

# CONVERSÃO DE ENERGIA 2

Ligações de um MIT

---

**Prof. Dr. Cesar da Costa**

E-mail: [ccosta@ifsp.edu.br](mailto:ccosta@ifsp.edu.br)

**Site: [www.professorcesarcosta.com.br](http://www.professorcesarcosta.com.br)**

# Ligações do M.I.T.

## □ Estator

- ❖ Nas ranhuras internas, mostradas na Fig. 2.1, são alojados três enrolamentos idênticos espaçados de  $120^\circ$  el. Os enrolamentos são normalmente de dupla camada, de passo fracionário, com bobinas distribuídas e podem ter seis, nove ou 12 terminais ou pontas.

6 terminais  $\Rightarrow$  conexão  $\Delta$  ou Y

9 terminais  $\Rightarrow$  conexão Y série ou paralelo

12 terminais  $\Rightarrow$   $\Delta$  ou Y série ou ainda  $\Delta$  ou Y paralelo

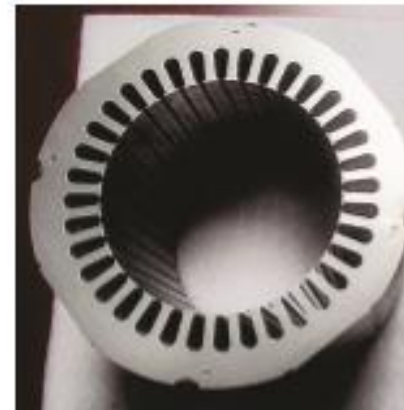
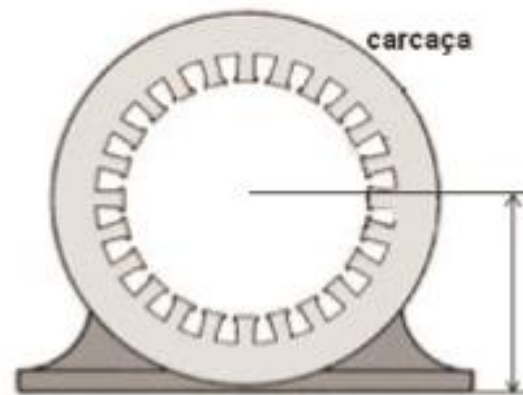
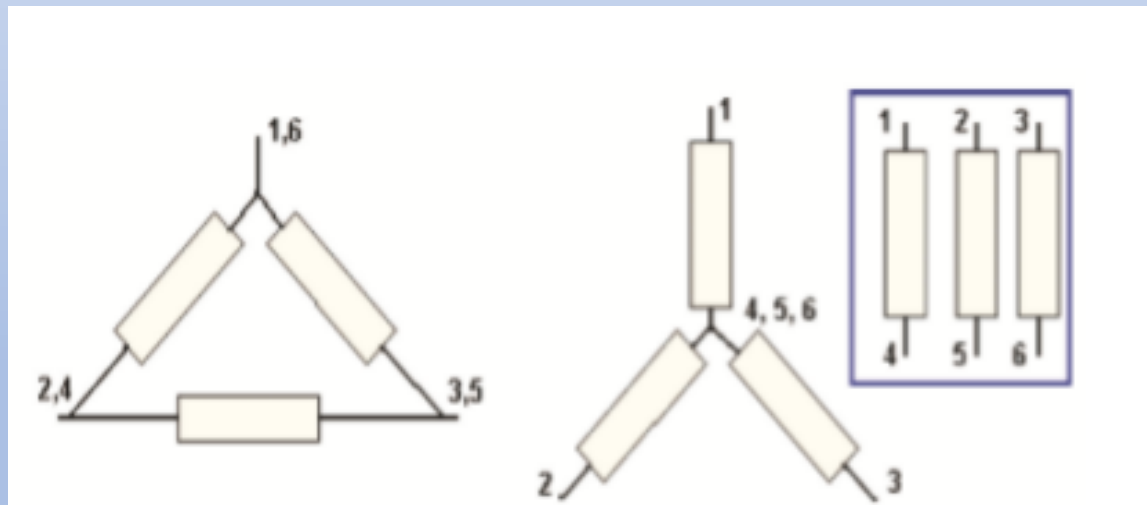


Fig. 2.1 – Estator ranhurado internamente.

## Ligações do M.I.T.

- ❖ A Fig. 2.2 mostra a associação de bobinas em  $\Delta$  e em Y para um motor de 6 terminais (pontas). A numeração apresentada é um padrão comumente usado.



**Triângulo/ Delta**

**Estrela**

# LIGAÇÃO MOTOR DE 6 PONTAS

1 → **Triângulo:** Com a tensão nominal do enrolamento de fase igual a 220 V (ver figura 2.1a);

2 → **Estrela:** Com o enrolamento conectado em estrela a tensão de linha passa a ser  $\sqrt{3}$  vezes a tensão do enrolamento em  $\Delta$  ( $\sqrt{3} \cdot 220 = 380\text{V}$ ) (ver figura 2.1b);

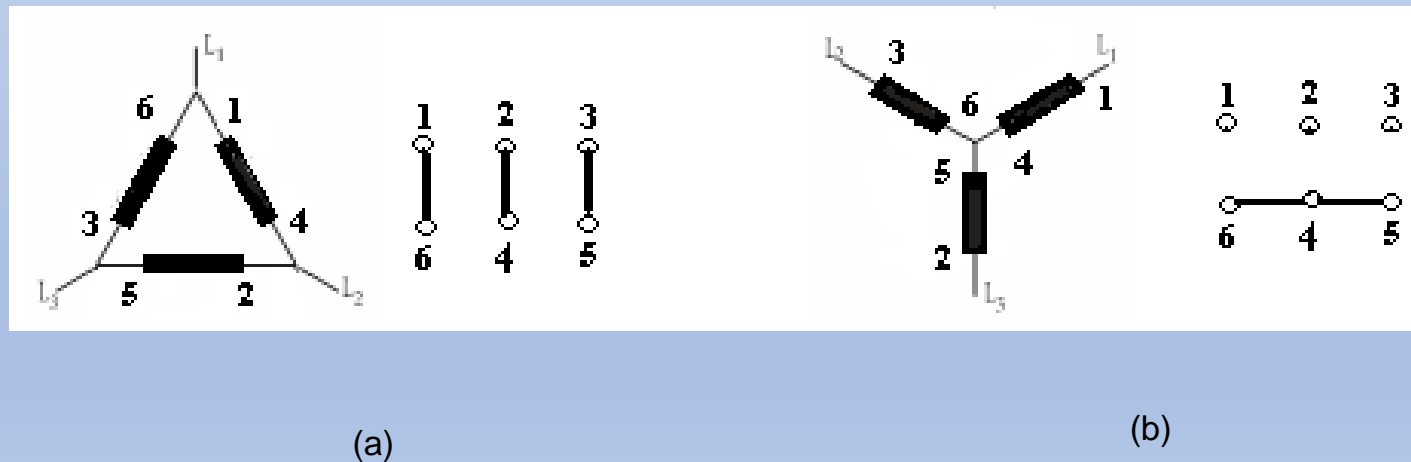
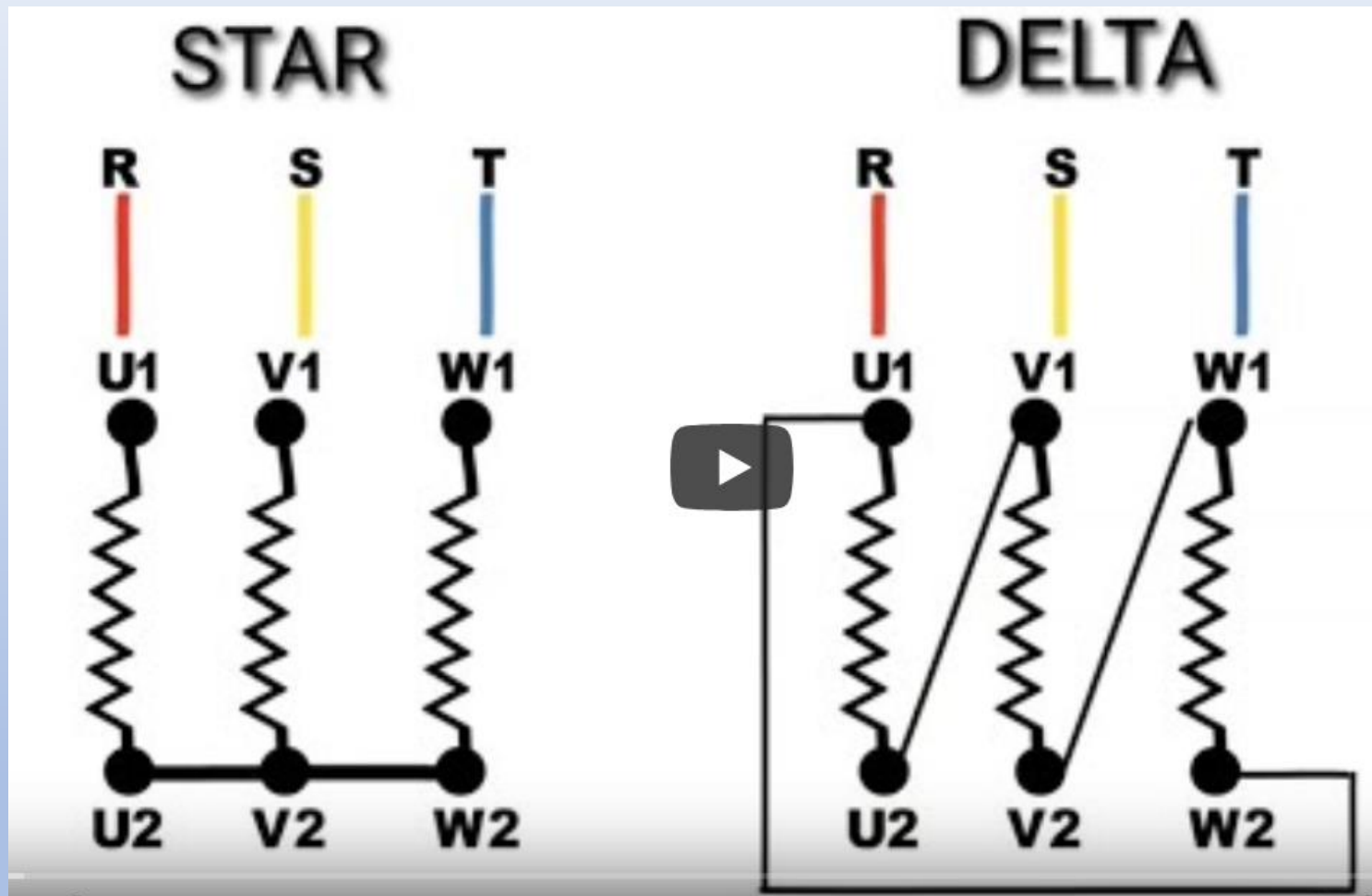


Fig. 2.1 – Ligações triângulo e estrela de um motor 6 terminais

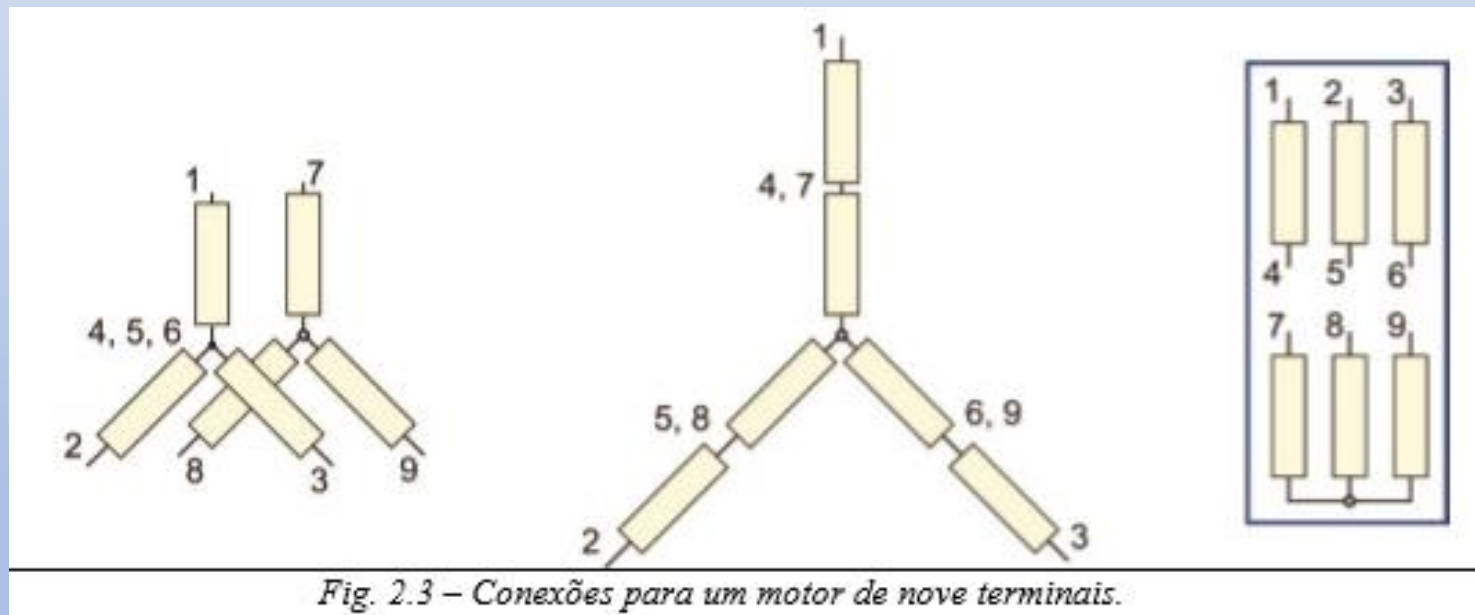
# LIGAÇÃO MOTOR DE 6 PONTAS



<https://www.youtube.com/watch?v=T9QmCx-ax-o>

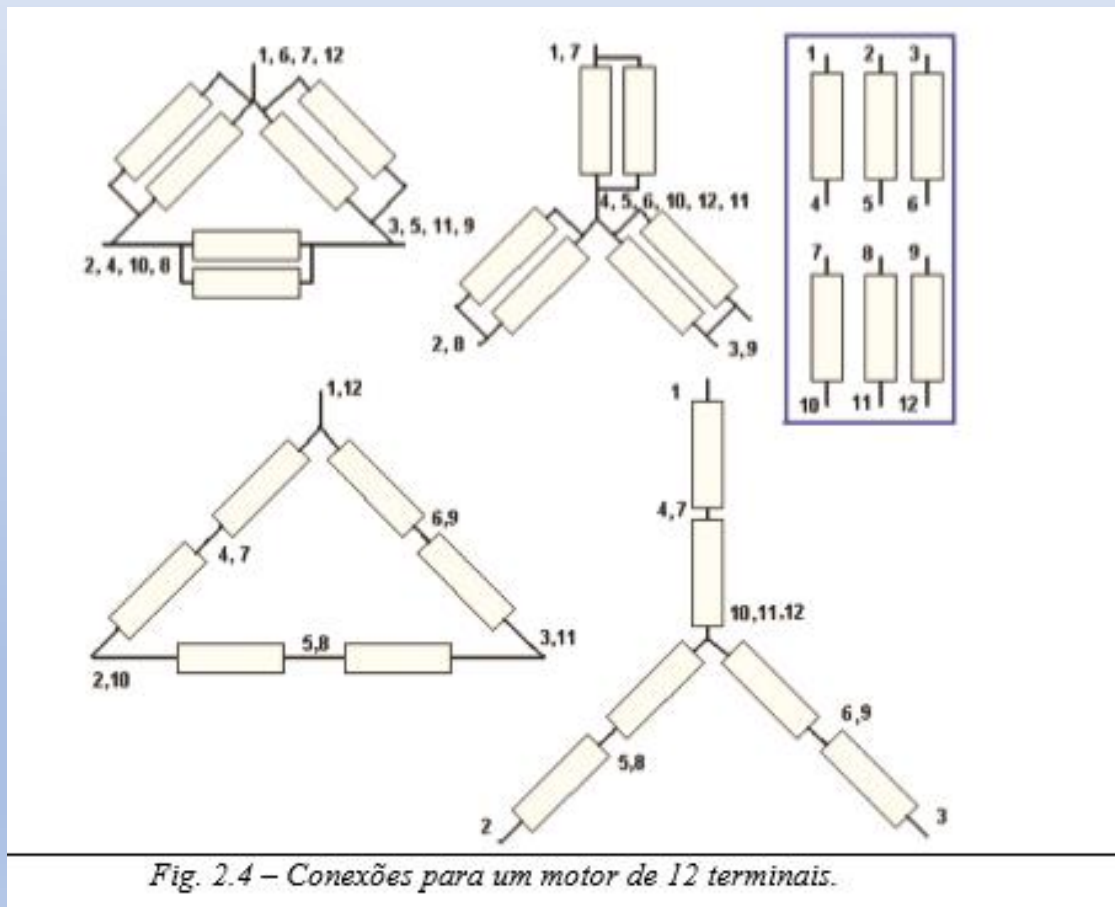
# LIGAÇÃO MOTOR DE 9 PONTAS

- ❖ Para um motor de nove terminais as associações são apresentadas na Fig. 2.3.



# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

- ❖ Para um motor de 12 terminais as associações possíveis são apresentadas na Fig. 2.4.



# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

No caso do motor de 12 terminais, existem quatro tipos possíveis de ligação:

- ❖ Triângulo em paralelo: a tensão nominal é 220 V (ver figura 2.2)
- ❖ Estrela em paralelo: a tensão nominal é 380 V (ver figura 2.2)
- ❖ Triângulo em série: a tensão nominal é 440 V (ver figura 2.2)
- ❖ Estrela em série: a tensão nominal é 760 V (ver figura 2.2)

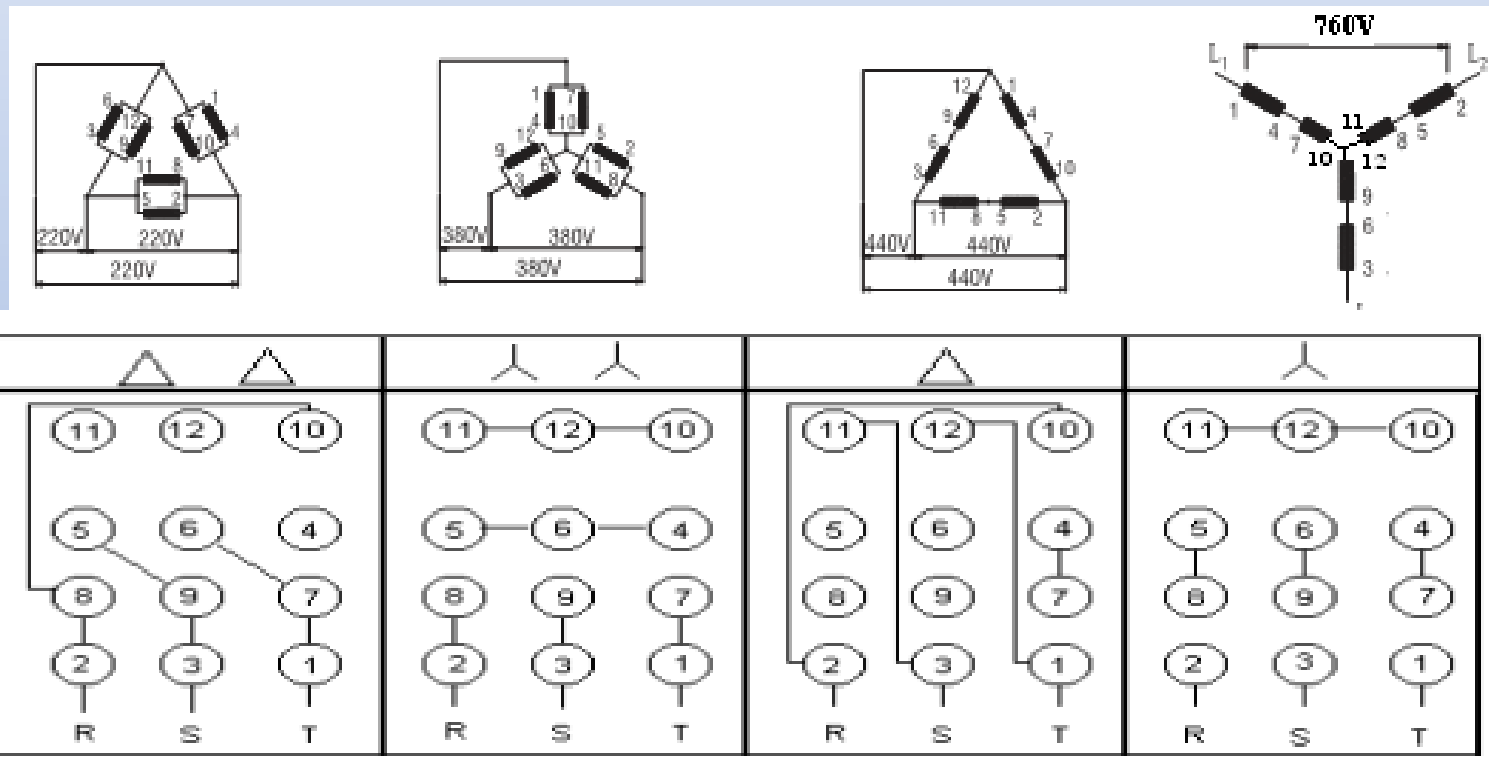


Fig. 2.2 – Ligações estrela – triângulo em um motor de 12 terminais



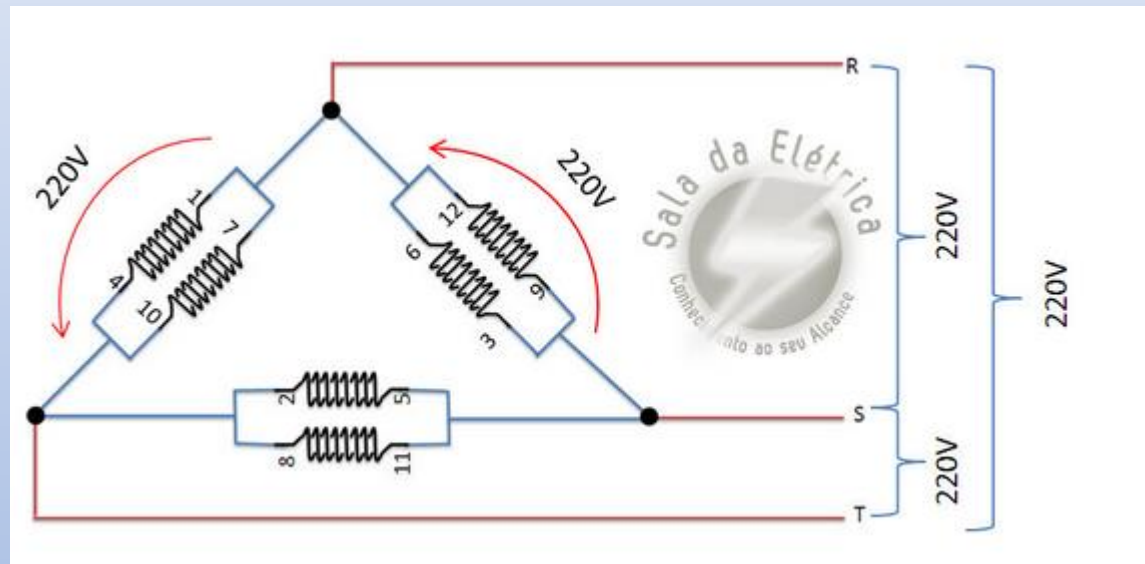
# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

- ❑ A união dos terminais segue uma determinada ordem padrão. Existe uma regra prática para fazê-lo: numera-se sempre os terminais de fora com 1, 2 e 3 e ligam-se os terminais restantes. No caso do motor de 12 terminais deve-se ainda associar as séries e os paralelos com as bobinas correspondentes, como por exemplo paralelo (1-4 com 7-10).



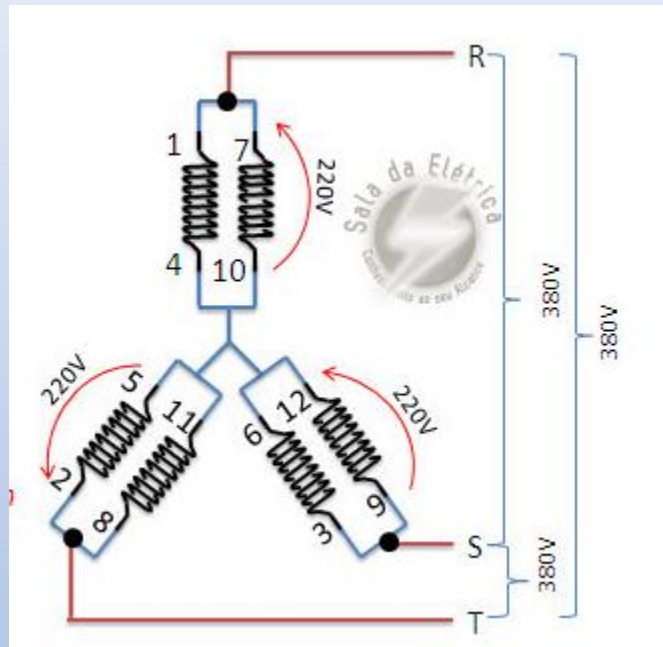
# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

❑ Fechamento Duplo Triângulo/Delta:



# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

❑ Fechamento Duplo Estrela:

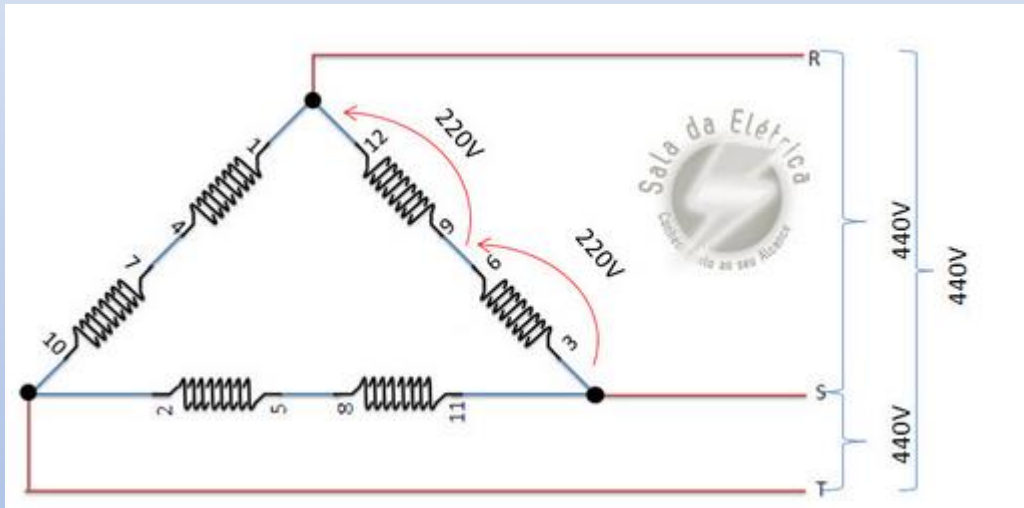


❖ Com a Tensão de Linha de 380V representadas em R, S e T temos, respectivamente, as Tensões de Fase de 220V em cada uma das bobinas, sendo que:

$$\underline{V_f} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \rightarrow \underline{V_f} = \frac{380}{\sqrt{3}} \rightarrow \underline{V_f} = 220V$$

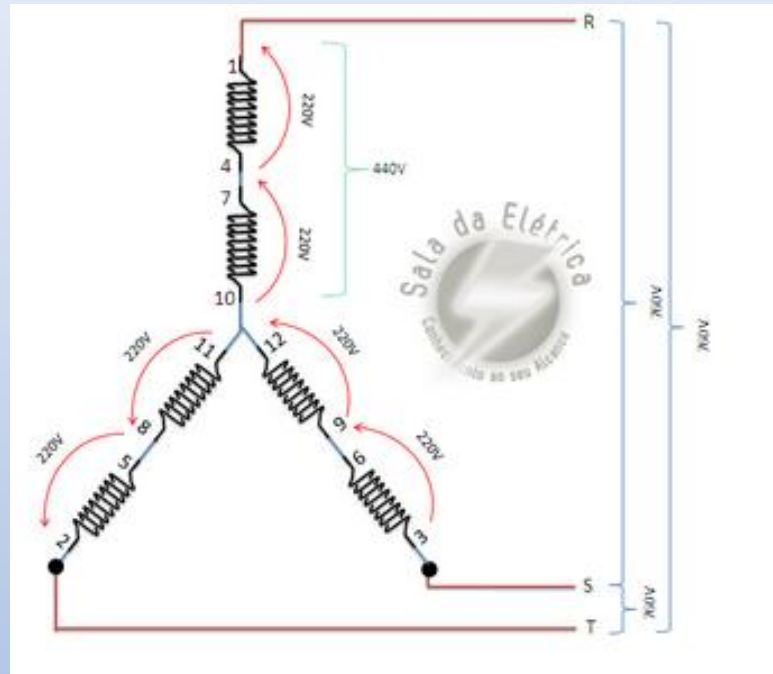
# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

❑ Fechamento Triângulo:



# LIGAÇÃO MOTOR DE 12 PONTAS

## ❑ Fechamento Estrela:



- ❖ Os conjuntos de bobinas são associados em série a fim de garantir a distribuição da tensão de fase de forma proporcional a cada uma. Sendo a tensão de Linha (Alimentação) de 760V podemos deduzir que a tensão de fase será de 440V:

$$V_f = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \Rightarrow V_f = \frac{760}{\sqrt{3}} \Rightarrow V_f = 440V$$

# Placa de Identificação do Motor



<https://www.youtube.com/watch?v=FIJXgSrlD84>

# Placa de Identificação do Motor

- **CV**: Potência mecânica do motor em cv. É a potência que o motor pode fornecer, dentro de suas características nominais.
- **I<sub>p</sub>/I<sub>n</sub>**: Relação entre as correntes de partida e nominal;
- **Hz**: Frequência da tensão de operação do motor;
- **RPM**: Velocidade do motor na frequência nominal de operação;

# Placa de Identificação do Motor

→ **V**: Tensão de alimentação;

→ **A**: Corrente que o motor absorve da rede quando funciona à potência nominal, sob tensão e frequência nominais;

→ **F.S**: Fator de serviço: Fator que aplicado à potência nominal, indica a carga permissível que pode ser aplicada continuamente ao motor, sob condições especificadas.



# Placa de Identificação do Motor

**WEG** ALTO *Plus*  
RENDIMENTO PREMIUM

3 112M 21JANDE 1000197470

INDUTOR INDOR-SUPER-CAE In 60 Cat II

W11=01 5.5 (7 1/2)  $\frac{HP}{kW}$  3500

$\frac{I_{sc}}{I_n}$  1.15  $\frac{I_{sc}}{I_n}$  F  $\Delta$  80 K  $\frac{I_{sc}}{I_n}$  8.0 IP55

380/660 V 10.9/6.30 A

INSUL. S1 MAX.AMB 40°C ALT 1000 m

380 V  $\begin{matrix} W2 & U2 & Y2 \\ | & | & | \\ U1 & V1 & W1 \end{matrix}$   $\Delta$  L1 L2 L3

660 V  $\begin{matrix} W2 & U2 & Y2 \\ | & | & | \\ U1 & V1 & W1 \end{matrix}$  Y L1 L2 L3

6507-ZZ POLYREX EM E220 43 Kp

6206-ZZ

1002275

85%  $\eta$  PR 7  
COS  $\phi$  0.86

CE

1000197470

0122275

# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar

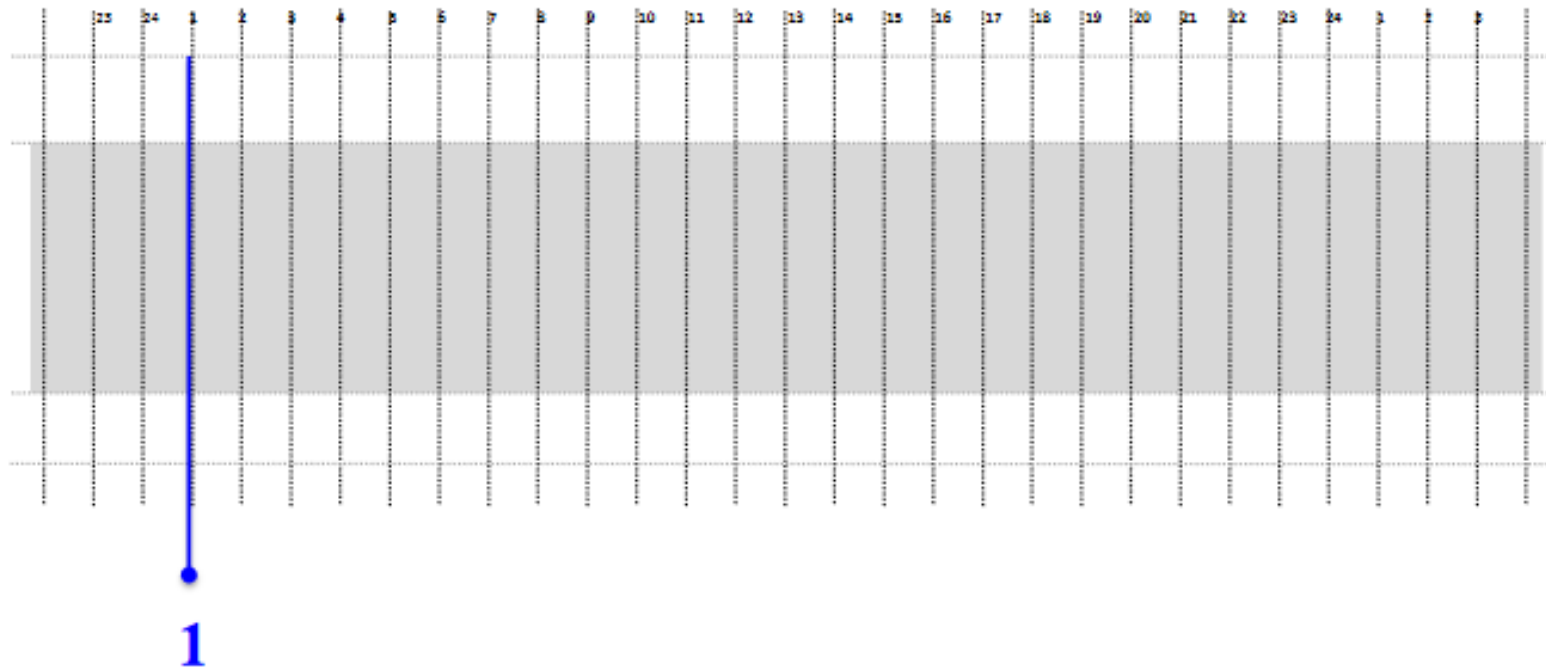
$\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase

$q = 2$

Grupos de bobinas

$k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar

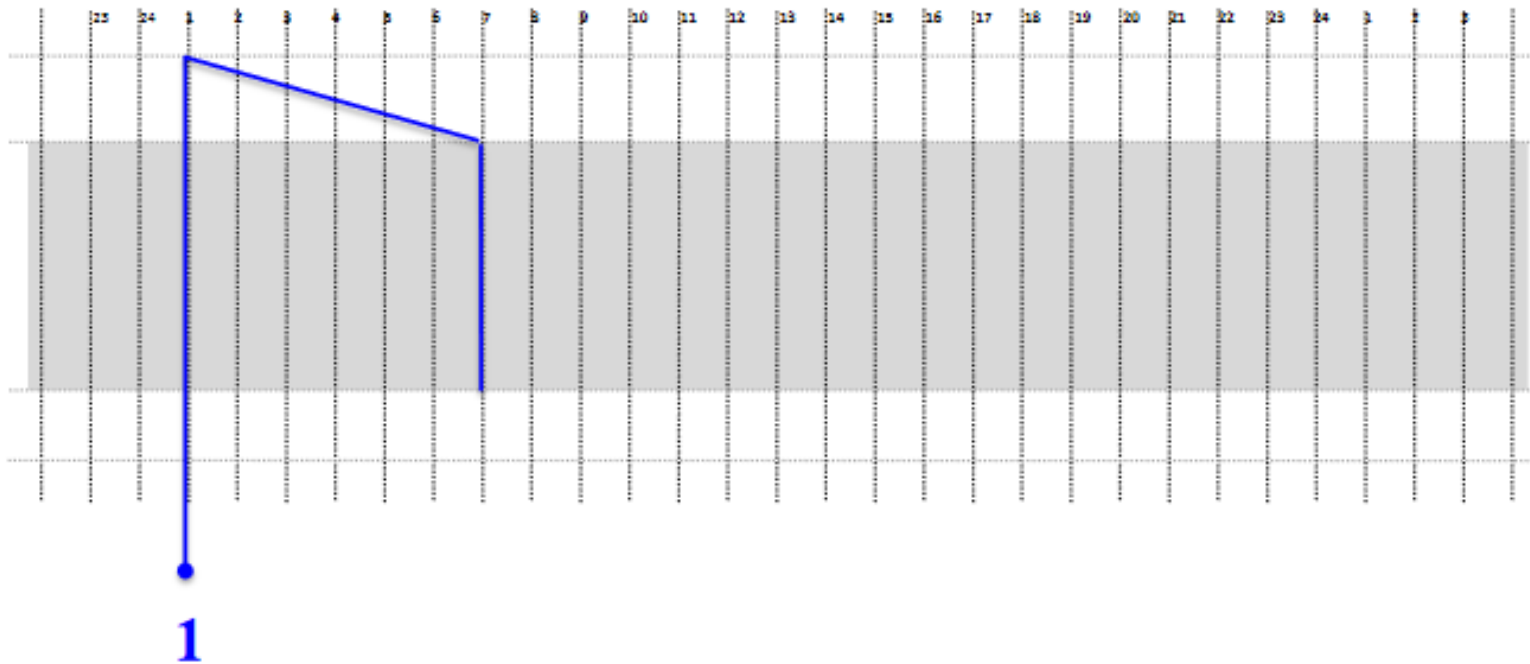
$\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase

$q = 2$

Grupos de bobinas

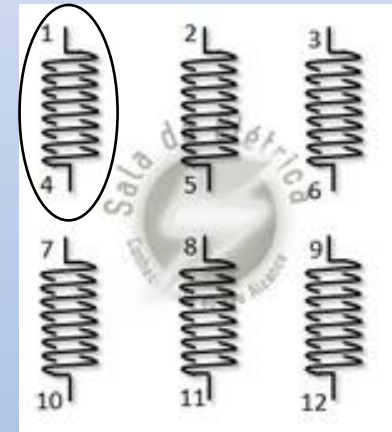
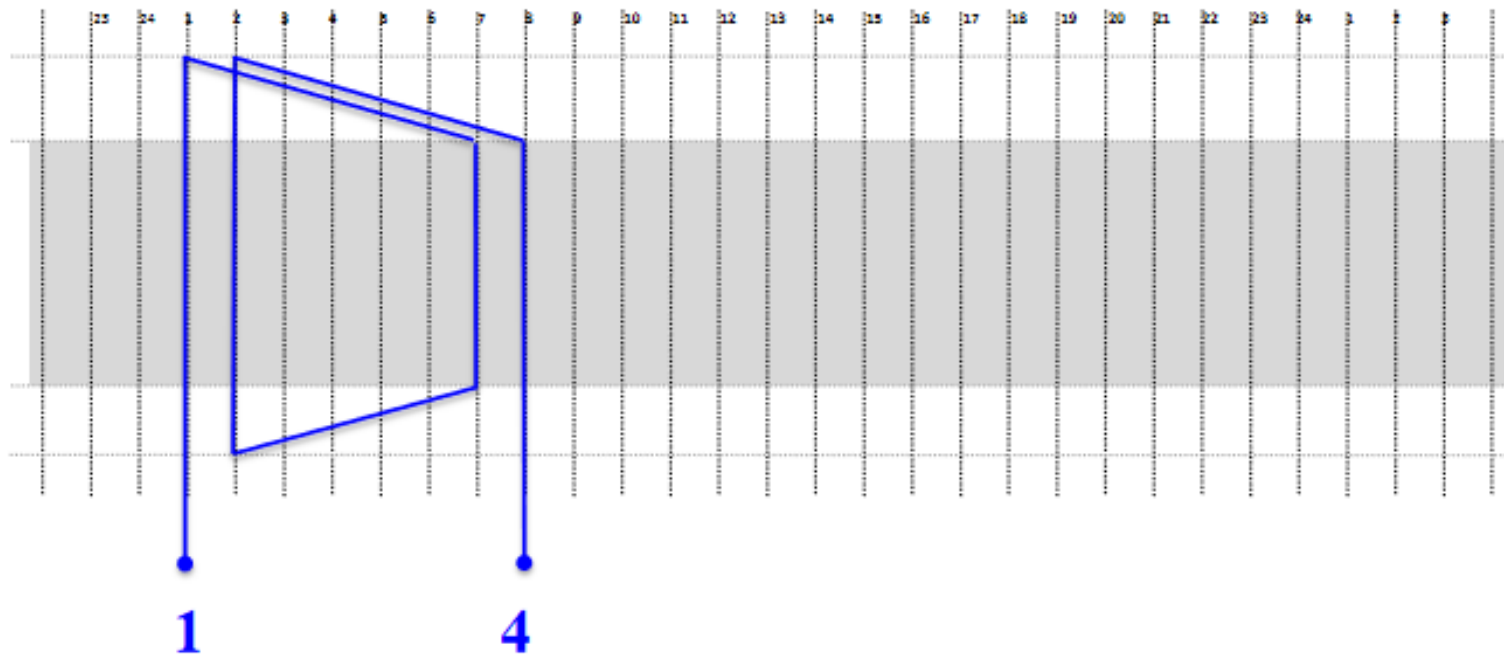
$k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)  
Ranhuras / polo / fase  $q = 2$   
Grupos de bobinas  $k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar

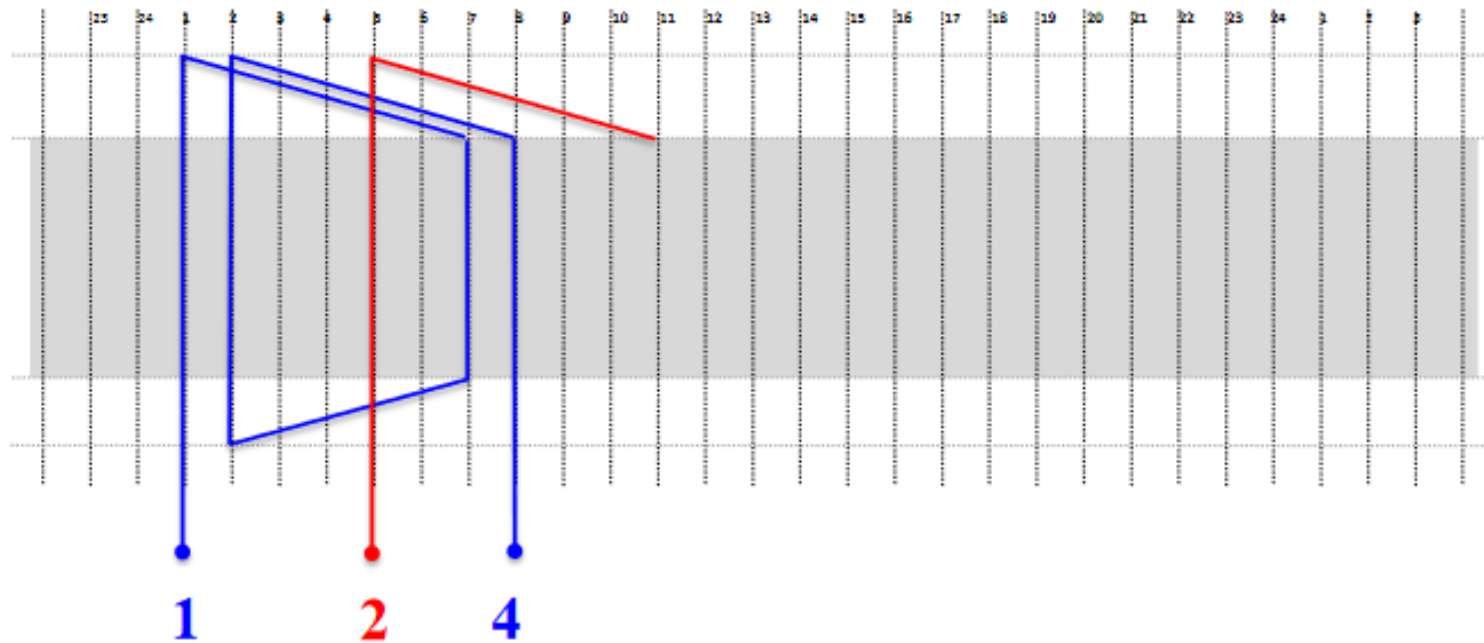
$\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase

$q = 2$

Grupos de bobinas

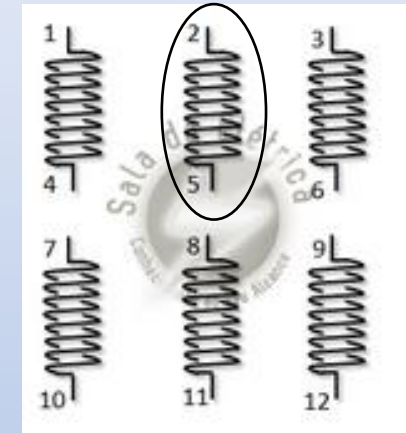
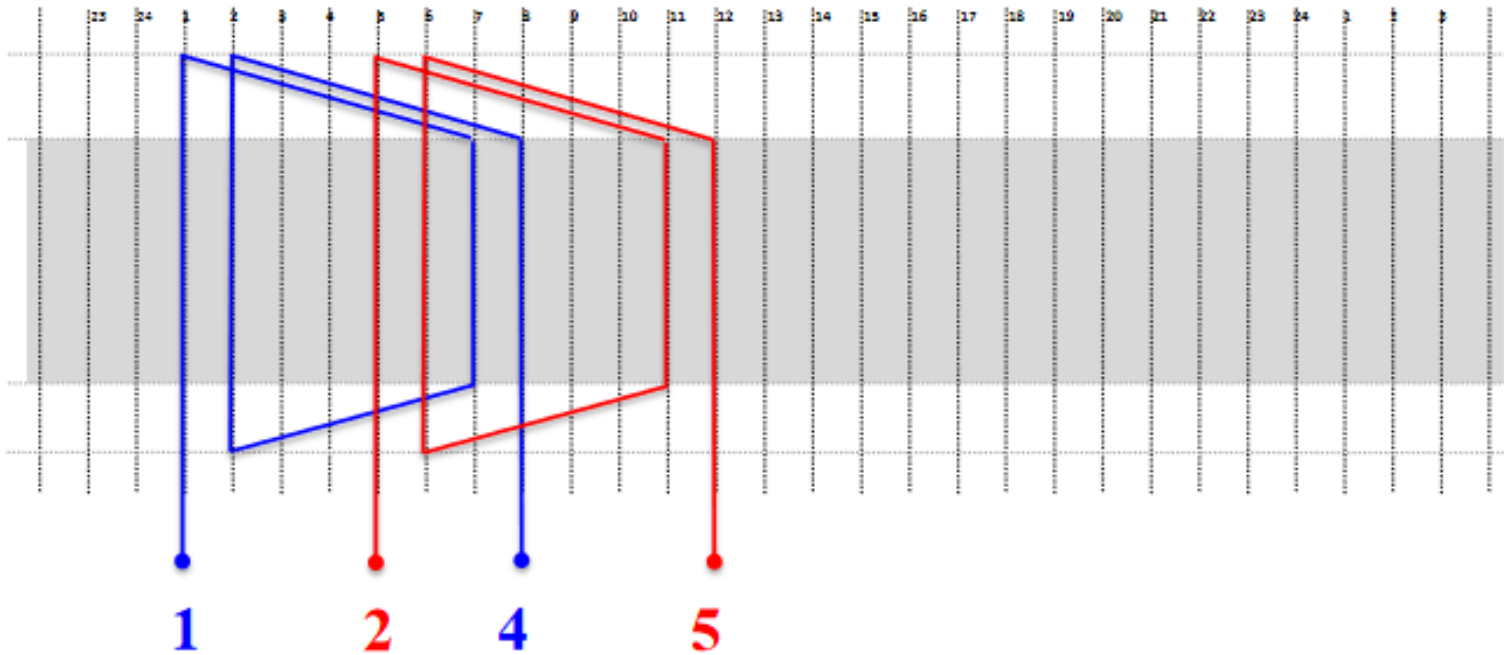
$k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)  
Ranhuras / polo / fase  $q = 2$   
Grupos de bobinas  $k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar

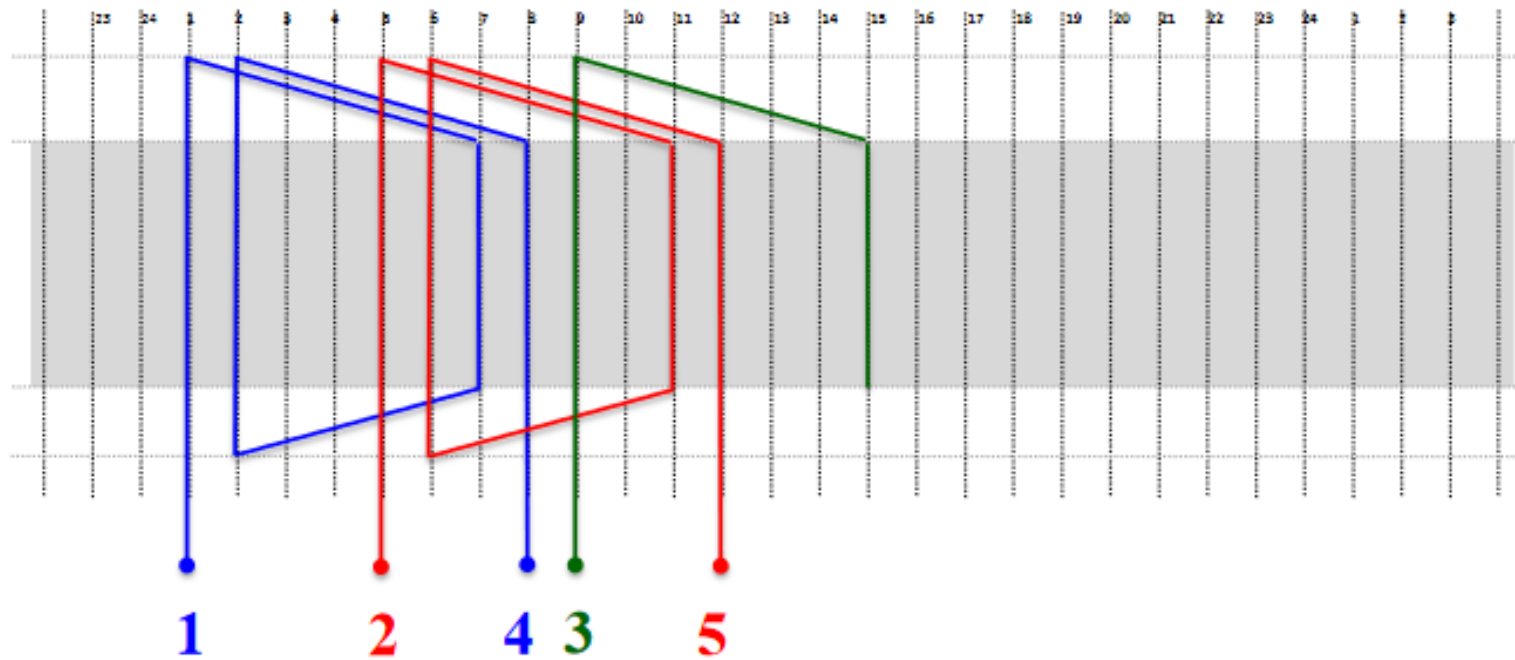
$\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase

$q = 2$

Grupos de bobinas

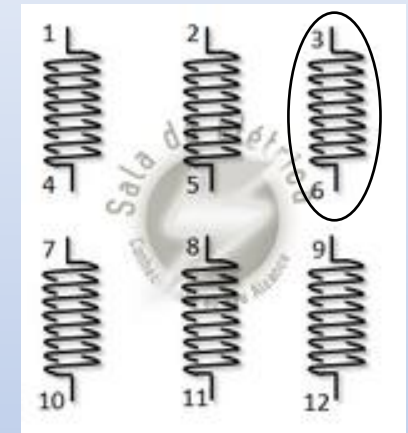
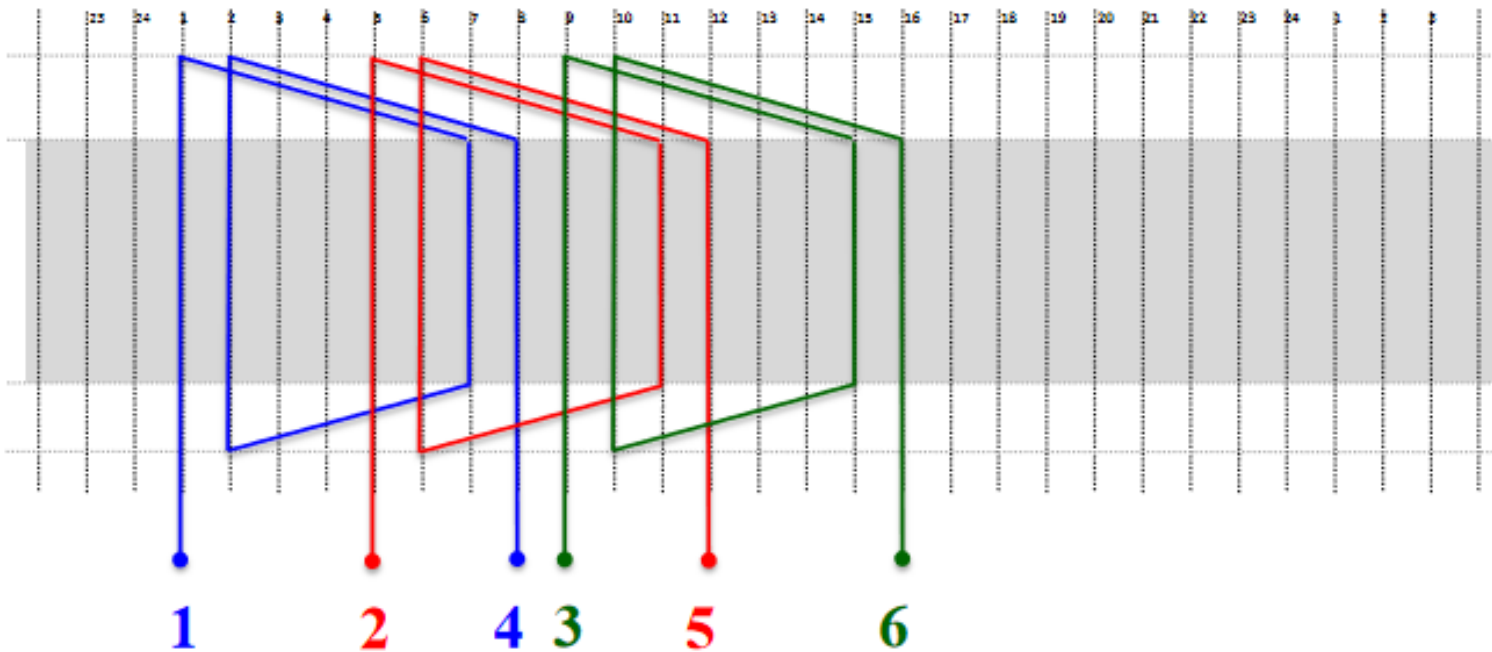
$k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)  
Ranhuras / polo / fase  $q = 2$   
Grupos de bobinas  $k = 6$

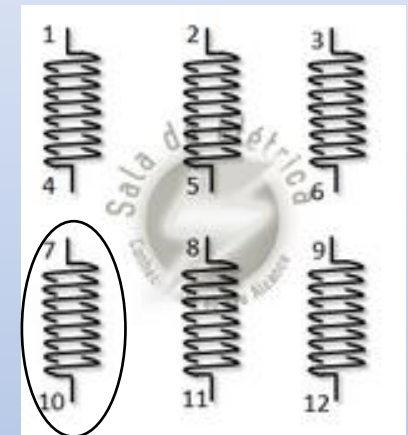
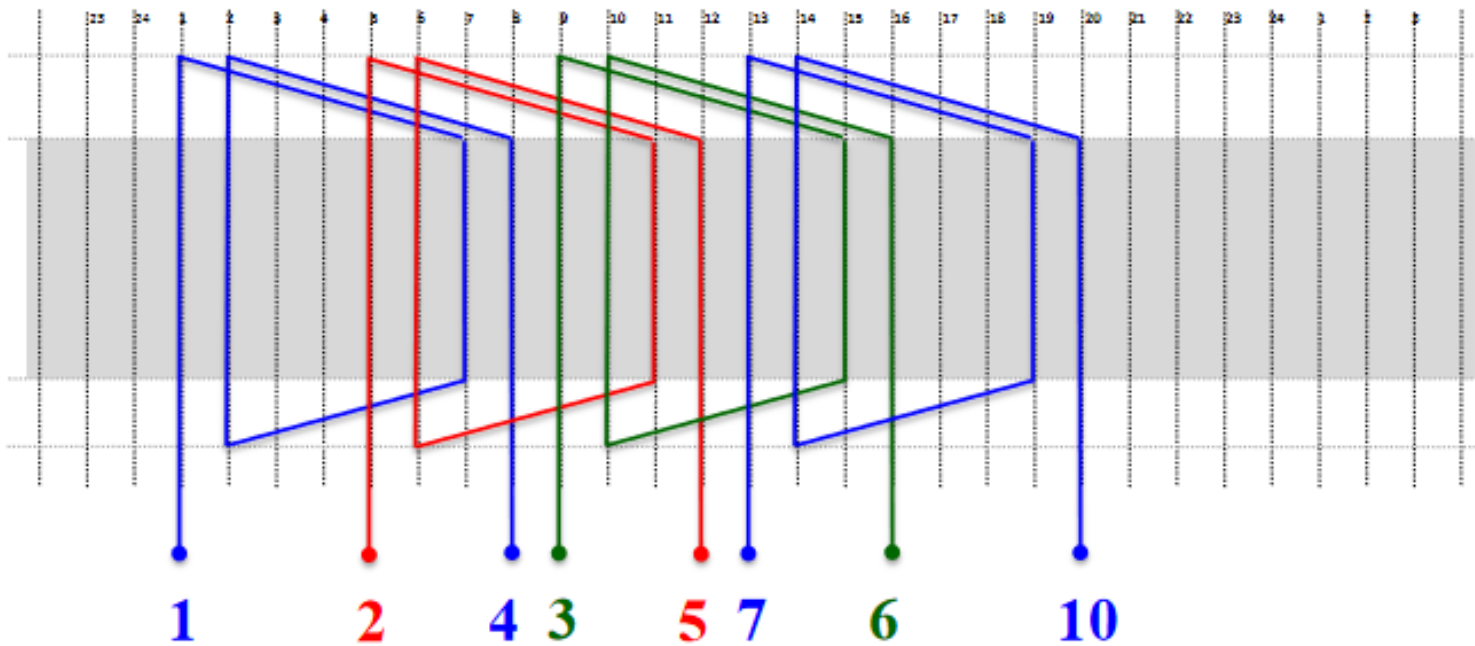




# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

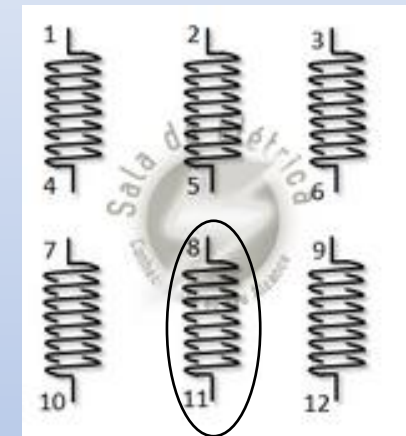
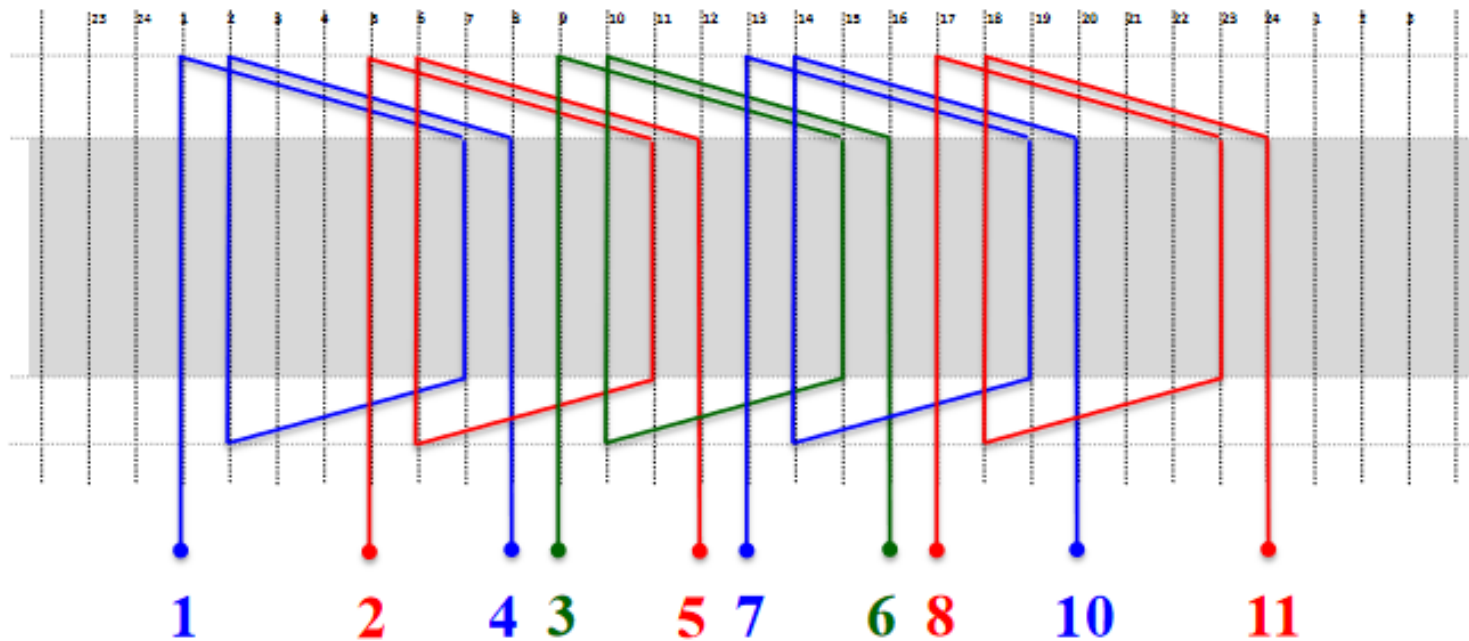
Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)  
Ranhuras / polo / fase  $q = 2$   
Grupos de bobinas  $k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)  
Ranhuras / polo / fase  $q = 2$   
Grupos de bobinas  $k = 6$



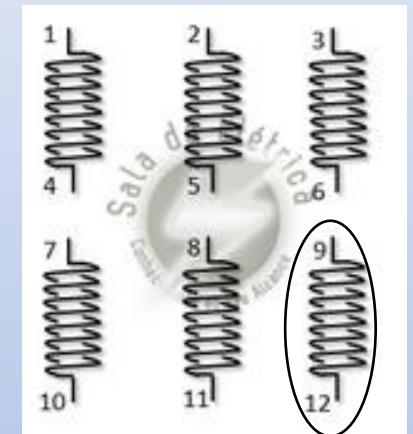
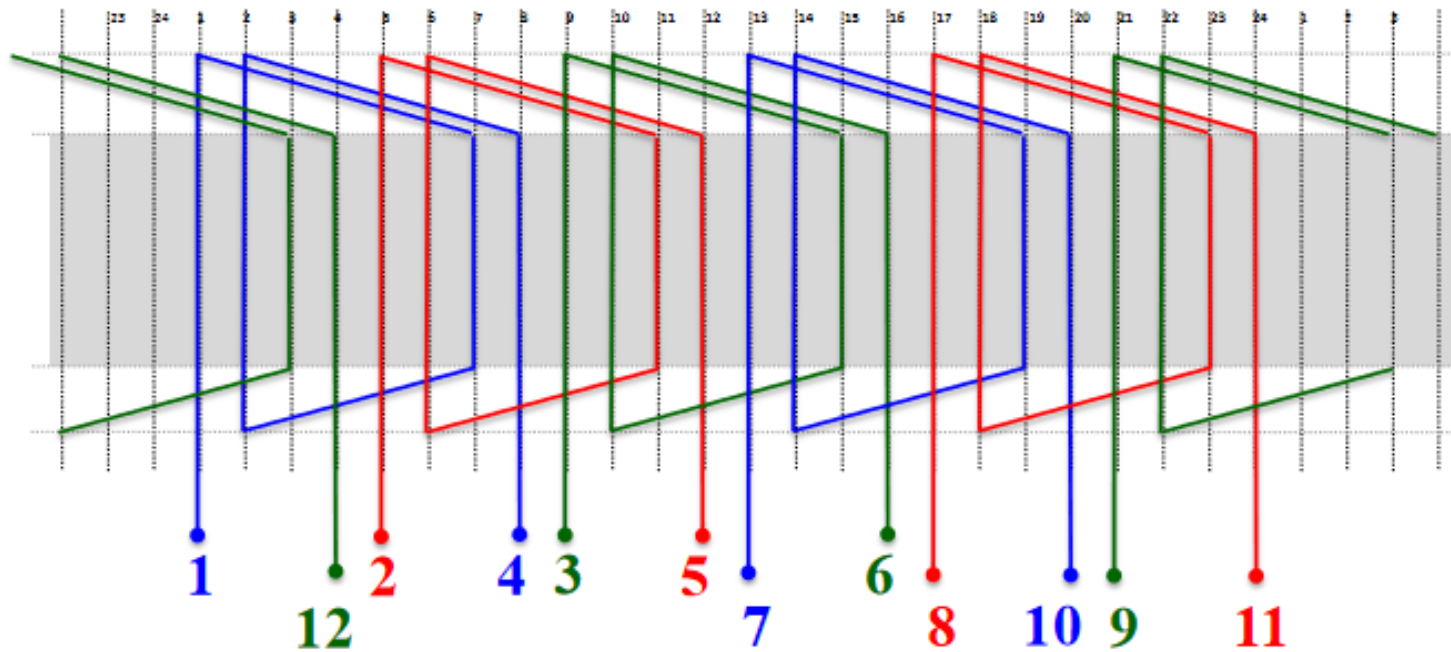
# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase  $q = 2$

Grupos de bobinas  $k = 6$



# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar

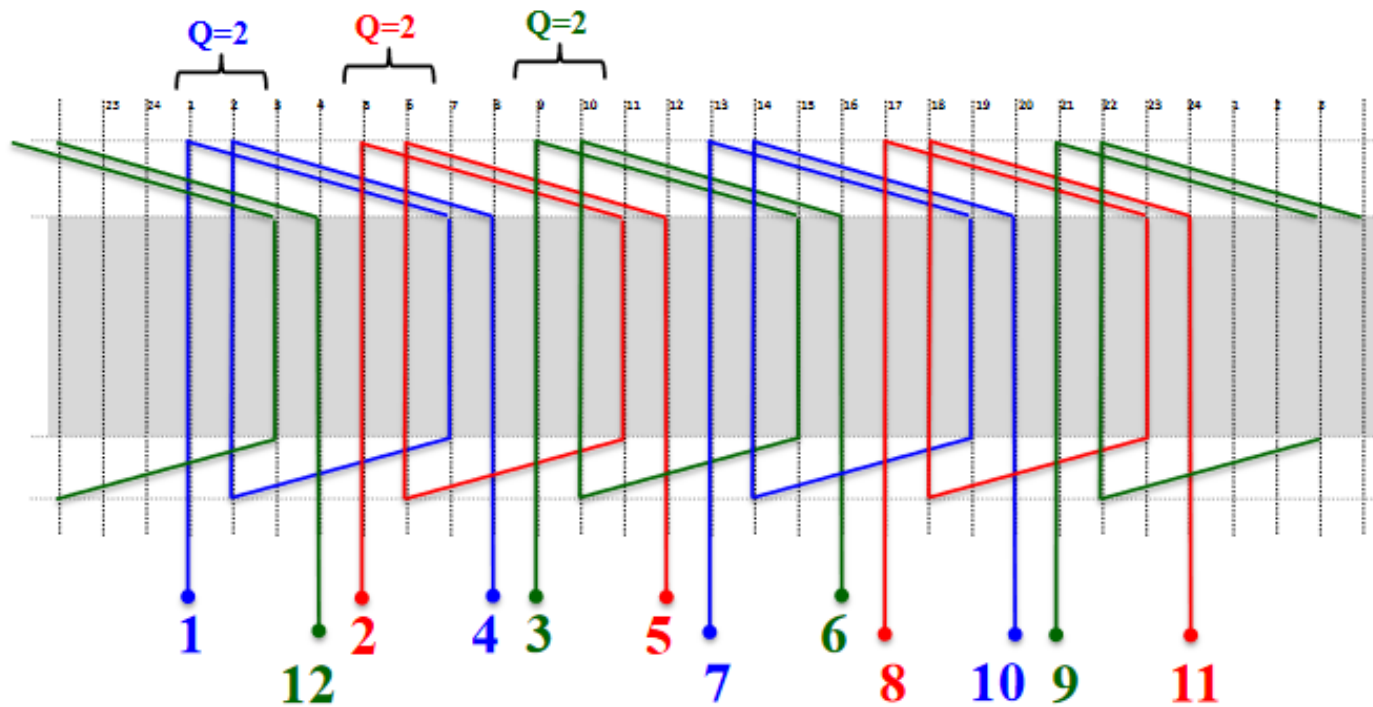
$\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase

$q = 2$

Grupos de bobinas

$k = 6$



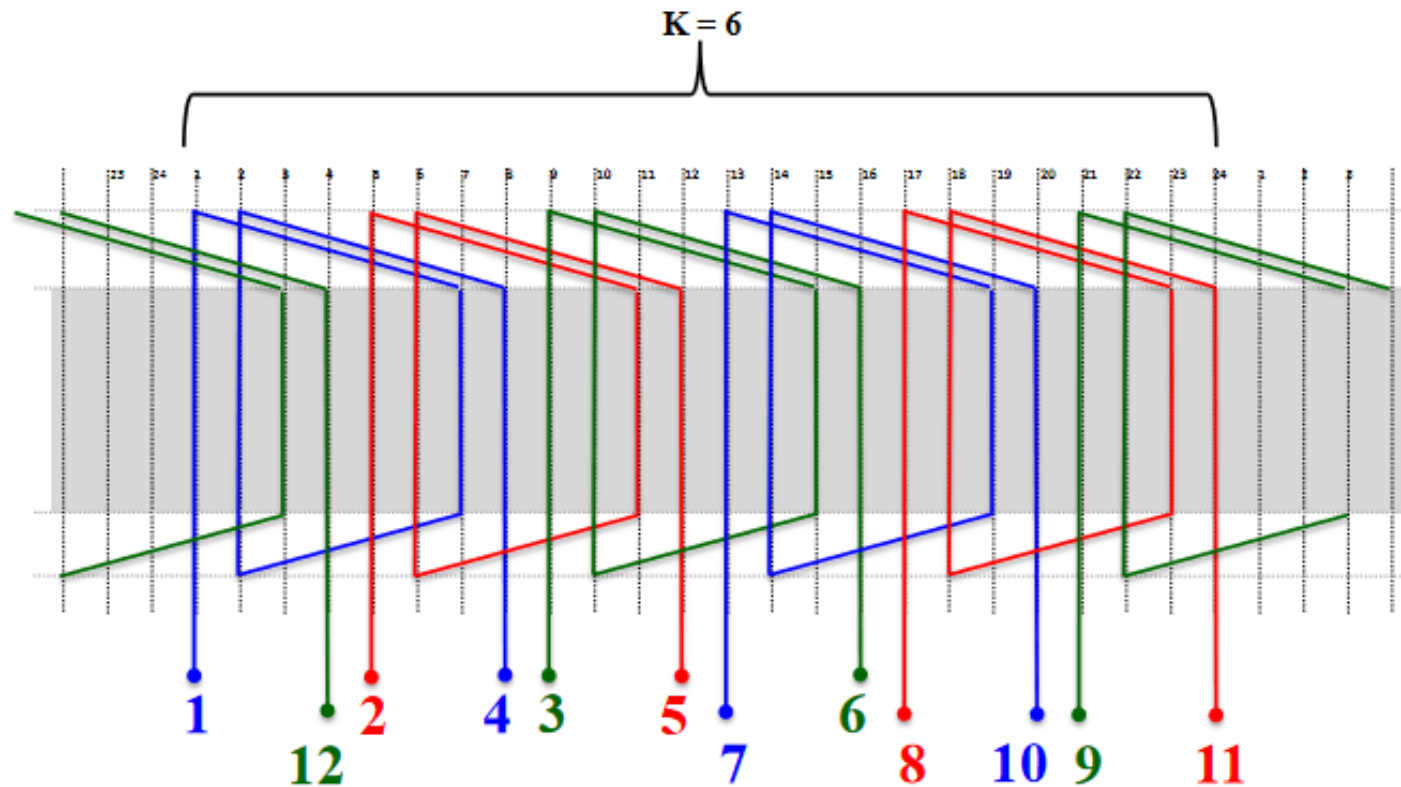
# Bobinagem do Estator

## Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

Passo polar  $\tau_p = 6$  ranhuras (1:7)

Ranhuras / polo / fase  $q = 2$

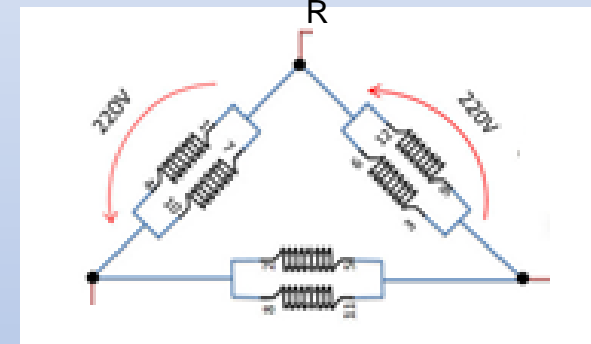
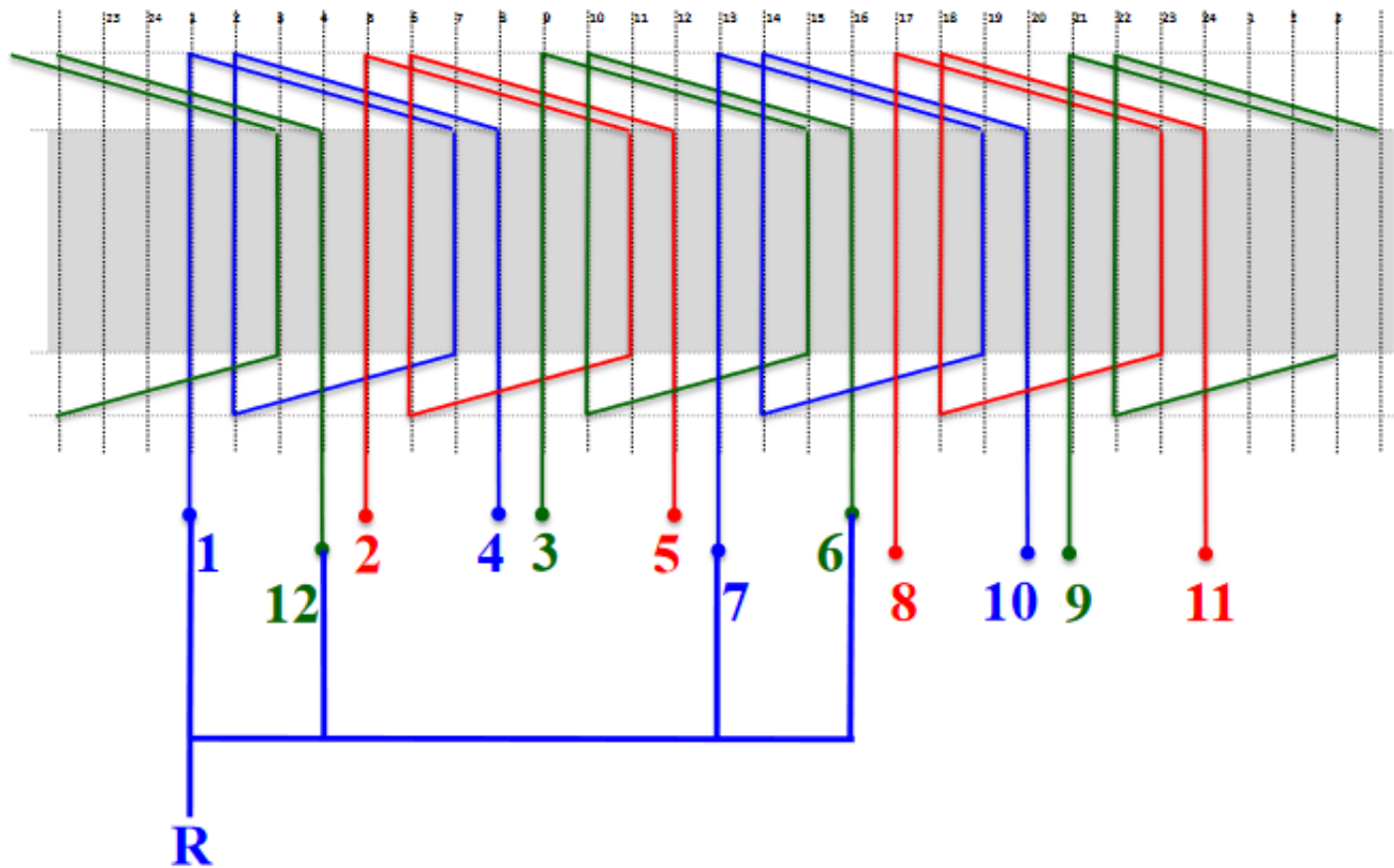
Grupos de bobinas  $k = 6$



# Bobinagem do Estator

Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras

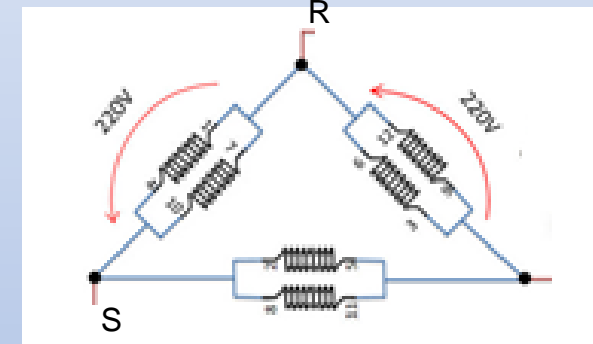
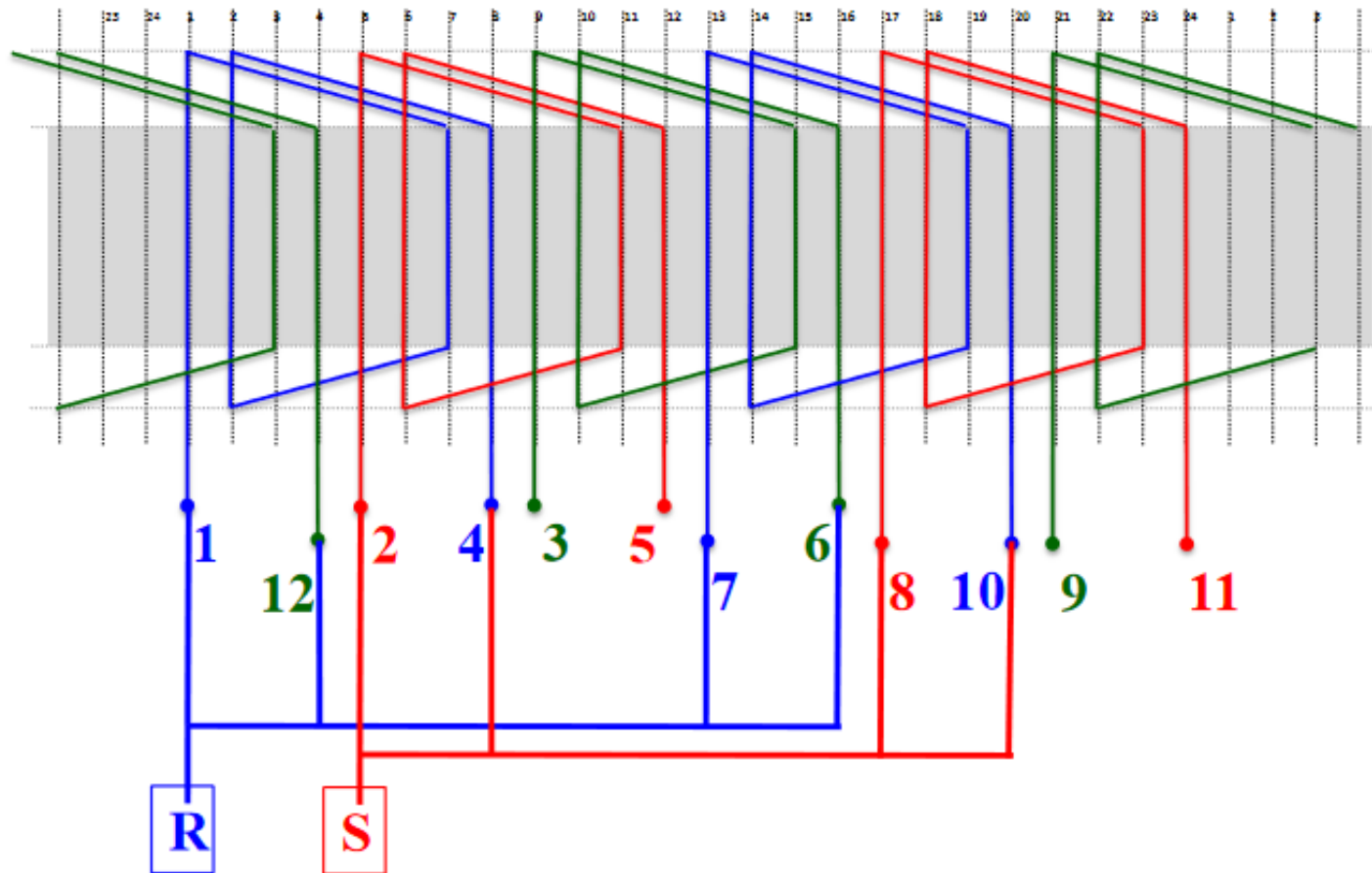
Duplo Delta



# Bobinagem do Estator

**Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras**

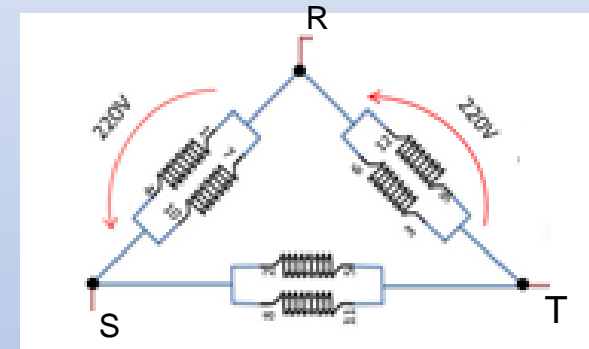
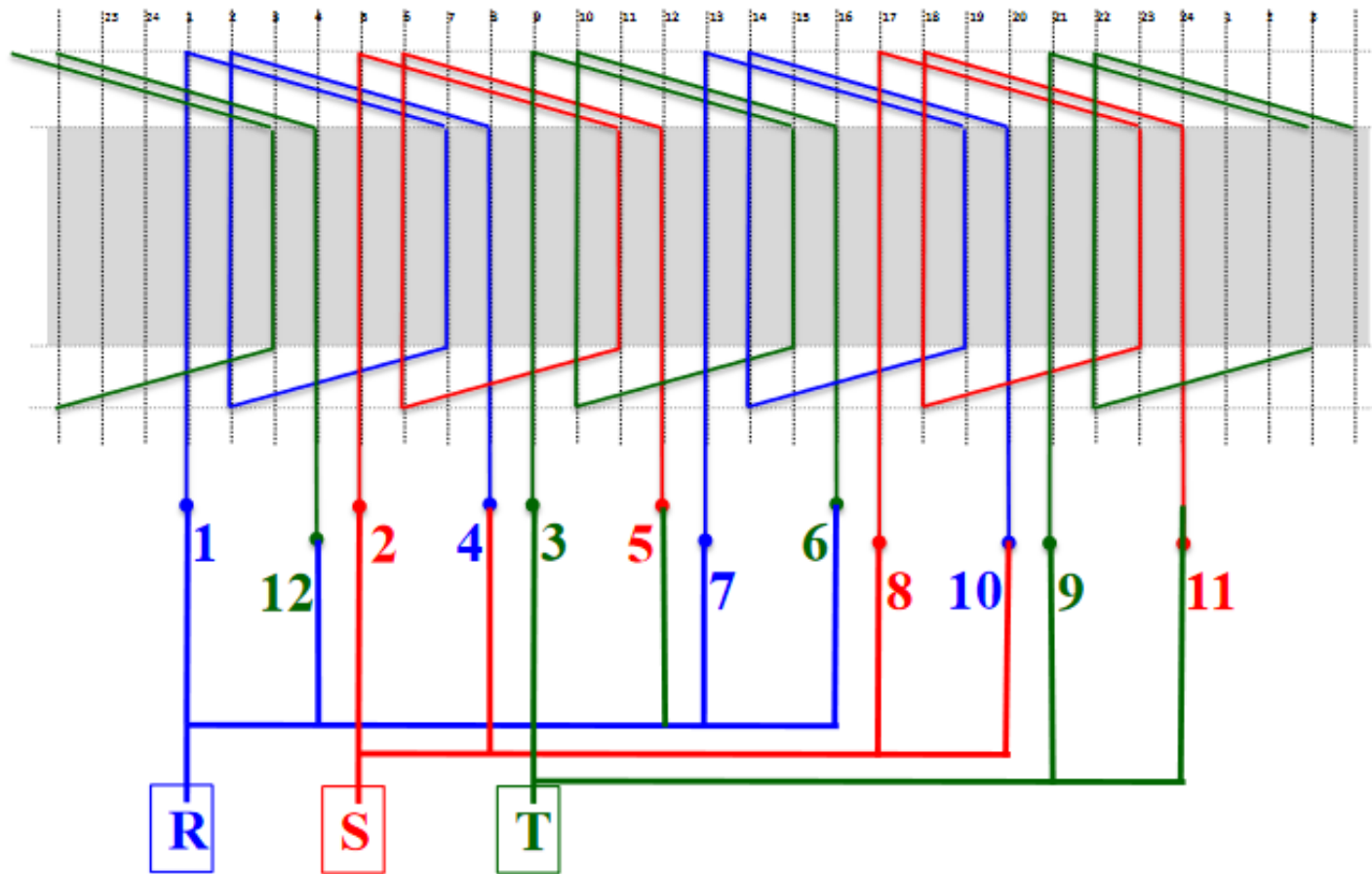
**Duplo Delta**



# Bobinagem do Estator

**Enrolamento de camada única - 4 polos , 24 ranhuras**

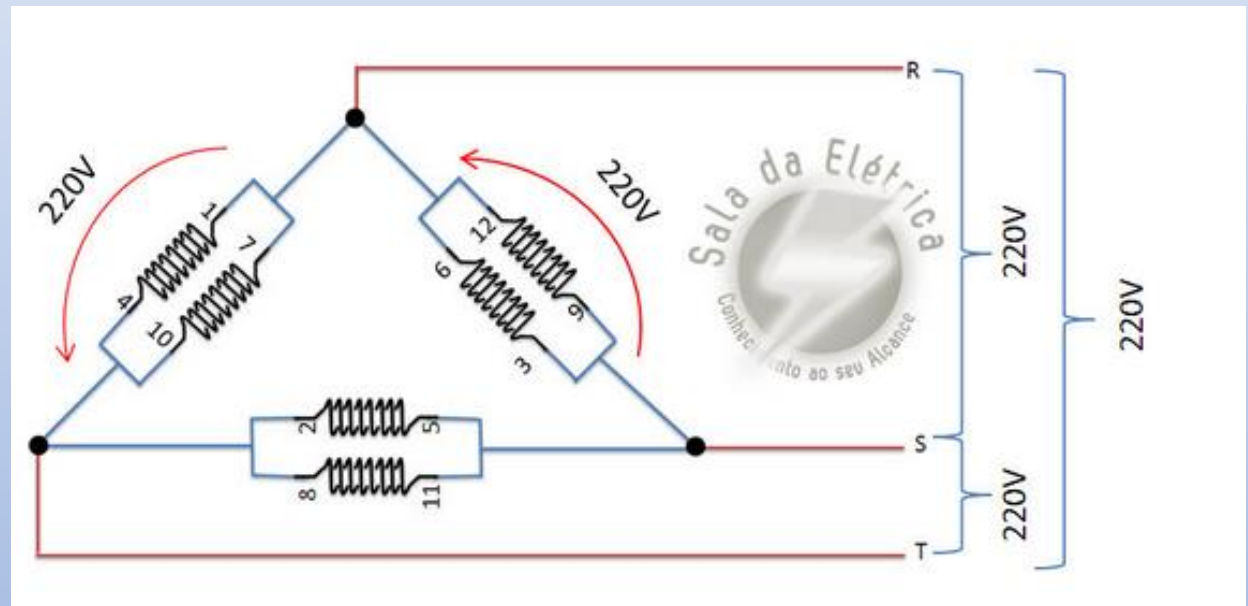
**Duplo Delta**





# Bobinagem do Estator

## □ Duplo Delta



# Conclusões



## Referência

<https://www.youtube.com/watch?v=T9QmCx-ax-o>

<https://www.youtube.com/watch?v=FIJXgSrID84>

<http://professorcesarcosta.com.br/disciplinas/t6cv2n6cv2conv2>

[http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens\\_upload/Apostila\\_Maquinas%20Eletricas\\_UNESP.pdf](http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/Apostila_Maquinas%20Eletricas_UNESP.pdf)

[http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens\\_upload/maquinas%20eletricas%20senai.pdf](http://professorcesarcosta.com.br/upload/imagens_upload/maquinas%20eletricas%20senai.pdf)