

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA N° A-040-000-00-6-ET-0001**

**SOFT-START PARA CONTROLE DE PARTIDA E PARADA DE**  
**MOTORES DE INDUÇÃO DE BAIXA TENSÃO**

**REVISÃO 3 – MARÇO 2024**

## Sumário

1	Descrição.....	3
2	Características Ambientais.....	3
2.1	Proteção contra objetos sólidos e água .....	3
2.2	Placas de circuitos impressos.....	3
3	Características do Circuito de Potência .....	3
3.1	Contator de by-pass (derivação) .....	5
3.2	Tipo de coordenação quanto a curto-circuito.....	5
4	Funções do Controle de Partida e Parada .....	5
5	Funções de Proteção e Alarme.....	6
6	Circuito de Controle.....	7
6.1	Alimentação Auxiliar .....	7
6.2	Entradas Digitais .....	7
6.3	Entrada Analógica para Termistor .....	7
6.4	Saídas Digitais a Relé .....	7
6.5	Interface Homem-Máquina (IHM) .....	7
7	Comunicação.....	8
8	Características Gerais.....	8
9	Normatização .....	9
10	Considerações Finais .....	9
11	Índices de Revisões.....	9

## 1 Descrição

Soft-starter de baixa tensão trifásico com controle total em todas as fases (tiristores tipo SCR dispostos em antiparalelo) com métodos de partida e parada selecionáveis entre os seguintes métodos:

- Rampa de tensão com limite de corrente máxima de partida ou rampa de corrente e;
- Controle de torque de motor adequado à carga quadrática.

## 2 Características Ambientais

- Umidade relativa do ar sem condensação entre 5% e 90%.
- Apto a operar a temperaturas ambientes de até 50 °C ou superior.

Obs.: O fornecedor deverá informar a temperatura máxima de operação sem nenhum fator de redução da potência/corrente de saída, bem como a curva de desclassificação em função da temperatura caso seja inferior a 50°C.

- O soft-start deverá ser adequado no mínimo a ambientes com grau de poluição 3 de acordo com a norma IEC 60664-1.
- Altitude de até 1000m.
- Compatibilidade eletromagnética: Emissões classe B, imunidade conforme IEC 60947-4-2 para utilização em ambientes sistemas industriais.
- Os soft-starts deverão ser adequados para instalação próximo a orla marítima (névoa salina) e em ambientes próximos a fontes emissoras de gás cloro (Cl<sub>2</sub>) ou gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S).

### 2.1 Proteção contra objetos sólidos e água

- O grau de proteção mínimo deverá ser IP-2X, para proteção contra choques elétricos por contato direto de pessoas qualificadas;
- O grau de proteção da IHM remota para instalação na porta do painel elétrico deverá ter grau de proteção IP-54 ou maior.

#### Notas explicativas:

- (1) Se o soft-start for fornecimento como parte integrante de um Conjunto de Manobra e Controle de Baixa Tensão (CMCBT) de acordo com a ABNT NBR IEC 60439-1, poderá ser aceito grau de proteção inferior a IP-2X, desde que o CMCBT garanta por meio de obstáculos ou barreiras o mesmo grau de proteção quando a porta externa estiver aberta.
- (2) Não será aceita como solução a aplicação de tubos termo contrátil ou similares sobre os terminais de força.

### 2.2 Placas de circuitos impressos

- As placas de circuitos impressos deverão possuir proteção conforme com a Classe 3C3 da norma o IEC61721-3-3 para aplicação em locais na vizinhança de fontes de emissão de gás cloro (Cl<sub>2</sub>), gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e na proximidade da orla marítima (névoa salina).

## 3 Características do Circuito de Potência

- O soft-start deverá estar apto a operar com a tensão de alimentação trifásica na faixa de 220Vac a 440Vca ou faixa maior que englobe os dois valores. A tolerância deverá ser conforme a norma IEC 60497-4-2 de -15% a 10% dos limites inferior e superior, respectivamente.
- A tensão nominal de isolamento fase-terra mínimo deverá ser de no mínimo 600Vca;
- A frequência nominal da rede de alimentação será de 60Hz, tolerância conforme norma IEC 60497-4-2.
- A corrente nominal mínima do soft-start será padronizada, conforme tabela 1, considerando-se o acionamento de um motor de indução trifásico de quatro pólos acrescido do fator de serviço de 1,15 que deverá ser garantida sob as seguintes condições: Conexão do soft-start ao motor em linha, ou seja, a corrente de linha flui através dos tiristores; ajuste da corrente de partida limitada em 400% da corrente nominal do soft-start com tempo de partida em 20 segundos e temperatura ambiente de 50°C. Caso exista, deverá ser aplicado o fator de desclassificação em função da temperatura a 50°C.
- Para os soft-starts com categoria AC-53b (com contator de by-pass interno) será considerado o intervalo entre partidas de 580s. Para os soft-starts categoria AC-53a será considerado 5 partidas por hora com ciclo de carga em 70% do período.
- Os soft-starts deverão estar aptos à conexão elétrica dentro do delta do motor utilizando-se seis condutores.

**Tabela 1 – Corrente Nominal Mínima do Soft-Start.**

Código CESAN	Corrente conforme IEC 60947-4-2		Potência Máx. do Motor (CV)		
	Ie (A)	Regime	220V	380V	440V
1130550163	≥ 17	AC-53b:4-20:580	5	7,5	10
1130550164	≥ 23	AC-53b:4-20:580	7,5	10	15
1130550165	≥ 31	AC-53b:4-20:580	10	15	20
1130550166	≥ 46	AC-53b:4-20:580	15	20	30
1130550167	≥ 61	AC-53b:4-20:580	20	30	40
1130550168	≥ 74	AC-53b:4-20:580	25	40	50
1130550169	≥ 87	AC-53b:4-20:580	30	50	60
1130550170	≥ 117	AC-53b:4-20:580	40	60	75
1130550171	≥ 141	AC-53b:4-20:580	50	75	100
1130550172	≥ 168	AC-53b:4-20:580	60	100	125
1130550173	≥ 203	AC-53b:4-20:580	75	125	150
1130550174	≥ 279	AC-53a:4-20:70-5	100	150	200
1130550175	≥ 337	AC-53a:4-20:70-5	125	200	250
1130550176	≥ 406	AC-53a:4-20:70-5	150	250	300
1130550177	≥ 557	AC-53a:4-20:70-5	200	350	400

**Observações:**

- a) A Tabela 1 visa balizar a corrente nominal entre equipamentos de diversos fabricantes.

- b) Os semicondutores dos soft-starts com categoria de emprego AC-53a deverão ser dimensionados e estarem aptos a operar continuamente sem a necessidade da utilização de contatores externos.
- c) Contatores de by-pass externos não poderão ser considerados para efeito do dimensionamento da corrente para soft-starts com categoria de emprego AC-53a.
- d) A CESAN utilizará como critério de aceitação o modelo do soft-start com corrente nominal mínima maior ou igual ao da Tabela 1 sob regime de operação igual ou mais severo deduzível do catálogo do FABRICANTE. Caso não seja possível inferir diretamente do catálogo do fabricante ciclo equivalente ou mais severo o FORNECEDOR deverá apresentar simulação em software ou declaração do FABRICANTE em papel timbrado e assinado pelo representante legal indicando a marca e modelo adequado ao dimensionamento indicado na da Tabela 1.

### **3.1 Contator de by-pass (derivação)**

- Para soft-starts com corrente de até 203A o soft-start deverá ser fornecido com contator de by-pass interno incorporado.
- Os tiristores deverão ser curto-circuitados através de contator de by-pass interno após partida do motor, garantindo baixa perda por efeito joule. A corrente deverá continuar sendo monitorada após o by-pass para fins de proteção do motor.
- Para correntes acima de 203A, o contator de by-pass incorporado não é obrigatório, porém nesse caso o soft-start deverá possuir terminais de conexão dedicados de forma que se utilizado um contator de by-pass externo a corrente ainda flua pelos transformadores de corrente do soft-start e todas as proteções para o motor providas pelo soft-start sejam mantidas.

### **3.2 Tipo de coordenação quanto a curto-circuito**

- O soft-start deverá atender a coordenação tipo 1 ou 2 (definições da IEC) devidamente coordenada por dispositivo de proteção adequado que deverá ser informado no manual do fabricante.

## **4 Funções do Controle de Partida e Parada**

- Os métodos de controle da partida e parada poderão ser selecionados de forma independente entre os métodos de rampa de tensão com limite de corrente ou rampa de corrente e controle de torque. Para a parada ainda poderá ser selecionada a opção sem controle (corte imediato da alimentação do motor).
- Corrente nominal do motor ajustável entre 50% e 100% da corrente nominal do soft-start mantendo-se a função de proteção de sobrecarga ou faixa maior que englobe os dois valores.

- Função de pulso de inicial nas rampas de partida ou torque com nível ajustável entre 50% a 100% e tempo entre 0,1 a 1,5s.
- Parada controlada por rampa de tensão ajustável entre 30% a 90% da tensão de alimentação.
- Ajuste do tempo de aceleração e desaceleração independentes ajustáveis na faixa de 1 a 120 segundos ou faixa maior que englobe os dois valores.
- Ajuste do limite da corrente de partida entre 150% e 500 % da corrente nominal do soft-start ou faixa maior que englobe os dois valores. Caso a corrente ultrapasse o valor ajustado do limite de corrente a aceleração da rampa de tensão é suspensa até a corrente cair.
- Ajuste do limite da corrente de partida e torque, para as rampas de tensão e controle de torque respectivamente, entre 150% e 500 % do valor nominal ou faixa maior que englobe os dois valores. Caso o limite ajustado seja ultrapassado a aceleração da rampa de tensão é suspensa até a corrente cair.
- Limitação do tempo entre partidas ajustável entre 1 e 40 segundos ou faixa maior que englobe os dois valores.

## **5 Funções de Proteção e Alarme**

- Proteção contra tempo prolongado de partida (rotor bloqueado);
- Proteção contra subtensão, sobretensão e falta de fase;
- Proteção contra sobrecorrente e subcorrente;
- Proteção contra inversão de sequência de fases;
- Proteção térmica (sobrecarga) do motor para corrente ajustável na faixa de 50% a 100% da corrente nominal do soft-start ou faixa maior englobando os dois valores;
- Classe de proteção térmica do motor ajustável entre 10, 20 ou 30 conforme definições da norma IEC 60947-4-2;
- Entrada analógica dedicada à termistor tipo PTC para proteção térmica do motor.
- Proteção contra falha/queima dos tiristores;
- Proteção contra sobreaquecimento do soft-start (sensor térmico no dissipador de calor);
- Alarme/proteção contra falha do contator interno de by-pass (contatos colados ou bobina queimada);
- Reset de falhas ajustáveis entre manual ou automático incluindo imagem térmica do motor;
- Cálculo do valor RMS das correntes e tensões para uso das lógicas de proteção e comando;
- Proteção contra desbalanceamento de corrente ajustável na faixa mínima de 0% a 30% da corrente nominal do motor e tempo de retardo de atuação ajustável de 0 a 60 segundos.

## **6 Circuito de Controle**

### **6.1 Alimentação Auxiliar**

- A tensão de alimentação auxiliar deverá ser de 220Vca, com tolerâncias conforme norma IEC 60947-4-2, ou faixa maior que englobe os dois valores.

### **6.2 Entradas Digitais**

- O soft-start deverá possuir quatro entradas digitais para execução dos comandos de partida, parada, reset de falhas e seleção da origem do comando remoto ou local.
- A circuito de comando de partida e parada deverá ser a 3 fios (botoeiras de impulso distintas para comandos de partida e parada).
- A tensão das entradas digitais padronizada será de 24Vdc sendo que o soft-start deverá possuir uma fonte de 24Vdc integrada com terminais de saída acessíveis. Em casos específicos poderá ser especificação tensão de 127Vca e 220Vca no **Pedido de Compra**.

### **6.3 Entrada Analógica para Termistor**

- Os soft-starts com corrente nominal maior ou igual a 117A deverão ser fornecidos com uma entrada analógica dedicada à conexão de um termistor tipo PTC para proteção térmica adicional do motor.
- Para os soft-starts com corrente nominal menor do que 117 A, a marca e modelo do soft-start deverá contar com um módulo opcional para conexão do termistor, sendo o fornecimento obrigatório somente se solicitado no **Pedido de Compra**.

### **6.4 Saídas Digitais a Relé**

- Mínimo de três saídas a relé com contatos NA ou NAF com capacidade para carga de 1A em 220Vca e fator de potência altamente indutivo.
- Os relés deverão possibilitar a programação para no mínimo as seguintes funções: Acionamento de contator potência de isolação da rede elétrica, acionamento do contator de by-pass externo, fim de rampa de aceleração, indicação de falhas no soft-start.

### **6.5 Interface Homem-Máquina (IHM)**

- O soft-start deverá ser fornecido com IHM com display em LCD, teclas de comando de partida, parada e reset, navegação e ajuste dos parâmetros, visualização dos valores de corrente, tensão, potência, temperatura do motor (imagem térmica), tempo de funcionamento, indicação dos último 5(cinco) erros incluindo data e hora em tempo real, contador de horas de funcionamento do motor.
- A IHM deverá ser fornecida com todos acessórios (cabos, flange, etc) que possibilite a fixação na porta do painel elétrico garantindo no mínimo o grau de proteção IP54.
- Idioma em português.
- Proteção contra alteração dos parâmetros por senha.

## **7 Comunicação**

O soft-start deverá ser fornecido com uma porta de comunicação no seguinte padrão:

- Padrão elétrico EIA RS-485.
- Protocolo de rede MODBUS-RTU.
- Possibilidade de escrita dos registradores ou bobinas referentes aos comandos de: Ligar, desligar, reset de falhas.
- Possibilidade de leitura dos registradores ou bobinas referentes ao estado do soft-starter: Pronto para funcionar (stand-by), em funcionamento, parado por falha (trip), código de falhas;
- Possibilidade de leitura dos registradores referentes às seguintes variáveis de monitoramento: Corrente nas três fases, tensão da alimentação, potência, percentual da imagem térmica, temperatura no dissipador de calor do soft-start, contador de horas de funcionamento do motor.

Em casos específicos poderão ser solicitados outros protocolos no **Pedido de Compra**.

## **8 Características Gerais**

- O produto deve acompanhar manual completo impresso em português.
- O produto deve vir devidamente embalado para transporte de equipamento eletro/eletrônico.
- Deve acompanhar software gratuito compatível com Sistema Operacional Windows, para configuração do soft-starter fornecido em CD-ROM.
- O produto deve ser novo (não será aceito produtos recuperados, remanufaturados ou usados).
- Se necessário para atender a presente Especificação Técnica poderão ser adicionados itens opcionais e/ou acessórios originais do mesmo fabricante e série do modelo do soft-start, em nenhuma hipótese serão aceitas adaptações.
- O fabricante do soft-start deverá possuir rede de Assistência Técnica Autorizada no Estado do Espírito Santo no Estado do Espírito Santo na data do fornecimento.
- Garantia total contra falhas de fabricação por no mínimo 1(um) ano.

## 9 Normatização

Conformidade com as normas últimas versões das normas:

- NBR IEC 60947-4-2 Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão: Contatores e partida de motores - Controladores de partida de motores c.a. a semicondutores;
- IEC 60664-1. Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests.

## 10 Considerações Finais

Esta Especificação Técnica é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que for necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à **Divisão de Manutenção Eletromecânica (O-DME)** da **CESAN** através do e-mail: [engenharia@cesan.com.br](mailto:engenharia@cesan.com.br).

Este e-mail **NÃO DEVERÁ** ser utilizado para tratamento de assuntos relacionados a processos licitatórios, quando necessário, orienta-se à parte interessada consultar o meio de comunicação apropriado no edital de licitação em questão.

## 11 Índices de Revisões

Tabela 2 – Controle de revisões.

Rev.	Data	Resumo das Revisões	Elaboração	Aprovação
-	08/06/2017	Emissão inicial	Rafael Coelho	Roger Puziol
1	13/03/2018	-	-	-
2	10/04/2018	-	-	-
3	13/03/2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Padronização do grau de poluição 3 (IEC 60664-1);</li> <li>▪ Incluído o requisito do fornecimento de placas de circuito impresso com proteção classe 3C3 (IEC60721-3-3);</li> <li>▪ Padronizado o grau de proteção mínimo IP-2X para todos os equipamentos;</li> <li>▪ Incluído requisito da tensão de isolação fase-terra 600V;</li> <li>▪ Inclusão do Índice de revisões;</li> <li>▪ Aumentada a abrangência geográfica da assistência técnica autorizada para o Estado do Espírito Santo.</li> </ul>	Rafael Coelho	-