

APRENDA A LIGAÇÃO DOS MOTORES

Guia prático de ligações de motores trifásicos de 6 e 12 pontas

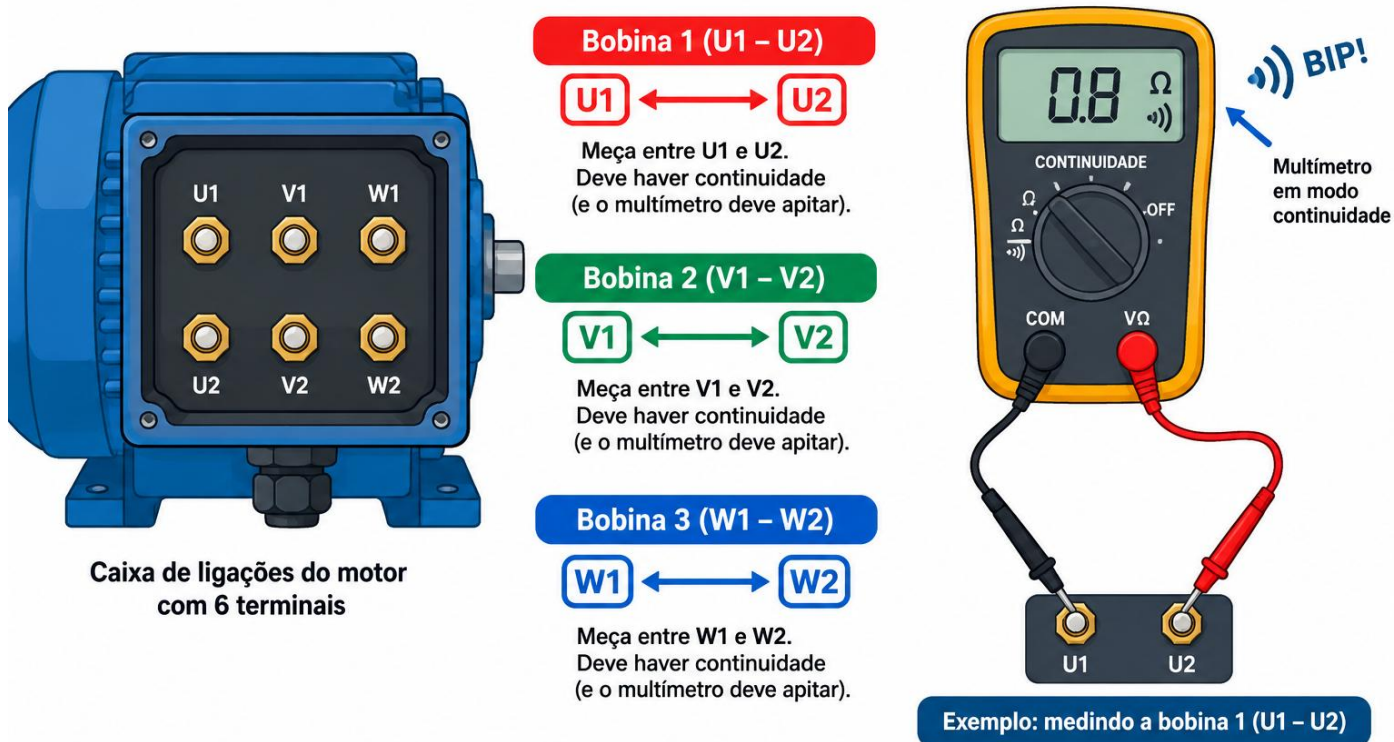
1. Identificação das Bobinas (Mesmo sem Marcação)

Todo motor de indução trifásico é composto internamente por 3 enrolamentos principais, correspondendo a um enrolamento por fase do sistema elétrico. Quando os cabos perdem a identificação original de fábrica, o primeiro procedimento mandatário em campo é a separação e o mapeamento dos conjuntos de bobinas por meio do teste de continuidade elétrica.

Com um multímetro posicionado na escala de continuidade sonora (buzzer) ou na menor escala de resistência ôhmica (200 Ω), encoste uma ponta de prova em um terminal de referência e passe a outra ponta pelos demais cabos até encontrar o par que aciona o sinal sonoro ou registra resistência ôhmica definida. Cada par mapeado corresponde a uma bobina individual:

- **Motor de 6 pontas:** Contém exatamente 3 pares independentes (U1–U2, V1–V2, W1–W2), OU 1-4,2-5 ,3-6
- **Motor de 12 pontas:** Contém exatamente 6 pares independentes, totalizando 2 bobinas eletricamente separadas por fase. AS BOBINAS DAO CONTINUIDADE EX: 1-4, 2-5, 3-6, 7-10, 8-11, 9-12.

Como identificar as bobinas de um motor de indução trifásico (usando um multímetro)



2. Terminais: 1, 2, 3 e U1, V1, W1

A identificação dos terminais em motores trifásicos pode seguir o padrão numérico clássico ou a padronização alfanumérica internacional estabelecida pela norma IEC 60034-8. O eletricitista industrial deve dominar a correspondência direta entre as duas convenções:

- **Numeração clássica (antiga):** Os terminais **1, 2 e 3** correspondem aos inícios das 3 fases, enquanto os terminais **4, 5 e 6** representam os respectivos fechamentos (fins) dessas fases.
- **Norma IEC (atual):** Os inícios são representados por **U1, V1 e W1**, e os respectivos fechamentos são designados como **U2, V2 e W2**.
- **Equivalência direta na placa:** **1 = U1, 2 = V1, 3 = W1, 4 = U2, 5 = V2 e 6 = W2**.
- **Motores de 12 pontas:** Cada fase possui 2 bobinas completas, resultando em 4 terminais por fase: fase U (**U1, U2, U3, U4** ou terminais **1, 4, 7, 10**), fase V (**V1, V2, V3, V4** ou terminais **2, 5, 8, 11**) e fase W (**W1, W2, W3, W4** ou terminais **3, 6, 9, 12**).

3. A Regra de Ouro: Estrela é a Maior Tensão, Triângulo a Menor

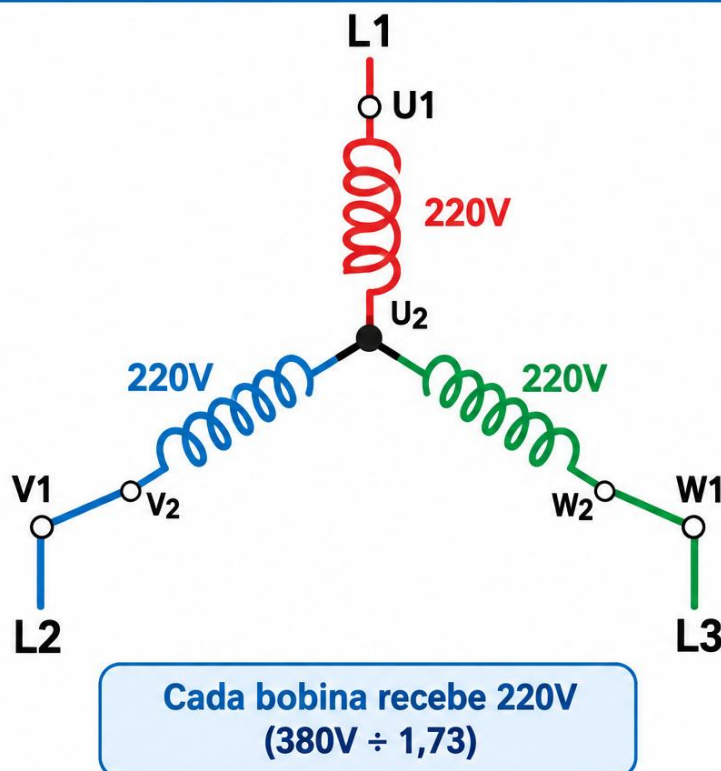
Regra Fundamental de Operação: A bobina de um motor trifásico padrão é fabricada para suportar a **menor tensão de placa**. Em uma máquina com tensão nominal 220/380V, cada enrolamento isolado foi dimensionado rigorosamente para operar sob **220V**.

3.1 Ligação Estrela (Y) — Maior Tensão

Na ligação Estrela, os terminais finais de todas as bobinas (**U2, V2, W2** ou **4, 5, 6**) são curto-circuitados entre si em um ponto comum, enquanto a alimentação trifásica da rede (L1, L2, L3) é conectada aos terminais de início (**U1, V1, W1** ou **1, 2, 3**). A tensão aplicada em cada bobina individual (tensão de fase,

O ponto central de fechamento da estrela atua exatamente como o neutro de um transformador trifásico equilibrado. A medição de tensão entre qualquer uma das fases de entrada e o centro estrela resulta em 220V em uma rede de 380V.

Ligação Estrela - MAIOR tensão (rede 380V)

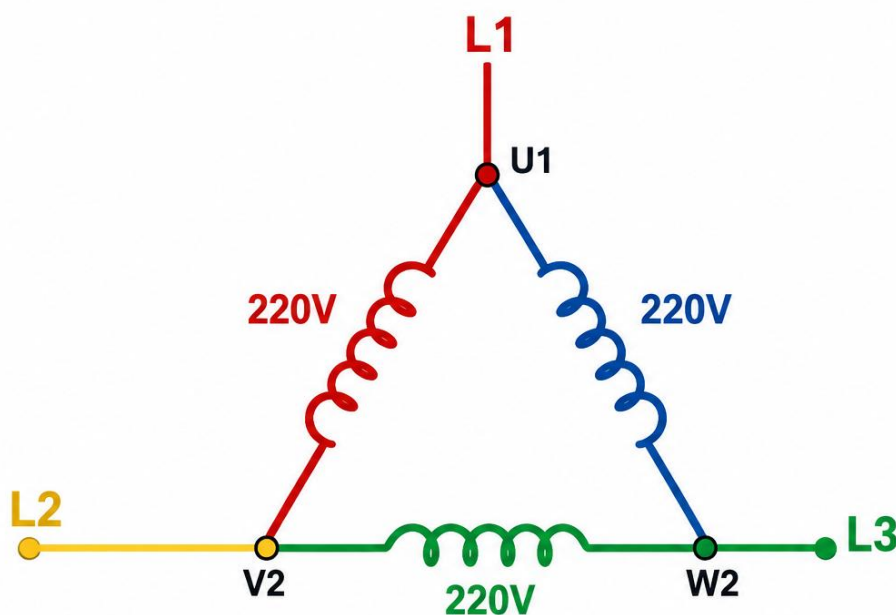


3.2 Ligação Triângulo (Δ) — Menor Tensão

Na ligação Triângulo, as bobinas são conectadas em anel fechado: o final de uma bobina liga-se ao início da fase subsequente (**U1 com W2, V1 com U2, W1 com V2** ou **1-6, 2-4, 3-5**). A alimentação trifásica (L1, L2, L3) é conectada

nos três pontos de junção. Nessa configuração, a tensão de fase é rigorosamente idêntica à tensão de linha da rede). Em uma rede trifásica de 220V, cada enrolamento recebe diretamente os 220V nominais.

Ligação Triângulo - MENOR tensão (rede 220V)



Conexões entre as bobinas

U1 – W2

V1 – U2

W1 – V2

Fases da rede

● L1 → vértice U1

● L2 → vértice V2

● L3 → vértice W2

Cada bobina recebe a tensão de linha 220V

4. Motor 220/380V na Prática

Para conectar corretamente um motor de 6 pontas com especificação 220/380V, verifique a tensão de linha da rede elétrica do cliente ou da planta:

- **Rede Trifásica 220V:** Executar a ligação em **Triângulo (Δ)** (menor tensão de placa).
- **Rede Trifásica 380V:** Executar a ligação em **Estrela (Y)** (maior tensão de placa).

Em ambos os casos, a tensão efetiva sobre os terminais de cada bobina interna será de exatamente **220V**, garantindo rendimento pleno, fluxo magnético correto e operação dentro da classe térmica do motor.

5. Motor 380/660V na Prática

Em motores de média e grande potência identificados com placa 380/660V, as bobinas foram construídas para suportar **380V** individualmente. O critério de escolha obedece à mesma lógica operacional:

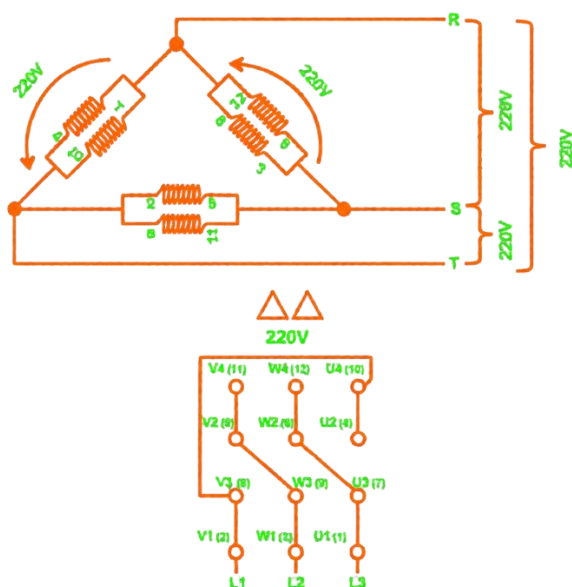
- **Rede Trifásica 380V:** Executar a ligação em **Triângulo (Δ)** (menor tensão de placa, aplicando 380V diretos por bobina).
- **Rede Trifásica 660V:** Executar a ligação em **Estrela (Y)** (maior tensão de placa, onde TEREMOS 380V NA BOBINA)

A regra decisória em bancada ou painel é invariável: se a rede for igual à **menor tensão** descrita na placa, adota-se o fechamento em **Triângulo**; se for igual à **maior tensão**, adota-se **Estrela**.

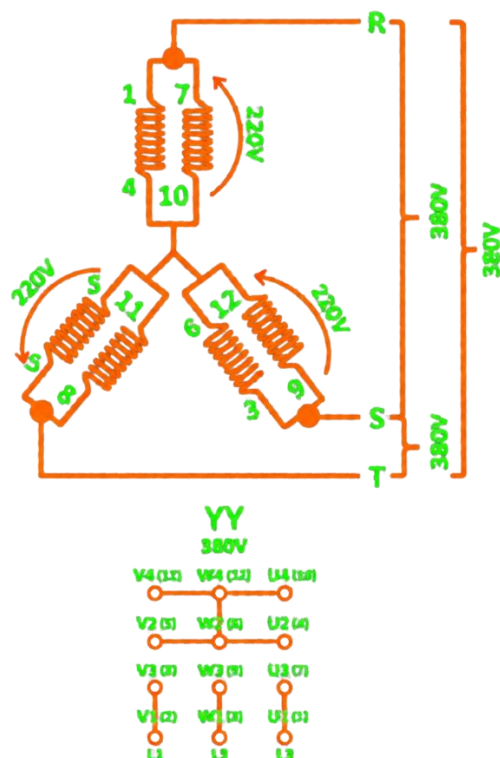
6. Motor de 12 Pontas: 4 Tensões Diferentes

O motor trifásico com 12 terminais possui 2 enrolamentos independentes por fase. Essa característica construtiva possibilita a associação dessas bobinas em série ou em paralelo, combinando-as com fechamentos em Triângulo ou Estrela para operação em quatro faixas distintas de tensão industrial:

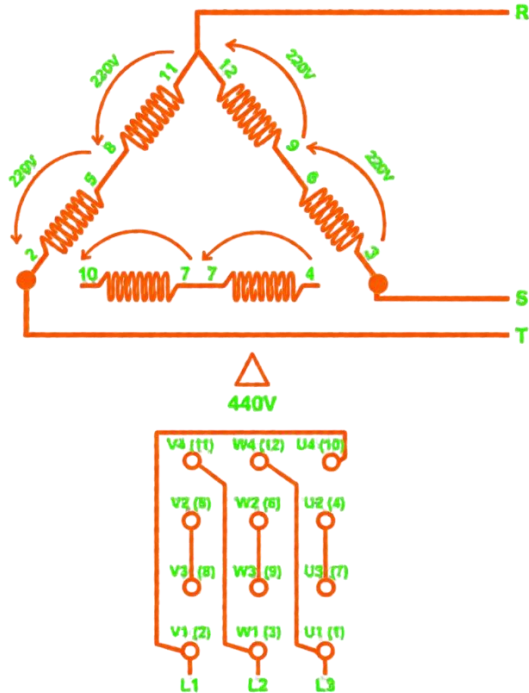
- **Rede 220V (Duplo Triângulo Paralelo):** As duas bobinas de cada fase são dispostas em paralelo e fechadas em triângulo. Cada bobina recebe 220V diretamente.



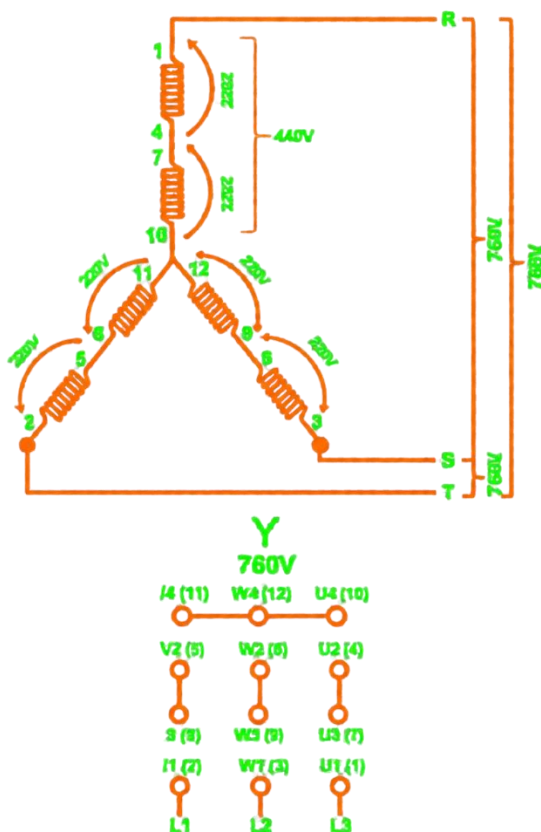
- **Rede 380V (Dupla Estrela Paralela):** As duas bobinas de cada fase são dispostas em paralelo e fechadas em estrela. Cada bobina recebe 220V



- **Rede 440V (Triângulo Série / Duplo Triângulo):** As duas bobinas de cada fase são conectadas em série sob fechamento triângulo. A tensão de 440V divide-se igualmente entre as duas bobinas 220V CADA



- **Nível 760V (Estrela Série / Dupla Estrela):** As duas bobinas de cada fase são conectadas em série sob fechamento estrela. A divisão de tensão resulta em 220V.



O nível de 760V não é disponibilizado pelas concessionárias como rede de distribuição comercial, mas é essencial no projeto de sistemas de partida indireta estrela-triângulo para motores acoplados a redes de 440V, reduzindo significativamente o pico de corrente de partida

Tabela de Referência Rápida para Ligações

Tipo de Motor	Tensão da Rede	Tipo de Ligação	Tensão em Cada Bobina
220/380V (6 pontas)	220V	Triângulo (Δ)	220V
220/380V (6 pontas)	380V	Estrela (Y)	220V
380/660V (6 pontas)	380V	Triângulo (Δ)	380V
380/660V (6 pontas)	660V	Estrela (Y)	380V
12 pontas	220V	Triângulo (bobinas em paralelo)	220V
12 pontas	380V	Estrela (bobinas em paralelo)	220V
12 pontas	440V	Duplo Triângulo (bobinas em série)	220V
12 pontas	760V*	Dupla Estrela (bobinas em série)	220V

**Nota: 760V não constitui fornecimento de rede comercial; trata-se da configuração de impedância utilizada na partida estrela-triângulo de motores 440/760V em barramentos industriais de 440V.*

7. Inversão do Sentido de Rotação

A reversão do sentido de giro de qualquer motor de indução trifásico é executada exclusivamente pela alteração da sequência de fases da alimentação externa. Não há necessidade de alterar pontes internas ou cabos de fechamento dentro da caixa de ligação do motor.

- Sequência horária padrão: **L1, L2, L3** conectados aos bornes de entrada.
- Sequência invertida (anti-horária): Permute duas fases de alimentação quaisquer entre si (exemplo: **trocar L1 com L2**, mantendo L3 fixo).

8. Diagnóstico de Falhas: Principais Causas de Queima

Atenção Técnica: Mais de 80% das avarias em estatores de motores industriais decorrem de erros de fechamento, falta de proteção térmica ou alimentação inadequada.

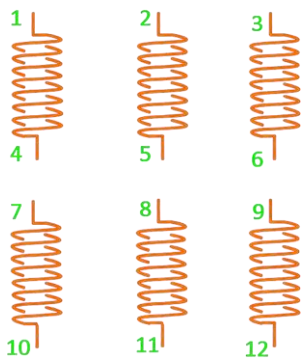
- **Ligação Incorreta:** Conectar um motor 220/380V em Triângulo numa rede 380V submete as bobinas de 220V a uma sobretensão de 380V, elevando a corrente a níveis destrutivos e queimando o isolamento em poucos minutos. Por outro lado, ligar em Estrela numa rede de 220V entrega apenas 127V a cada bobina; o motor perde 66% de seu conjugado nominal, não vence a carga mecânica, opera sob escorregamento elevado e sofre queima térmica por sobrecorrente induzida.
- **Falta de Fase (Operação Bifásica):** A interrupção de um dos condutores de alimentação com o motor em carga faz com que as fases remanescentes absorvam correntes excessivas (até 1,73 vezes a nominal), destruindo os enrolamentos afetados se o relé de sobrecarga ou disjuntor-motor não desarmar a tempo.

- **Sobrecarga Mecânica Contínua:** Travamento de eixo, desgastes severos em mancais ou excesso de carga no acoplamento forçam o estator a operar acima de sua corrente nominal (I_n).
- **Subtensão ou Desbalanço de Fases:** Tensão abaixo da tolerância de placa ($\pm 10\%$) ou assimetria de tensão superior a 2% entre fases causa aquecimento desigual e elevação de perdas magnéticas.
- **Bloqueio de Refrigeração:** Camada de poeira ou obstrução física na carcaça e na tampa defletora do ventilador impede a dissipação térmica projetada.
- **Ciclo Excessivo de Partidas:** Partidas consecutivas sem intervalo para resfriamento acumulam calor extremo devido à corrente de partida (I_p/I_n de 6 a 8 vezes a nominal).
- **Contaminação por Umidade e Agentes Químicos:** Penetração de água, óleo ou pó condutivo degrada o verniz dielétrico e provoca curto-circuito entre espiras ou fase-carcaça.

9. Como Testar se o Motor Está Queimado

Antes de qualquer teste, **DESLIGUE** o motor da rede, bloqueie a alimentação (trava e etiqueta) e confirme a ausência de tensão com um multímetro ou detector de tensão. Só depois mexa nos terminais.

Resumo: As bobinas devem obedecer a essa ordem, se ela der continuidade com outra bobina outra numeração ela está em curto entre as bobinas, e se não der continuidade, ela está com a bobina rompida, e se der continuidade com a carcaça está em curto com a cargaça... então qualquer outra medição que der continuidade e não for entre começo e fim dessas bobinas condena o motor



9.1 Teste de continuidade das bobinas (escala de ohm)

- Meça a resistência entre os pares de cada bobina: **U1-U2(1-4)**, **V1-V2(2-5)**, **W1-W2(3-6)**.
- O esperado é uma resistência baixa (poucos ohms) e equilibrada entre as três fases, com diferença pequena entre elas.
- Se uma bobina mostrar aberto (**OL**, infinito) → **enrolamento rompido, motor queimado**.
- Se a resistência for muito baixa ou zero entre dois terminais de fases diferentes → **curto entre fases**.

9.2 Teste de curto entre fases

- Meça entre os inícios das fases: **U1-V1(1-2)**, **U1-W1(1-3)**, **V1-W1(2-3)**.
- O esperado é circuito aberto (infinito).
- Se houver continuidade → **curto entre enrolamentos de fases diferentes, motor queimado**.

9.3 Teste de isolamento fase-carcaça (megaôhmetro)

- Use um **megaôhmetro (megger)** na tensão adequada (500V ou 1000V).
- Meça entre cada terminal e a carcaça (ponto de aterramento).

- Valores de referência: acima de **1 MΩ** é aceitável para motor em serviço; motores novos ou recém-rebobinados costumam apresentar acima de **100 MΩ**.
- Abaixo de **1 MΩ** → **isolamento degradado, risco de curto fase-terra**.

9.4 Teste com multímetro comum (sem megôhmetro)

- Na escala de ohm, encoste uma ponta de prova na carcaça e a outra em cada terminal.
- Se apitar ou mostrar resistência baixa → **enrolamento encostando na carcaça, motor queimado**.

9.5 Sinais visuais e de operação

- Cheiro forte de queimado, pontos escuros ou derretidos no enrolamento, verniz escurecido.
- Fusível queimado ou disjuntor desarmando sempre que o motor é ligado.
- Motor que esquenta demais, vibra ou não parte mesmo com tensão correta.

9.6 Limitação do multímetro comum

- Curto entre espiras da mesma bobina (poucas voltas) nem sempre aparece no teste de continuidade, porque a resistência muda muito pouco. Nesse caso, o diagnóstico é feito por queda de tensão entre fases em operação, medição de corrente desequilibrada ou teste de indutância.

Conclusão

A regra mestra das instalações elétricas industriais é simples: **em toda ligação correta, cada bobina individual deve receber exatamente a tensão nominal para a qual foi projetada**. Adota-se o fechamento em **Estrela** para a maior tensão do motor, **Triângulo** para a menor tensão e o arranjo de bobinas em **série ou paralelo** para viabilizar as 4 tensões disponíveis nos motores de 12 pontas.

Documento elaborado em 19 de setembro de 2026. As informações contidas são de responsabilidade do solicitante.