de rolar. Pressionando qualquer das teclas SCROLL repetidamente, permitirá ao usuário rolar através dos ajustes manualmente. Isto permite ao usuário rolar através dos *ajustes*, usando as teclas SCROLL, mas não permite que os *ajustes* sejam mudados. Para retornar ao display SPM READY, pressione a tecla "SELECT/ENTER".

Ver Figura 24 – Anexo A

Capítulo 6 - Valores Momentâneos

6-1 Valores Atuais -

6.1.1 Valores Atuais

PWR AMPS:	1.00	Display rola automaticamente, através dos valores atuais, quando o motor estiver funcionando. O operador pode usar as chaves SCROLL para ver valores específicos.
DC AMPS:	0A	
DC VOLTS:	0V	
EXC FIELD:	0Ω	
AC AMPS:	0A	

FUNÇÃO :

PWR FACTOR: Mostra o Fator de Potência do motor. 1.00 é a unidade, valores positivos significam avanço e valores negativos significam atraso.

DC AMPS: Mostra a corrente de campo da excitatriz em Amps de CC.

DC VOLTS: Mostra a tensão de campo da excitatriz em Volts de CC.

EXC FIELD. : Mostra a resistência do campo excitador em Ohms.

AC AMPS: Mostra a corrente de fase em Amps de CA.

NOTA :

Estes valores só podem ser vistos quando o motor estiver funcionando.

Capítulo 6 - Valores Momentâneos**6-2 Valores Atuais -****6-2.1 Horas de Funcionamento do Motor**

MOTOR HRS: 0 SELECT to modify

FUNÇÃO :

Mostra as horas acumuladas de funcionamento do motor.

6-2.2 Contador de Trip por Sequência Incompleta

ISP TRIP CTR: 0 SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por sequência incompleta.

6-2.3 Contador de Trip por Perda de Campo

FLP TRIP CTR: 0 SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por perda de campo.

6-2.4 Contador de Trip por "Pull-Out"

PO TRIP CTR: 0 SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por "pull-out".

6-2.5 Contador de Tentativas de Resincronização

RESYNC CTR: 0 SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de tentativas de resincronização. Presente quando o MODO FP (PF MODE) está ajustado para resincronização. Disponível somente quando o motor é do tipo anel-coletor.

Capítulo 6 - Valores Momentâneos**6-2.6 Contador de Perdas da Tensão Externa de Referência do FP**

NO V TRIP CTR: 0
SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por falha de tensão. Presente quando REFERÊNCIA DE FP (PF REF) está ajustado para externa.

6-2.7 Contador de Trip por Verificação da Excitatriz

EXC TRIP CTR: 0
SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por verificação da excitatriz.

6-2.8 Contador de Trip por Fator de Potência

PF TRIP CTR: 0
SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips de FP.

6-2.9 Contador de Trip por "Gaiola de Esquilo"

SCP TRIP CTR: 0
SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por gaiola-de-esquilo.

6-2.10 Contador de Trip por Sobretemperatura no Campo

FOT TRIP CTR: 0
SELECT to modify

FUNÇÃO :

Número acumulado de trips por sobretemperatura no campo.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

7-1 Procedimentos de Partida -

7.1.1 Inspeção

Inspeccionar toda a fiação e verificar se as conexões estão limpas, justas e se há folga adequada para todos os dispositivos.

Toda a fiação externa do controlador deve ser feita estritamente de acordo com o Diagrama de Conexão Principal (Main Connection Diagram), fornecido com o controlador.

Com referência ao Diagrama de Conexão Principal, fornecido com o controlador, inspeccionar a fiação para determinar definitivamente se a partida e o resistor de descarga estão conectados ao circuito de descarga de campo do motor, através do contato de descarga (fechado) do Contator de Aplicação de Campo (CAC) (FC).

Ao executar a inspeção do contator de campo, acionar manualmente o contator e confirmar se o polo do contator, normalmente fechado, se abre logo após que os dois polos, normalmente abertos, se fechem. É importante que todos os três polos estejam fechados momentaneamente (sobreposição) durante o "pick up" do contator e "drop out" (contatos de transição fechados).

Para limpar a tela do SPM II, use um pano úmido e detergente suave.

7.1.2 Teste de Verificação do SPM

Depois que a verificação da fiação está completa, o equipamento deve ser energizado, mas **NÃO DÊ A PARTIDA NO MOTOR.**

PRECAUÇÃO -NÃO TOQUE EM NENHUMA PONTA DE CONEXÃO DA PARTE TRASEIRA DO SPM. A TENSÃO ATÉ 1000 VOLTS PODEM ESTAR PRESENTES NAS ENTRADAS VF+ E VF-.

Com o controle de força ligado, cuidadosamente siga os seguintes procedimentos :

1. Modo Espera (Standby) -

Aplicar SOMENTE o controle de força (NÃO DAR a partida no motor).

Estando a unidade ligada, o display deve indicar que ela está efetuando seu procedimento de auto-teste. Quando este procedimento for completado com sucesso, o display deve mostrar o tipo do motor (Anel-coletor ou Brushless) e a mensagem "SPM READY" (SPM PRONTO) deve estar piscando no display. Se não estiver, então algum problema existe com o microprocessador ou com dispositivos periféricos.

Neste ponto obtenha uma listagem dos **ajustes** programados pela fábrica. Reveja os **ajustes** que estão no SPM. Veja Secção 5.1 para instruções sobre como ver os **ajustes** do SPM.

2. Modo de Testes -

O SPM tem incorporados testes diagnósticos que são fornecidos para indicar que a unidade é operacional, antes da partida.

Coloque o SPM no "TEST MODE" (MODO DE TESTES), usando a sequência seguinte:

- a. Pressione a tecla GE. Isto colocará a unidade no menu do "STAT MODE" (MODO STATUS).
- b. Pressione a tecla GE novamente. Isto agora colocará a unidade no menu do "PROGRAMMING MODE" (MODO PROGRAMAÇÃO).
- c. Pressione a tecla GE novamente. Isto agora colocará a unidade no menu do "TEST MODE" (MODO DE TESTES).
- d. Usando as teclas SCROLL, selecionar o teste e então pressionar a tecla "SELECT/ENTER" (SELECIONAR/ENTER), para iniciar o teste.
- e. Para deixar o "TEST MODE", pressionar e liberar a tecla GE, até que o display mostre uma vez mais "SPM READY" (SPM PRONTO).

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Sobre a introdução do "TEST MODE" o SPM responderá abrindo (desenergizando) os contatos do relé de Trip. Sobre a saída do "TEST MODE" o SPM responderá fechando (energizando) os contatos do relé de Trip.

A. Teste do Sistema - (SYSTEM TEST) -

O SPM efetuará um teste completo do sistema incluindo memória interna, dispositivos de entrada-saída, temporizadores e outras funções do sistema. Enquanto o teste prossegue, os resultados são mostrados. Se uma parte determinada do SPM falha, a sequência do teste reportará a falha. Se a falha persiste, depois de duas ou três tentativas, a unidade deve ser substituída. Se o teste falha, o SPM deve ser reajustado. Veja a nota de precaução no fim da Seção 7.4 "SPM MESSAGES" (MENSAGENS DO SPM).

B. Teste de Proteção da Gaiola-de-Esquilho - (SC PROT TEST) (TESTE DE PROT. DE GE)

O SPM gera um teste interno de frequência (PGE) dentro do programa do PGE (SCR). Depois de um retardo de tempo correspondente ao parâmetro do **ajuste** "STALL TIME" (TEMPO DE TRAVAMENTO), o display mostrará "SQL CAGE TRIP !" (TRIP DE GAIOLA DE ESQUILO). Pressione qualquer chave para o reset.

C. Teste de Sincronização e Fator de Potência - (SYNC E PF TEST) (TESTE DE SYNCR. E FP)

Os procedimentos do teste de sincronização, após a iniciação, são conforme segue: Primeiro o SPM gera uma "frequência de escorregamento" (slip frequency) interna nos circuitos de sincronização. Esta frequência, vagorosamente, desliza descendentemente (simulação de um motor acelerando). Quando esta frequência corresponde ao ajuste "SYNC SLIP" (ESCORREG. DE SINCR.), o display pisca com a mensagem "FIELD IS APPLIED" (O CAMPO ESTÁ APLICADO) e o relé RAC atua, seguido pelo FCX, após o ajuste de tempo "FCX DELAY" (RETARDO DE FCX). Depois, o SPM **automaticamente** testa o conjunto de circuitos do FP pela geração interna de um sinal de FP. Nenhuma interface é requerida para ir do teste de sincronização ao teste de FP. Este sinal vagorosamente decrescerá, até cair abaixo do

ajuste do nível de trip do FP. Depois do tempo de ajuste "PF DELAY" (RETARDO DE FP), o display mostra "PWR FACTOR TRIP !" (TRIP DO FATOR PWR). Pressione qualquer tecla para o reset. Se o SPM estiver no modo no "RESYNC MODE" (MODO DE RESINCRONIZAÇÃO), ele tentará resincronizar. Com sucesso, a mensagem "FIELD IS APPLIED" (O CAMPO ESTÁ APLICADO) será mostrada momentaneamente, antes que ocorra o TRIP DE FP (PF TRIP).

ADVERTÊNCIA : CERTIFIQUE-SE DE PARAR O MOTOR E DESENERGIZAR TODA A ALIMENTAÇÃO ANTES DA MUDANÇA DE QUAISQUER CABOS.

7-2 Descrição da Partida -

O fechamento do disjuntor que alimenta o controlador provê energia para os circuitos de controle e para o SPM. A energização do SPM faz os contatos do relé de Trip (TRP1-TRP2) fecharem e o display do SPM mostrar "SPM READY" (SPM PRONTO). Ver figura 5 ou Fig. 6.

Pressionando o botão START (COMEÇAR) atracará o relé MX o qual, por sua vez, energizará a bobina do Contator Principal (Main Contator M). Quando o Contator M fecha e aplica tensão CA ao motor, a corrente de campo induzida flui no resistor de descarga RSDC (FDRS) e sua queda de tensão aparece nos terminais VF+ e VF-. A frequência desta tensão de campo induzida decresce enquanto a velocidade do motor aumenta, e os circuitos sensores de velocidade do SPM fazem o relé RAC se fechar, quando o motor alcança o valor de escorregamento programado. Quando os contatos do relé RAC (FAR1-FAR2) fecham, o Contator de Campo fecha e aplica a excitação ao motor, a partir da excitatriz.

Depois do retardo programado FCX, o relé FCX atraca e fecha seus contatos, permitindo aos circuitos de carga automática serem ativados.

7-3 Displays do SPM -

O SPM contém um display alfanumérico para: (1) programação, (2) razão para operação de trip do SPM, (3) saída dos parâmetros de funcionamento desejados do motor. Os parâmetros são os seguintes.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Antes de iniciar, o display mostra "SPM READY" (SPM PRONTO).

Durante a partida, a corrente de linha e o fator de potência são mostrados. Quando o contator de campo fecha, "FIELD IS APPLIED" (O CAMPO ESTÁ APLICADO) é mostrado momentaneamente, seguido pela apresentação no display da corrente de linha e corrente de campo (se esta opção foi fornecida) e o FP do motor. O sinal (+) ou o sinal (-) indicam se o motor está com fator de potência avançado ou atrasado. "+" indica avanço do FP (motor gerando potência reativa), enquanto "-" indica atraso do FP (motor consumindo potência reativa). O fator de potência unitário (1.0) pode apresentar um sinal "+" ou "-", indicando que o FP está apenas levemente avançado ou atrasado.

Uma vez o motor tenha sincronizado, o SPM mostrará o FP, corrente de linha, a tensão de campo (se optado), a corrente de campo (se optado) e a impedância de campo (se optado).

7-4 Mensagens do SPM -

O SPM tem um número de mensagens incorporadas que podem aparecer durante a operação normal do SPM, ou se um erro é detectado. Erros podem ocorrer porque a CPU detecta um problema interno do SPM. As informações seguintes explicam estas mensagens em detalhe. Cada mensagem será mostrada com sua respectiva explicação.

**FIELD IS APPLIED
(CAMPO ESTÁ APLICADO)**

Esta mensagem aparece quando o SPM fecha o contator de campo. A mensagem é mostrada brevemente e é uma função normal do SPM.

**PWR FACTOR TRIP
(TRIP DO FATOR PWR)**

Se o SPM determinou que o motor esteve operando abaixo do **ajuste** do FP por muito tempo, o SPM desligará o disjuntor.

**CHECK EXCITER
(EXCITADOR DE VERIFICAÇÃO)**

Se a mensagem "CHECK EXCITER" aparece, significa que o SPM determinou que a tensão de campo está abaixo do mínimo que foi introduzido no **ajuste** de tensão de campo. A excitatriz deve ser

verificada para determinar se está funcionando apropriadamente. Também o **ajuste** deve ser examinado para ver se está muito alto para a saída normal da excitatriz.

**FIELD LOSS TRIP
(TRIP P / PERDA DE CAMPO)**

Esta mensagem indica que a corrente de campo está menor que o **ajuste** da corrente de campo. A excitatriz deve ser reajustada para uma saída apropriada e o **ajuste** de corrente de campo deve ser verificado.

**MISSING VOLTAGE !
(PERDA DE TENSÃO)**

Esta mensagem indica que o SPM **NÃO** está recebendo tensão de referência do FP na entrada dos terminais "V_{1EXT}" "V_{2EXT}" e a unidade está configurada para PF REF (REF FP) "externa".

**SQL CAGE TRIP !
(TRIP GAIOLA-DE-ESQUILO)**

Esta mensagem indica que o SPM desligou o motor, devido a um trip de gaiola-de-esquilo. O motor precisa ser esfriado pelo tempo mostrado pelo SPM.

**PULL-OUT TRIP !
(TRIP DE "PULL-OUT")**

Esta mensagem aparece após um trip que é causado quando a corrente de linha do motor excede em quatro vezes o **ajuste** da corrente de plena carga, por mais tempo que o tempo de retardo do FP.

**INCOM SEQ TRIP !
(TRIP DE SEQ.INCOMPLETA)**

Esta mensagem indica que o SPM desligou o motor devido a uma falha de sequência incompleta. A origem da falta deve ser localizada antes de nova partida do motor.

PULL-OUT TRIP !

Esta mensagem indica

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

(TRIP DE "PULL-OUT")	que o SPM desligou o motor devido ao "pull-out".	RAM FAILURE (FALHA DE "RAM")	Esta mensagem indica que um erro de checksum da "RAM" ocorreu durante o auto-teste. A unidade deve ser reenergizada na tentativa de solucionar o problema. De outro modo, consultar a fábrica para corrigí-lo.
FIELD OVERTEMP ! (SOBRETEMP.DO CAMPO)	Esta mensagem indica que o SPM desligou o motor devido a uma sobretemperatura nos enrolamentos de campo.	FPGA FAILURE (FALHA DE "FPGA" - AEPC)	Esta mensagem indica que o Aparato de Entrada Programável de Campo (AEPC) falhou em se configurar durante o auto-teste. A unidade deve ser reenergizada na tentativa de solucionar o problema. De outro modo, consultar a fábrica para corrigí-lo.
FAIL TO RESYNC ! (FALHA DE RESYNCR.)	Esta mensagem indica que o SPM desligou o motor devido a uma falha na resincronização.	CHECK MX & TRIP CIRCUIT (VERIF. DO MX & CIRC.DO TRIP)	Esta mensagem indica que o motor está em estado de trip, bem como os contatos MX estão ainda abertos e o relé TRIP está desenergizado ou está energizado, porém os circuitos internos que checam isto falharam.
START INHIBITED - Ready in xxx min. (INIBIÇÃO DE PARTIDA - Pronto em xxx min.)	Esta mensagem indica que o SPM desligou o motor e não permitirá uma nova partida antes de xxx minutos.	MX or TRIP FAILURE (FALHA DE TRIP ou MX)	Esta mensagem indica que o circuito MX ou o circuito do relé de trip estão em falha.
RUN-TIME-FAULT (FALHA-TEMPO-FUNC.)	Esta mensagem indica que o CPU calculou uma série de valores, dentro de um limite de tempo estabelecido, os quais estão todos fora de suas faixas válidas. O SPM deve ser reenergizado, para corrigir este erro.	COMM CARD FAILURE (FALHA DO CARTÃO DE COMUNIC.)	Esta mensagem indica que o cartão de comunicações falhou ou não está presente durante a energização do SPM ou durante o TESTE DO SISTEMA. Uma apresentação periódica deste erro só ocorrerá se o teste cartão de comunicações passou durante a energização e falhou durante a sua operação normal. Esta mensagem é apenas para aquelas unidades que têm a opção comunicações.
ROM FAILURE (FALHA DE ROM)	Esta mensagem indica que houve um erro de checksum na "PROM" durante o auto-teste. Consultar a fábrica para corrigir este problema.	Esta mensagem indica	
NOVRAM FAILURE (FALHA DE "NOVRAM")	Depois que o SPM escreve informações na sua memória não-volátil (E ² PROM), o CPU, imediatamente, lê o último valor e o compara com o valor que deveria ter sido escrito. Se os dois valores não são iguais, o SPM mostrará no display: a mensagem: "NOVRAM ERROR" (ERRO DE "NOVRAM"). Esta geralmente indica que o problema é na placa da CPU e este SPM deve ser substituído.		

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

WDT CKT FAILURE (FALHA CIRC. "W.DOG") Esta mensagem indica que o circuito de tempo do "watch-dog" falhou durante o auto-teste.

INCOMPLETE SETUP (CONFIGURAÇÃO INCOMPLETA) Esta mensagem indica que as informações de configuração interna (não selecionáveis pelo usuário) foram perdidas e que a unidade não funcionará. O SPM deve ser devolvido à fábrica para correção deste problema.

CALIBRATION REQD ("REQD" DE CALIBRAÇÃO) Esta mensagem indica que a unidade perdeu as informações sobre calibração que tinha armazenadas na sua memória não-volátil. O SPM deve ser devolvido à fábrica para correção deste problema.

FORCED WDT TRIP (TRIP DE W.DOG FORÇADO) Esta mensagem indica que foi ordenado ao relé de TRIP que se desenergizasse mas seu estado está mostrando que ele ainda está energizado. Nesta condição, o CPU força a unidade de tempo do "watch-dog", na tentativa de desenergizar o relé de TRIP.

See Users Manual (Veja Manual do Usuário) Esta mensagem indica que um erro ocorreu e este manual pode ser consultado para corrigir a condição de erro.

NOTA - Pressione qualquer tecla para limpar uma mensagem de trip como PWR FACTOR TRIP ! ou SQL CAGE TRIP !

PRECAUÇÃO - NÃO DESABILITE A PROTEÇÃO DE NOVA PARTIDA DO MOTOR PREVISTA NO SPM, LIGANDO E DESLIGANDO O SUPRIMENTO DE FORÇA. ISTO RESETA OS CONTADORES DO TEMPO DE BLOQUEIO, DESABILITANDO A PROTEÇÃO DO MOTOR POR FREQUENTES PARTIDAS.

7-5 Instruções de Sintonização do Regulador -

Estas instruções permitirão sintonizar o regulador durante o funcionamento inicial do motor.

NOTA - Leia todas as instruções sobre partida na Secção 7-1, antes de prosseguir.

Introduza os seguintes valores iniciais no SPM :

REG PF = OFF (REG. DE FP)	STABILITY = 1 cyc (ESTABILIDADE)
REG GAIN = 10 (GANHO DO REG)	REG.OUTPUT = 10 V (SAÍDA DO REG)
FLOOR = 5.0 V (PISO)	

NOTA - Veja Secção 5 para programação destes *ajustes*.

O valor OFF do *ajuste* do regulador FP coloca o "FLOOR" (PISO) no controle do campo do motor. O regulador do fator de potência é desativado.

O valor 5.00 para o PISO é suficientemente alto, de modo que o motor não desligará, devido a uma subexcitação, quando é dada a partida.

Depois dos valores acima estarem armazenados na memória e com o display mostrando SPM READY (SPM PRONTO), dê partida ao motor (sem carga, se possível) e permita sua sincronização. O display deverá indicar um avanço (+) do fator de potência.

Os cinco parâmetros do regulador do fator de potência podem ser mudados, enquanto o motor está em funcionamento, de maneira que a sintonização do regulador é facilitada. Estes são os únicos parâmetros que podem ser mudados enquanto o motor estiver no "tuning Mode" (Modo de sintonização).

Para chegar ao Modo de sintonização, enquanto o motor está funcionando, ir para o modo programação (veja Secção 7.1 "Mudando Ajustes") e role até o menu "REGULATOR TUNING" (SINTONIZAÇÃO DO REGULADOR). Pressione a tecla "SELECT/ENTER" (SELECIONAR/ENTER) para entrar no menu SINTONIZAÇÃO DO REGULADOR.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Pressione a tecla "SCROLL" até o parâmetro "FLOOR VOLTS" (TENSÃO PISO) ser mostrado. Ajuste a corrente de campo do motor para o mínimo desejado (tipicamente entre 80 a 100% da corrente de campo nominal). Mude o valor piso (veja Secção 7.1 "Mudando Ajustes" sobre como mudar estes parâmetros) para um valor acima ou abaixo do valor inicial de 5.0, dependendo se mais ou menos corrente de campo é desejada. O valor introduzido no parâmetro do piso é a saída de tensão através dos terminais de saída do regulador de FP **+N** e **-N**.

NOTA - Este método de entrada de parâmetro só pode ser empregado enquanto o motor estiver funcionando e só para os cinco parâmetros do regulador de fator de potência.

Uma vez a corrente de campo mínima do motor tenha sido obtida, pressione a tecla SELECT/ENTER para cancelar a seleção "FLOOR VOLTS". Pressionar a tecla "SCROLL" até o ajuste do fator de potência aparecer no display. Programe o ajuste desejado (tipicamente entre 0.8 e 1.0 FP). O controle da corrente de campo do motor deve agora estar no controle do regulador "Closed-loop Power Factor" (Fator de Potência de Circuito-Fechado). Pressione a tecla SELECT/ENTER para cancelar a seleção do ajuste "PF REG".

Reset o ajuste "REGULATOR OUTPUT" (SAÍDA DO REGULADOR) para a configuração original de fábrica. Este ajuste foi escolhido para corresponder à entrada da excitatriz variável separada.

O ajuste de ganho pode provavelmente ser deixado em 10. Entretanto, se ocorrer uma instabilidade ou se uma resposta ótima é desejada, o ganho pode ser aumentado ou diminuído como desejado. Pressione "SCROLL" até que "REG GAIN" apareça no display e introduza ajustes novos (Faixa 1-100), usando o mesmo procedimento usado para os ajustes "FLOOR" (PISO) e "REG PF" (REG. DE FP). Ganho ótimo seria o maior ajuste de ganho possível sem instabilidade do fator de potência, o qual é detectável pela flutuação de saída da excitatriz e fator de potência. Se a instabilidade ainda ocorre, então aumente o valor do ajuste "STABILITY" (ESTABILIDADE), como requerido, para amortecer a flutuação do fator de potência. Estes parâmetros são automaticamente armazenados no E²PROM, quando o motor está desativado.

NOTA - Não tente regular o fator de potência unitário com uma máquina sem carga ou levemente carregada. Uma máquina síncrona funcionando sem carga ou próxima do fator de potência unitário é inerentemente instável e provavelmente será desligada pela proteção de fator de potência. Ajuste o valor "FLOOR" (PISO) alto o bastante para ultrapassar o regulador e evitar a instabilidade, enquanto permite que o FP se mova próximo ao fator de potência nulo em avanço.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

7-6 Guia de Localização de Defeitos

Sintoma	Causa Possível	Ação Corretiva
I. Não consegue mostrar "SPM READY" (SPM PRONTO), quando o SPM está ligado. (O motor não está funcionando).	1. Perda da tensão de suprimento.	1. Verificar os fusíveis do controlador síncrono (no primário e no secundário do suprimento de força).
	2. Está faltando o "plug" de conexão.	2. Inserir o plug de conexão da base da unidade (Ver fig.9).
	3. A base extraível não está completamente engatada.	3. Verificar a base removível da unidade e confirmar se o topo e o fundo rotativo se engatam e se estão posicionados para se conectar pela desconexão dos soquetes, na parte traseira da caixa.
	4. Uma tensão errada está aplicada nos terminais V ₁ -V ₂ do SPM.	4. A tensão de suprimento precisa estar na faixa de 85 a 265 VAC.
	5. Display congelado.	5. Abaixar momentaneamente a potência do controle do SPM II e reaplicá-la. Deve haver alguma parte do display piscando. Se não, o CPU não está funcionando. Substituir o relé.
	6. A entrada do SPM - Motor On / Motor Off – está faltando ou está incorreta.	6. Acrescentar ou corrigir o interloque isolado, normalmente fechado, do contator principal ou o relé que é operado com este contator. O interloque deve ser colocado entre os interloques MX a MX1. Nota - Este interloque deve estar aberto quando o motor é energizado.
	7. SPM não programado apropriadamente.	7. Chamar o endereço de cada programa e verificar os dados do ajuste referentes aos ajustes desejados (usualmente listados no controlador elementar).
	8. Se a opção de cheque da tensão da excitatriz é fornecida, a excitatriz pode não precisa estar energizada.	8. Corrigir a operação da excitatriz de campo de CC para que ela forneça tensão contínua.
	9. Relé em condição de trip.	9. Pressionar qualquer botão do teclado para o RESET.
	10. Cabo conector interno solto.	10. Remover o painel frontal do SPM e verificar se o cabo flexível está apertado. Assegurar-se de que os conectores não estão torcidos, ou parcialmente conectados aos pinos do cartão.
	11. Os pontos terminais da fiação, na parte traseira da unidade estão faltando ou estão soltos.	11. Conectar ou apertar os fios soltos ou perdidos aos pontos apropriados, na parte traseira da unidade.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Sintoma	Causa Possível	Ação Corretiva
II. O motor parte, mas não sincroniza. (O Contator de Campo não fecha).	1. Escorregamento configurado muito baixo. O motor não consegue acelerar para atingir o valor de <u>escorregamento</u> .	1. Seguir as instruções de programação (Capítulo 5) e programar um valor mais alto de "porcentagem de escorregamento".
	2. O relé RAC não atraca. (O display mostra "FIELD IS APPLIED" (O CAMPO ESTÁ APLICADO), mas o contator não fecha).	2. Verificar a fiação do circuito do Contato RAC externo.
	3. O resistor de descarga de campo (algumas vezes despachado separadamente) não está <u>co</u> nectado ou está <u>instala</u> do incorretamente.	3. Verificar conexão do resistor de descarga de campo e corrigir, se necessário.
	4. Tentativa do motor para acelerar carga <u>excessi</u> va.	4. Descarregar ou reduzir a carga do eixo do motor, até o relé FCX* atracar.
	5. Uma nova partida do motor é abortada pela operação SCP ["SQL CAGE TRIP" (TRIP DE GAIOLA DE ESQUILO) aparece no display].	5. O motor está demorando muito para dar a partida ou o tempo de travamento ou o ajuste de funcionamento está configurado muito baixo. Corrigir como necessário.
	6. Os pontos terminais da fiação, na parte traseira da unidade estão faltando ou estão soltos.	6. Conectar ou apertar os fios soltos ou em falta aos pontos apropriados, na parte traseira da unidade.

* Os interloques do relé FCX devem ser usados para carregamento automático, se necessário.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Sintoma	Causa Possível	Ação Corretiva
III. O motor parte e sincroniza, mas desliga imediatamente com a aplicação da excitação.	1. Ajuste do trip FP programado muito alto.	1. Reduzir o valor do trip FP (endereço 01) para não mais que -0.8.
	2. Configuração do "FCX DELAY" (RETARDO FCX) do motor muito baixo.	2. Configurações RETARDO DO FCX não são longas o suficiente; aumentar para o mínimo de 3 segundos.
	3. Entradas de tensão e corrente estão incorretamente ligadas ou são de fases incorretas.	3. Verificar e corrigir a fiação, caso necessário.
	4. Nenhuma tensão de excitação.	4. Verificar tensão de excitação CC disponível. Se a excitatriz rotativa usada é acionada pelo eixo do motor, o campo da excitatriz pode ser forçado (rheo é curto-circuitado) durante a aceleração para que a excitatriz tenha sua saída elevada, o mais rápido possível.
	5. Nenhuma corrente de excitação, circuito aberto no campo do motor, escovas ou cabos.	5. Corrigir descontinuidade no circuito de campo.
	6. Os pontos terminais da fiação, na parte traseira da unidade estão faltando ou estão soltos.	6. Conectar ou apertar os fios soltos ou em falta aos pontos apropriados, na parte traseira da unidade.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Sintoma	Causa Possível	Ação Corretiva
IV. O desligamento ocorre <u>du</u> rante funcionamento <u>nor</u> mal. (Depois de uma <u>sin</u> cronização bem sucedida)	1. O motor saiu do <u>progra</u> mado por sobrecarga excessiva (TRIP DE FP ou TRIP DE PULL-OUT é mostrado).	1. Verificar condições dos mancais de carga e outros possíveis problemas mecânicos. Apertar qualquer tecla para reset do SPM e dar nova partida.
	2. Perda de excitação.	2. Verificar excitatriz, fusíveis da excitatriz e conexões dos circuitos de campo.
	3. Mudanças transitórias do fator de potência, ocorrendo durante distúrbios do sistema de potência.	3. Aumentar ajuste do RETARDO FP.
	4. O motor está sem carga e a configuração do ajuste de referência do regulador do fator de potência está próximo da unidade, resultando em instabilidade.	4. Aumentar o ajuste "REGULATOR FLOOR" (PISO DO REGULADOR) para ultrapassar o regulador, a fim de manter estabilidade durante condições de carga leve.
	5. Os pontos terminais da <u>fiação</u> , na parte traseira da unidade estão faltando ou estão soltos.	5. Conectar ou apertar os fios soltos ou em falta nos pontos apropriados, na parte traseira da unidade.
V. O motor parte, aplica CC ao campo e então, imediatamente, remove CC do campo.	1. Tensão da excitatriz muito baixa, causando necessidade de tentativa do SPM para ressinchronização.	1. Ajustar o tap do transformador da excitatriz ou o potenciômetro de ajuste da excitatriz, para obter uma tensão de excitação mais alta.
	2. O contator de campo está fechando muito cedo. O motor não pode entrar em sincronismo porque o <u>escorregamento</u> está muito alto.	2. Reset "SYNCHRONIZING SLIP" (ESCORREGAMENTO DE SINCRONIZAÇÃO) para um valor mais baixo.
	3. Carga de eixo excessiva acima da capacidade do motor para entrar em sincronismo.	3. Reduzir carga ou aliviar o motor, durante a partida. Aplicar carga depois que o motor estiver sincronizado e estabilizado.
	4. Os pontos terminais da <u>fiação</u> , na parte traseira da unidade estão faltando ou estão soltos.	4. Conectar ou apertar os fios soltos ou em falta nos pontos apropriados, na parte traseira da unidade.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Sintoma	Causa Possível	Ação Corretiva
VI. Display congelado, deturpado, incorreto ou ilegível.	<ol style="list-style-type: none">1. Conexões elétricas soltas ou falha do CPU.2. O contraste necessita ajuste.	<ol style="list-style-type: none">1. a) Interromper momentaneamente o suprimento de tensão de controle à unidade e então re-energizar. Se o display ainda não estiver certo, substituir a unidade, ou b) Verificar o cabo flexível entre o painel frontal e o topo da base do relé. Ele não deve estar solto, deslocado ou torcido. 2. Abrir a porta reversível do painel frontal e girar o ajuste de contraste para obter um display mais visível.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

7-7 Exemplo de Programação

O exemplo, que se segue, usa dados do seguinte motor ao qual deve se referir enquanto prossegue sua explicação. Os dados são para um motor tipo-anel, de tensão-4000 V / 400 CV. Presumimos que todas as características opcionais disponíveis no SPM estejam instaladas. As páginas seguintes mostram as teclas usadas pelo operador, a resposta do display do SPM e comentários referentes à operação de programação. No início da operação o SPM deve estar mostrando a mensagem "SPM READY" (SPM PRONTO).

Motor - 400 CV, F.P. -0.8, RPM-720, Volts-4000. Corrente de campo induzida 0% SPD, 30-amps; 95% SPD, 17-amps. Resistência de descarga de campo recomendada é de 21 ohms. Tempo de travamento permitido - 7 segundos; 50% do tempo de funcionamento -11 segundos.

NOTA : A tensão de campo induzida (produto do campo induzido em amperes e resistência de descarga em ohms) deve cair entre 200-V e 1000-V a zero e 95% de velocidade, respectivamente. Por exemplo :

$$21 \text{ OHMS} \times 30 \text{ AMPERES} = 630\text{-VOLTS (VERIFICAR VELOCIDADE ZERO)}$$

$$21 \text{ OHMS} \times 17 \text{ AMPERES} = 357\text{-VOLTS (VERIFICAR VELOCIDADE 95%)}$$

O critério é deste modo apresentado, para este exemplo.

NOTA : Se a tensão de campo induzida é maior que 1000 V, contatar a fábrica.

Consultar o Capítulo 7 para a programação do SPM para motores sem escova (brushless).

Teclas a serem pressionadas	O Display Mostra	Comentários
Nenhuma	Collr-Ring Motor (Motor Anel-Coletor) SPM READY (SPM Pronto)	Display Modo-Pronto
Tecla GE	STAT MODE (Modo Status) SCROLL for menus (Scroll para menus)	Introduzir Modo STAT de modo a chegar no PROGRAMMING MODE (Modo de Programação)
Tecla GE	PROGRAMMING MODE (Modo Programação) SCROLL for passwords (Scroll para senhas)	No PROGRAMMING MODE (MODO DE PROGRAMAÇÃO) - a senha deve entrar agora.
Tecla SCROLL DOWN para obter a senha de entrada na tela.	PASSWORD: 0000 (Senha: 0000) ENTER to verify (Enter para verificar)	Usar as teclas SCROLL para introduzir a senha.
Tecla(s) SCROLL para a senha e então SELECT/ENTER para introduzi-la.	CONFIGURATIONS ? (Configurações ?) ENTER for menus (Enter para menus)	O primeiro menu após a entrada da senha é o menu CONFIGURATIONS (CONFIGURAÇÕES) - a rolagem deve passar por ele para chegar ao menu SETPOINTS (AJUSTES).

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Teclas a serem pressionadas	O Display Mostra	Comentários
Tecla SCROLL UP para obter o menu de SETPOINTS (AJUSTES).	<p>SETPOINTS ? (Ajustes ?) ENTER for menus (Enter para menus)</p>	Pressionar a tecla SELECT/ENTER para introduzir os menus de ajuste.
Tecla SELECT/ENTER para selecionar o ajuste PF TRIP (TRIP DE FP)	<p>PF TRIP: -0.80 (Trip de FP: -0.80) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	O primeiro ajuste é o PF TRIP (TRIP DE FP).
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de -0.85 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>PF TRIP: -0.85 (Trip de FP: -0.85) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de PF TRIP (TRIP DE FP) para o novo valor de: -0.85.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste PF DELAY (RETARDO DO FP) e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	<p>PF DELAY: 10.0s (Retardo de FP: 10.0s) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 5.0s e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>PF DELAY: 5.0s (Retardo de FP: 5.0s) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de PF DELAY (RETARDO DE FP) existente para 5.0.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste PF SUPP (SUPRESSÃO DO FP)	<p>PF SUPP: 6% FLC (Suporte de FP: 6% FLC) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Este valor permanecerá como está.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste PF MODE (MODO FP) e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	<p>PF MODE: ridethru (Modo FP: guia através) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de resincronização e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>PF MODE: resync (Modo FP: resincroniza) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de PF MODE (MODO FP) existente para resincronização.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste FCX DELAY (RETARDO FCX).	<p>FCX DELAY: 1s (Retardo FCX: 1s) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Este valor permanecerá como está.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Teclas a serem pressionadas	O Display Mostra	Comentários
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste AC CT RTG e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	AC CT RTG: 10/5 (RTG TC CA: 10/5) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 100 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	AC CT RTG: 100/5 (RTG TC CA: 100/5) SCROLL to change (Scroll para mudar)	Mudar o valor de AC CT RTG existente para 100.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste FL AMPS e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	FL AMPS: 10 (Amps FL: 10) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 58 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	FL AMPS: 58 (Amps FL: 58) SCROLL to change (Scroll para mudar)	Mudar o valor de FL AMPS existente para 58.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste LR AMPS e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	LR AMPS: 116 (Amps LR: 116) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 226 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	LR AMPS: 226 (Amps LR: 226) SCROLL to change (Scroll para mudar)	Mudar o valor de LR AMPS existente para 226.
Tecla SCROLL DOWN para o ajuste SYNC SLIP (ESCORREGAMENTO DE SINCR.) e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	SYNC SLIP: 0.5% (Deslize de Sincr. : 0.5%) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 4% e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	SYNC SLIP: 4.0 % (Deslize de Sincr. : 4.0%) SCROLL to change (Scroll para mudar)	Mudar o valor de SYNC SLIP existente para 4.0%.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste STALL TIME (TEMPO DE TRAVAMENTO) e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	STALL TIME: 40s (Tempo de Travamento : 40s) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Teclas a serem pressionadas	O Display Mostra	Comentários
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 7s e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>STALL TIME: 7s (Tempo de Travamento : 7s) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de STALL TIME existente para 7 segundos.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste RUNTIME (TEMPO DE FUNCIONAMENTO) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	<p>RUNTIME: 3.00 xST (Tempo de Funcionamento : 3.0 x ST) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 1.46 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>RUNTIME: 1.46 xST (Tempo de Funcionamento : 1.46 xST) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de RUNTIME existente para 1.46 vezes o tempo de travamento.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste DC CT PRIM (CC TC PRIMÁRIO) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	<p>DC CT PRIM: 20A (CC TC Primário: 20A) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 100 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>DC CT PRIM: 100A (CC TC Primário: 100A) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de DC CT PRIM existente para 100A.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste PF SUPP.	<p>HIGH FIELD: 10.0Ω (Campo Alto: 10.0Ω) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Este valor permanece como está.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste FIELD AMPS (AMPS DE CAMPO) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	<p>FIELD AMPS: OFF (Amps de Campo: OFF) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 45 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	<p>FIELD AMPS: 45 (Amps de Campo: 45) SCROLL to change (Scroll para mudar)</p>	Mudar o valor de FIELD AMPS existente para 45.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste FIELD VOLTS (TENSÃO DE CAMPO) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	<p>FIELD VOLTS: 25 (Tensão de Campo: 25) SELECT to modify (Selecionar para modificar)</p>	Selecionar o ajuste.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Teclas a serem pressionadas	O Display Mostra	Comentários
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 125 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	FIELD VOLTS: 125 (Tensão de Campo: 125) <i>SCROLL to change</i> (Scroll para mudar)	Mudar o valor de FIELD VOLTS existente para 125.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste INC SEQ DLY (DELAY DE SEQUÊNCIAN INCOMPLETA) e então a tecla SELECT/ENTER, para selecionar o ajuste.	INC SEQ DLY : 100s SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 15 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	INC SEQ DLY : 15s <i>SCROLL to change</i> (Scroll para mudar)	Mudar o valor de INC SEQ DLY existente para 15s.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste REG PF (REG. DE FP) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	REG PF: OFF (Reg. de FP : OFF) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 0.85 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	REG PF: 0.85 (Reg. de FP : 0.85) <i>SCROLL to change</i> (Scroll para mudar)	Mudar o valor de REG PF (REG. DE FP) existente para 0.85 em avanço.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste REG GAIN (GANHO DO REGULADOR).	REG GAIN: 10 (Reg. de Ganho: 10) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Este ajuste está correto.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste STABILITY (ESTABILIDADE).	STABILITY: 1 ciclo (Estabilidade: 1 ciclo) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Este ajuste está correto.
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste REG OUTPUT (REG. DE SAÍDA) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	REG OUTPUT: 5V (Reg. de Saída: 5V) SELECT to modify (Selecionar para modificar)	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 10 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	REG PF: 10V (Reg. de FP: 10V) <i>SCROLL to change</i> (Scroll para mudar)	Mudar o valor de REG PF (REG. DE FP) existente para 10V.

Capítulo 7 - Testes e Eliminação de Defeitos

Teclas a serem pressionadas	O Display Mostra	Comentários
Tecla SCROLL DOWN para mover para o ajuste FLOOR VOLTS (TENSÃO PISO) e então a tecla SELECT/ENTER, p/selecionar o ajuste.	FLOOR VOLTS: 0.00 <i>(Tensão Piso: 0.00)</i> SELECT to modify <i>(Selecionar para modificar)</i>	Selecionar o ajuste.
Tecla(s) SCROLL para selecionar o valor de 5.00 e então a tecla SELECT/ENTER, para aceitar o novo valor.	FLOOR VOLTS: 5.00 <i>(Tensão de Piso:: 5.00)</i> SCROLL to change <i>(Scroll para mudar)</i>	Mudar o valor de FLOOR VOLTS (TENSÃO PISO) existente para 5.00.
Tecla GE.	SETPOINTS ? <i>(Ajustes ?)</i> ENTER for menus <i>(ENTER para menus)</i>	Sair para o menu SETPOINTS (AJUSTES).
Tecla GE.	SAVE CHANGES ? <i>(Salvar Mudanças ?)</i> ENTER to save <i>(ENTER para salvar)</i>	Salvar mudanças.
Tecla SELECT / ENTER (SELECIONAR / ENTER).	PROGRAMMING MODE <i>(Modo Programação)</i> SCROLL PASSWORD <i>(Rolagem de Senha)</i>	Sair para o menu PROGRAMMING MODE (MODO PROGRAMAÇÃO).
Tecla GE.	TEST MODE <i>(Modo de Testes)</i> SCROLL for tests <i>(Rolagem para testes)</i>	Sair para o menu TEST MODE (MODO DE TESTES).
Tecla GE.	Collr-Ring Motor <i>(Motor Anel-Coletor)</i> SPM READY <i>(SPM Pronto)</i>	Display do modo pronto.

Capítulo 8 - Acessórios

8-1 Módulo de Calibração de Corrente de Campo -

O Módulo de Calibração (MC) fornece a tensão de excitação de CA apropriada ao TCCC (DCCT) e fornece um ajuste de calibração para obter no SPM a leitura da corrente de campo apropriada. Esta calibração é executada por meio do Potenciômetro "R".

O MC é necessário para utilizar as características de corrente de campo e/ou de sobretemperatura de campo. Ele está incluído nos conjuntos acessórios opcionais PG2SPM ou PG4SPM.

Ver Figuras 25, 26 e 27 – Anexo A

8-2 Transformador de Corrente - Corrente Contínua (CC) -

O TCCC (DCCT) primário padrão tem uma corrente nominal de 200 amp e um secundário nominal de 50 mA (relação 4000 / 1). Os terminais do TCCC (DCCT) conectam-se aos pontos (7) e (8) do MC (polaridade não é importante). Múltiplas espiras de campo podem, através da janela do TCCC, necessários para obter a relação TC efetiva. O TCCC (DCCT) é necessário para utilizar as características de corrente de campo e de sobretemperatura de campo. Ele está disponível nos conjuntos acessórios opcionais PG2SPM ou PG4SPM.

Ver Figuras 28 e 29 – Anexo A

8-3 Rede Divisora de Tensão (RDT) -

A RDT é fornecida para conectar o SPM às tensões de campo e/ou excitatriz. A RDT está incluída como um acessório padrão.

Ver Figuras 30 e 31 – Anexo A

Capítulo 8 - Acessórios

NOTAS

1. cliente pode usar este espaço para anotações e para registrar a configuração e ajustes do SPM.
2. preenchimento desta folha deve ser feito ao se comissionar a instalação do relé e/ou do campo do motor.
3. Esta folha deve ser guardada em arquivo próprio. Sugere-se arquivo de PC, com respectivo back-up.

USUÁRIO: VERIFICAR AJUSTES ANTES DE ENERGIZAR O MOTOR.

Drive :

Número do Catálogo SPM II :

Configuração	Opções	Ajustes
Tipo do Motor	Anel Coletor ou Brushless	
Frequência de Linha	50Hz ou 60Hz	
Referência de Tensão FP	Interno ou Externo	
Proteção estatística	apenas-leitura ou leitura/escrita	
Senha	Xxxx	

Função	Tipo do Motor	Unidades	Ajustes
Trip do Fator de Potência	Ambos	Fator de potência	
Retardo do Trip do F.de Potência	Ambos	Segundos	
Supressão do Fator de Potência	Ambos	% de amps plena carga	
Modo Fator de Potência	Anel-Coletor	n/d	
Retardo RAC	Brushless	Segundos	
Retardo FCX	Ambos	Segundos	
Relação TC CA	Ambos	/5	
Amps de Plena Carga	Ambos	Amperes	
Amps do Rotor Travado	Ambos	Amperes	
Escorregamento de Sincronização	Anel-Coletor	%	
Tempo de Travamento	Ambos	Segundos	
Tempo de Funcionamento	Anel-Coletor	X ST	
Primário de TCCC	Ambos	Amperes	
Ohms de Campo (Excitatriz) Alto	Ambos	Ohms	
Amps de Campo (Excitatriz)	Ambos	Amperes	
Tensão de Campo (Excitatriz)	Ambos	Volts	
Retardo de Sequência Incompleta	Ambos	Segundos	
Fator de Potência do Regulador	Opção	Fator de potência	
Ganho do Regulador	Opção	X	
Estabilidade do Regulador	Opção	Ciclos	
Saída do Regulador	Opção	Volts	
Tensão Piso	Opção	Volts	

ANEXO “A” FIGURAS

ANEXO “ A ”

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figuras

Figura 1 - Vista explodida do SPM	
Figura 2 - Dimensões Físicas do Relé e Dimensões dos Furos de Montagem	
Figura 3 - Conexões para tensão de controle estabilizada e entradas de tensão de referência para o fator de potência	
Figura 4 – Painel de Controle / Indicadores e Layout dos Terminais	
Figura 5 – Desenho elementar do controlador do motor síncrono típico para motores com anel	
Figura 6 - Desenho elementar do controlador do motor síncrono Tipo-Brushless	
Figura 7 - Motor síncrono de polo saliente	
Figura 8 - Analogia entre um transformador de corrente e o fluxo do rotor e a corrente (escorregamentos constantes, para um motor típico	
Figura 9 – Corrente e Fluxo do rotor em "pull-in" (projeto típico)	
Figura 10 - Deslocamento angular do rotor.....	
Figura 11 - Motor de alto-torque de partida	
Figura 12 - Motor de torque médio de partida	
Figura 13 – Torque médio de partida do motor, com dois valores de resistência de descarga de campo	
Figura 14 - Orientação correta de magnetização do torque de relutância do rotor	
Figura 15 - O motor sincroniza no torque-relutância e o rotor defasado de 180°	
Figura 16 – Proteção do enrolamento amortecedor (gaiola-esquilo), para travamento e aceleração a plena tensão	
Figura 17 - Ajuste dos tempos de travamento/aceleração para partidas com tensão reduzida	
Figura 18 - Diagrama de fasores, com indicação do fator de potência, medindo-se a tensão entre 2 fases e a corrente na 3ª fase	
Figura 19 - Resposta do fator de potência do motor para variações de tensão de linha	
Figura 20 - Sensor do fator de potência - modo motor versus modo gerador	
Figura 21 - Regulação do fator de potência - diagrama de bloco funcional	
Figura 22 - Diagrama esquemático de excitatriz retificadora rotativa cum um motor síncrono	
Figura 23 - Característica de proteção travamento/aceleração de um motor "Brushless"	
Figura 24 - Modos do SPM e Quadro da Estrutura do Display	
Figura 25 - Diagramas do módulo calibração	
Figura 26 - Módulo Calibração	
Figura 27 - Dimensões Físicas do MC	
Figura 28 - Transformador de Corrente CC (TCCC)	
Figura 29 - Dimensões Físicas do TCCC	
Figura 30 - Rede Divisora de Tensão	
Figura 31 – Dimensões Físicas – RDT – (VDN)	
	Figura 30 -



Figura 1 - Vista Explodida do SPM

Figura 2 Dimensões Físicas do Relé e Dimensões dos Furos de Montagem

1. SPM Panel Cut-Out - Corte do Pannel do SPM
2. SPM Side – Vista Lateral do SPM
3. SPM Panel Cut-Out - Corte do Pannel do SPM
4. VDN Board Front - Vista Frontal da Placa "VDN" (RDT)
5. VDN Board Side Vista Lateral da Placa "VDN" (RDT)
6. a) VDN Board Panel Drilling - Furação para conexão da placa "VDN" (RDT)
b) Can be mounted horizontally or vertically - Pode ser montado horizontal ou verticalmente

Figura 3 Conexões para Tensão de Controle estabilizado separado e Entradas de Tensão de Referência para o Fator de Potência.

SPM :

1. Volt. Power Control -
Tensão de Controle
2. Optional Ref. Volt. -
Tensão de Referência Opcional
3. (Unstabilized) - (Desestabilizado)
Input Voltage -Entrada de Tensão
Motor Phases A and B - Fases A e B
4. Stabilized Voltage Transformer -
Transformador de Tensão Estabilizado
5. (Stabilized) - (Estabilizado)

Figura 4 -

Ver traduções na folha anexa.

Figura 4 Painel de controle / Indicadores e Layout dos Terminais

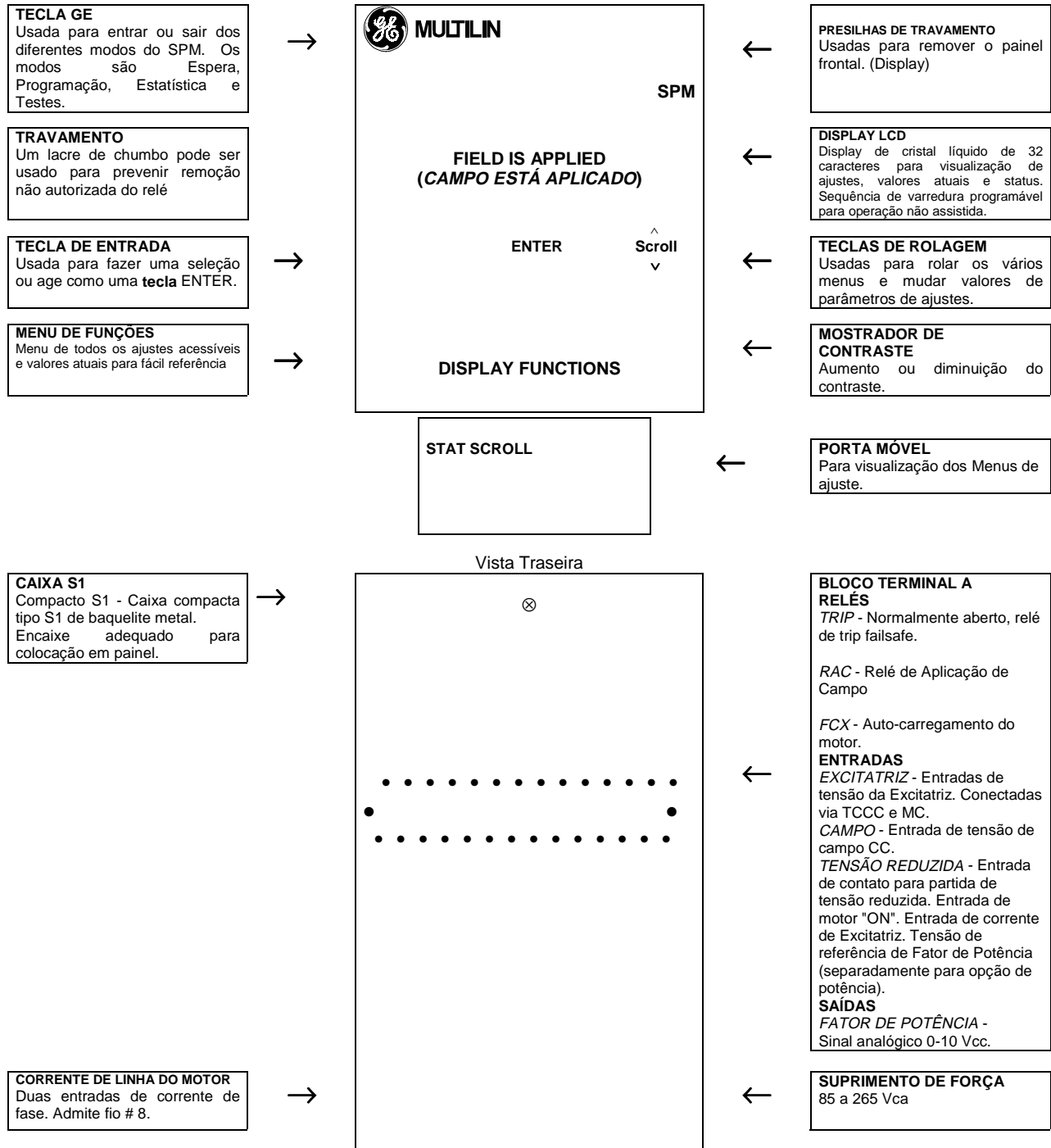


Figura 5

Figura 5 Desenho Elementar do Controlador de Motor-Síncrono, típico para motores com anel.

1. Supply - Fonte
2. Sync Motor - Motor Síncrono
3. Field Discharge Resistor - Resistor de Descarga de Campo
4. Control Power Ref. Volt – Tensão de Controle – Ref.
 - a) Chassis Ground – Terra da Caixa
 - b) Filter Ground - Terra dos Filtros
5. Phase Current Input - Entrada de Corrente de Fase
6. Exciter/Field Voltage - Tensão da Excitatriz / Campo
7. Voltage Divider Network (VDN) - Rede Divisora de Tensão (RDT)
8. Field Contactor - Contator de Campo
9. Typical Ring Type - Tipo-anel Típico
10. Main Auxiliary - Auxiliar Principal
11. Exciter Contactor – Contator da Excitatriz
12. Output Relays - Relés de Saída -
 - a) Trip
 - b) Field Contactor Auxiliary (FCX) - Contator de Campo Auxiliar (CCX)
 - c) Field Application Relay - Relé de Aplicação de Campo
13. Digital Inputs - Entradas Digitais -
 - a) Reduced Voltage - Tensão reduzida
 - b) MX Monitor - Monitor Auxiliar (MX)
14. Field Contactor (FC) - Contator de Campo
15. Field Current - Corrente de Campo
16. Optional Ref. Volt. - Tensão "REF" opcional
17. Power Factor Output - Saída de Fator de Potência
18. On reduced Voltage starters, remove jumper and connect a NO auxiliary contact from the final step contactor here.
Em partidas de tensão reduzida, remova o jumper e conecte um contato auxiliar normalmente aberto do contator aqui (contato a 100% da tensão).
19. Exciter - Excitatriz - a) To exciter power supply - Para a tensão de controle da excitatriz
20. PF Analog output or PF REG. Control SIG output - "FP" Saída analógica ou "FP" Regulação-Saída SIG de controle
21. Used for separately supplied power factor reference Voltage (optional connection).
+Usado como Tensão de referência do fator de potência da fonte de suprimento (conexão opcional)
22. Nomenclature - Nomenclatura -


DCCT	Direct Current CT - TCCC	-	Transformador de Corrente de Corrente Contínua
M	Main Contactor - CP	-	Contator Principal
OL	Overload Relay - RS	-	Relé de Sobrecarga
T1,T2,T3	Motor Terminals - T1,T2,T3	-	Terminais do Motor
	Optional Accessories	-	Acessórios opcionais
23. NOTES - Relays shown with no control power applied to relay
*Trip Relay closed during normal operation.
NOTAS - Relés mostrados sem controle de tensão aplicado ao SPM
*Relé de Trip fechado durante operação normal
24. Field Current calibration module (CM) -Módulo de Calibração de Corrente de Campo (MC).

Figura 6

Figura 6 Desenho Elementar do Controlador de Motor-Síncrono, típico para motores tipo Brushless.

1. Voltage Divider Network (VDN) - Rede Divisora de Tensão (RDT)
2. Typical Brushless Type - Tipo-Brushless Típico
3. Main auxiliary - Auxiliar Principal
4. Exciter Contactor - Contator da Excitatriz
5. Phase Current Input - Entrada de Corrente de Fase
6. Exciter/Field Voltage - Tensão da Excitatriz / Campo
7. Output Relays - Relés de Saída -
 - a) Trip
 - b) Field Contactor Aux. - Contator de Campo Auxiliar (CCX)
 - c) Field Applic. Relay (FAR) - Relé de Aplicação de Campo (RAC)
8. Digital Inputs - Entradas Digitais -
 - a) Reduced Voltage - Tensão reduzida
 - b) MX Monitor - Monitor Auxiliar (MX)
9. On reduced Voltage starters, remove jumper and connect a NO auxiliary contact from the final step contactor here.
Em partidas de tensão reduzida, remova o jumper e conecte um, contato auxiliar normalmente aberto do contator aqui (contato a 100% da tensão).
10. Field Current - Corrente de Campo
11. Optional Ref. Volt. - Tensão de Referência opcional
12. Power Factor Output - Saída de Fator de Potência
13. PF Analog Output or PF Reg. Control Sig Output
"FP" Saída analógica ou "FP" Regulação-Saída SIG de controle
14. To Exciter Power Supply - Para a fonte de suprimento da Excitatriz
15. Field Contactor - Contator de Campo
16. Field Current Calibration Module (CM) Módulo de Calibração de Corrente de Campo (MC).
17. Used for separately supplied power factor reference Voltage (optional connection).
Usado para tensão de referência do fator de potência (conexão opcional)
18. Nomenclature - Nomenclatura -

DCCT	Direct Current CT - TCCC	-	Transformador de Corrente de Corrente Contínua
M	Main Contactor - CP	-	Contator Principal
OL	Overload Relay - RS	-	Relé de Sobrecarga
T1,T2,T3	Motor Terminals - T1,T2,T3	-	Terminais do Motor
<input type="checkbox"/>	Optional Accessories	-	Acessórios opcionais
19. NOTES - Relays shown with no control power applied to relay
*Trip Relay closed during normal operation.
NOTAS - Relés mostrados sem tensão de controle aplicado ao SPM
*Relé de Trip fechado durante operação normal

Figura 7 Motor Síncrono de Polo Saliente

1. Squirrel-Cage Bars - Barras da gaiola de esquilo
2. Stator Core – Núcleo Estatórico
3. Field winding - Enrolamento de campo
4. Estator
5. Slip rings - Anéis Coletores
6. Rotor
7. Slots for AC winding - Ranhuras dos enrolamentos de CA
8. For DC supply - Para Fonte de Tensão CC

Figura 8 – Analogia entre um transformador de corrente e o fluxo do rotor e a corrente (escorregamento constante) para um motor típico.

a) Electrical degrees Rotor angle – Ângulo do Rotor, em graus elétricos.

Figura 9 - Corrente e Fluxo no Rotor em "pull-in" (projeto típico)

- a) Electrical degrees – Ângulo do Rotor, em graus elétricos.
- b) Trapped flux -Fluxo capturado
- c) "Pull-in"
- d) Applied I_{FD} - I_{FD} Aplicado
- e) Field Discharge Loop opened – Loop de descarga de campo aberto
- f) IFD (Induced) – IFD (Induzido)

Figura 10 - Deslocamento angular do rotor.

- 1) Approximate stator position for maximum Field pole flux (Dep. upon Design & R_{DIS}).
Posição aproximada do Estator para máximo fluxo no polo de campo (Dependendo do Projeto & R_{DIS}).
- 2) Rotation -Rotação
- 3) Approximate stator position for maximum Torque when maximum Rotor flux occurs at -45°
Posição aproximada do Estator para torque máximo, quando o fluxo máximo do rotor ocorre, a -45°.
- 4) **Note** – Angular displacement of rotor with respect
To stator is given a negative sign to
Indicate the motoring condition.
Nota - O deslocamento angular do rotor com
respeito ao estator é considerado negativo
para indicar condição motora.

Figura 11 – Motor com Alto Torque de partida -

- 1) Percent Torque - Torque percentual
- 2) Cage contribution - Contribuição da gaiola
- 3) Salient-Pole contribution - Contribuição do polo saliente
- 4) Percent Speed – Velocidade percentual

Figura 12 – Motor de torque médio de partida -

- 1) Percent Torque - Torque percentual
- 2) Cage contribution - Contribuição da gaiola
- 3) Salient-Pole contribution - Contribuição do polo saliente
- 4) Percent Speed – Velocidade percentual

Figura 13 - Torque médio de partida do motor, com dois valores de resistência de descarga de campo -

- 1) Alta resistência de descarga
- 2) Baixa resistência de descarga
- 3) Torque percentual
- 4) Velocidade percentual

Figura 14 - Orientação correta da magnetização do torque de relutância do rotor -

1. Excitation applied - Excitação aplicada
2. Operação - Para correta orientação da magnetização do rotor com torque de relutância, o VPR completa seu tempo antes e seu indicador é ajustado. O indicador APR é ajustado quando V_{DIS} cai abaixo de $\pm 40V$. Tão logo os indicadores VPR e APR estejam ajustados, o campo é aplicado.
(V_{DIS} = Tensão no resistor de descarga de campo)
(IF = Corrente de Campo)

Figura 15 - O motor sincroniza com torque de relutância e o rotor defasado 180° -

1. Operação – Na magnetização do rotor com torque relutante e defasagem de 180°, o indicador APR é ajustado quando o V_{DIS} cai na faixa de ± 40 V. Neste ponto VPR começa a contar o tempo. Após decorrido o tempo do VPR, o indicador VPR é ajustado. Agora os indicadores VPR e APR aparecem simultaneamente e o campo está aplicado.

Figura 16 – Proteção do enrolamento amortecedor (gaiola de esquilo) para travamento e aceleração a plena tensão.

1. Tempo de Funcionamento / Tempo de travamento permitido à velocidade 0(zero)
2. % de velocidade síncrona
3. **Nota** : Para encontrar a característica de proteção usada, plote o valor programado para 50% do tempo de funcionamento e desloque na curva completa, através do ponto plotado, usando as curvas acima como guias.

Figura 17 – Ajuste dos tempos de travamento/aceleração para partida com tensão reduzida.

1. Tempo de Funcionamento / Tempo de travamento de velocidade 0(zero)
2. Velocidade síncrona em %
3. Tensão da linha
4. **Nota** : Estas curvas mostram como a característica de Trip da proteção do enrolamento amortecedor é ajustada para a partida com tensão reduzida. Para este exemplo, a curva 1 é tirada de uma das curvas da família de curvas da *Figura 16*.

Figura 18 - Diagrama do Fasores, com indicação do fator de potência, medindo-se a corrente entre duas fases e a corrente na terceira fase.

- 1) Sequência
- 2) Tensões Fase-Neutro
- 3) Correntes da Fase 3
- 4) I^3 está em fase com V^3
- 5) I^3 atrasado de V^3
- 6) I^3 adiantado de V^3
- 7) 90° de Atraso
- 8) 90° Adiantado

Figura 19

Figura 19 - Resposta do fator de potência do motor com variações de tensão de linha -

- A. Load Angle - Ângulo de carga
Motor at Unity Factor – Carga Normal $I_A R_A$ em paralelo com a tensão de linha (V_{LINE}).
- B. O fator de potência do motor oscila – Adiantando, quando a tensão de linha cai, permanecendo constante a excitação (devido à constante de tempo do campo).
Lead – Adiantado Drop – Queda
Lag - Atrasado
- C. O fator de potência do motor se torna ligeiramente atrasado, quando há queda de excitação e se torna igual à queda de tensão na linha.
- D. O fator de potência do motor se torna fortemente atrasado, quando a tensão de linha é restaurada.
 E_G - Força eletromotriz (f.e.m.).
 I_A - Corrente de linha em Amperes.
 R_A – Resistência da Armadura.
 X_A - Reatância da Armadura.
- E. Curva de oscilação do fator de potência, durante a oscilação de tensão, conforme A/B/C/D.

Figura 20 - Medição do Fator de Potência - Modo motor versus modo gerador -

1. $V_{AB} = V_A - V_B$ - Fasor Convencional para Motor
2. $V_{BA} = V_B - V_A$ - Fasor Convencional para Gerador
3. Modo Motor
4. Modo Gerador
5. V_A, V_B - Tensão Terminal da Carga
6. I_A - Fasor de Corrente de Carga

Figura 21 - Regulação do FP – Diagrama funcional de blocos -

1. Contator principal
2. Suprimento de CC (corrente contínua) para o campo do motor
3. Entrada de tensão
4. Entrada de Corrente
5. Campo
6. Contator de Campo
7. Excitatriz proporcional SCR
8. Detecção de FP
9. Regulador de FP
10. Ajuste de FP
11. Saída REG (regulador)
12. Ganho REG (regulador)
13. Estabilidade REG (regulador)
14. Piso REG (regulador)
15. Sinal de Controle

Figura 22 - Diagrama esquemático da excitatriz retificadora rotativa, com um motor-síncrono -

1. Rotor do Motor
2. Excitatriz Induzido
3. Circuito Sensor de Velocidade
4. Circuito do Sensor do Ângulo e Escorregamento do Rotor
5. Circuito para desligar o Resistor
6. Campo do Motor
7. Excitatriz de Campo do Motor
8. Dispositivo Retificador da Excitatriz de Campo
9. Controlador do Motor
10. Estator do Motor
11. Ajuste da Excitatriz de Campo

Figura 23 - Característica de Proteção Travamento / Aceleração de um Motor **Brushless** -

1. A - Tempo de Travamento - 30 segundos -
Rotor Travado - 6 x FLC
- B - Tempo de Travamento - 10 segundos -
Rotor Travado - 6 x FLC
- C - Tempo de Travamento - 2 segundos -
Rotor Travado - 6 x FLC
2. Tempo de Trip (segundos)
3. Corrente de Trip (Múltiplos de Corrente de Plena Carga Programada)
FLC = Corrente de Plena Carga

Figura 24

Figura 24 - Modos do SPM e Tabela da Estrutura do Display

1.
 - a. Modo de Programação
Rolar para Senhas
 - b. Senha : 000
ENTER para Verificar
 - c. Configurações
ENTER para Menu
 - d. Motor : Sem Escova
 - e. Frequência de Linha : 60 Hz
 - f. Referência FP: Interno
 - g. Endereço da unidade (RTU) : 1
 - h. Status : Ler/Escrever
 - i. Senha : 000
2.
 - a. Calibração
ENTER para Menu
 - b. Tensão de Excitação (Volts) : 100
 - c. Corrente de Excitação (Amps) : 1.00
 - d. Medição Amps : 1.00
3.
 - a. Ajustes
ENTER para Menu
 - b. Trip FP : 0.60
 - c. Retardo FP : 5.05
 - d. Supressão FP : 6% FLC
 - e. Modo FP: Ridethru
 - f. RAC Retardo :1 s
 - g. FCX Retardo : 1 s
 - h. AC CT Nominal : 50/5
 - i. Corrente Nominal : 25 Amps

j. Corrente Rotor Bloqueado : 200 Amps

- k. Slip de Sincronização : 5.0%
 - l. Tempo de Travamento : 10 s (ST)
 - m. Tempo de Funcionamento : 1.05 x ST
 - n. Primário do TCCC (DCCT) : 5A
 - o. Campo Alto: OFF
 - p. Campo Excitatriz Amps : OFF
 - q. Volts Excitatriz : OFF
 - r. Retardo de Sequência incompleta : OFF
 - s. Registro FP: 0.00
 - t. Ganho do Regulador: 1
 - u. Estabilidade : 1 ciclo
 - v. Saída do Regulador : 1 V
 - w. Tensão de Piso: 0.0 volts
- 4.
- a. Modo Teste
Rolar para Teste
 - b. Teste do Sistema
 - c. Teste de Proteção da Gaiola
 - d. Teste de Sincronização e FP
- 5.
- a. Motor Sem Escovas
μSPM Pronto
 - b. Fator de Potência: X
Amps CC: XA
Volts CC: XV
Enrolamento de Campo X Ohms
Amps CA: XA

6.
 - a. Modo Status
Rolar para Menus
 - b. Horas de Funcionamento
 - c. Contador de trips por Sequência Incompleta
 - d. Contador de trips por Perda de Campo
 - e. Contador de trips por "Pull-Out"
 - f. Contador de trips por Ressincronização
 - g. Contador de trips por Falta de Tensão
 - h. Contador de trips por Verificação de Excitatriz
 - i. Contador de trips por FP
 - j. Contador de trips por Gaiola
 - k. Contador de trips por Sobretemperatura no Campo
7. Opção Regulação FP
8. Somente para motores "Brushless"
9. Somente para motores tipo Anel
10. Não disponível com o motor funcionando
11. Disponível somente com o motor funcionando
12. Tecla GE
13. Tecla de Entrada
14. Tecla de Rolagem

Figura 25 - Diagramas do Módulo de Calibração (MC).

Figura 26 - Modulo de Calibração (MC).



Figura 27 - Dimensões Físicas do Modulo de Calibração (MC).

1. MTG Slo – 4 Places - Ranhura para Montagem – 4 posições
2. SIDE VIEW - VISTA LATERAL
3. FRONT VIEW - VISTA FRONTAL

Figura 28 - Transformador de Corrente CC (TCCC).



Figura 29- Dimensões Físicas do TCCC.

1. TERMINAL CONNECTIONS - N° 10-32 STUD – 2 places
CONEXÕES TERMINAIS - Pino 10-32 - 2 posições
2. MTG HOLES - 0.250" DIA
FUROSP/MONTAGEM - DIÂMETRO: 0.250 POL.
3. FRONT VIEW - VISTA FRONTAL
4. SIDE VIEW - VISTA LATERAL

Figura 30 - Rede Divisora de Tensão (RDT).



Figura 31- Dimensões Físicas da RDT.(VDN)

1. 0.156"dia - 2 Places - FUIROS – 2 posições – 0.156 pol..2 Lugares
2. TOP VIEW - VISTA SUPERIOR
3. TOP SIDE - VISTA SUPERIOR LATERAL

A NEXO “ B ” GARANTIA E CONDIÇÕES PARA ASSISTÊNCIA TÉCNICA

B.1. Advertências / Precauções

B.2. Garantia

ANEXO “ B ”

GEH-6504

B.1. ADVERTÊNCIAS, PRECAUÇÕES E NOTAS COMO USADAS NESTA PUBLICAÇÃO

Este documento é baseado nas informações disponíveis ao tempo de sua publicação. Enquanto esforços foram feitos para assegurar precisão, as informações aqui contidas não cobrem todos os detalhes ou variações de hardware e software, nem previne cada possível contingência de conexão, instalação, operação e manutenção. Características aqui descritas podem não estar presentes em todas as configurações de hardware e software. A "GE Electrical Distribution & Control" não assume nenhuma obrigação de notificar aos possuidores deste documento com respeito a mudanças feitas subsequentemente.

A "GE Electrical Distribution & Control" não faz nenhuma representação ou garantia, expressa, entendida ou estatutária, com respeito a, e não assume nenhuma responsabilidade pela precisão, totalidade, ou utilidade das informações aqui contidas. A partir daí nenhuma garantia comercial se aplica.

ADVERTÊNCIAS - Notas de advertências são usadas nesta publicação para enfatizar que tensões perigosas, correntes ou outras condições que poderiam causar danos pessoais estão presentes neste equipamento ou podem ser associadas com seu uso.

PRECAUÇÕES - Notas de precaução são usadas para situações nas quais o equipamento pode ser danificado se não for tomado cuidado.

NOTAS - Notas chamam a atenção para informação que seja especialmente significativa para o entendimento e operação do equipamento.

As seguintes são marcas registradas da General Electric :

SPM & SPM II

B.2. Garantia.

B.2. Garantia do Relé GE-Multilin

A General Electric Multilin (GE Multilin) garante que cada relé que ela produz está livre de defeitos no material e de mão-de-obra, quando em serviço normal, pelo período de 24 meses da data de despacho da fábrica.

No caso de uma falha coberta pela garantia, a GE Multilin se responsabiliza pelo reparo ou substituição do relé, garantindo ao cliente o retorno do mesmo em condições de utilização, bem como um relé de estoque, para uso temporário nas suas instalações, se necessário. Todas as despesas de transporte serão remuneradas pela fábrica ou por um centro de serviço autorizado.

A Garantia não se aplicará a nenhum relé que tenha sido sujeito a uso indevido, negligência, acidente, instalação incorreta ou uso em desacordo com as instruções nem alguma unidade que tenha sido alterada fora de fábrica autorizada pela GE-Multilin. A Assistência Técnica, para efeito de Garantia e/ou retorno do relé à fábrica, deve ser precedida de um diagnóstico do problema, ficando o cliente responsável por fornecer ao Centro de Serviço toda a documentação de compra do relé, bem como do comissionamento feito após instalação (ver recomendações de Comissionamento, no texto do Manual).

A GE-Multilin não é responsável por danos resultantes de causas indiretas, ou por perda de lucro ou despesas resultantes de mau funcionamento de um relé, ajuste ou aplicação incorreta.

Para um texto completo de Garantia, consultar Condições de Venda Padrão da GE-Multilin.

É importante também que os problemas sejam relatados ao Centro de Serviço, tão logo sejam conhecidos, sugerindo-se inspeção completa no recebimento dos relés, pelo cliente.