

Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Engenharia

Departamento de Engenharia Eletrônica
Laboratório de Informática Industrial

AULA 8 – ACIONAMENTO DE MOTORES CA VIA CLP (Parte II)

Objetivos: Consolidação dos princípios básicos de controle de motores de corrente alternada mediante o entendimento da configuração do relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus da Rockwell Automation e sua utilização pelo Controlador Lógico Programável *CompactLogix*.

Atividades Prévias

1. Leia atentamente, em casa, o texto desta prática.
2. Elabore o programa em linguagem *ladder* mencionado na parte prática a seguir.

Características do relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus da *Rockwell Automation*

Como visto na aula anterior, cada gaveta dos Centros de Comando de Motor (CCMs) do Laboratório de Automação conta com um relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus da *Rockwell Automation* para evitar que uma eventual corrente elétrica de intensidade acima daquela nominalmente suportada pelo respectivo motor provoque danos irreversíveis no mesmo.

Diferentemente de relés de sobrecarga eletromecânicos, que empregam elementos térmicos para obter uma medição indireta do aquecimento do motor, o E1 Plus não só realiza diretamente a medição de corrente elétrica como também é dotado de um microprocessador ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) que modela o comportamento térmico do motor, calculando o nível de temperatura suportado por este sem que o material isolante de suas bobinas internas se danifique (figura 1). Em adição, o E1 Plus também conta com um circuito de memória permite modelar as curvas de aquecimento e de resfriamento do motor durante os períodos em que esteja ligado ou desligado.

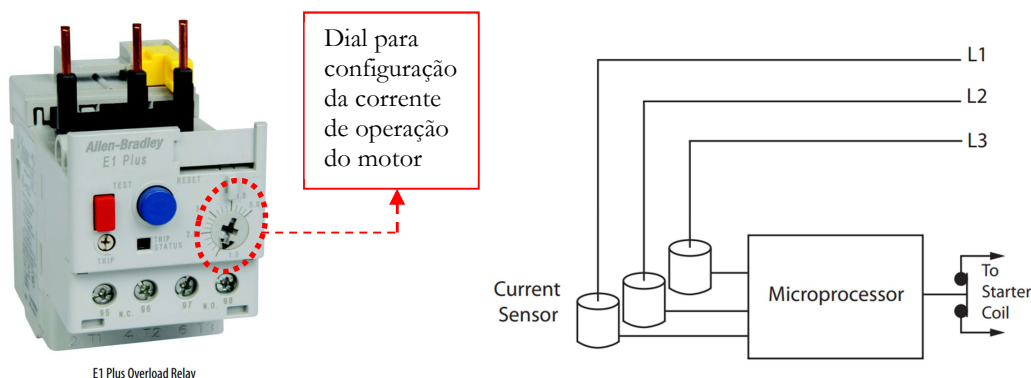


Figura 1. (Esquerda) Relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus. (Direita) diagrama simplificado da estrutura interna do E1 Plus.

Para que seja possível a troca de dados entre o E1 Plus e o CLP *CompactLogix* existente no Módulo de Instrumentação, Controle e Automação (MICA) do Laboratório de Automação, cada E1 Plus tem acoplado a si um módulo adicional da Rockwell para comunicação de dados através de uma rede industrial denominada EtherNet/IP. Através deste módulo, é possível acessar, via CLP, cinco diferentes conjuntos de informações do E1 Plus, exibidas na tabela 1:

Tabela 1. Grupos de informações existentes no relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus.

Monitor parameters	1 Average %FLA	2 %Therm Utilized	3 Trip status	4 Warning Status	10 Device Status
Advanced Setup	13 Trip Enable	15 Warning Enable	16 Single / Three Ph	17 OL Reset Mode	18 Jam Inhibition Time
	19 Jam Inhibition	20 Jam Trip Level	21 Jam Warn Level	22 UL Inhibit Time	23 UL Warn Level
Reset/Lock	14 Trip Reset	24 Program Lock	25 Set To Default		
I/O Setup	34 OutA Pr FltState	35 OutA Pr FltValue	36 OutA En FltState	37 OutA En FltValue	38 OutA En FltState
	39 OutA En IdlValue	40 IN1 Assignment	41 IN2 Assignment		
Trip History	5 Trip Log 0	6 Trip Log 1	7 Trip Log 2	8 Trip Log 3	9 Trip Log 4

- Grupo *Monitor parameters* (parâmetros de monitoração): corresponde às medições realizadas pelo E1 Plus referentes às condições de funcionamento do motor. Destacam-se aqui duas medições:
 - *Average %FLA*: indica o valor médio da corrente elétrica que circula pelo motor, expressa como uma porcentagem da corrente nominal do motor. Por exemplo, se a corrente nominal do motor for de 1 A e corrente média real for também de 1 A, este parâmetro teria o valor de 100%. A corrente nominal do motor é ajustada manualmente no dial localizado no E1 Plus (figura 1).
 - *%Therm Utilized*: indica a utilização térmica do motor, também em valores percentuais. Um valor de 100% corresponde ao máximo de temperatura suportado pelo motor e, se alcançado, provoca o *trip* do mesmo.
- Grupo *Advanced Setup* (configuração avançada): apresenta os diversos parâmetros com os quais podemos configurar o funcionamento do E1 Plus.
- Grupo *Reset/Lock* (reinicializar/travar): representa algumas opções disponíveis no E1 Plus que permitem, por exemplo, cancelar a indicação de ocorrência de desligamento forçado (*trip*) do motor decorrente de uma sobrecarga de corrente.
- Grupo *I/O Setup* (configuração de E/S): O E1 Plus é dotado de duas entradas discretas *IN1* e *IN2* e uma saída discreta *Out.A*. Este grupo de informações define as condições em que estes sinais discretos podem ser empregados.
- Grupo *Trip History* (histórico de disparos): uma condição de *trip* é aquela onde algum equipamento elétrico industrial sofre um desligamento súbito e não planejado, em decorrência de uma situação anormal como, p. ex., uma sobrecarga de corrente. Assim, este grupo apresenta um histórico das informações relacionadas às cinco últimas ocorrências de *trip* do motor provocadas pelo E1 Plus.

O diagrama elétrico referente ao circuito de acionamento do motor de cada uma das gavetas do CCM é apresentado na figura 2.

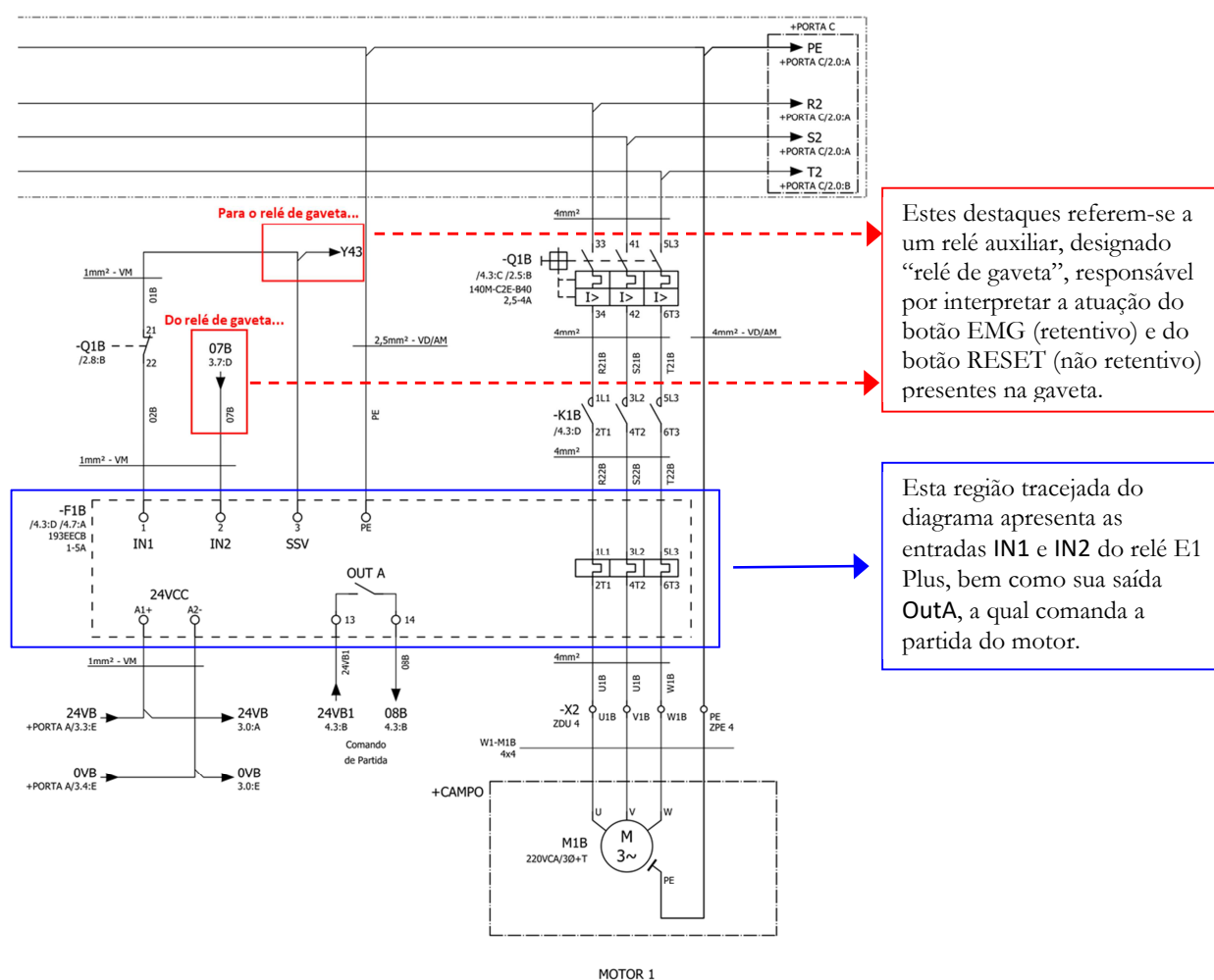


Figura 2. Diagrama elétrico para acionamento do motor elétrico correspondente a cada bancada do CCM.

Parte Prática

A parte prática desta aula é composta de seis etapas:

1. Criação de um novo projeto no RSLogix 5000 com utilização do relé eletrônico E1 Plus;
2. Elaboração de um programa de utilização do E1 Plus através do RSLogix 5000;
3. Criação de um gráfico de tendência para visualização das medições realizadas pelo E1 Plus;
4. Ligação do CCM;
5. Carga e execução do programa desenvolvido na etapa 2, acionamento do motor, e visualização de variáveis no gráfico de tendência desenvolvido na etapa 3;
6. Atuação no freio mecânico do motor, provocando um *trip* do mesmo, seguida da visualização e entendimento das informações pertinentes a este *trip* no programa desenvolvido na etapa 2.

Etapa 1 - Criação de um projeto no RSLogix 5000 com utilização do relé eletrônico E1 Plus

- 1.1. No RSLogix 5000, crie uma nova aplicação utilizando o controlador CompactLogix 1769-L32E.

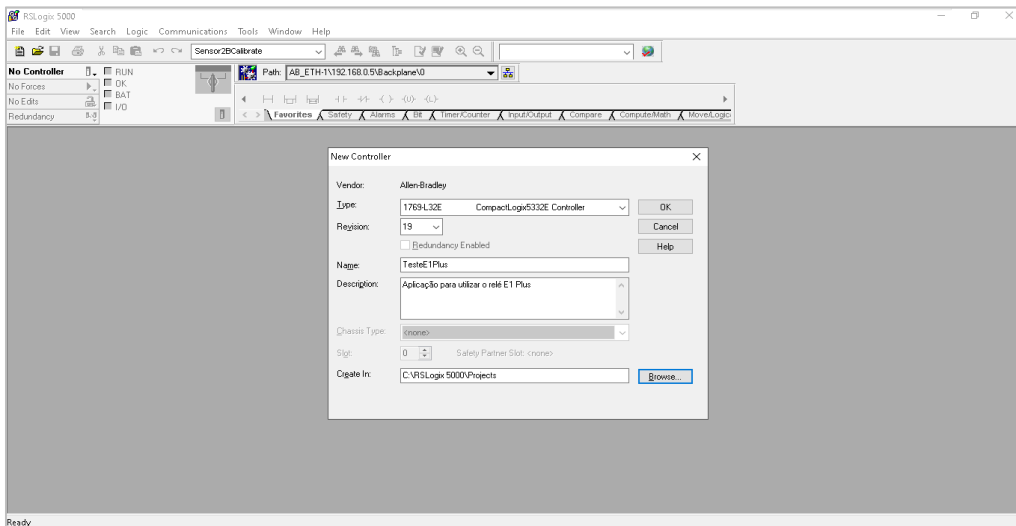


Figura 2. Janela de criação de projeto no RSLogix 5000.

- 1.2. Em seguida selecione *IO Configuration* → *Ethernet* → *New Module*:

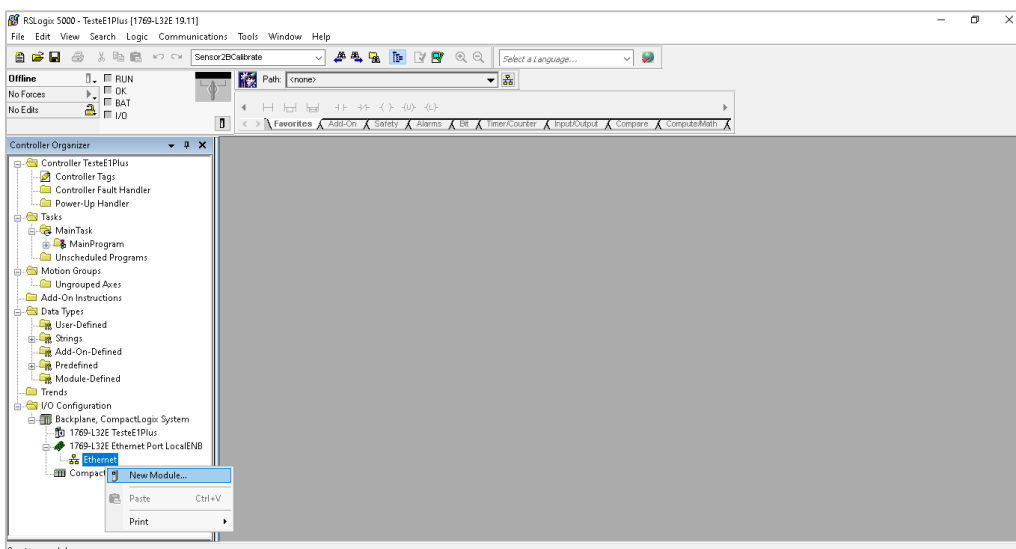


Figura 3. Adição de um novo módulo de hardware a um projeto do RSLogix 5000.

1.3. No grupo *Communications*, selecione E1Plus e em seguida pressione o botão de OK:

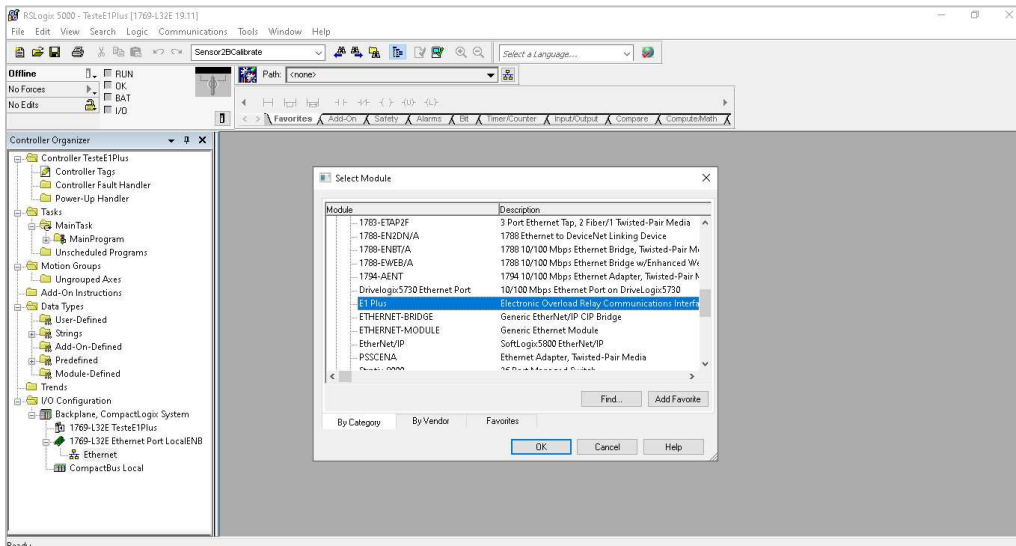


Figura 4. Seleção do módulo correspondente ao relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus no RSLogix 5000.

1.4. Na janela que se abre, é preciso configurar o nome e IP do relé E1Plus. Estes devem ser designados conforme a tabela 2.

Tabela 2. Identificação e endereço IP do relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus para cada bancada do Laboratório de Automação.

	Número da Bancada	IP do CLP	Nome do relé E1 Plus	IP do Relé E1Plus
Sala 1204	Bancada 01 (B01)	192.168.3.41	E1Plus1204B1	192.168.1.41
	Bancada 01 (B02)	192.168.3.42	E1Plus1204B2	192.168.1.42
	Bancada 01 (B03)	192.168.3.43	E1Plus1204B3	192.168.1.43
	Bancada 01 (B04)	192.168.3.44	E1Plus1204B4	192.168.1.44
	Bancada 01 (B05)	192.168.3.45	E1Plus1204B5	192.168.1.45
	Bancada 01 (B06)	192.168.3.46	E1Plus1204B6	192.168.1.46
Sala 1205	Bancada 01 (B01)	192.168.3.51	E1Plus1205B1	192.168.1.51
	Bancada 01 (B02)	192.168.3.52	E1Plus1205B2	192.168.1.52
	Bancada 01 (B03)	192.168.3.53	E1Plus1205B3	192.168.1.53
	Bancada 01 (B04)	192.168.3.54	E1Plus1205B4	192.168.1.54
	Bancada 01 (B05)	192.168.3.55	E1Plus1205B5	192.168.1.55
	Bancada 01 (B06)	192.168.3.56	E1Plus1205B6	192.168.1.56

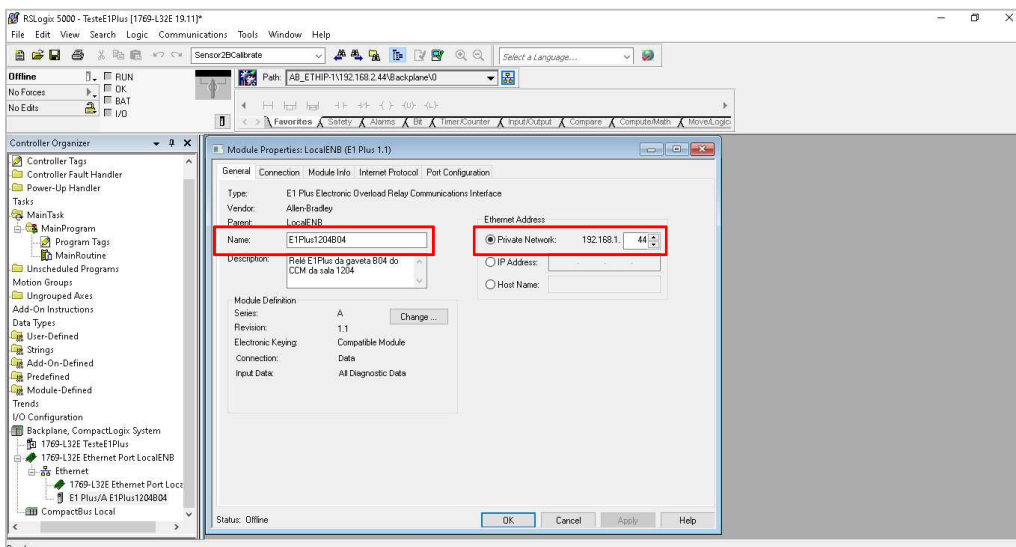


Figura 5. Janela de configuração do relé eletrônico de sobrecarga E1 Plus no RSLogix 5000.

1.5. No organizador do controlador, acesse *Controller Tags* e visualize os *tags* criados para o relé. Observe que ele possui *tags* de Configuração (*.C), de Entradas (*.I) e de Saídas (*.O).

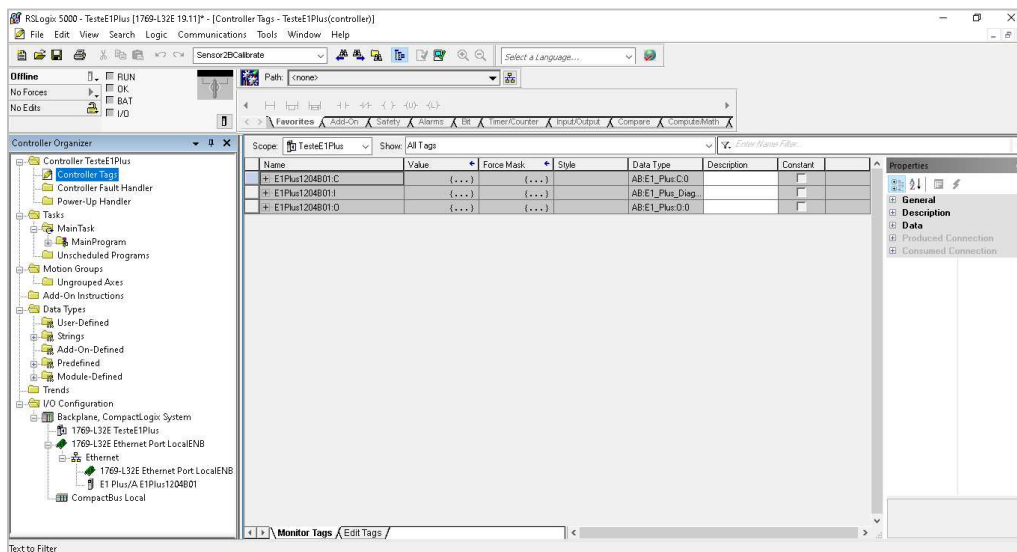


Figura 6. Grupos de *tags* referentes ao relé E1 Plus presentes nos *tags* do controlador (*Controller Tags*).

Etapa 2 - Criação de um programa de utilização do E1 Plus através do RSLogix 5000

2.1. Elabore um programa para ligar/desligar o motor referente à sua bancada considerando os seguintes requisitos:

- As ações de “Liga” e “Desliga” são efetuadas respectivamente botões do tipo *push-button*, a serem simulados respectivamente pelos sensores capacitivo e fotoelétrico do MICA;
- Para que a ação de “Liga” seja validada, são necessárias as condições:
 - O botão de EMG na gaveta do CCM não deve estar acionado;
 - O disjuntor da gaveta deve estar acionado;
 - Não existir indicação de *trip* do motor;
 - A percentagem de utilização de não deve exceder 100% exceto durante os 10 segundos iniciais da partida do motor.
 - A percentagem de utilização térmica não pode exceder 95%.
- Com o motor em funcionamento, o LED verde do MICA deve permanecer aceso;
- Caso haja indicação de *trip* do motor pelo relé E1 Plus, o LED vermelho do MICA deve se acender, e uma nova ação de “liga” só pode ser feita através de uma ação de “Rearme”, a qual deve comandar o relé E1 Plus para que execute o *trip reset*.

A tabela 3 indica as variáveis de E/S relevantes e seus endereços no CLP e no E1 Plus.

Tabela 3. Variáveis de E/S e respectivos endereços no MICA e no relé E1 Plus.

Descrição	Tipo	Modo	Endereço	Módulo MICA
<i>Push-button</i> “Liga”	BOOL	Entrada	Local:1:I.Data.0	Saída NA do sensor capacitivo
<i>Push-button</i> “Desliga”	BOOL	Entrada	Local:1:I.Data.1	Saída NA do sensor fotoelétrico
<i>Push-button</i> “Rearme”	BOOL	Entrada	Local:1:I.Data.2	Saída NA do sensor indutivo
Sinalização de funcionamento do motor	BOOL	Saída	Local:3:O.Data.0	LED verde
Sinalização de <i>trip</i> do motor	BOOL	Saída	Local:3:O.Data.1	LED vermelho
Descrição	Tipo	Modo	Endereço no relé E1 Plus	
Disjuntor da gaveta do CCM	BOOL	Entrada	E1Plus[BANCADA]:I.Input1	
Botão de EMG da gaveta do CCM	BOOL	Entrada	E1Plus[BANCADA]:I.Input2	
Porcentagem de utilização térmica	INT	Entrada	E1Plus[BANCADA]:I.PercentTCU	
Porcentagem de utilização de corrente	INT	Entrada	E1Plus[BANCADA]:I.PercentFLA	
Indicação de <i>trip</i> do motor	BOOL	Entrada	E1Plus[BANCADA]:I.TripPresent	
Acionamento do motor	BOOL	Saída	E1Plus[BANCADA]:I.OutputAData	
Comando de <i>trip reset</i>	BOOL	Saída	E1Plus[BANCADA]:I.ResetTrip	

Observações:

1. A notação **E1Plus[BANCADA]** deve ser adequada à identificação da bancada empregada, conforme a tabela 2. Exemplo: no caso da bancada 1 da sala 1204, esta notação deve ser substituída por **E1Plus1204B1**, tal que o endereço completo do botão de EMG da respectiva gaveta do CCM seja **E1Plus1204B1:I.Input1**.
2. O botão de EMG da gaveta do CCM indica TRUE se não estiver acionado, e FALSE se estiver acionado.
3. O botão do disjuntor da gaveta do CCM indica FALSE se estiver acionado, e TRUE se não estiver acionado.

Para facilitar a elaboração de sua lógica, crie duas variáveis inteiras locais (do tipo *base*) e defina seus valores como 100% e 95% respectivamente, usando-as nas instruções de comparação LES (*Less than*), GRT (*Greater than*), etc., presentes na aba *Compare* do RSLogix 5000.

Etapa 3 - Criação de um gráfico de tendência para visualização das medições do E1 Plus

- 3.1. Crie um gráfico de tendência (*trend*) de tempo real para acompanhar variáveis do controlador e também do relé E1Plus. Para isso siga selecione *Trends* → *New Trend*.
- 3.2. Escolha um nome para o gráfico e defina o intervalo de amostragem (*Sample Period*) em 250 ms (limite do período padrão de trocas de mensagens com o relé). Em seguida, clique em *Avançar*.

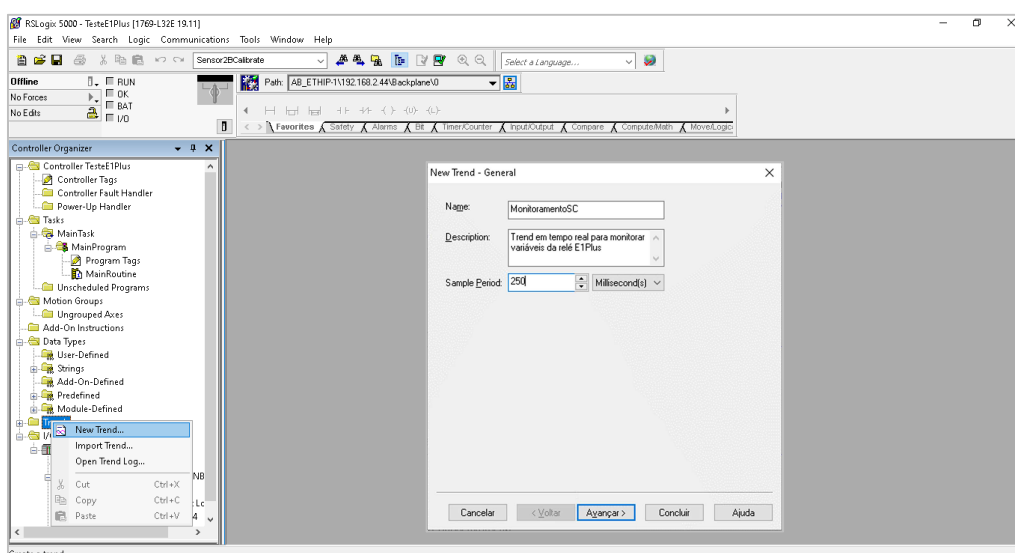


Figura 6. Janela de criação de um gráfico de tendência (*trend*) no RSLogix 5000.

- 3.3. Ainda nesta janela, selecione as variáveis a serem visualizadas no gráfico de tendência (figura 7):

- Percentagem da corrente máxima suportada (E1Plus[BANCADA]:I.PercentFLA);
- Limite de utilização de corrente (variável local com valor constante, correspondendo a 100%);
- Percentagem de utilização térmica do motor (E1Plus[BANCADA]:I.PercentTCU);
- Limite de utilização térmica (variável local com valor constante, correspondendo a 95%).

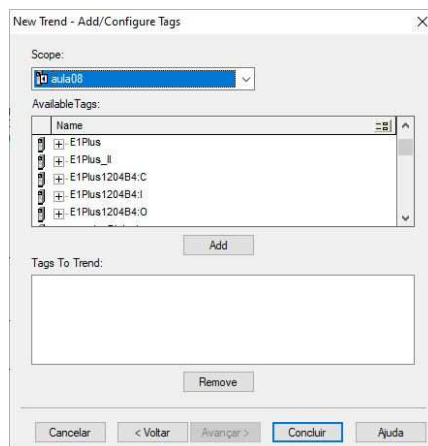


Figura 7. Definição das variáveis (“penas”) de um gráfico de tendência (*trend*) no RSLogix 5000.

3.4. Após a criação do gráfico de tendência, clique com o botão direito do *mouse* sobre o mesmo e selecione *Chart Properties*.

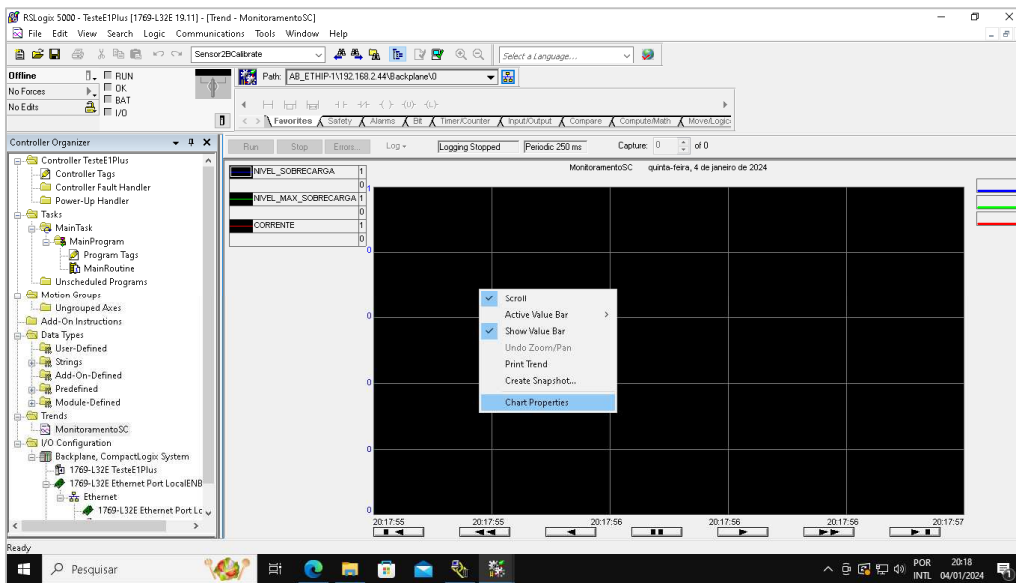


Figura 8. Janela de configuração de um gráfico de tendência (*trend*) no RSLogix 5000.

3.5. Na aba *X-Axis* defina o *time span* para 60 segundos; na aba *Y-Axis* selecione *Custom* e defina os valores mínimo e máximo como 0 e 700 respectivamente; e na aba *Sampling* coloque 5 minutos para *Time Period* (figura 9).

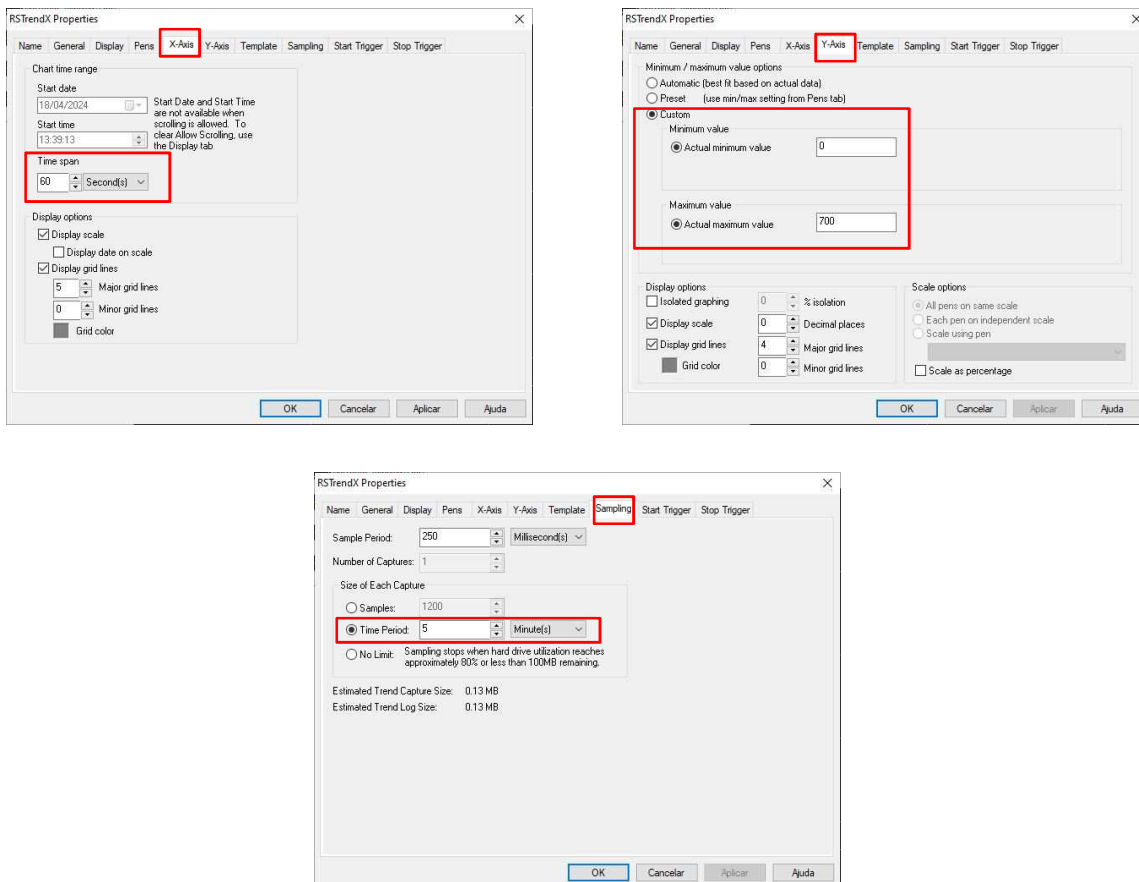


Figura 9. Abas da janela de configuração de um gráfico de tendência (*trend*) no RSLogix 5000.

Etapa 4 - Ligação do CCM

Esta etapa consiste dos seguintes passos, que fazem referência à figura 10. Nesta, exemplificamos com a gaveta B01 do CCM, mas o procedimento é idêntico para as demais.

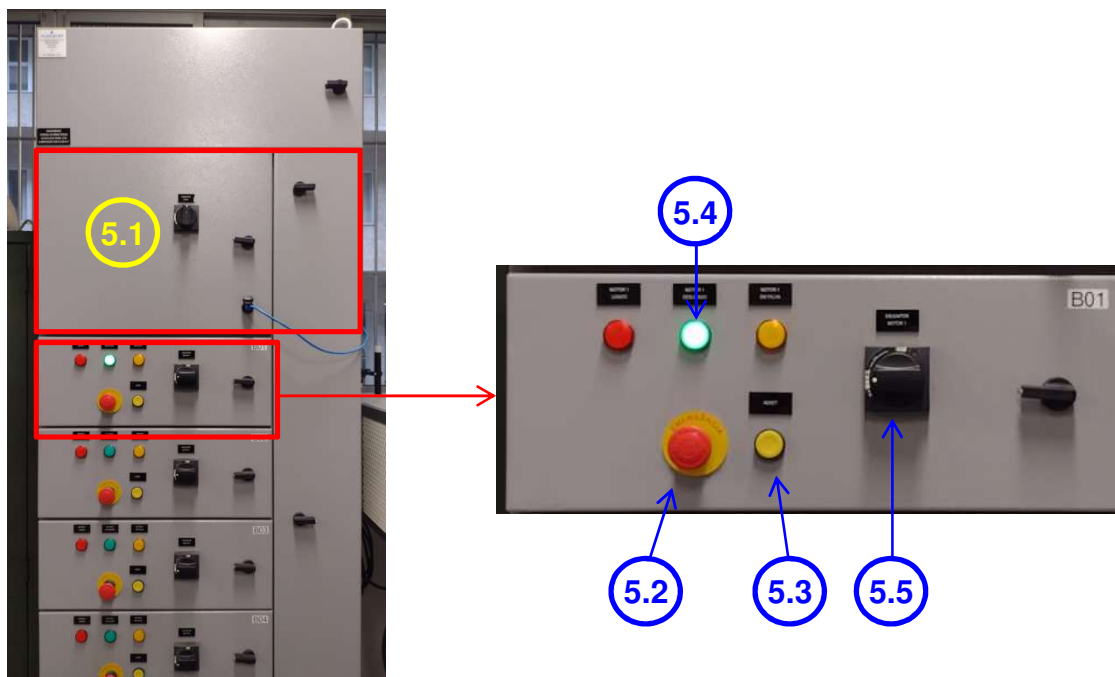


Figura 10. Disjuntores, botões e lâmpadas de sinalização da gaveta do CCM.

- 4.1. No CCM, ligue o disjuntor da gaveta principal para energizar o CCM.
- 4.2. Para energizar cada gaveta B01 a B06, libere o botão de emergência, caso esteja pressionado.
- 4.3. Pressionar o botão RESET, ao lado do botão de emergência.
- 4.4. Verifique que a sinalização MOTOR “n” DESLIGADO se acende em VERDE.
- 4.5. Após todos os passos acima verificados, ligue o disjuntor da gaveta.

Etapa 5 - Carga e execução do programa

- 5.1. Carregue o programa no CLP e teste o mesmo, usando os sensores capacitivo e fotoelétrico para ligar e desligar o motor.
- 5.2. Com o motor em funcionamento, abra o gráfico de tendência e clique no botão de Run da mesma. Em seguida, acompanhe os valores das variáveis presentes no mesmo.

Etapa 6 – Atuação no freio mecânico do motor

- 6.1. Abordaremos aqui a capacidade do relé eletrônico E1 Plus de provocar um *trip* do motor em consequência de um atolamento (*jam*) do mesmo durante sua partida. A condição de *trip* corresponde ao desligamento súbito e não planejado de algum equipamento elétrico industrial em decorrência de uma situação anormal.

No caso de atolamento na partida, a corrente do motor alcança valores muito altos que, se persistir por alguns poucos minutos, pode danificar o motor. O E1 Plus pode detectar este *jam* por meio da configuração de alguns de seus parâmetros internos e, em consequência, provocar o *trip* do motor.

- 6.2. Desligue o motor através do sensor fotoelétrico.
- 6.3. Deixe o gráfico de tendência do RSLogix em exibição para acompanhamento de suas variáveis no caso de atolamento do motor.
- 6.4. Este e o próximo passo devem ser feitos por uma dupla de alunos; se houver apenas um aluno na bancada, peça ajuda ao professor. Um dos alunos deve dirigir-se à bancada de motores, identificar o motor correspondente à sua bancada e aplicar uma pressão não muito intensa sobre o respectivo freio mecânico.
- 6.5. Em seguida, o outro aluno deve ligar o motor. Depois de alguns segundos, ocorrerá o *trip* do motor. Acompanhe o comportamento das variáveis na tela do gráfico de tendência do RSLogix, na faixa de tempo correspondente à atuação no freio do motor.

Referências

Rockwell Automation, *Bulletin 193 E1 Plus EtherNet/IP Side Mount Module*.

Rockwell Automation, *Bulletin 193 E1 PLUS Overload Relay Application and Installation*.

Rockwell Automation, *Low Voltage Motor Protection*.