

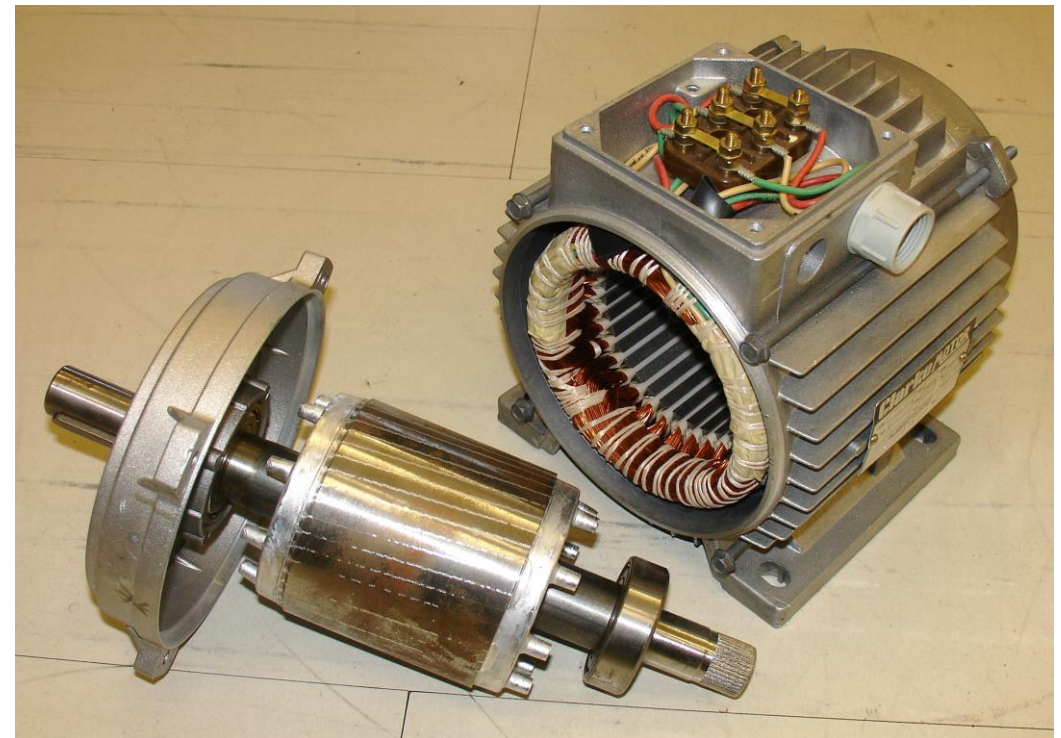
Circuitos Eléctricos II

Aula 5

Cálculo da corrente de motores trifásicos

$$I = \frac{P_{HP} \times 746}{\sqrt{3}V_l \cos(\phi) \eta} = \frac{P_{cv} \times 736}{\sqrt{3}V_l \cos(\phi) \eta}$$

- Em que:
 - P_{HP} e P_{cv} são as potências do motor em HP e CV, respectivamente;
 - V_l é a tensão entre fases;
 - $\cos(\phi)$ é o fator de potência do motor;
 - η é a eficiência do motor.



Fonte: Disponível em https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Stator_and_rotor_by_Zureks.JPG

Exercício

Calcule a corrente de um motor de indução trifásico de 20 HP, 220 V, $\cos(\phi) = 0,85$ e $\eta = 90\%$.

Solução:

$$I = \frac{P_{HP} \times 746}{\sqrt{3} V_l \cos(\phi) \eta} \rightarrow I = \frac{20 \times 746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,85 \times 0,9}$$

$$I = 51,18 \text{ A}$$

Classe de isolamento

Define a temperatura admissível de operação de um motor, isto é, o nível térmico máximo em que o motor poderá operar sem que seja afetada sua vida útil, sendo definido de acordo com os tipos de materiais isolantes utilizados na sua fabricação.

O isolante, por sua vez, deve ser adequado para suportar a temperatura máxima, a do ponto mais quente.

Classe	Temperatura limite (°C)
A	105
E	120
B	130
F	155
G	180

Tipos de partidas

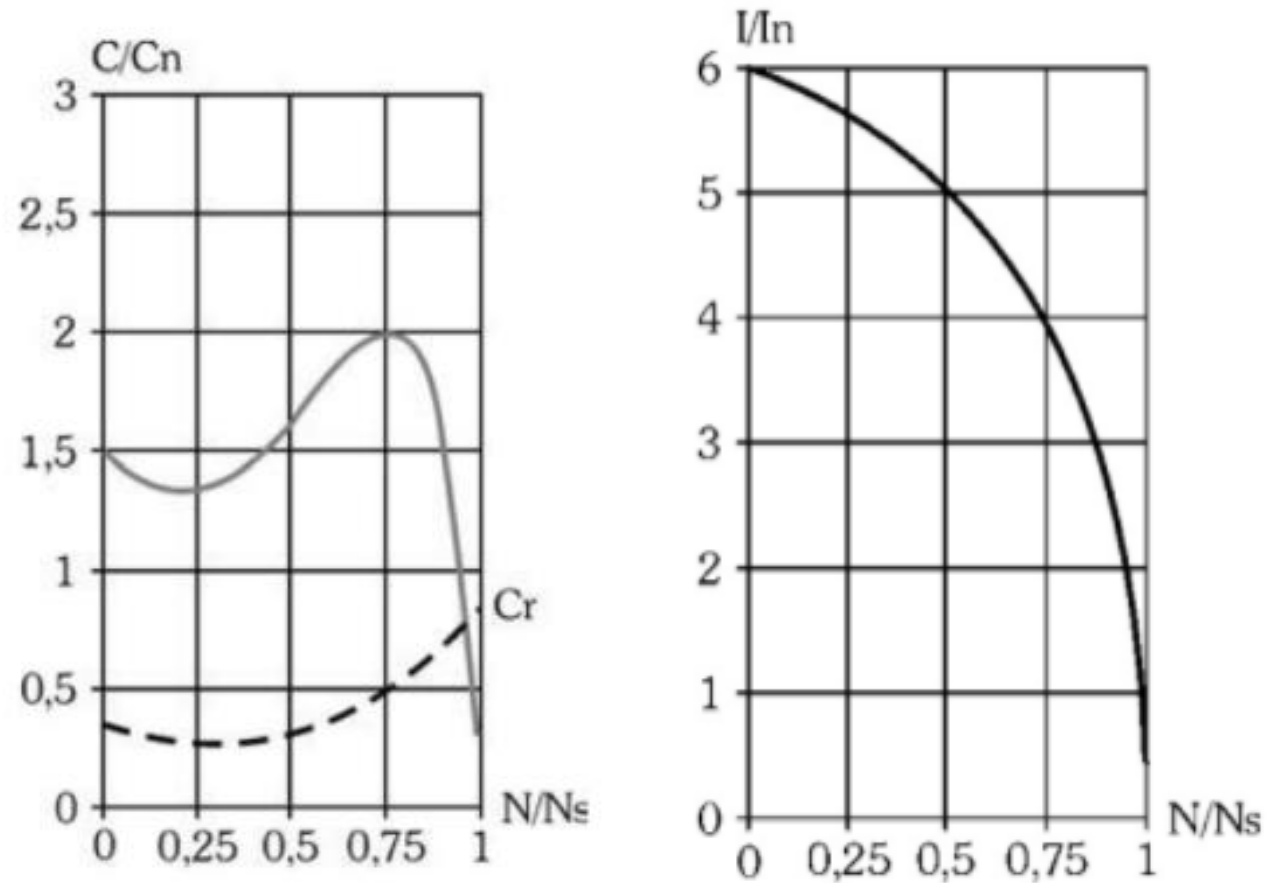
- Direta
- Estrela-triângulo
- Chave compensadora
- Soft-starter
- Inversor de frequência

Partida direta

- É a forma de partida mais simples.
- As 3 fases são ligadas diretamente ao motor.
- Ocorre um pico de corrente.
- Deve ser utilizada quando:
 - Motor de baixa potência
 - A máquina não precisa de aceleração progressiva e está equipada com um redutor que evita uma partida muito rápida
 - O conjugado de partida é elevado
- Vantagens:
 - Equipamentos simples
 - Conjugado de partida elevado
 - Partida rápida
 - Baixo custo
- Desvantagens:
 - Queda de tensão na rede
 - Os cabos e dispositivos devem ser superdimensionados, elevando os custos do sistema
 - Imposição das concessionárias que limitam a queda de tensão (motores abaixo de 5 cv e de 10 cv em instalações industriais)

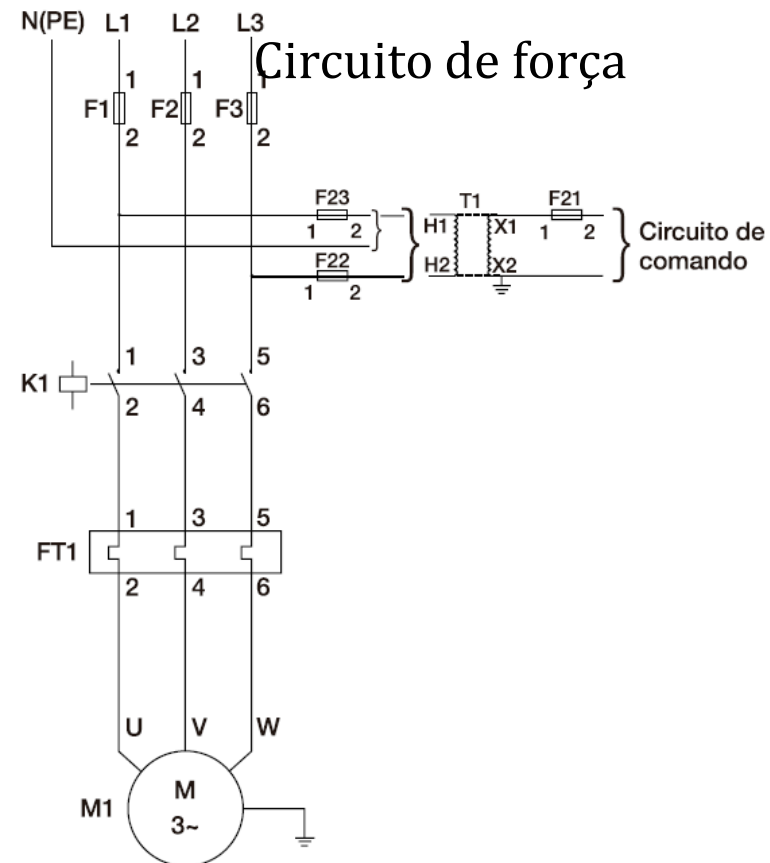
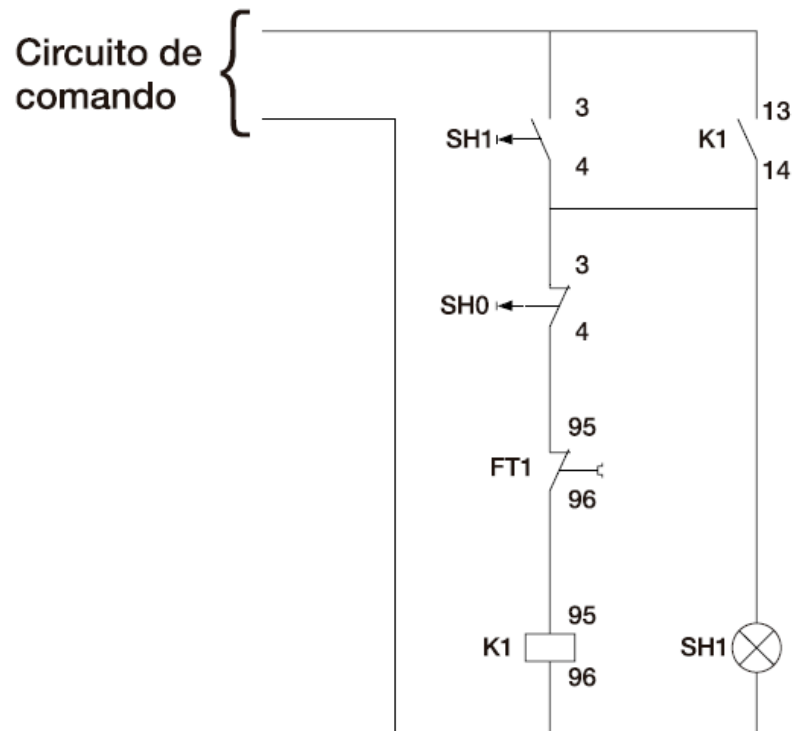
Partida direta

- Curvas de corrente e de conjugado (torque) pela velocidade.
- Ambas as curvas são normalizadas em relação aos valores nominais.



Fonte: (FRANCHI, 2009)

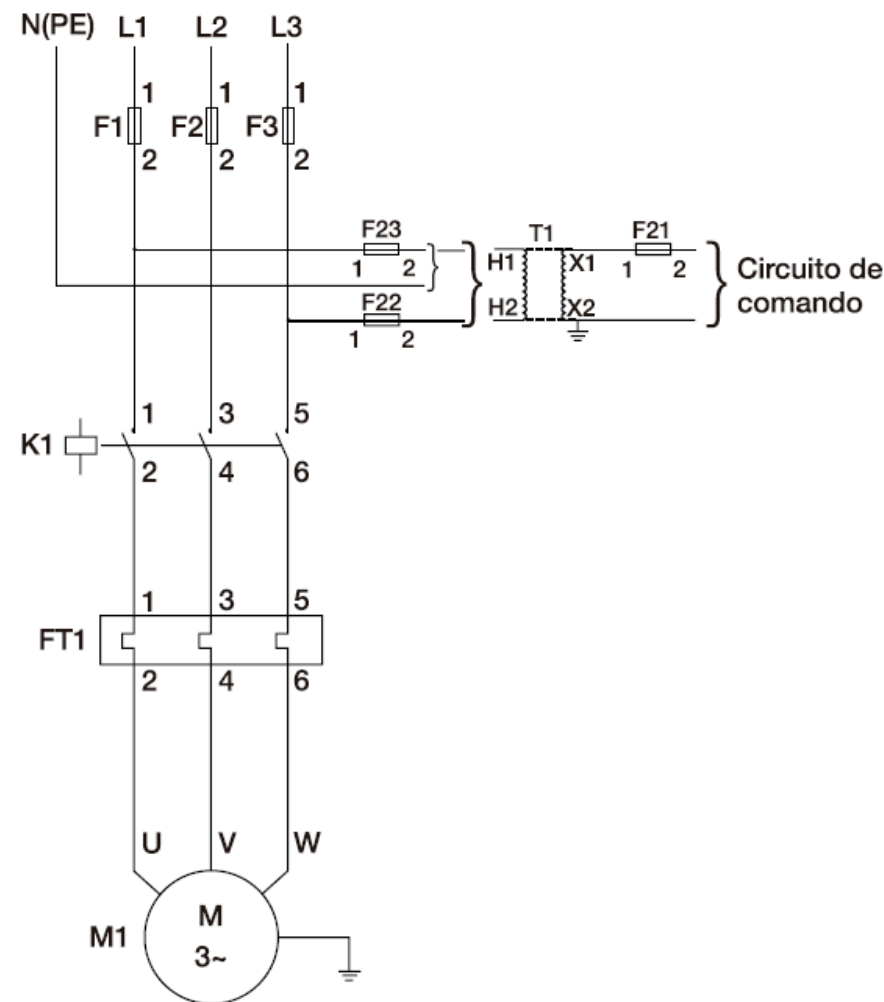
Diagramas de comando e força



F1, F2, F3 - Fusíveis de força
F21, F22, F23 - Fusíveis de comando
T1 - Transformador de comando
K1 - Contatores
FT1 - Relé de sobrecarga
SH1 - Botão de comando
KT1 - Relé de tempo
M1 - Motor

Dimensionamento

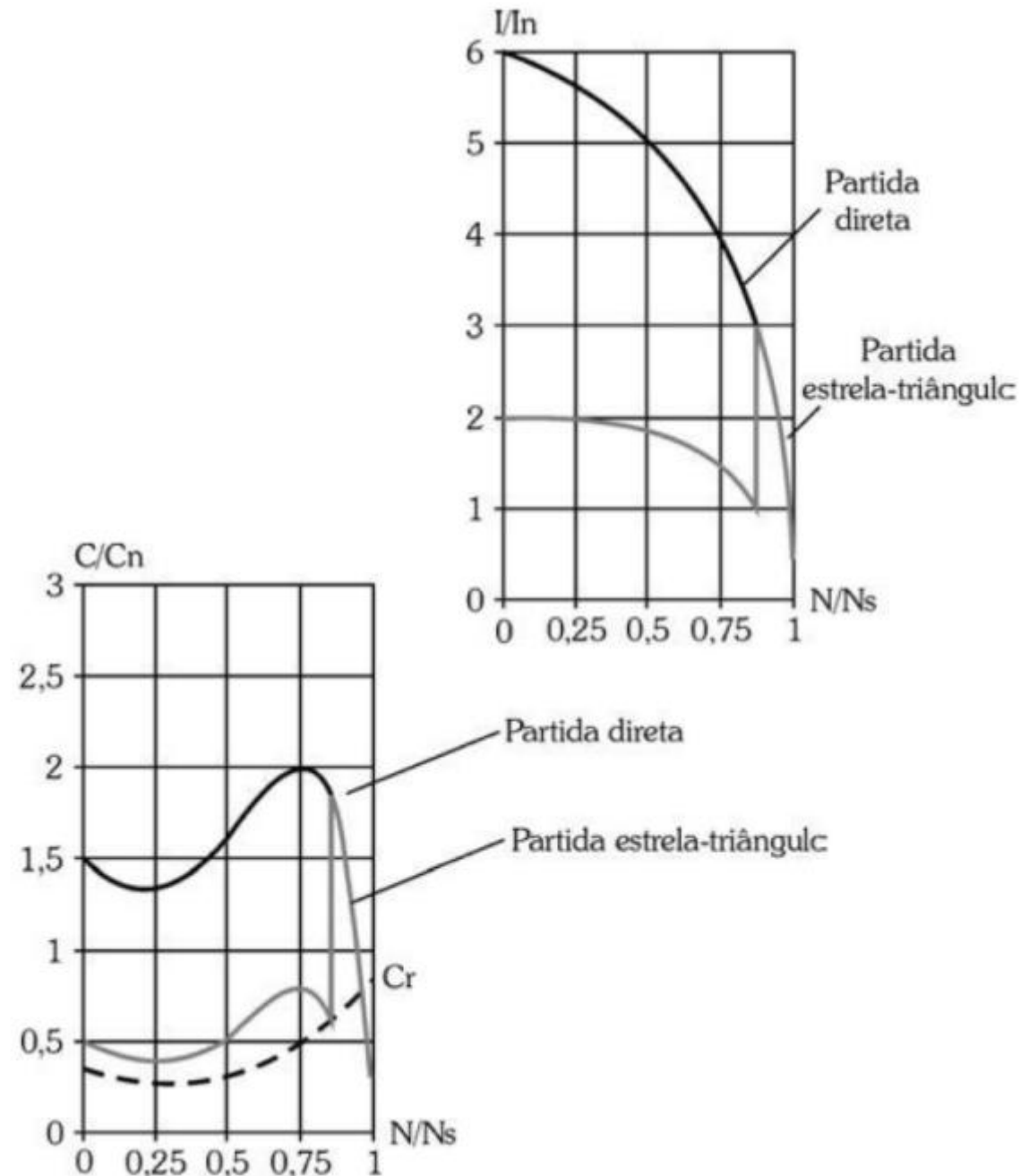
- Contator K1: deve suportar a corrente nominal do motor;
 - OBS: deve levar o fator de serviço (FS) em consideração, que é a elevação de corrente que o motor suporta sem danos;
- Relé de sobrecarga FT1: deve ter ajustado para I_n ;
- Fusíveis: deve suportar a corrente de partida I_p durante o tempo de partida (curva tempo-corrente) e as seguintes condições:
 - $I_f \geq 1,2I_n$
 - $I_f < I_{max,K1}$
 - $I_f < I_{max,FT1}$



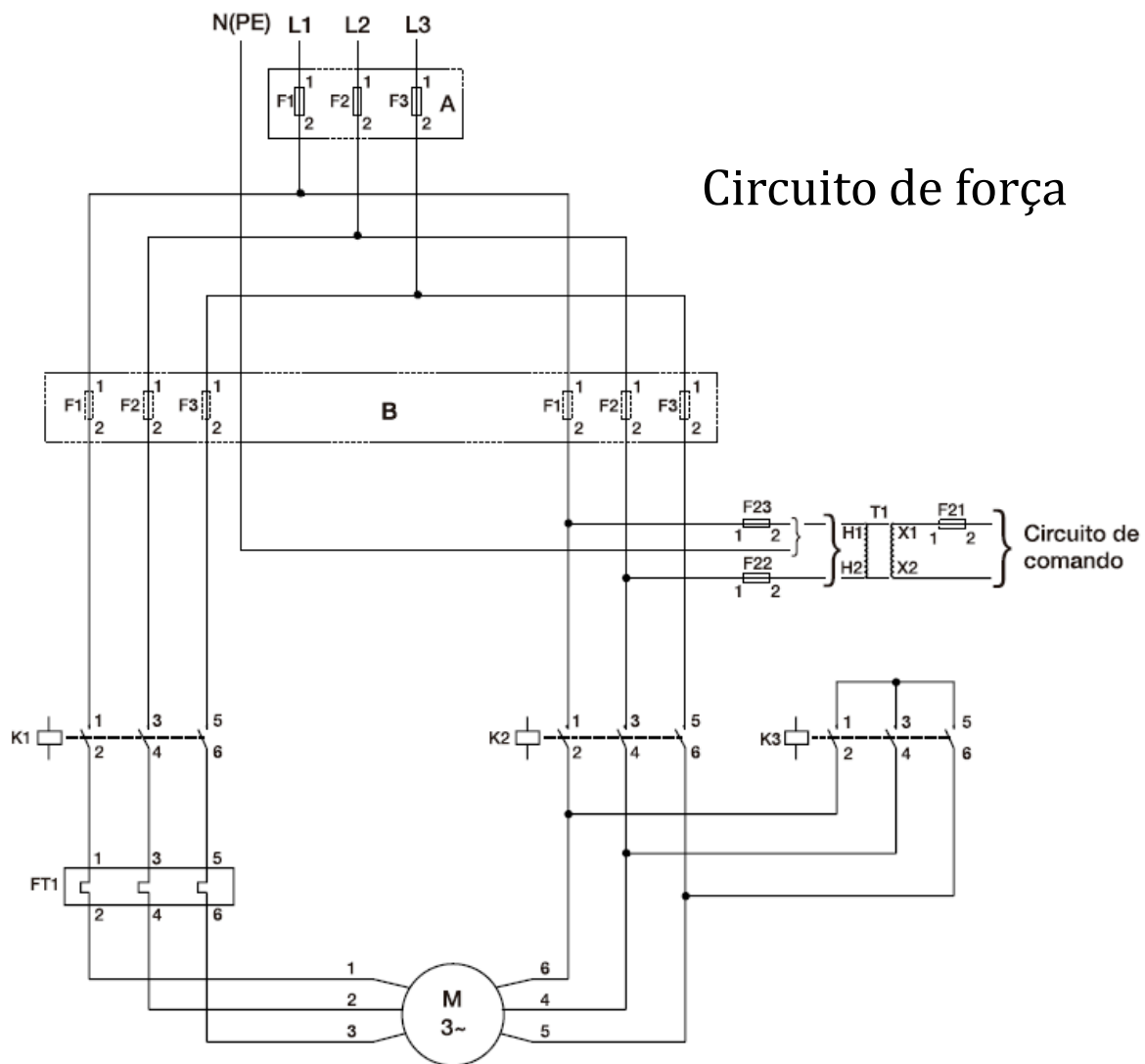
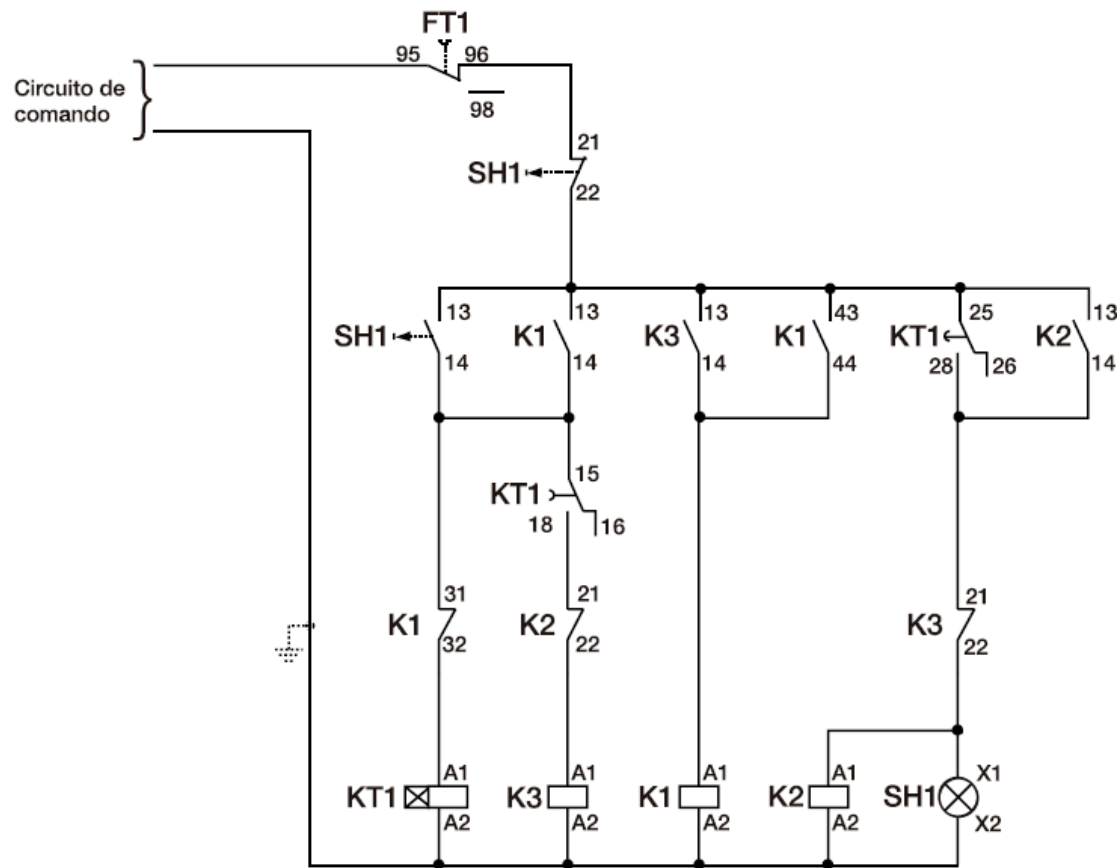
F1, F2, F3 - Fusíveis de força
F21, F22, F23 - Fusíveis de comando
T1 - Transformador de comando
K1 - Contatores
FT1 - Relé de sobrecarga
SH1 - Botão de comando
KT1 - Relé de tempo
M1 - Motor

Partida Estrela-triângulo

- Alimentação reduzida do motor.
- O motor parte em estrela com 0,58 p.u. (58%) da tensão nominal. Após um certo tempo, a ligação é convertida em triângulo, alimentando com tensão nominal.
- Redução da corrente de partida para 0,33 p.u. (33%). Deve ser usada em aplicações com conjugado resistente de até um terço do conjugado de partida.
- Redução da corrente de partida para 0,33 p.u. (33%). Deve ser usada em aplicações com conjugado resistente de até um terço do conjugado de partida

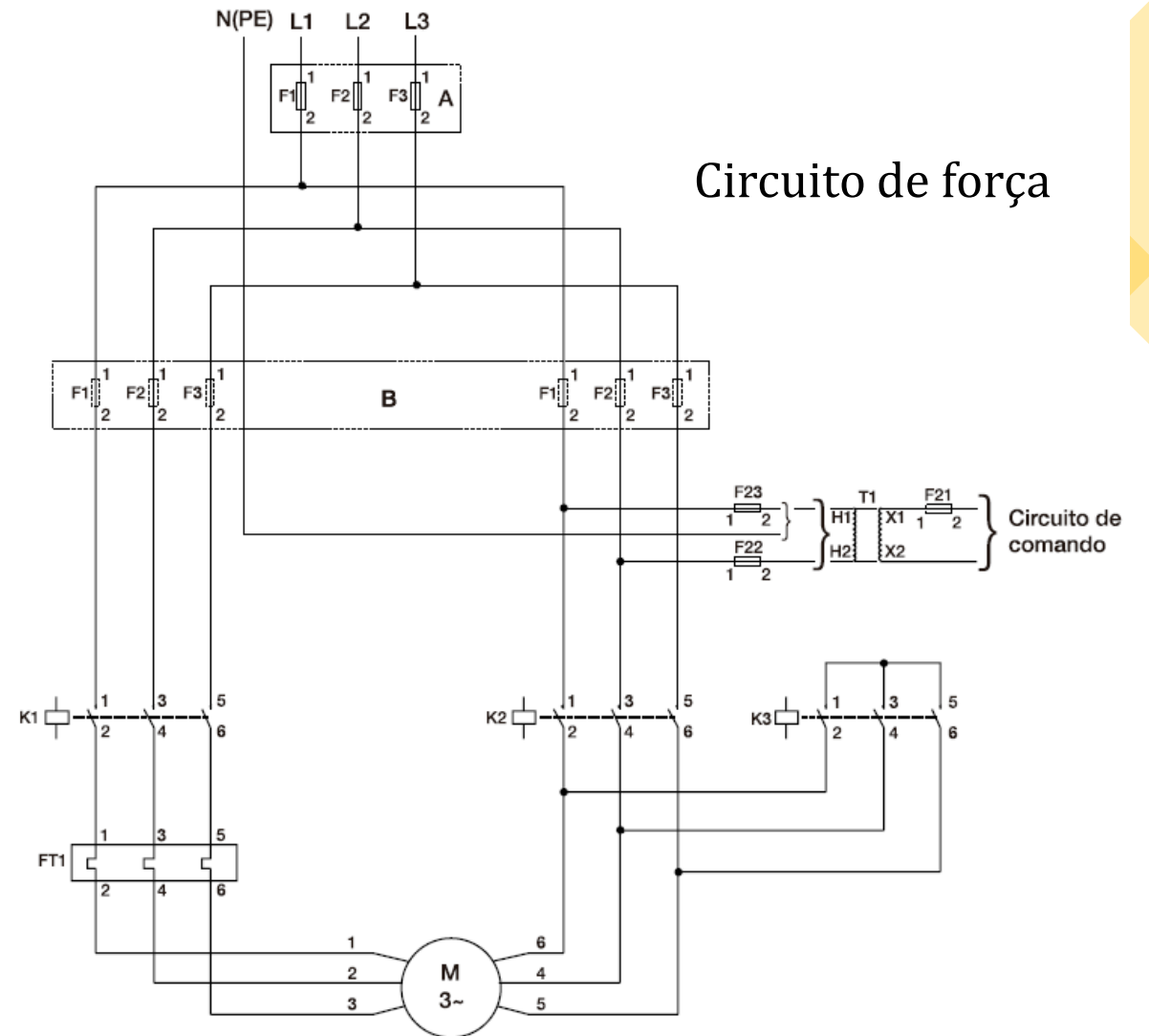


Diagramas de comando e força



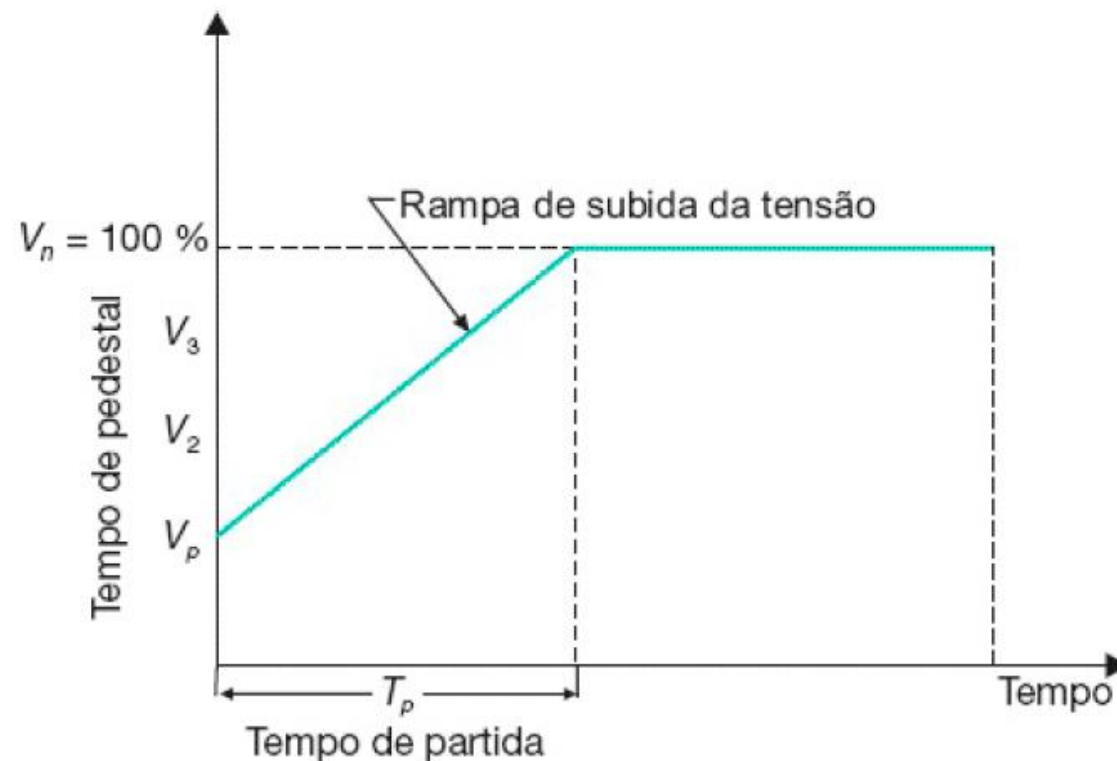
Dimensionamento

- Contatores:
 - K1 e K2: $I_{K1} = I_{K2} \geq \frac{I_n}{\sqrt{3}}$
 - K3: $I_{K3} \geq \frac{I_n}{3}$
 - Deve levar o fator de serviço (FS) em
- Relé de sobrecarga FT1: $I_{FT1} \geq \frac{I_n}{\sqrt{3}}$
- Fusíveis: deve suportar a corrente de partida durante o tempo de partida (curva tem corrente) e as seguintes condições:
 - $I_p = \frac{I_{p,direta}}{3}$
 - $I_f \geq 1,2 I_n$
 - $I_f < I_{max,K1}$
 - $I_f < I_{max,FT1}$



Softstarter

- Produz uma rampa de aceleração e desaceleração: partida suave.
- O controle das características de funcionamento, principalmente durante os períodos de partida e de parada;
- A proteção térmica do motor e do controlador;
- A proteção mecânica da máquina movimentada por supressão dos golpes e redução da corrente de partida.



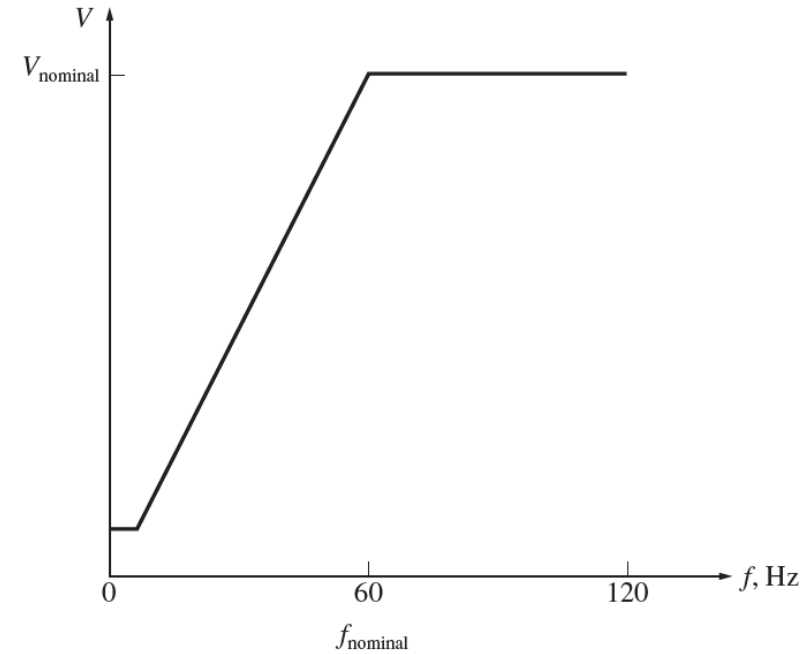
Fonte: (MAMEDE FILHO, 2017)

Inversor de frequência

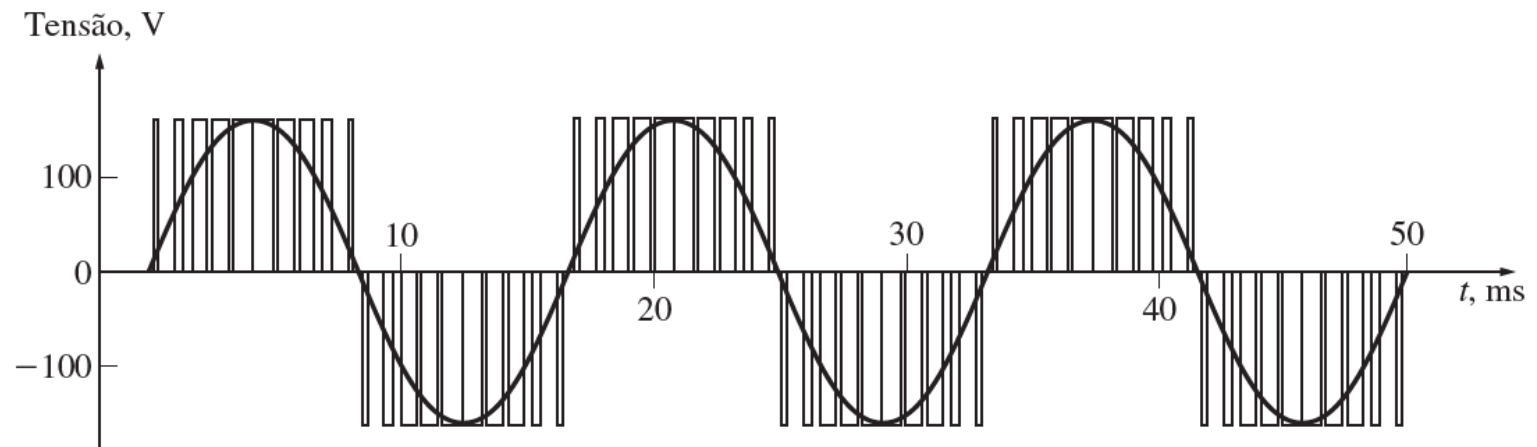
- Permitem o controle de velocidade do motor.
- Controle de tensão e frequência por PWM (*pulse-width modulation*)



Fonte: Disponível em <https://bit.ly/3dYV3ll>



Fonte: (CHAPMAN, 2013)



Fonte: (CHAPMAN, 2013)