

**Disciplina:** Automação

**Aula 09**  
**Métodos de Partida de Motores Elétricos**  
**Reversão de Velocidade/Dimensionamento/Partida**  
**Estrela/Triângulo**

---

**Curso:** Técnico em Mecânica  
**Professor:** Paulo Cesar da Silva  
**E-mail:** paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo  
2024



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL-RIO-GRANDENSE

# **Revisão**

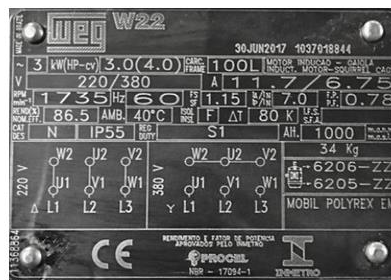
## **Partida Direta**

## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta/Revisão**
- A partida dos motores de indução trifásicos (MIT) deverá, sempre que possível, ser direta, por meio de contadores. É a maneira mais simples e barata de se partir um MIT. Porém, há casos em que a corrente de partida do motor é elevada, tendo as seguintes consequências prejudiciais:
  - Queda de tensão elevada no sistema de alimentação da rede. Isso provoca perturbações em equipamentos instalados no sistema.
  - Elevação no custo de instalação, uma vez que o sistema de proteção e controle (cabos, contadores, etc.) deverá ser superdimensionado.
  - Imposição da concessionária de energia elétrica, que limita a queda de tensão da rede.

## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

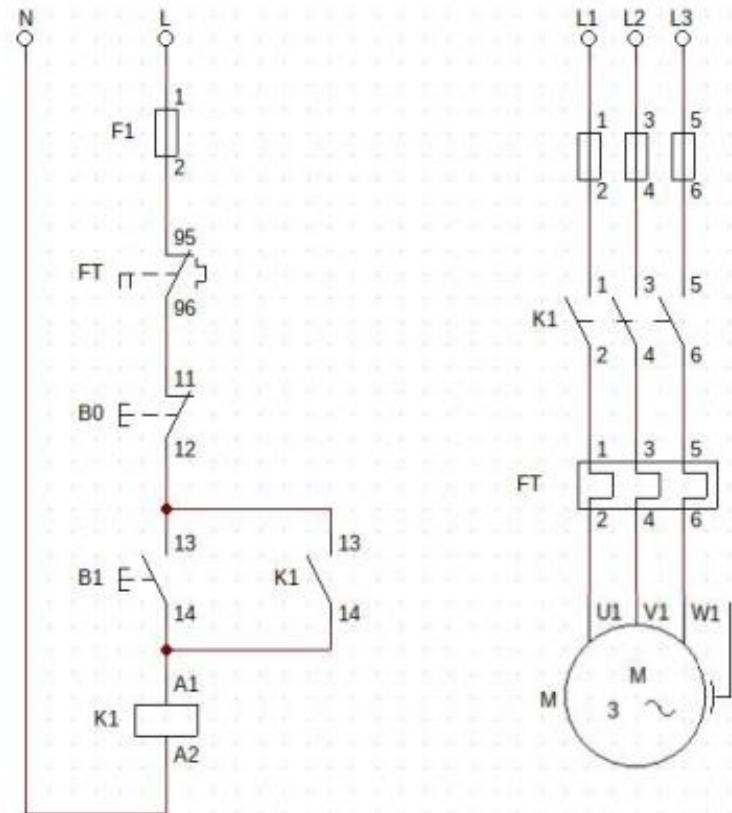
- **Partida Direta/Revisão**
- Nesse tipo de partida, a corrente de pico ( $I_p$ ) pode variar de 6 a 10 vezes a corrente nominal do motor, sendo a forma mais simples de partir um motor. Comumente, a vantagem principal é o custo, pois não é necessário nenhum outro dispositivo de suporte que auxilie a suavizar as amplitudes de corrente durante a partida.



WEG		ALTO Plus RENDIMENTO		CE	
~ 3 132S		25MAR04		BM20035	
MOTOR INDUCAO - GAIOLA		Hz	60	CAT	N
INDUCTION MOTOR-SQUIRREL CAGE		7.5(10)		RPM	1760
FS	1.15	ISOL	B Δ†	K	lp/ln 7.8
SF					IP55
220/380/440		V	26.4/15.3/13.2 A		
REG	DUTY S1		MAX AMB	40°C	
			ALT	1000 m	
REND.%=	91.0	COSψ=	0.82	SFA	
220 V		380 V		440 V	
Y - ONLY START / SOMENTE PARTIDA					
+ 6308-ZZ		MOBIL POLYREX EM		64 Kg	
+ 6207-ZZ					
00293		PROCEL NBR7094		INMETRO	
REGULAMENTO - RESP/004-MOT					
RENDIMENTO E FATOR DE POTENCIA					
APROVADOS PELO INMETRO					

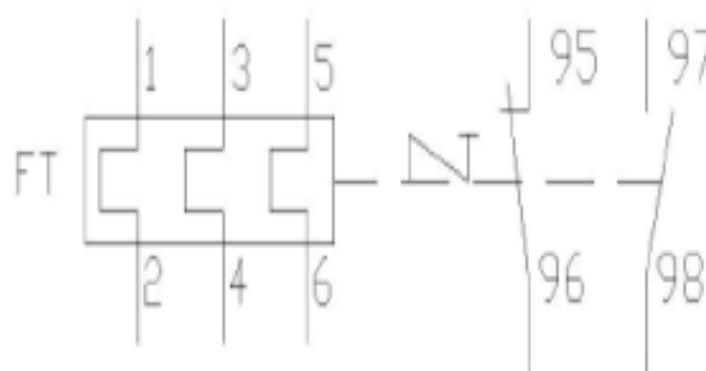
## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta/Revisão**
- A Figura ilustra o diagrama para o sistema de partida direta. Ele é dividido em duas partes, a primeira é chamado diagrama de comando e a segunda diagrama de força.



## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- Elementos Utilizados em Acionamentos Elétricos
- Relé:



## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade



## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Tipos de Partida**
- Os principais métodos de partida utilizados no acionamento de motores elétricos de indução:
  - Partida direta.
  - Partida com chave estrela-triângulo.
  - Partida suave com *soft-starter*.
  - Partida com inversores de frequência.

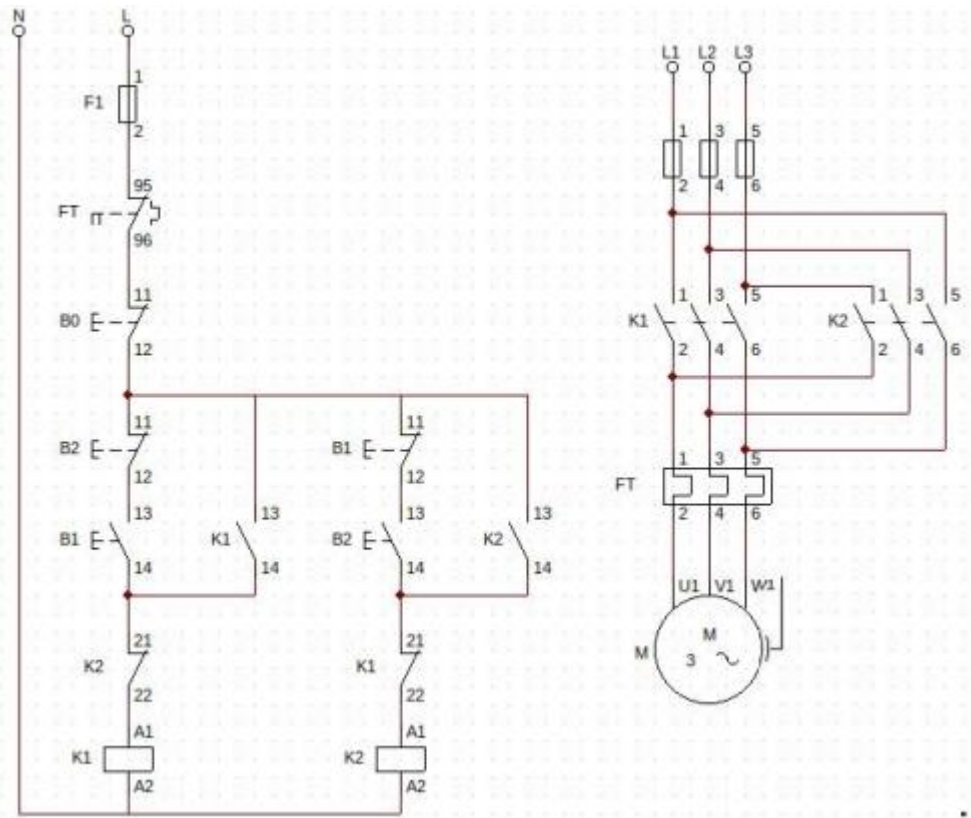


## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- Para se obter a mudança de sentido de rotação de motores trifásicos, basta inverterem entre si duas fases quaisquer que alimentam o motor. Isso às vezes é necessário para que uma máquina ou equipamento complete o seu ciclo de funcionamento. Podemos citar como exemplos portões de garagem, plataformas elevatórias de automóveis, tornos mecânicos, etc.

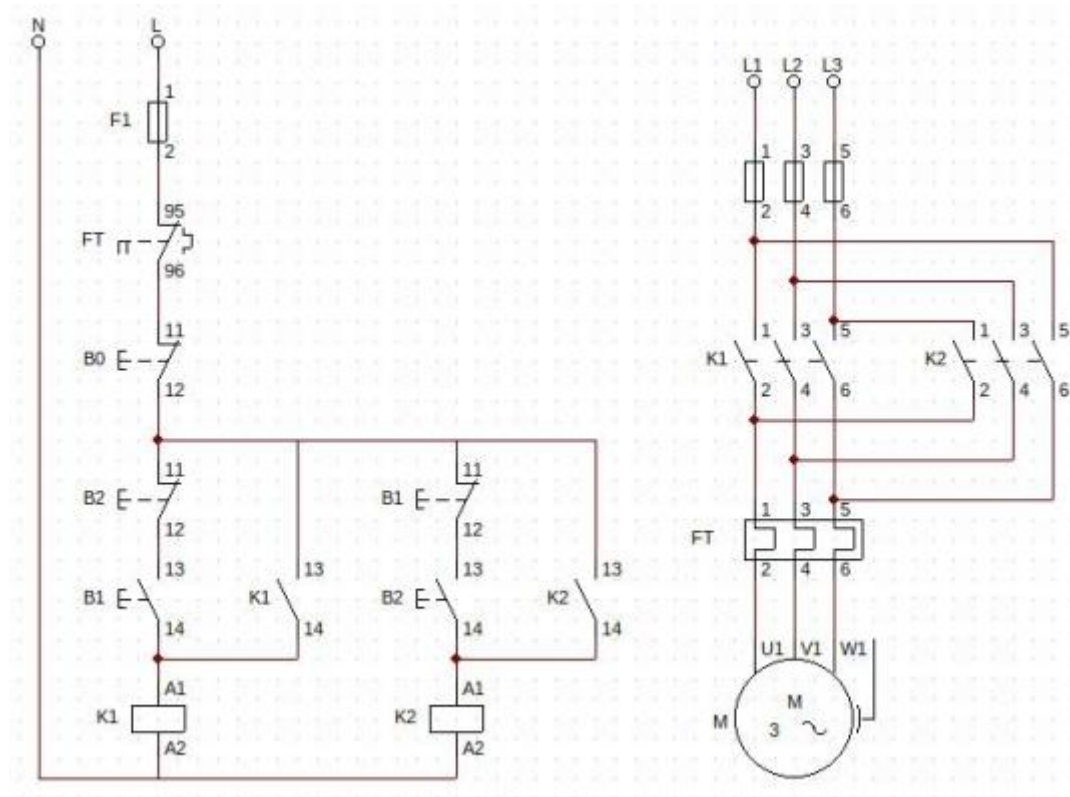
## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- A Figura ilustra os diagramas de força e de comando de um sistema de partida direta com reversão lenta.



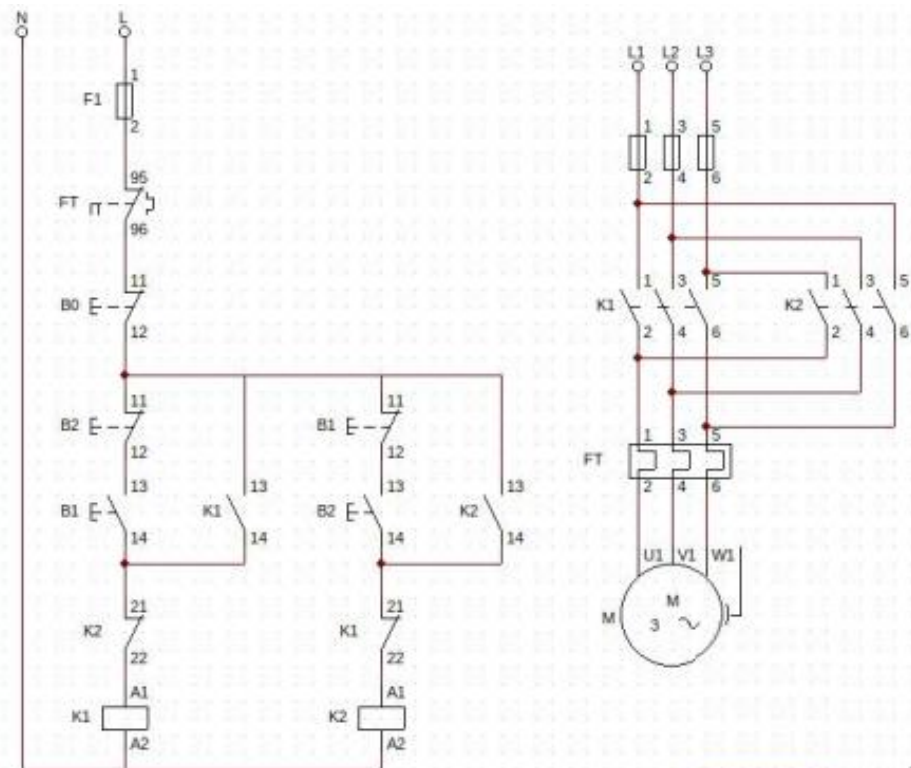
## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- Para realização da reversão são utilizados 2 contatores (K1 e K2) e 2 botões pulsadores NA (B1 e B2), além de um pulsador NF (B0), que é o botão desliga geral.



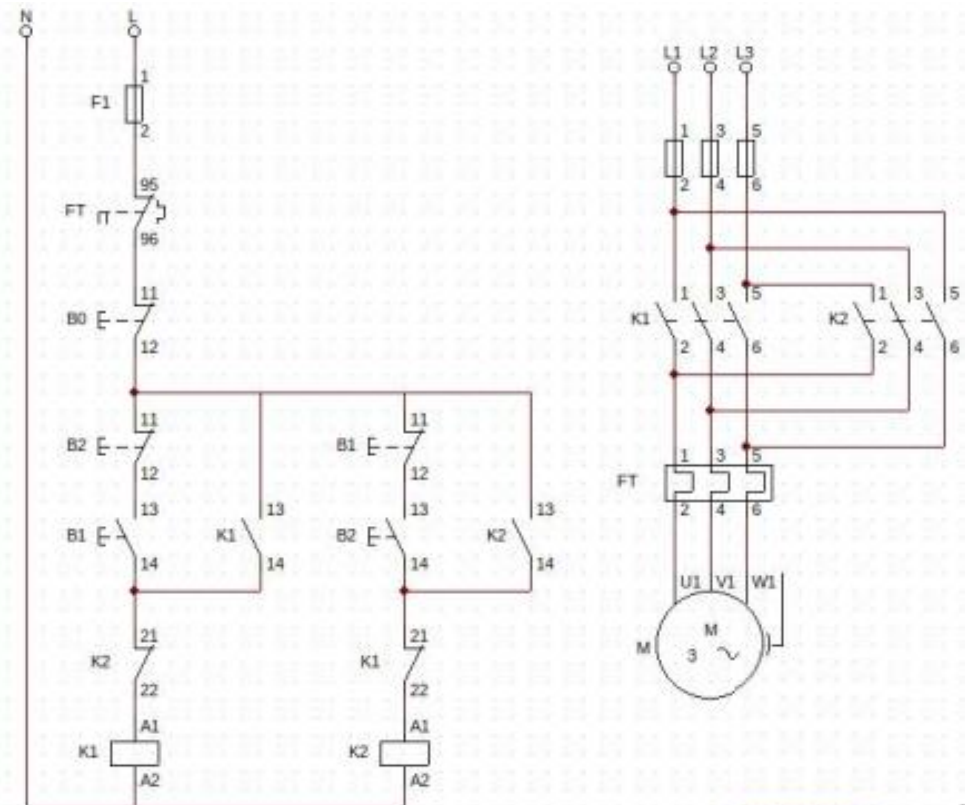
## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- Assim, no diagrama de comando, pressionando o botão B1, é energizada a bobina do contator K1, através do contato NF de K2. O contato NF de K1 (21, 22) abre, bloqueando a bobina K2 (intertravamento elétrico) e o contato NA de K1 (13, 14) faz o selo da bobina K1.



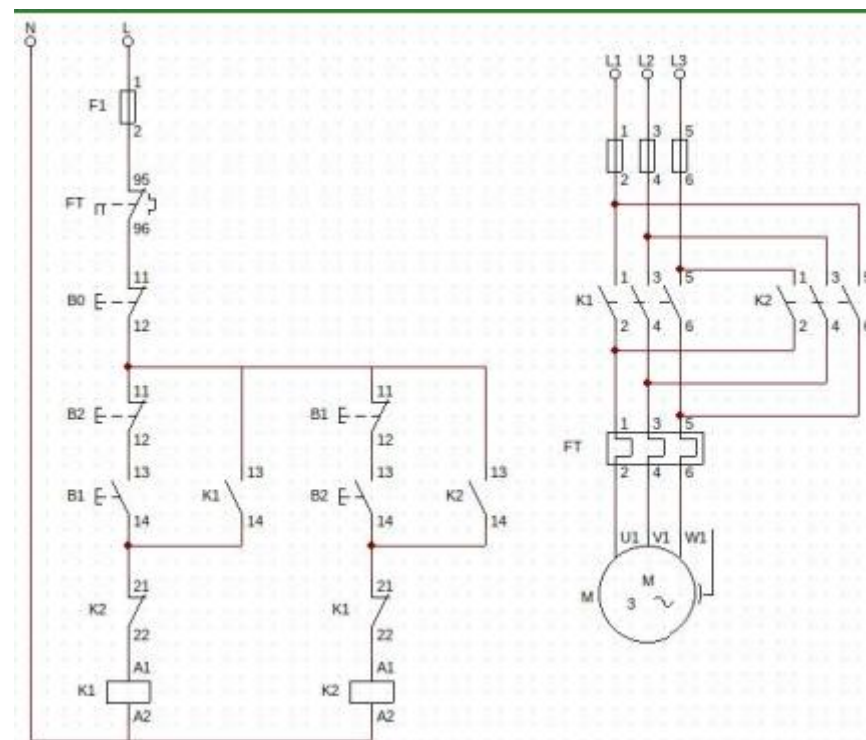
## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- No circuito de força, K1 fecha os contatos NA de potência, alimentando os terminais do motor, fazendo-o partir e permanecer ligado em um determinado sentido de giro.



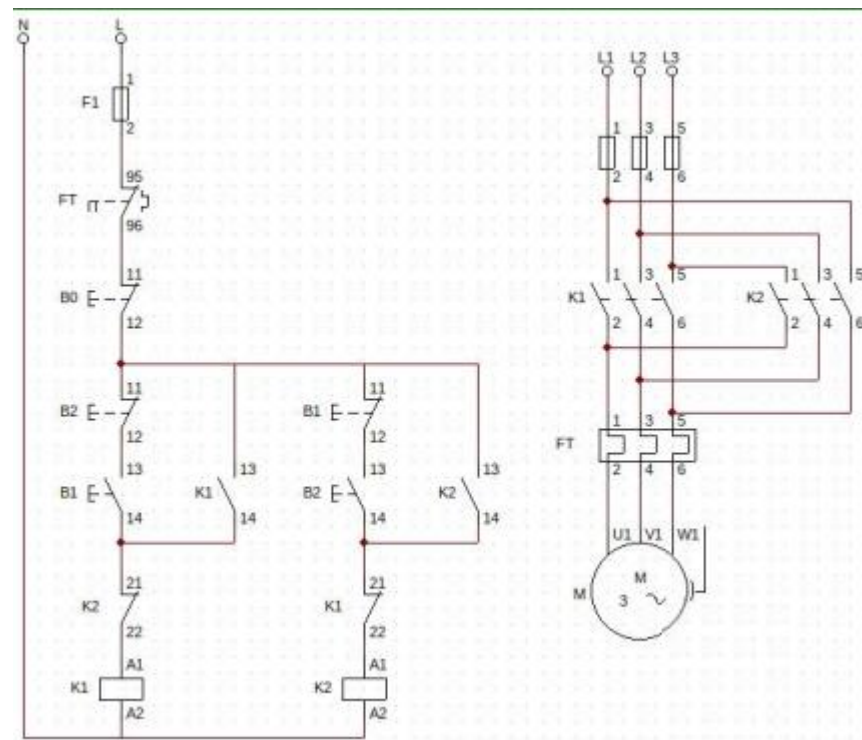
## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- Estando a bobina de K1 energizada, ao pressionarmos o botão B2 com intuito de inverter o sentido de rotação, nada irá acontecer, visto que o contato NF de K1, que se encontra aberto, impede a energização da bobina de K2 (intertravamento elétrico). A reversão é dita lenta, pois para se inverter o sentido de giro do motor é necessário pressionar o botão B0.



## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

- **Partida Direta com Reversão**
- Quando o botão B0 for pressionado, a bobina de K1 é finalmente desenergizada. Assim, o contato NA de K1 (13, 14) abre, desfazendo o selo da bobina K1, e o contato NF de K1 (21, 22) fecha, permitindo que a bobina K2 seja energizada. Agora, acionando o botão B2, a bobina de K2 é energizada por meio do contato NF de K1 (21, 22).



## Partida Direta do Motor de Indução Trifásico com Reversão de Velocidade

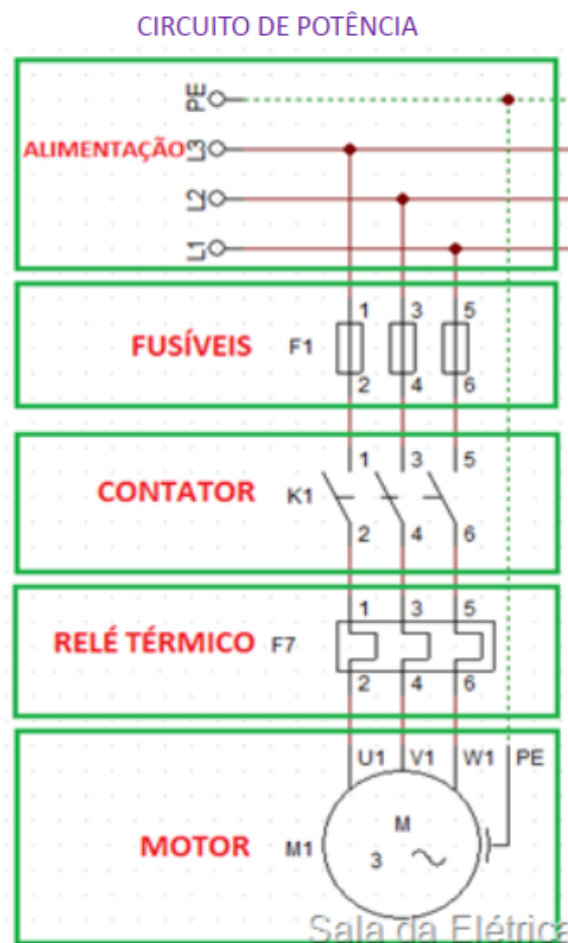
- **Partida Direta com Reversão**
- O contato NF de K2 (21, 22) abre, bloqueando a bobina de K1 (intertravamento elétrico), e o contato NA de K2 (13, 14) fecha, fazendo o selo da bobina K2. No circuito de força, K2 fecha os seus contatos NA, proporcionando a inversão das fases e a mudança no sentido de giro do motor. Caso haja, em algum instante, uma sobrecarga no motor, o relé térmico aciona seu contato NF (95, 96), fazendo-se abrir e desenergizar a bobina que estiver ligada (K1 ou K2).



# Dimensionamento

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Exemplo de dimensionamento:



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Exemplo de dimensionamento:** Dimensionar uma chave de partida direta para um motor de 20 cv, 380V/60 Hz, com comando em 220V, Tempo de partida de 2 segundos.
- Dados do motor:
  - Corrente nominal ( $I_n$ ) = 32,35 A
  - Relação corrente de partida ( $I_p/I_n$ ) = 7,5
- Assim, temos:
  - Corrente de partida ( $I_p$ ) = 242,6 A

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Exemplo de dimensionamento:**
- **Dimensionamento do contator K1**
- Para o dimensionamento do contator K1 devemos levar em conta a corrente nominal do circuito ( $I_n$ ) para fazer o dimensionamento em função da corrente nominal do contator ( $I_{K1}$ ). Desta forma, temos:

$$I_{K1} \geq 1,15 * I_n$$

$$I_{K1} \geq 1,15 * 32,35A = 37,2A$$

- Basta localizar no catálogo do fabricante o contator que tenha esta faixa de corrente.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Exemplo de dimensionamento:
- Dimensionamento do contator K1

### Resumo das características técnicas

Corrente nominal 50 A

Tensão de comando 190V 50Hz/220V  
60Hz

Referência CWM

Tipo de terminal Parafuso

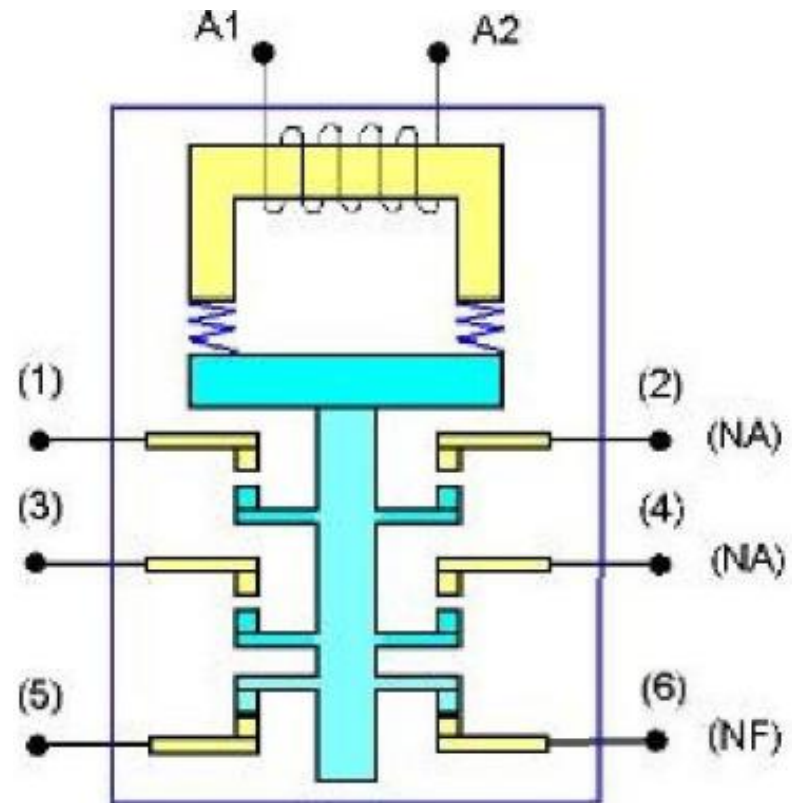
Contato principal 3 NA



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

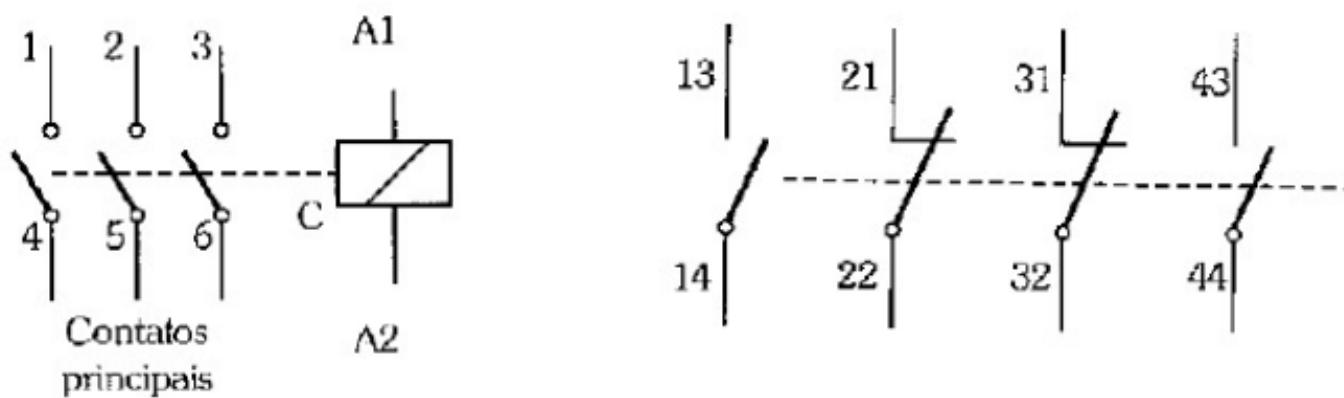
- **Contatores**

- O contator é constituído de uma bobina que, quando é alimentada, cria um campo magnético no núcleo fixo que atrai o núcleo móvel que fecha o circuito. Cessando a alimentação da bobina, é interrompido o campo magnético, provocando o retorno do núcleo por molas.



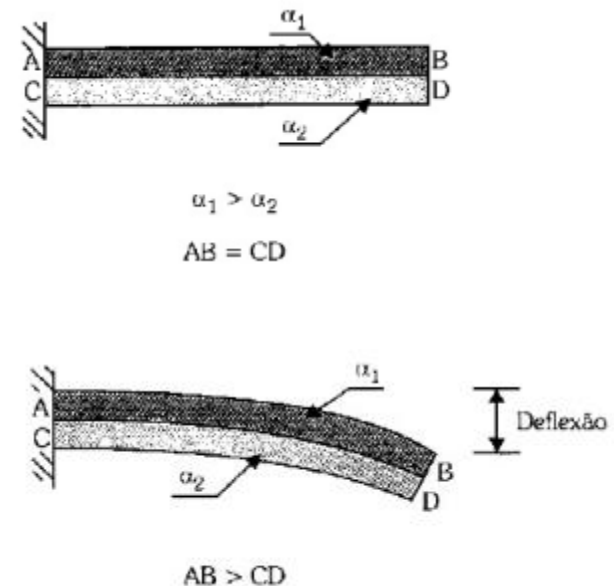
## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Partes dos contatores – Contato



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Exemplo de dimensionamento:**
- **Dimensionamento do relé de sobrecarga F4**
- O relé deve ter uma faixa de ajuste em que a corrente nominal do motor esteja incluída. Assim, basta localizar no respectivo catálogo do fabricante o contator que possua a referida faixa de ajuste.
- O relé de sobrecarga ou relé térmico, pode ser definido como um dispositivo de proteção cuja operação é baseada em um método indireto de detecção de sobrecarga em motores, em que é criado um modelo térmico do motor a ser protegido por um elemento térmico.





## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Introdução**
- O relé térmico é utilizado para proteger o motor e transformadores de sobrecarga de possíveis superaquecimentos ocasionados por:
  - Tempo de partida muito alto;
  - Rotor bloqueado;
  - Falta de fase;
  - Elevada frequência de manobra;
  - Desvio de tensão e de frequência.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Dimensionamento: Relé de Sobrecarga**

$$I_r = 1,15 \text{ até } 1,25 \text{ da } I_n$$



Relés de proteção de motores elétricos até 840A. Montagem direta aos contatores ou em base individual. Classe de disparo 10.

### Resumo das características técnicas

Referência	<b>RW67</b>	Faixa de corrente	<b>32-50 A</b>
Indicação de montagem	<b>2D</b>	Número de polos	<b>3 polos</b>





## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Dimensionamento: Relé de Sobrecarga

$$I_{NRT} = 1,15 \times I_{NM} \rightarrow T < 40^{\circ}\text{C}$$

$$I_{NRT} = 1,25 \times I_{NM} \rightarrow T = 40^{\circ}\text{C}$$

Contatores

																													
Modelos	CWC07	CWC07	CWC09	CWC012	CWC016	CWC025																							
Potência nominal de emprego em AC-3 %																													
220/230 VCA (kW / cv)	1,5 / 2	1,5 / 2	2,2 / 3	3 / 4	3,7 / 5	5,5 / 7,5																							
380 VCA (kW / cv)	3 / 4	3 / 4	3,7 / 5	5,5 / 7,5	7,5 / 10	11 / 15																							
400/415 VCA (kW / cv)	3 / 4	3 / 4	3,7 / 5	5,5 / 7,5	7,5 / 10	11 / 15																							
440 VCA (kW / cv)	-	3,7 / 5	4,5 / 6	5,5 / 7,5	7,5 / 10	11 / 15																							
500 VCA (kW / cv)	-	3,7 / 5	4,5 / 6	5,5 / 7,5	7,5 / 10	11 / 15																							
660/690 VCA (kW / cv)	-	3 / 4	3,7 / 5	5,5 / 7,5	7,5 / 10	11 / 15																							
Correntes nominais de emprego ( $U_e \leq 440\text{ V}$ )																													
$I_{AC-3}$ (A)	7 <sup>2)</sup>	7	9	12	16	22																							
$I_{AC-1}$ (A)	16 <sup>2)</sup>	18	20	22	22	32																							
$I_{AC-4}$ (A)	-	2,8	3,5	4,5	5	9																							
Relés de Sobrecarga (A)	RW17-1D		 <table border="0"> <tr> <td>0,28...0,4</td> <td>2,8...4</td> </tr> <tr> <td>0,4...0,63</td> <td>4...6,3</td> </tr> <tr> <td>0,56...0,8</td> <td>5,6...8</td> </tr> <tr> <td>0,8...1,2</td> <td>7...10</td> </tr> <tr> <td>1,2...1,8</td> <td>8...12,5</td> </tr> <tr> <td>1,8...2,8</td> <td>10...16</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11...17</td> </tr> </table>			0,28...0,4	2,8...4	0,4...0,63	4...6,3	0,56...0,8	5,6...8	0,8...1,2	7...10	1,2...1,8	8...12,5	1,8...2,8	10...16		11...17	RW17-2D		 <table border="0"> <tr> <td>7...10</td> </tr> <tr> <td>8...12,5</td> </tr> <tr> <td>10...15</td> </tr> <tr> <td>11...17</td> </tr> <tr> <td>15...23</td> </tr> <tr> <td>22...32</td> </tr> </table>		7...10	8...12,5	10...15	11...17	15...23	22...32
	0,28...0,4	2,8...4																											
0,4...0,63	4...6,3																												
0,56...0,8	5,6...8																												
0,8...1,2	7...10																												
1,2...1,8	8...12,5																												
1,8...2,8	10...16																												
	11...17																												
7...10																													
8...12,5																													
10...15																													
11...17																													
15...23																													
22...32																													

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Dimensionamento dos fusíveis:** no dimensionamento dos fusíveis retardados, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos:
  - 1) Tempo de fusão virtual (exemplo para um motor: tempo e corrente de partida): os fusíveis devem suportar sem fundir o pico de corrente de partida ( $I_p$ ) durante o tempo da partida do motor ( $T_p$ ). Com os valores de  $I_p$  e  $T_p$  entramos na curva para dimensionar o fusível.
  - 2)  $I_{Fusível} = 1,2I_{Nominal}$ : deve-se dimensionar para uma corrente no mínimo 20% superior à corrente nominal ( $I_n$ ) do motor que protege, evitando que um envelhecimento prematuro ocorra, aumentando a sua vida útil.
  - 3) Quanto ao critério dos contadores e relés:  $I_{Fusível} \leq I_{Fmáx}$ : os fusíveis de um circuito de alimentação devem também proteger os contadores e relés de sobrecarga. Essa verificação é feita em tabelas de contadores e relés de sobrecarga.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

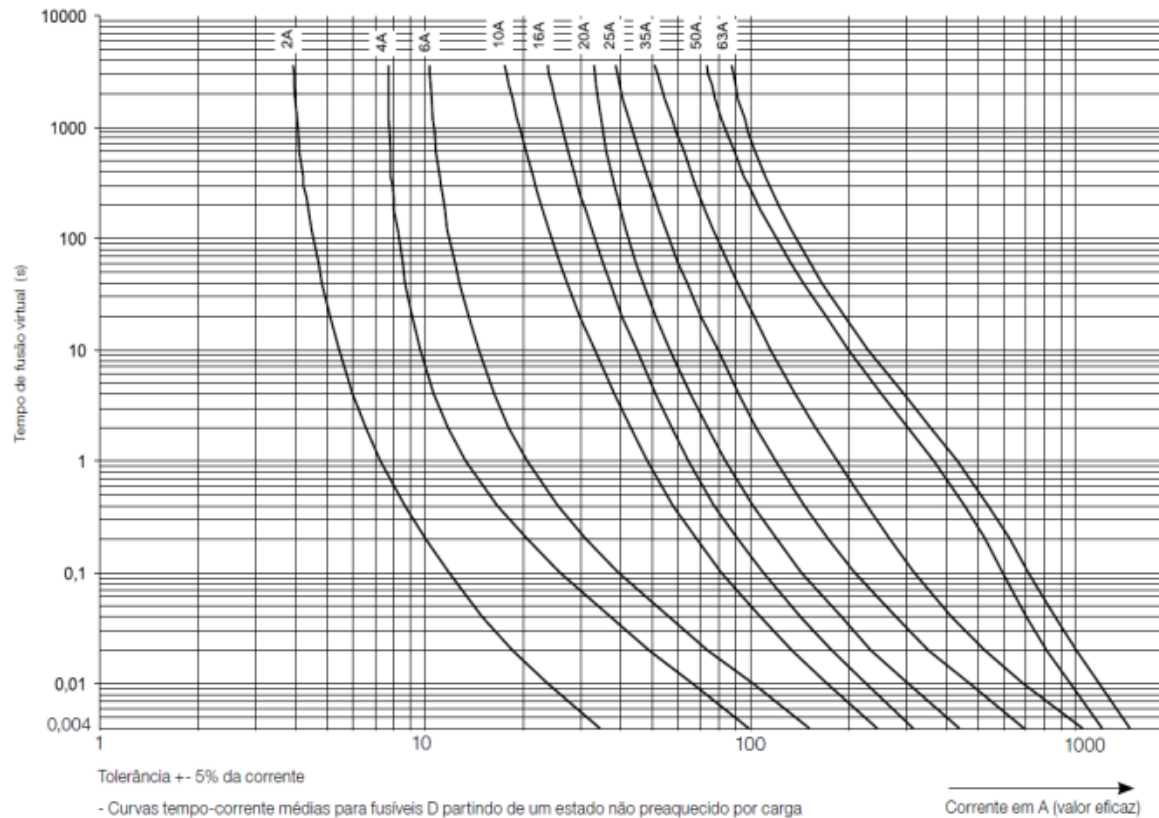
- **Exemplo de dimensionamento:** Dimensionar uma chave de partida direta para um motor de 20 cv, 380V/60 Hz, com comando em 220V, Tempo de partida de 2 segundos.
- Dados do motor:
  - Corrente nominal ( $I_n$ ) = 32,35 A
  - Relação corrente de partida ( $I_p/I_n$ ) = 7,5
- Assim, temos:
  - Corrente de partida ( $I_p$ ) = 242,6 A

# Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Dimensionamento dos fusíveis:**

## Curvas Características "D"

Curva Tempo x Corrente



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Dimensionamento dos fusíveis:

- LETRA CÓDIGO

Letra Código	KVA que o motor necessita para partida direta (por KVA)
A	0,00 a 3,14
B	3,15 a 3,54
C	3,55 a 3,99
D	4,00 a 4,49
E	4,50 a 4,99
F	5,00 a 5,59
G	5,60 a 6,29
H	6,30 a 7,09
J	7,10 a 7,99
K	8,00 a 8,99
L	9,00 a 9,99
M	10,00 a 11,19
N	11,20 a 12,49
P	12,50 a 13,99
R	14,00 a 15,99
S	16,00 a 17,99
T	18,00 a 19,99
U	20,00 a 22,39
V	22,40

Tipo do Motor	Método de Partida	Motores sem Letra-código (%)	Motores com Letra-código	
			Letra	%
Monofásicos, trifásicos de rotor em gaiola e síncronos	A plena tensão	300	A B até E F até V	150 250 300
	Com tensão reduzida	Corrente nominal Até 30 A – 250% Acima de 30 A – 200%	A B até E F até V	150 200 250
Trifásicos de anéis	—	150	—	—

### Fusíveis D

FUSÍVEL	DII	DIII
	2	
	4	
	6	
	10	
	16	
	20	
	25	
	35	
	50	
	63	

### Fusíveis NH

Tamanho 00	Corrente Nominal (A)	Tipo
	4	F00NH4
	6	F00NH6
	10	F00NH10
	16	F00NH16
	20	F00NH20
	25	F00NH25
	35	F00NH35
	50	F00NH50
	63	F00NH63
	80	F00NH80
	100	F00NH100
	125	F00NH125
	160	F00NH160

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Dimensionamento dos fusíveis:**
- **Exemplo 2 de cálculo**
- Dimensionar os fusíveis para proteger o motor de 5cv, 220V/60Hz de 4 polos, supondo que o seu tempo de partida seja de 5 segundos (partida direta):

- **Resolvendo:**
- **Pelo catálogo temos:**

$$I_p/I_n = 8,2 \qquad I_n = 13,8A$$

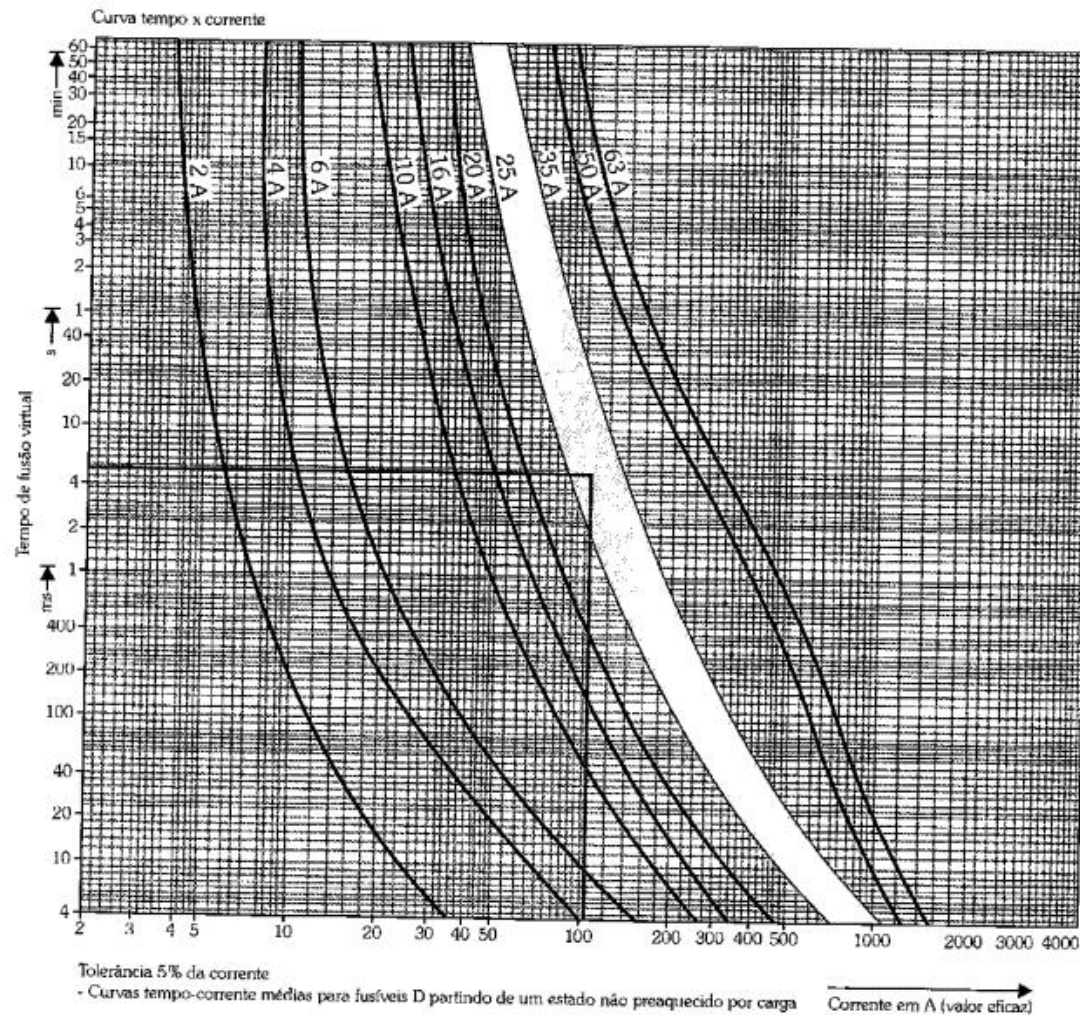
$$I_p = 8,2 \times 13,8A = 113,16A$$

- Seguimos a curva característica do fusível de posse dos valores de  $I_p$  e  $T_p$ :



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Dimensionamento dos fusíveis:



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Dimensionamento dos fusíveis:**

- a) Com o valor e 113,16A e o tempo de partida de 5 segundos, observamos que o valor do fusível é de 35A.
- b) Levando em consideração o segundo critério:

$$If \geq 1,2 \times I_n \qquad I_n = 13,8A$$

- Logo,

$$If \geq 16,56A$$

- Assim, o fusível de 35A atende ao segundo critério.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Conexão dos Enrolamentos dos Motores**
- **Configuração em estrela (Y)**
- Nesse tipo de ligação os terminais  $F_1$ ,  $F_2$  e  $F_3$  são ligados em um ponto interno comum (0 – também denominado de neutro) e os terminais 1, 2 e 3 das partes iniciais  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  dos enrolamentos ficam acessíveis para a conexão da carga ( $3\phi - 3$  fios).

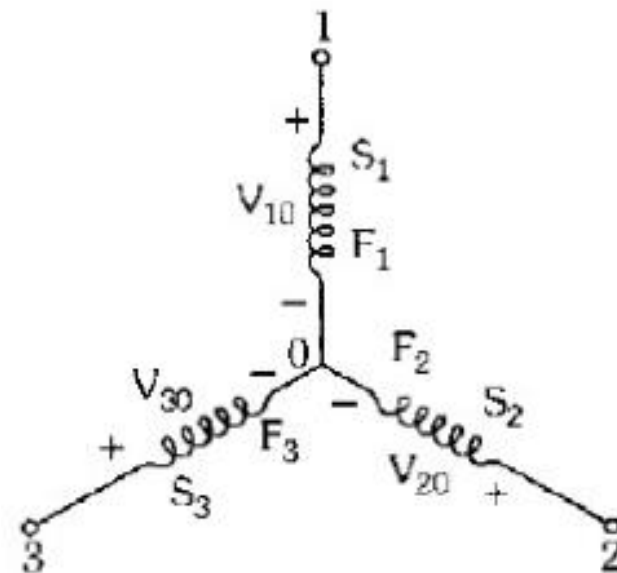
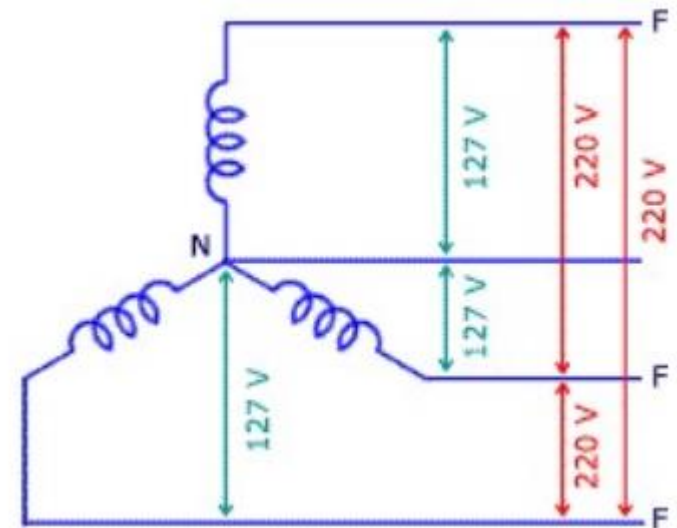


Figura 2.29 - Ligação dos enrolamentos em estrela.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

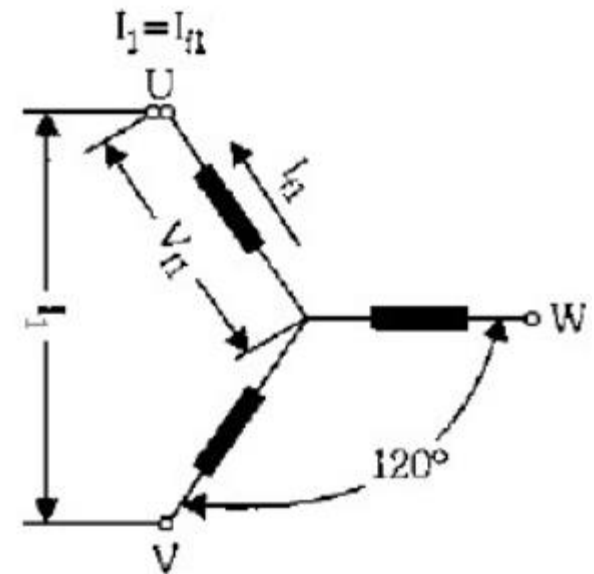
- **Conexão dos Enrolamentos dos Motores**
- **Configuração em estrela (Y)**
- A conexão estrela se caracteriza por ter tensões de fase diferentes das de linha. As tensões entre os terminais 1,2 e 3 em relação ao neutro correspondem às tensões de fase do gerador ( $V_F$  ou  $V_{AN}$ ). As tensões entre dois terminais 1-2, 2-3 e 3-1 correspondem as tensões de linha ( $V_L$  ou  $V_{AB}$ )



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Conexão dos Enrolamentos dos Motores**
- **Configuração estrela**
- Se inserirmos um voltímetro no circuito da figura ao lado entre os pontos U e V, ou W e U ou V e W perceberíamos que temos uma tensão chamada de  $V_L$  e se inserirmos o voltímetro entre U, W ou V com o ponto de conexão entre elas perceberíamos uma tensão chamada  $V_F$ . A relação entre elas é dada pela equação abaixo:

$$V_L = V_F \cdot \sqrt{3}$$

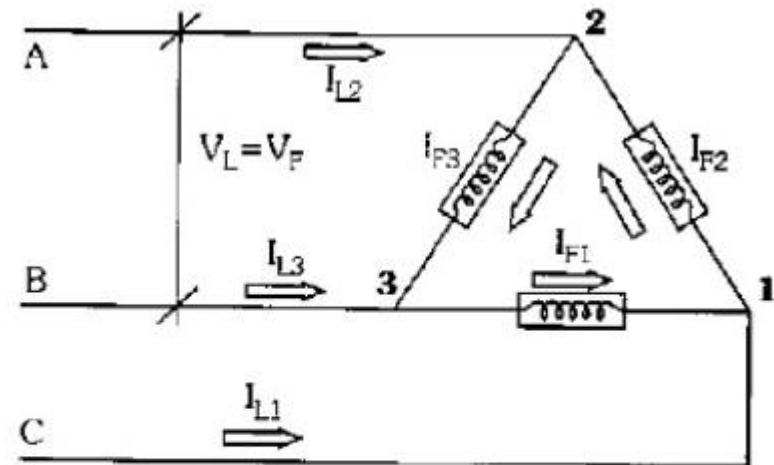


## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Conexão dos Enrolamentos dos Motores**
- **Terminologia**
  - Tensão de linha ( $V_L$ ): é a tensão entre fase-fase;
  - Tensão de fase ( $V_F$ ): é a tensão entre fase-neutro;
  - Corrente de linha ( $I_L$ ): é a corrente na linha que liga a fonte a carga;
  - Corrente de fase ( $I_F$ ): é a corrente que passa por uma das tensões;
- **Observação:** Para a ligação estrela ( $Y$ ) a  $I_L = I_F$  e  $V_L = V_F\sqrt{3}$ .

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Conexão dos Enrolamentos dos Motores**
- **Ligação em triângulo ou delta ( $\Delta$ )**
- Nesse tipo de ligação, sempre é ligado o princípio de um enrolamento com o final do enrolamento subsequente, conforme a figura.



$$V_{\text{Linha}} (V_L \text{ ou } V_{\Delta B}) = V_{\text{Fase}} (V_F)$$

$$I_{\text{Linha}} (I_L) = \sqrt{3} \cdot I_{\text{Fase}} (I_F)$$

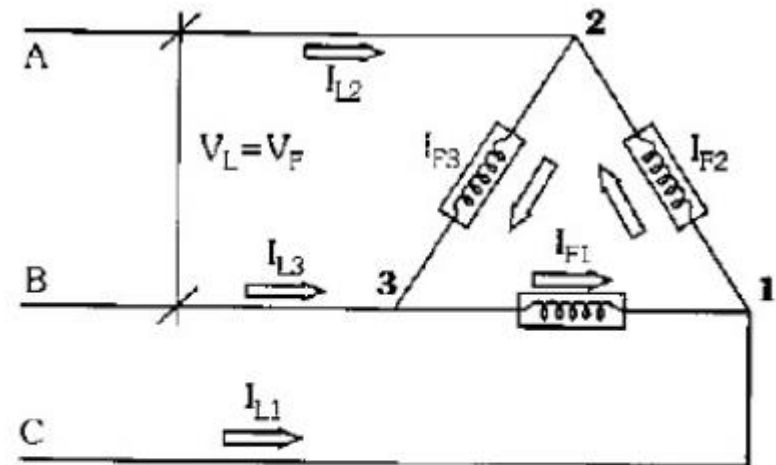
Figura 2.34 - Ligação dos enrolamentos em triângulo.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Conexão dos Enrolamentos dos Motores**
- **Ligação em triângulo ou delta ( $\Delta$ )**
- Nesta ligação ocorre as seguintes situações:

$$V_F = V_L$$

$$I_L = I_F \sqrt{3}$$



$$V_{\text{Linha}} (V_L \text{ ou } V_{AB}) = V_{\text{fase}} (V_F)$$

$$I_{\text{Linha}} (I_L) = \sqrt{3} \cdot I_{\text{fase}} (I_F)$$

Figura 2.34 - Ligação dos enrolamentos em triângulo.



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

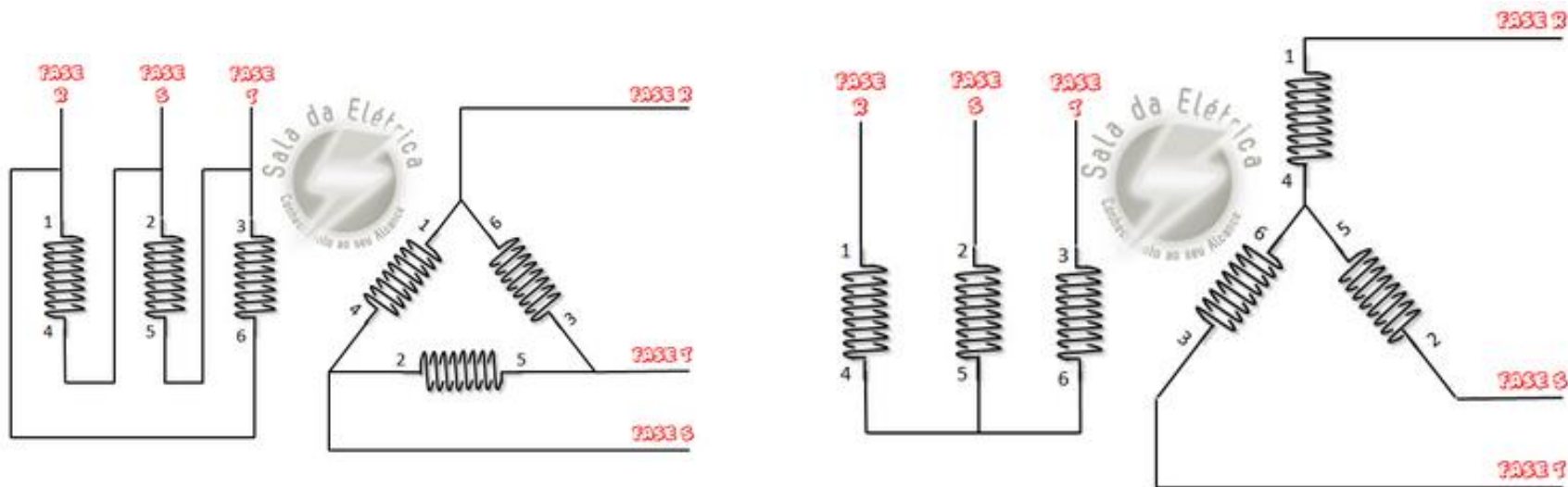
- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Para se evitar os problemas encontrados na Partida Direta, pode-se utilizar um sistema de partida com redução de tensão e consequentemente redução da corrente. A Partida Estrela - Triângulo consiste na alimentação do motor com redução de tensão nas bobinas durante a partida.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Na partida executa-se a ligação estrela no motor (apto a receber tensão de estrela -  $V_Y$ ), porém ele é alimentado com tensão de triângulo ( $V_\Delta$ ), ou seja, com a tensão da rede. Assim, as bobinas do motor recebem 58% da tensão que deveriam receber. No instante em que o motor atinge aproximadamente 90% da sua velocidade nominal é feita a comutação, passando o motor a ser ligado em triângulo, assim as bobinas passam a receber a tensão nominal.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Este tipo de chave proporciona redução da corrente de partida para aproximadamente 33% de seu valor, em comparação com a Partida Direta. Entretanto, para que seja utilizada a Partida Estrela-Triângulo, algumas condições devem ser satisfeitas:
  - Os motores devem ser trifásicos, com duas tensões de ligação (estrela e triângulo) e ter no mínimo 6 terminais;



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- A tensão de alimentação deve corresponder à tensão de ligação em triângulo do motor;
- Assim como na Partida Direta, os motores devem partir sem carga (a vazio), porque na ligação em estrela ocorre também uma redução no torque de partida, proporcional a redução da corrente de partida.

WEG W22		30 JUN 2017 1037018844	
3 kW (HP-cv)	3.0 (4.0)	CARC. FRAME 100L	MOTOR INDUÇÃO - CAIXA A INDUCT. MOTOR - SQUIPPEL CAGE
220/380		A 1 1.7 / 6.75	
1735 Hz	60	FS 1.15	N/A/B/TH 7.0
86.5 AMB.	40°C	ISOL. F $\Delta$ T 80 K	U.F. 0.78
N	IP55	RED. DUTY S1	AH. 1000
34 Kg		-6206-ZZ	
		-6205-ZZ	
		MOBIL POLYREX EM	
CE		RENDIMENTO E FATOR DE POTÊNCIA APROVADOS PELO IEC	
		PROCEL	
		NBR - 17094-1	
		INMETRO	



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- É fundamental para a chave de partida estrela-triângulo que o motor tenha possibilidade de ligação em dupla tensão (220/380V, 380/660V, 440/760V) e que a menor tensão do motor coincida com a tensão da rede. As aplicações de motores que mais utilizam a estrela-triângulo são: serras de fita circular, ventiladores, furadeiras e esmeris.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

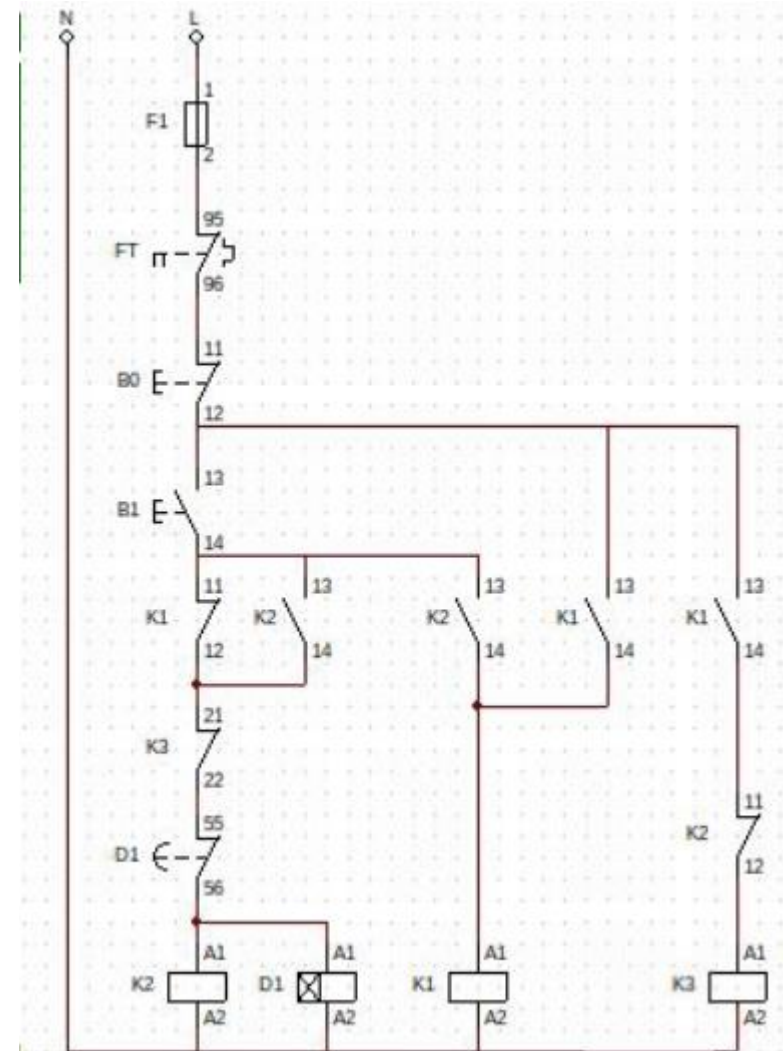
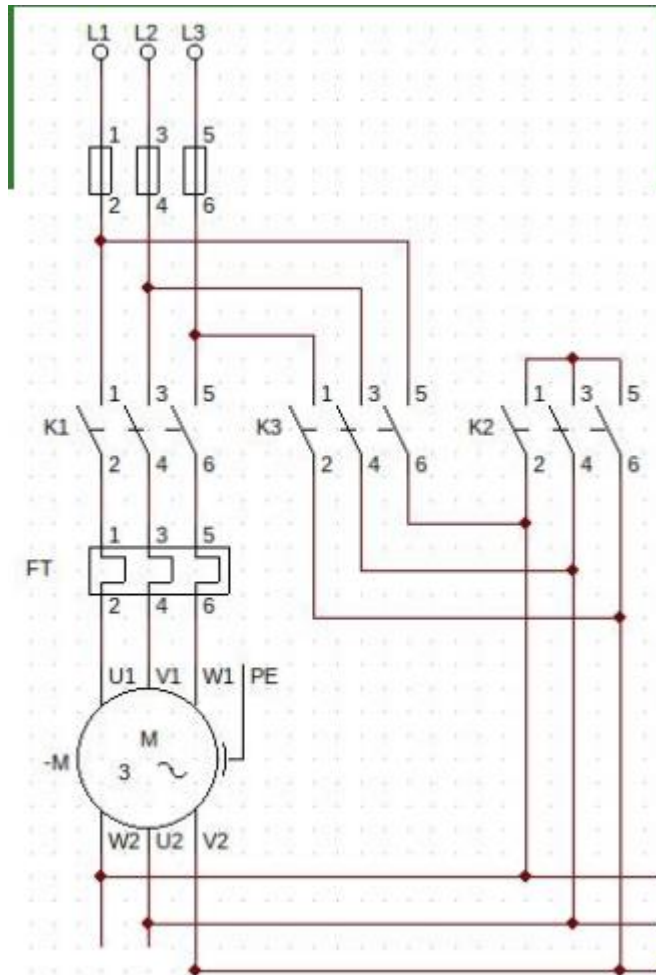
- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- No método de partida estrela-triângulo, o motor parte em configuração estrela, o que proporciona uma menor tensão nas bobinas, diminuindo assim, a corrente de partida. Por meio dessa manobra, o motor realizará uma partida mais suave, reduzindo sua corrente em aproximadamente 1/3 da qual seria se acionado em partida direta.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Entretanto, com a diminuição da corrente de partida, há uma perda considerável de conjugado (torque) na partida. Assim, esse método se mostra aplicável para partida de motores sem carga (a vazio) ou com cargas que apresentam conjugado resistente baixo e praticamente constante.
- O conjugado resistente da carga não pode ser maior que o conjugado de partida do motor, nem a corrente no instante de comutação de estrela para triângulo poderá ser de valor inaceitável.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )





## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )

WEG W22		30JUN2017 1037018844	
3 kW(HP-cv)	3.0(4.0)	CARC. FRAME 100L	MOTOR INDUÇAO - CAGE INDUCT. MOTOR - SQUIRREL CAGE
220/380		A	11.7/6.75
1735 Hz	60	1.15	7.0
86.5	AMB.	40°C	80 K
N	IP55	S1	AH. 1000
34 Kg		MOBIL POLYREX EM	
CE		NENHUMA FASE DE POTENCIA APROVADA PELO IECETRO PROCEL NBR - 17094-1 IECETRO	



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- No diagrama principal, o contator K2, juntamente com o contator K1, realizam a ligação em estrela. A ligação em triângulo é obtida por meio dos contadores K3 e K1. Assim, no diagrama de comando, pressionando B1, as bobinas de K2 e do relé de tempo D1 são energizadas. O relé de tempo D1 inicia a contagem, tendo como referência o período pré-ajustado para operar seu contato NF(15, 16). K2, por sua vez, abre o contato NF(21, 22), impedindo que a bobina de K3 seja energizada (intertravamento elétrico) e fecha os contatos NA(13, 14 e 43, 44), cujas respectivas funções são fazer o selo da bobina K2 e energizar a bobina K1.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- No circuito de força, estando energizados K2 e K1, o motor encontra-se em regime de partida (ligação estrela), recebendo em cada grupo de bobina aproximadamente 58% da tensão da rede. Com a redução no valor da tensão aplicada, a corrente e o conjugado são também reduzidos à mesma proporção.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- A comutação de estrela para triângulo é realizada com a desenergização da bobina de K2. Decorrido o tempo pré-ajustado em D1, seu contato NF(15, 16) é acionado (abre), sendo desenergizadas as bobinas K2 e D1. K2 abre os contatos NA (13, 14 e 43, 44) e fecha o contato NF(21, 22), oportunidade na qual K3 é energizado, visto que o contato NA de K1 (43, 44) está fechado (a bobina de K1 está energizada).

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

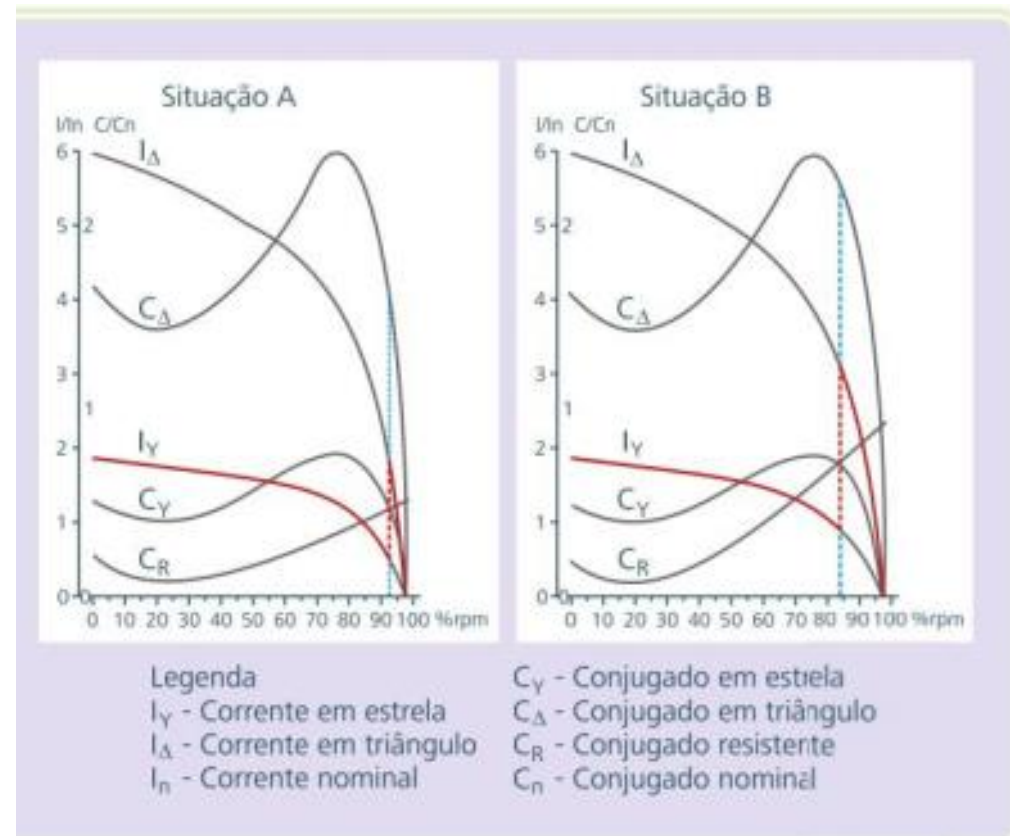
- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Uma vez desenergizada a bobina D1, seu contato NF(15, 16) retorna à posição de repouso (fecha); porém, o contato NF de K3(21, 22) impede o seu religamento bem como o de K2. Caso ocorra uma sobrecarga, tanto na partida quanto em funcionamento normal, o relé térmico de sobrecarga (FT) aciona seu contato NF(95, 96), desenergizando qualquer bobina que esteja ligada (K1, K2, K3 ou D1). Se for necessário desligar o motor em qualquer instante, podemos fazê-lo por meio do botão desliga (B0).

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Um ponto importantíssimo em relação a este tipo de partida de motor elétrico trifásico, é que o fechamento para triângulo só deverá ser feito quando o motor atingir pelos menos 90% da sua rotação nominal.
- Logo, o ajuste de tempo de mudança estrela-triângulo, realizado D1, deverá estar baseado neste fato. O uso de um tacômetro é essencial nesta tarefa, na primeira vez que for testar o sistema com carga.

## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y - Δ)**
- Na Figura, são ilustradas duas situações de partida estrela-triângulo de motor trifásico.



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Na primeira situação, com baixo conjugado resistente de carga (situação A), o sistema se mostra eficiente, pois o salto de corrente no instante da comutação (95% da velocidade) não é significativo, passando de aproximadamente 50% para 170%, de valor praticamente igual ao da partida. Isso é uma vantagem, se consideramos que o motor absorveria da rede aproximadamente 600% da corrente nominal, caso a partida fosse direta.



## Métodos de Partida de Motores Elétricos/Dimensionamento

- **Partida Estrela – Triângulo (Y -  $\Delta$ )**
- Já na situação B, com alto conjugado resistente de carga, o sistema de partida não se mostra eficaz, pois percebe-se que o salto da corrente, no instante da comutação (85% da velocidade), é elevado, representando cerca de 320% de aumento no seu valor, que era de aproximadamente 100%, isso não é nenhuma vantagem. Se o motor em questão não preenche este quesito por conta da carga instalada, é conveniente que seja usado outro tipo de partida como: chave compensadora, *soft-starter* ou até mesmo um inversor de frequência nesta função.

**Disciplina:** Automação

**Aula 09**  
**Métodos de Partida de Motores Elétricos**  
**Reversão de Velocidade/Dimensionamento/Partida**  
**Estrela/Triângulo**

---

**Curso:** Técnico em Mecânica

**Professor:** Paulo Cesar da Silva

**E-mail:** paulocesar@ifsul.edu.br

Passo Fundo  
2024



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL-RIO-GRANDENSE