

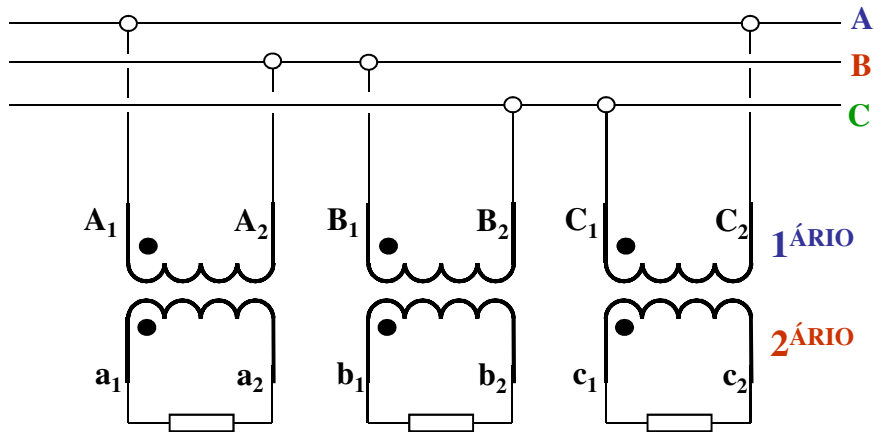
TRANSFORMADORES EM SISTEMAS TRIFÁSICOS

SISTEMAS DE POTÊNCIA → GRANDES BLOCOS DE ENERGIA → GRANDES DISTÂNCIAS

*SISTEMA DE GERAÇÃO E TRANSMISSÃO TRIFÁSICO*ADOÇÃO DO SISTEMA TRIFÁSICO → MAIS ECONÔMICO GLOBALMENTEGERADOR: 1Ø → VOLUME ELETROMAGNÉTICO: $D^2 \cdot L$ → GERA POTÊNCIA: P_1 GERADOR: mØ → DE MESMO VOLUME → GERA POTÊNCIA: $P_m = P_1 \cdot m \cdot \sin [\pi / (2 \cdot m)]$

Nº DE FASES m	POTÊNCIA P_m	Nº DE <u>CONDUTORES NA LINHA</u>	
1	P_1	2	
2	$1,41 \cdot P_1$	3	
3	$1,50 \cdot P_1$	3	
4	$1,53 \cdot P_1$	4	
5	$1,55 \cdot P_1$	5	
∞	$1,57 \cdot P_1$	∞	

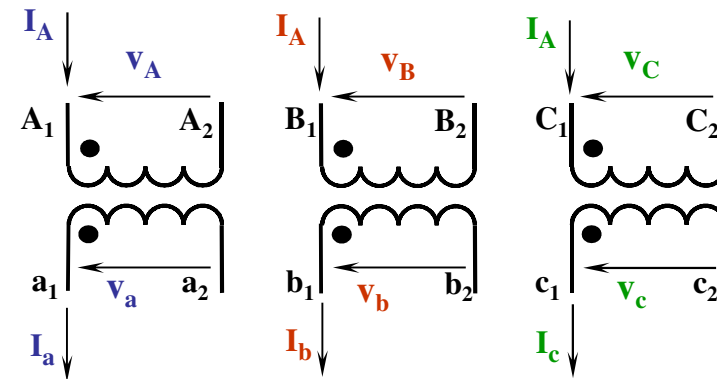
O TRANSFORMADOR NO SISTEMA TRIFÁSICO



**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO OU BANCO
DE TRES TRANSFORMADORES
MONOFÁSICOS**

**CARGAS INDIVIDUAIS EQUILIBRADAS OU
CONECTADAS EM CONEXÃO PADRÃO**

**POLARIDADES RELATIVAS E CONVENÇÕES
PARA TENSÕES E CORRENTES EM CADA LADO**



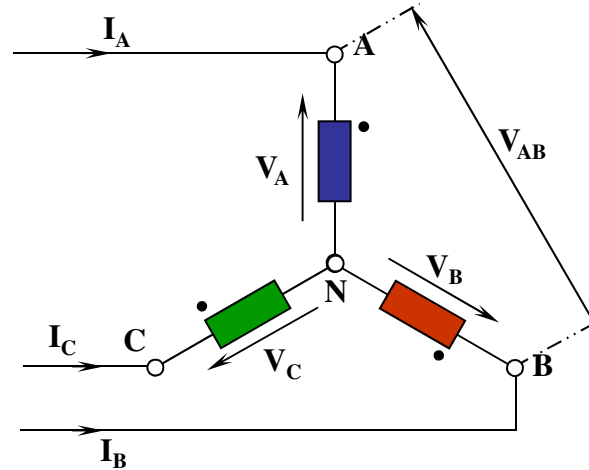
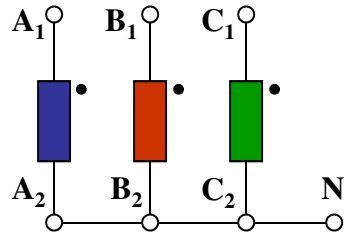
**FASES INDIVIDUAIS CONECTADAS
ENTRE SI EM LIGAÇÕES PADRÃO DO
SISTEMA TRIFÁSICO:**

Y - ESTRELA - Δ - TRIÂNGULO

LIGAÇÕES ESPECIAIS:

ZIG-ZAG - TRIÂNGULO ESTENDIDO

CONEXÃO TRIFÁSICA EM ESTRELA - Y



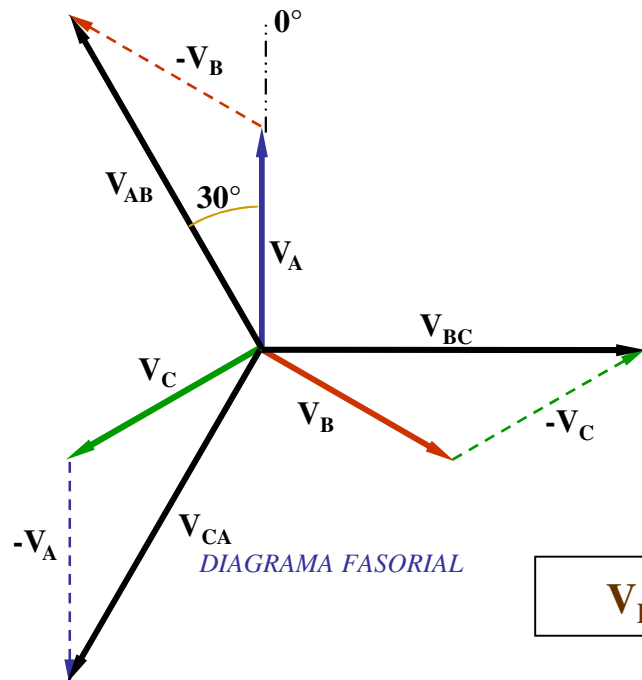
TENSÕES DE FASE:

$$V_A = V_{A-N} = V_A \cdot e^{j \cdot 0^\circ}$$

$$V_B = V_{B-N} = V_A \cdot e^{-j \cdot 120^\circ}$$

$$V_C = V_{C-N} = V_A \cdot e^{-j \cdot 240^\circ}$$

NEUTRO PODE SER OU NÃO ACESSÍVEL

ACESSÍVEL $\rightarrow I_N = I_A + I_B + I_C$ SEQUENCIA ZEROSISTEMA EQUILIBRADO $\rightarrow I_N = 0$ 

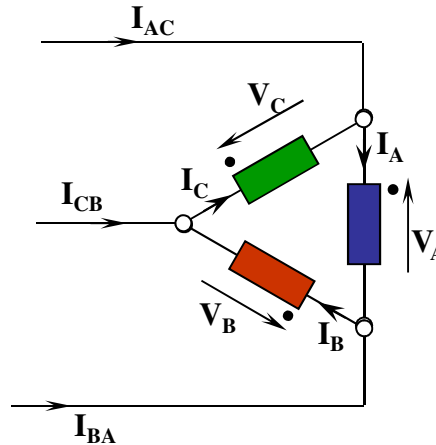
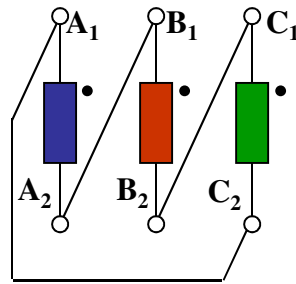
TENSÕES DE LINHA:

$$V_{AB} = V_A - V_B = V_A \cdot e^{j \cdot 0^\circ} - V_A \cdot e^{-j \cdot 120^\circ} = \sqrt{3} \cdot V_A \cdot e^{+j \cdot 30^\circ}$$

$$V_{BC} = V_B - V_C = V_A \cdot e^{-j \cdot 120^\circ} - V_A \cdot e^{-j \cdot 240^\circ} = \sqrt{3} \cdot V_A \cdot e^{-j \cdot 90^\circ}$$

$$V_{CA} = V_C - V_A = V_A \cdot e^{-j \cdot 240^\circ} - V_A \cdot e^{j \cdot 0^\circ} = \sqrt{3} \cdot V_A \cdot e^{-j \cdot 210^\circ}$$

$$V_{\text{LINHA}} = \sqrt{3} \cdot V_{\text{FASE}} \rightarrow \text{ADIANTEADA } 30^\circ - I_{\text{LINHA}} = I_{\text{FASE}}$$

CONEXÃO TRIFÁSICA EM TRIÂNGULO - Δ 

CORRENTES DE FASE:

$$I_A = I_A \cdot e^{j \cdot (0^\circ - \varphi)}$$

$$I_B = I_A \cdot e^{-j \cdot (120^\circ + \varphi)}$$

$$I_C = I_A \cdot e^{-j \cdot (240^\circ + \varphi)}$$

CORRENTES DE LINHA:

$$I_{AC} = I_A - I_C = \sqrt{3} \cdot I_A \cdot e^{-j \cdot (30^\circ + \varphi)}$$

$$I_{BA} = I_B - I_A = \sqrt{3} \cdot I_A \cdot e^{-j \cdot (150^\circ + \varphi)}$$

$$I_{CB} = I_C - I_B = \sqrt{3} \cdot I_A \cdot e^{-j \cdot (270^\circ + \varphi)}$$

PERMITE CIRCULAÇÃO INTERNA
NO Δ DE CORRENTES DE
SEQUENCIA ZERO

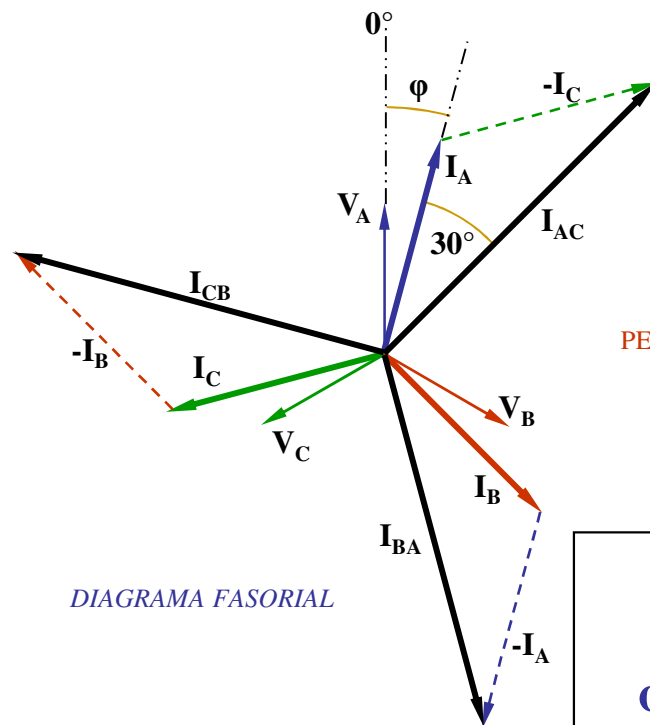


DIAGRAMA FASORIAL

$$I_{\text{LINHA}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{FASE}} \rightarrow \text{ATRASADA } 30^\circ - V_{\text{LINHA}} = V_{\text{FASE}}$$

φ : ÂNGULO DE FASE DA CORRENTE EM RELAÇÃO À TENSÃO

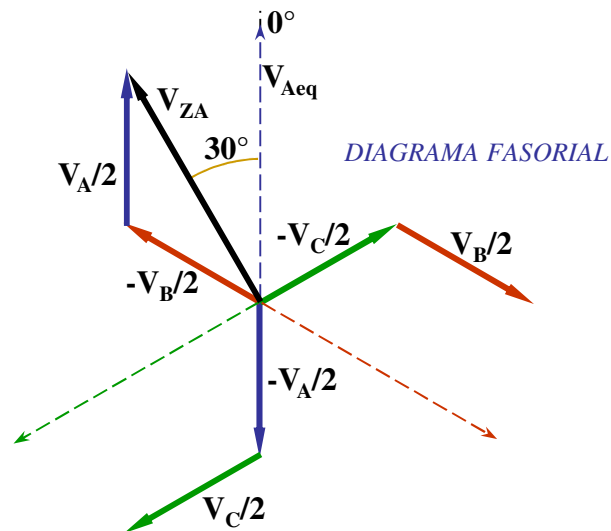
CONEXÃO TRIFÁSICA EM “ZIG – ZAG” - Z

TENSÕES DE FASE:

$$V_{ZA} = V_{A-N}$$

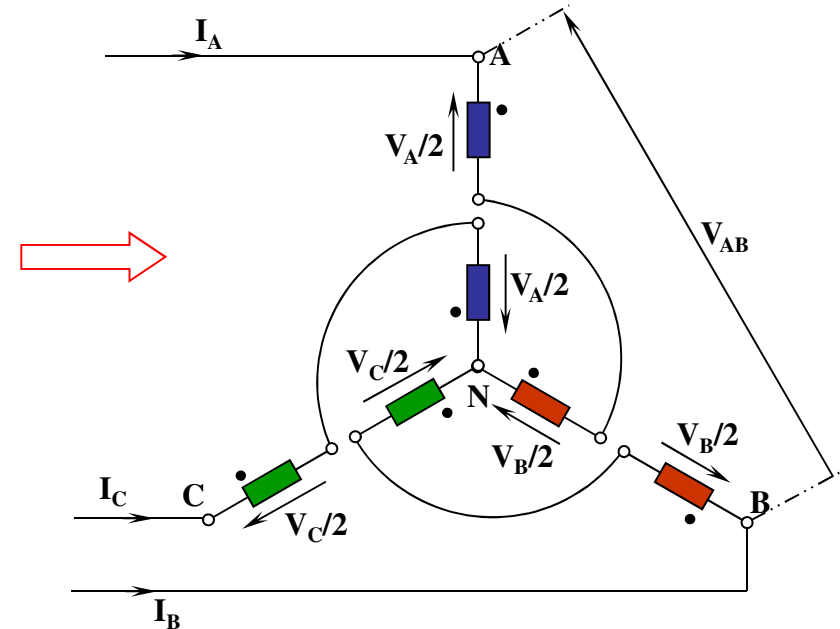
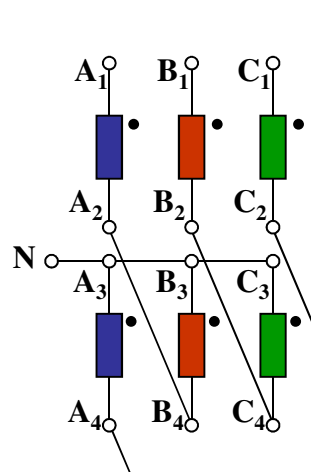
$$V_{ZB} = V_{B-N}$$

$$V_{ZC} = V_{C-N}$$



LIGAÇÃO Z : ELIMINAÇÃO DE
HARMÔNICAS TRIPLAS DA TENSÃO
TOTAL DE FASE

UTILIZAÇÃO EM CARGAS
DESEQUILIBRADAS E RETIFICADORES



TENSÕES DE FASE:

$$V_{ZA} = V_{A-N} = V_A/2 - V_B/2 = V_A/2 \cdot e^{j \cdot 0^\circ} - V_A/2 \cdot e^{-j \cdot 120^\circ}$$

$$V_{ZA} = (\sqrt{3})/2 \cdot V_A \cdot e^{+j \cdot 30^\circ}$$

$$V_{FASE-Z} = (\sqrt{3})/2 \cdot V_{FASE-eq} \quad (\text{DA ESTRELA CONVENCIONAL})$$

$$V_{AB} = \sqrt{3} \cdot V_{ZA} = \sqrt{3} \cdot (\sqrt{3})/2 \cdot V_{Aeq} = 1,5 \cdot V_{A-ESTRELA CONVENCIONAL}$$

COMBINAÇÕES DE CONEXÕES ENTRE PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO - DEFASAGEM

COMBINAÇÕES MAIS COMUNS → Y/Y - Δ/Δ - Δ/Y - Y/Δ - Y/Z - Δ/Z

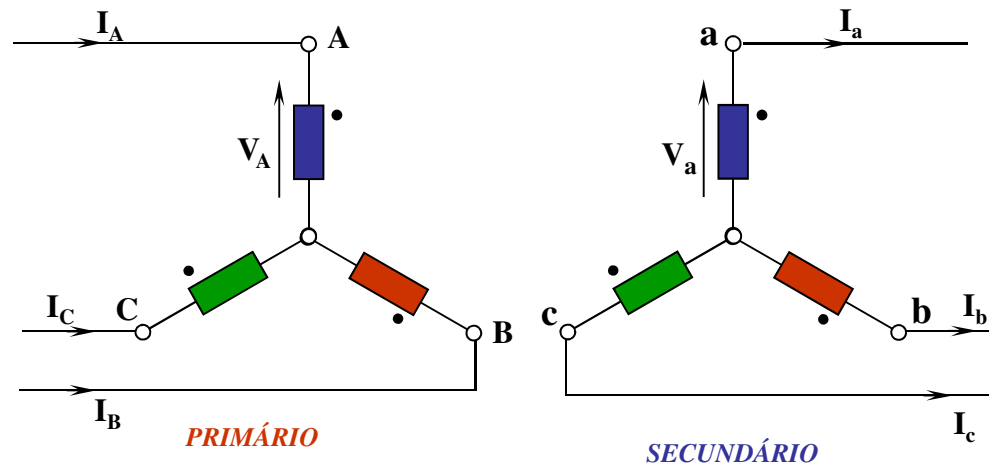
COMBINAÇÕES INTRODUZEM DEFASAGEM ENTRE TENSÕES DE LINHA DO 1ºÁRIO E DO 2ºÁRIO

GRUPOS DE DEFASAGEM → PADRONIZADOS E INDICADOS POR SEMELHANÇA COM OS PONTEIROS DO RELÓGIO

USO DO NEUTRO NAS CONEXÕES ESTRELA → ASSOCIADO À CIRCULAÇÃO DE CORRENTES HARMÔNICAS DE 3ª ORDEM E CORRENTES DE SEQUÊNCIA ZERO DURANTE FALTAS ASSIMÉTRICAS

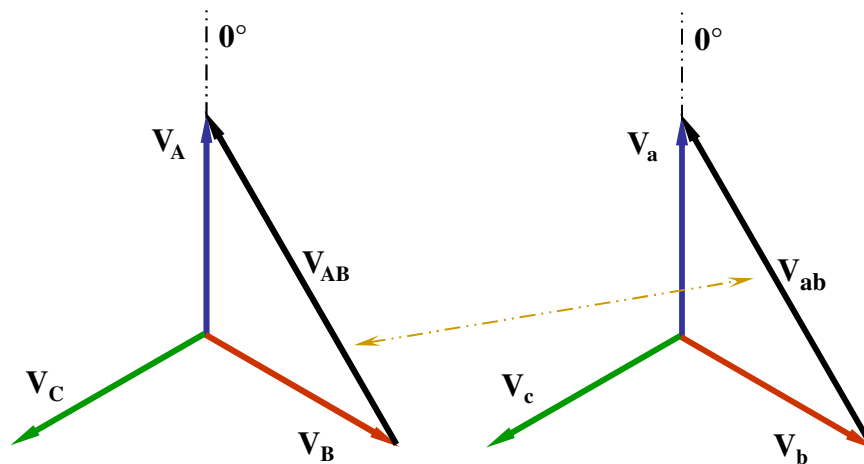
COMBINAÇÕES ENTRE PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO - DEFASAGEM

CONEXÃO Y / Y



$$V_A / V_a = a = V_{AB} / V_{ab}$$

V_{ab} EM FASE COM V_{AB}



DEFASAGEM NULA ENTRE TENSÕES
DE LINHA DO 1.º E DO 2.º

DESLOCAMENTO DE FASE: **Yy0**

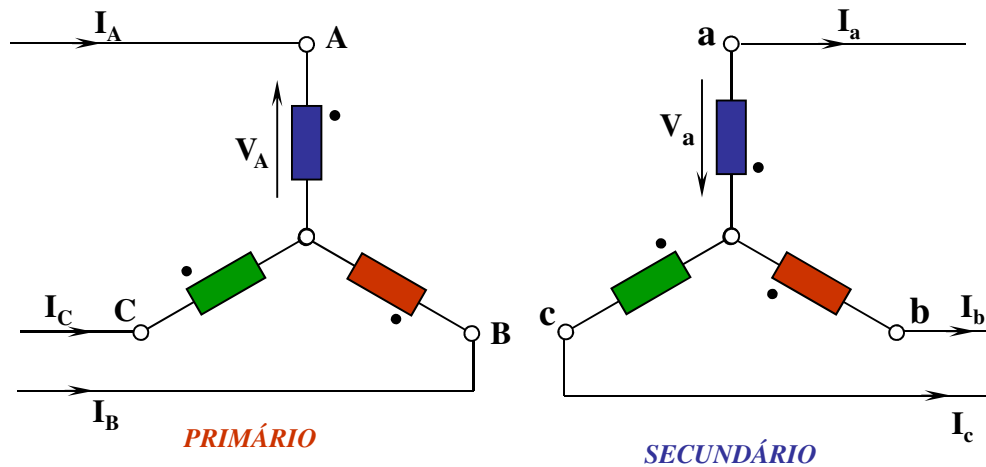
Y → PRIMÁRIO

y → SECUNDÁRIO

0 → 0° DE DEFASAGEM

COMBINAÇÕES ENTRE PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO - DEFASAGEM

CONEXÃO Y / Y - ALTERNATIVA



$$V_A / V_a = a = V_{AB} / V_{ab}$$

V_{ab} EM OPOSIÇÃO DE FASE COM V_{AB}

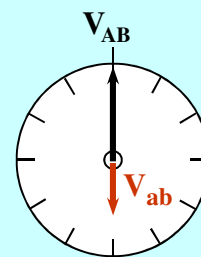
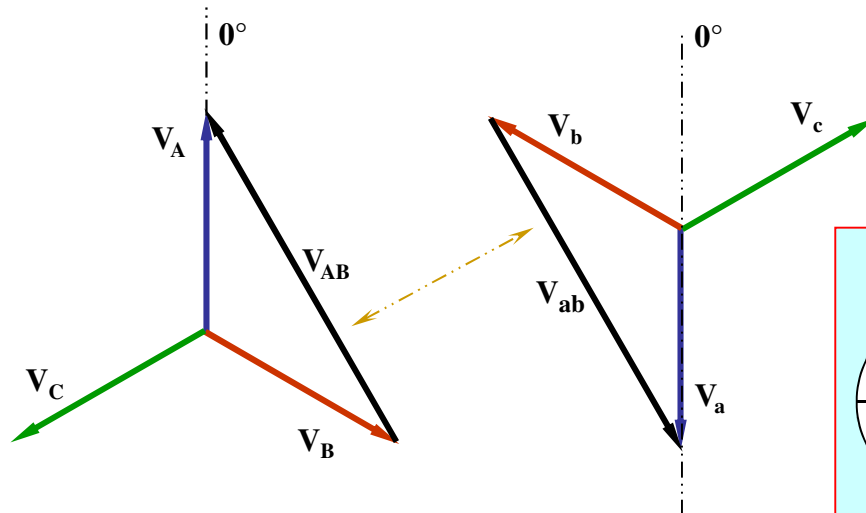
DEFASAGEM DE 180° ENTRE TENSÕES DE LINHA DO 1ºÁRIO E DO 2ºÁRIO

DESLOCAMENTO DE FASE: **Yy180**

Y → PRIMÁRIO

y → SECUNDÁRIO

180 → 180° DE DEFASAGEM



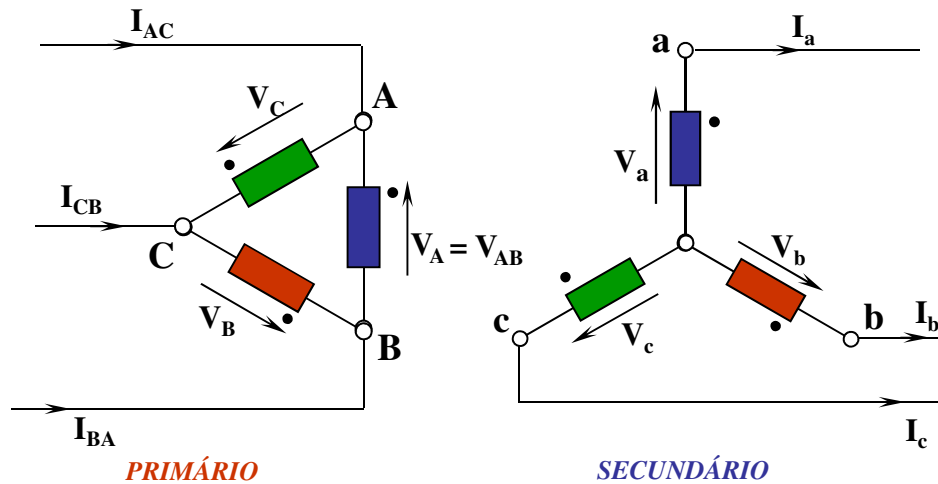
DESLOCAMENTO DE FASE: **Yy 6**

Y → 1ºÁRIO V_{AB} “0” MINUTOS (SEMPRE)

y → 2ºÁRIO V_{ab} “6” HORAS (180°)

COMBINAÇÕES ENTRE PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO - DEFASAGEM

CONEXÃO Δ/Y



$$V_A / V_a = a - V_{AB} / V_{ab} = a / \sqrt{3}$$

V_{ab} ADIANTADO EM RELAÇÃO A V_{AB}

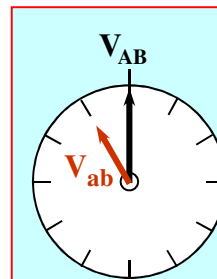
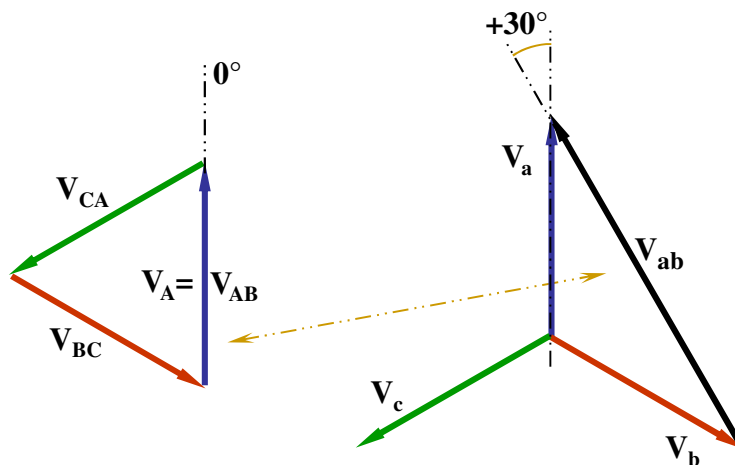
DEFASAGEM DE 30° ENTRE TENSÕES DE
LINHA DO 1ºÁRIO E DO 2ºÁRIO

DESLOCAMENTO DE FASE: **Dy+30**

D → PRIMÁRIO

y → SECUNDÁRIO

+30 → 30° DE DEFASAGEM EM AVANÇO

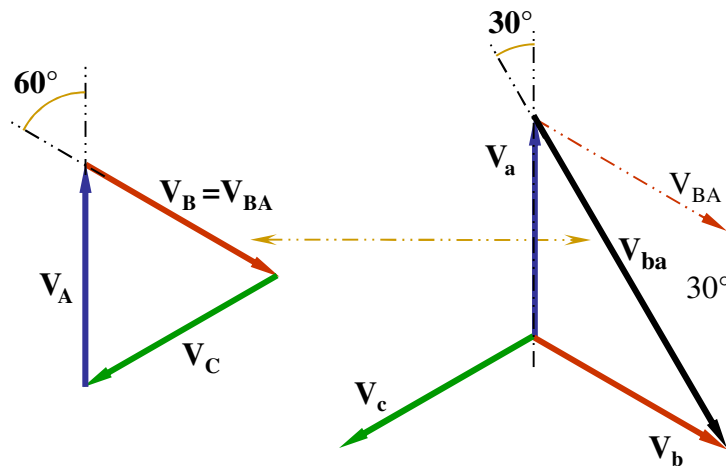
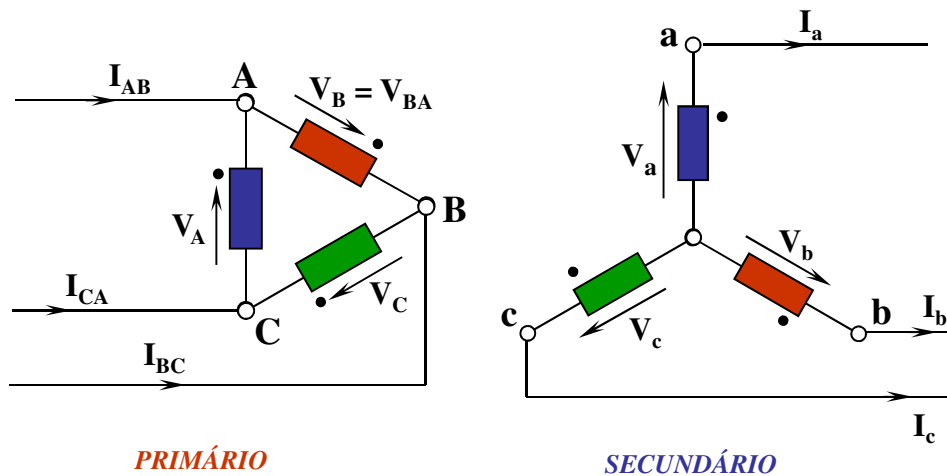


DESLOCAMENTO DE FASE: **Dy 11**

D → 1ºÁRIO V_{AB} “0” MINUTOS (SEMPRE)

y → 2ºÁRIO V_{ab} “11” HORAS (+30°)

COMBINAÇÕES ENTRE PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO - DEFASAGEM

CONEXÃO Δ/Y - ALTERNATIVA COM ROTAÇÃO DE FASE

$$V_A / V_a = a - V_{BA} / V_{ba} = a / \sqrt{3}$$

V_{ba} ATRASADA EM RELAÇÃO A V_{BA}

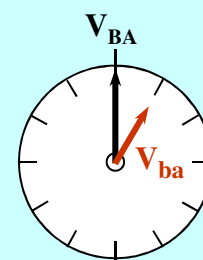
DEFASAGEM DE 30° ENTRE TENSÕES DE LINHA DO 1º RIO E DO 2º RIO

DESLOCAMENTO DE FASE: **Dy-30**

D → PRIMÁRIO

y → SECUNDÁRIO

-30 → 30° DE DEFASAGEM EM ATRASO



DESLOCAMENTO DE FASE: **Dy1**

D → 1º RIO V_{BA} “0” MINUTOS (SEMPRE)

y → 2º RIO V_{ba} “1” HORA (-30°)

COMBINAÇÕES ENTRE PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO - DEFASAGEM

COMBINAÇÕES Δ/Δ E Y/Y → DEFASAGENS PARES

Dd0 - Dd2 - Dd4 - Dd6 - Dd8 - Dd10 E Yy0 - Yy2 - Yy4 - Yy6 - Yy8 - Yy10

COMBINAÇÕES Δ/Y E Y/Δ → DEFASAGENS IMPARES

Dy1 - Dy3 - Dy5 - Dy7 - Dy9 - Dy11 E Yd1 - Yd3 - Yd5 - Yd7 - Yd9 - Yd11