

# TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

---

1. Comprender los transformadores trifásicos, incluyendo casos especiales en los que sólo se usan dos transformadores.
2. Entender las capacidades nominales de los transformadores.
3. Entender transformadores instrumentales: transformadores de potencial y transformadores de corriente.



# TRANSFORMADOR DE POTENCIA



## 1 CONEXIONES

1. Ye-ye (Y-Y).
2. Ye-delta (Y-D).
3. Delta-ye (D-Y).
4. Delta-delta (D-D)



## 2 CLAVES

La impedancia, la regulación de voltaje, la eficiencia y los demás cálculos para los transformadores trifásicos se llevan a cabo con base en un criterio por fase, utilizando exactamente las mismas técnicas desarrolladas para los transformadores monofásicos.



## 3 DOS TIPOS

Conectarlos en un banco trifásico y tres grupos de devanados enrollados en un núcleo común.



## 4 UTILIZANDO DOS TRANSFORMADORES

Crear potencia trifásica en ubicaciones en las que no están disponibles las tres líneas de potencia



## 5 CONEXIONES

1. Conexión D abierta (o V-V).
2. Conexión Y abierta-D abierta.
3. Conexión Scott-T.
4. Conexión trifásica en T

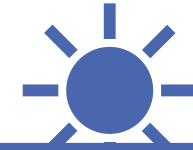


## 6 VALORES NOMINALES

1. Potencia aparente (kVA o MVA).
2. Voltaje primario y secundario (V).
3. Frecuencia (Hz).
4. Resistencia y reactancia en serie por unidad.

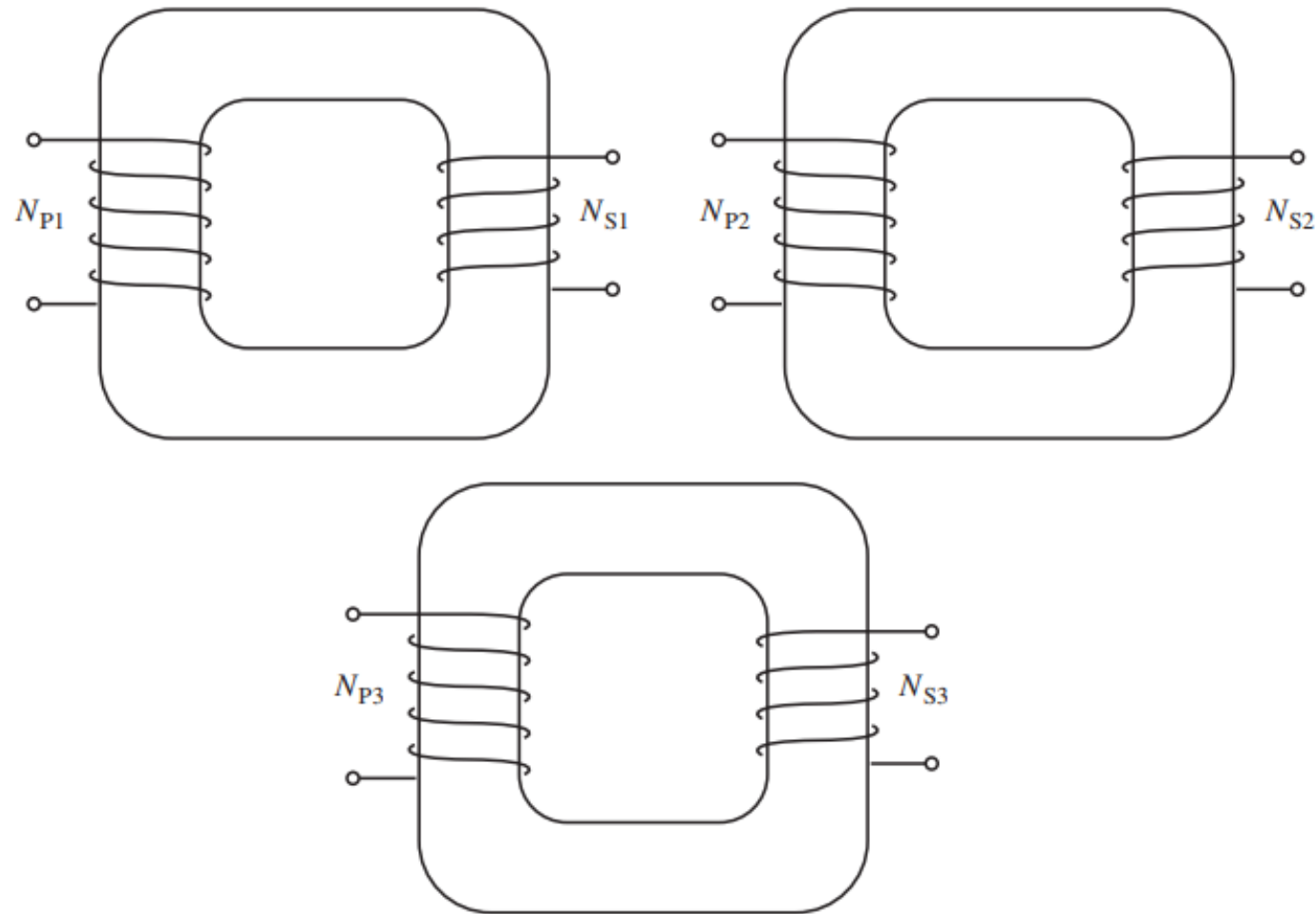


# Transformadores trifásicos

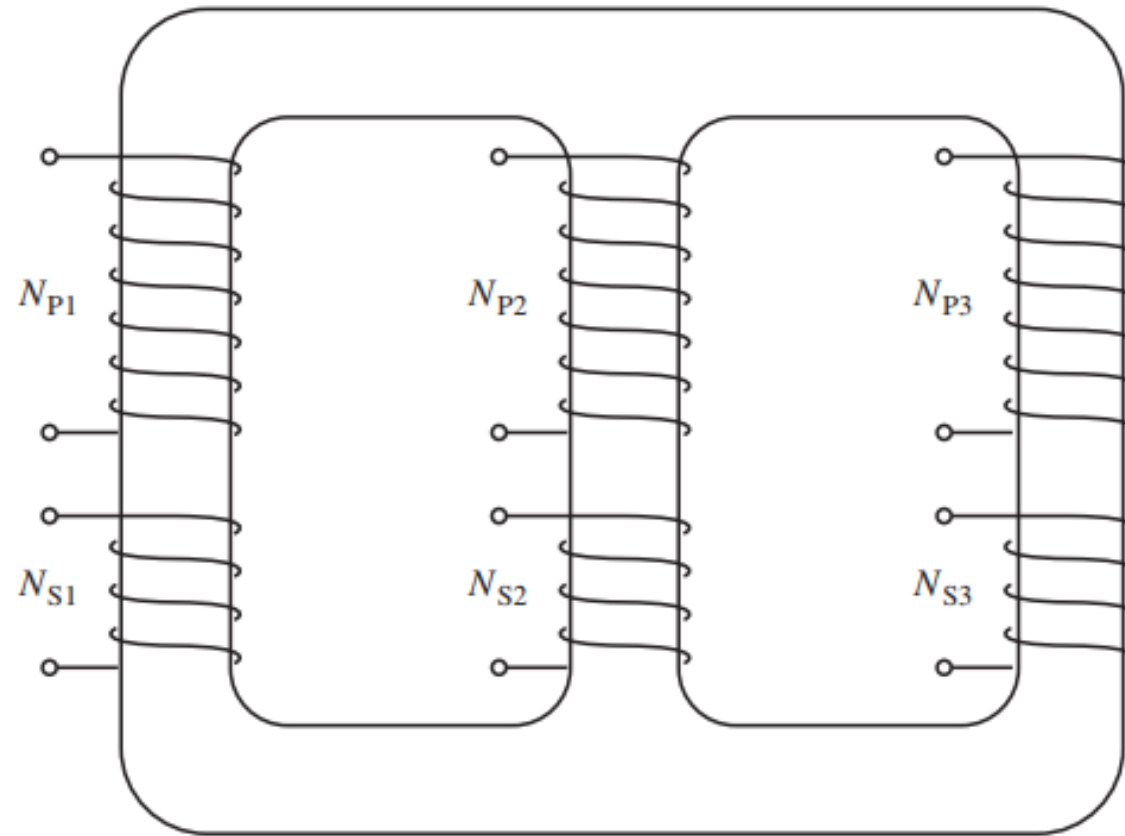


Características	Conexiones
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Generación y distribución de potencia en el mundo.</li><li>✓ Se pueden fabricar de dos maneras: tomar tres transformadores monofásicos y conectarlos en un banco trifásico. Otra alternativa es construir transformadores trifásicos con tres grupos de devanados enrollados en un núcleo común.</li><li>✓ Es más ligero, pequeño, barato y un poco más eficiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Los primarios y secundarios de cualquier transformador trifásico se pueden conectar independientemente en ye (Y) o en delta (<math>\Delta</math>).</li><li>➤ Cuatro conexiones posibles en el banco de un transformador trifásico:<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ye-ye (Y-Y).</li><li>2. Ye-delta (Y-<math>\Delta</math>).</li><li>3. Delta-ye (<math>\Delta</math>-Y).</li><li>4. Delta-delta (<math>\Delta</math>-<math>\Delta</math>).</li></ol></li></ul>

# Banco trifásico de transformador compuesto por tres transformadores independientes.



# Transformador trifásico construido sobre un núcleo de tres columnas.

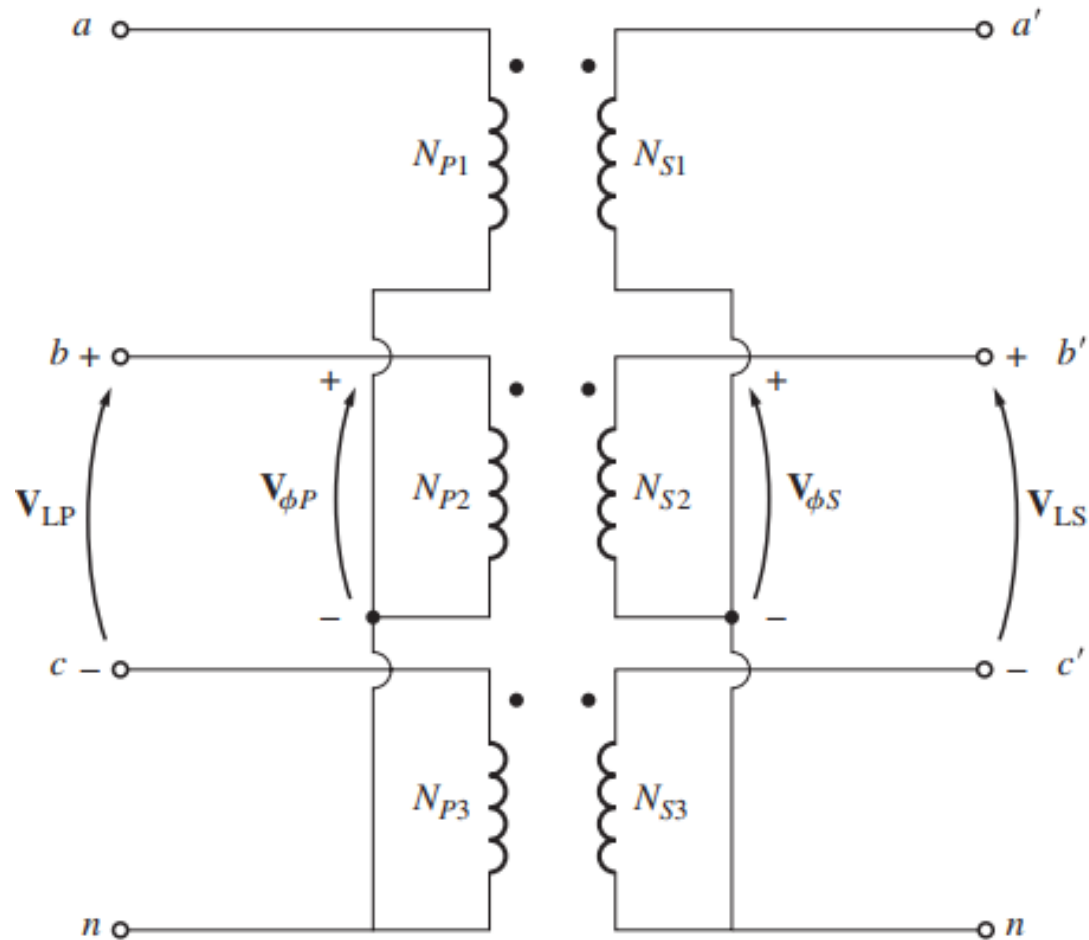


# Clave

- Cualquier transformador del banco se comporta exactamente como los transformadores monofásicos ya estudiados.
- La impedancia, la regulación de voltaje, la eficiencia y los demás cálculos para los transformadores trifásicos se llevan a cabo con base en un criterio por fase, utilizando exactamente las mismas técnicas desarrolladas para los transformadores monofásicos.
- Las ventajas y desventajas de cada tipo de conexión de transformadores trifásicos:

- La conexión Y-Y tiene dos problemas graves:
  1. Si las cargas en el circuito del transformador no están equilibradas, entonces los voltajes en las fases del transformador pueden llegar a desequilibrarse severamente.
  2. Los voltajes de terceras armónicas pueden ser grandes.
- La conexión Y- $\Delta$  no presenta problemas con los componentes en sus voltajes de la tercera armónica. Debido a la conexión, el voltaje secundario se desplaza  $30^\circ$  con respecto al voltaje primario del transformador.
- La conexión  $\Delta$ -Y. Esta conexión tiene las mismas ventajas y el mismo desplazamiento de fase que el transformador Y- $\Delta$
- $\Delta$ - $\Delta$  Este transformador no tiene un desplazamiento de fase asociado y no tiene problemas con cargas desequilibradas o armónicos.

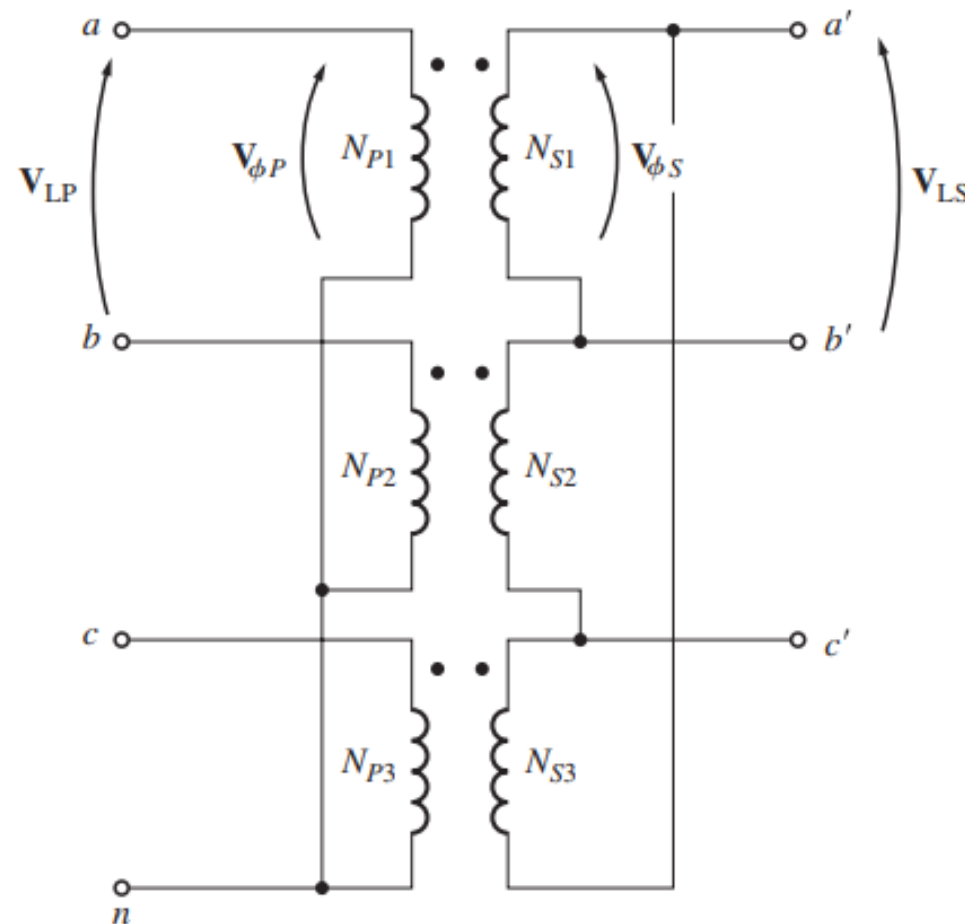
# Diagramas de conexión y de cableado de un transformador trifásico: Y-Y



$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \frac{\sqrt{3}V_{\phi P}}{\sqrt{3}V_{\phi S}} = a \quad \text{Y-Y}$$



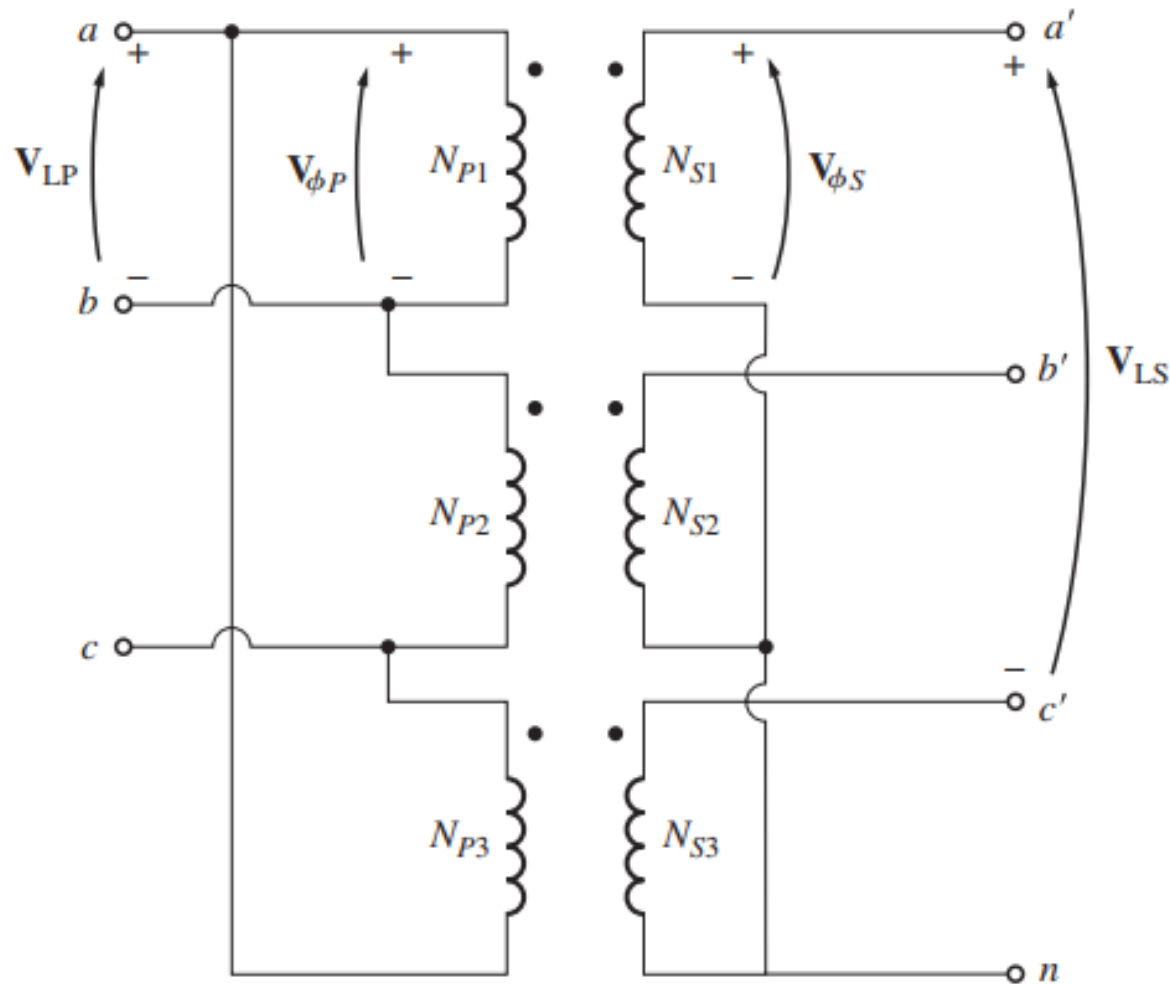
# Diagramas de conexión y de cableado de un transformador trifásico: Y- $\Delta$



$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \frac{\sqrt{3}V_{\phi P}}{V_{\phi S}}$$

$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \sqrt{3}a \quad \text{Y-}\Delta$$

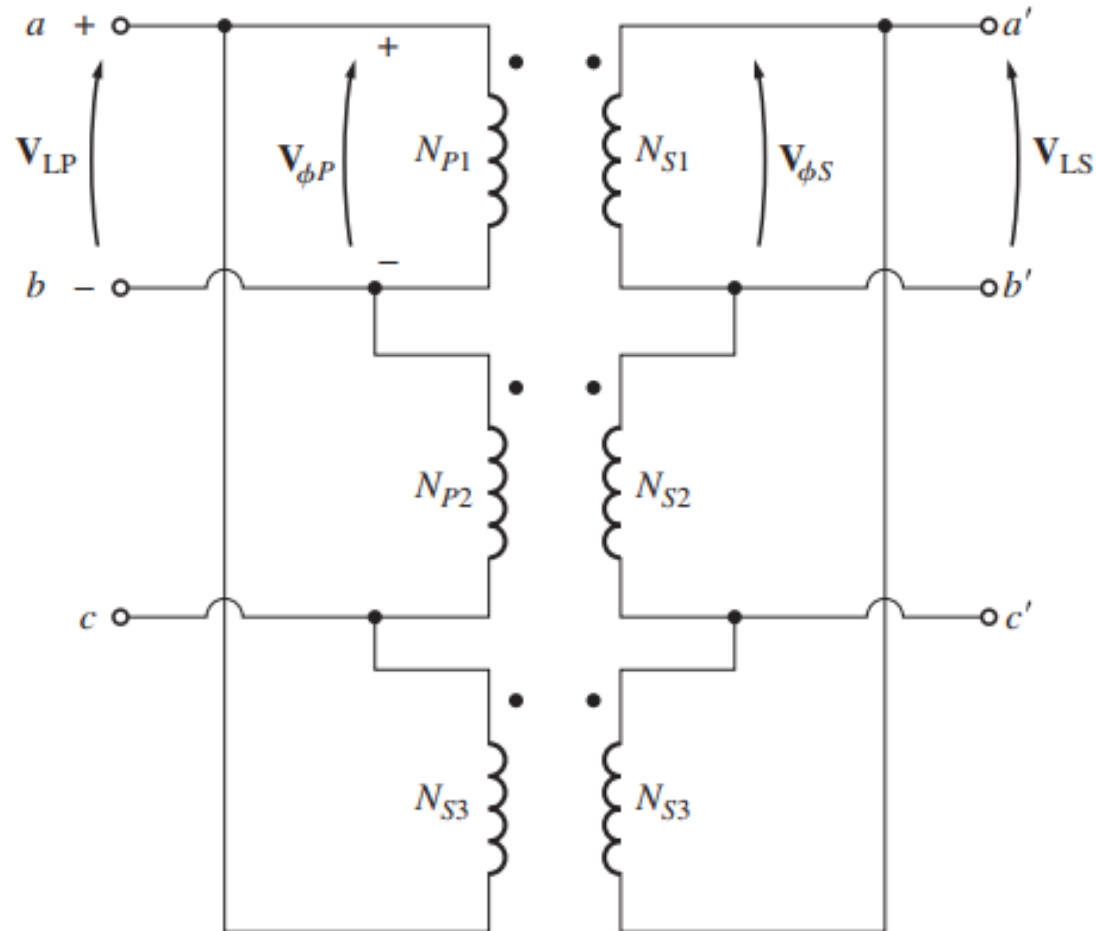
# Diagramas de conexión y de cableado de un transformador trifásico: $\Delta$ -Y



$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \frac{V_{\phi P}}{\sqrt{3}V_{\phi S}}$$

$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad \Delta\text{-Y}$$

# Diagramas de conexión y de cableado de un transformador trifásico: $\Delta$ - $\Delta$



$$\frac{V_{LP}}{V_{LS}} = \frac{V_{\phi P}}{V_{\phi S}} = a \quad \Delta-\Delta$$

# TRANSFORMACIÓN TRIFÁSICA UTILIZANDO DOS TRANSFORMADORES

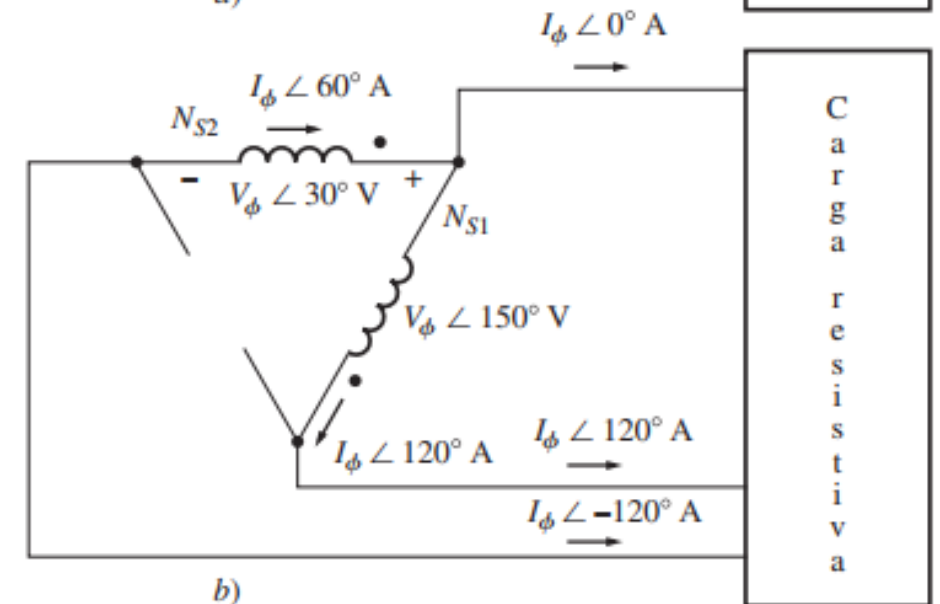
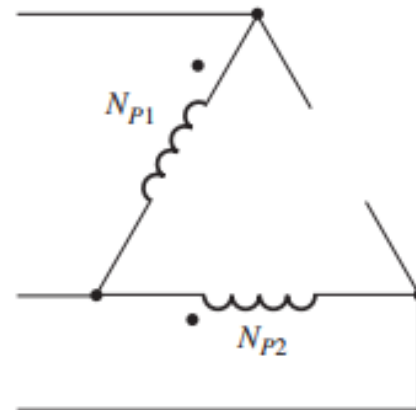
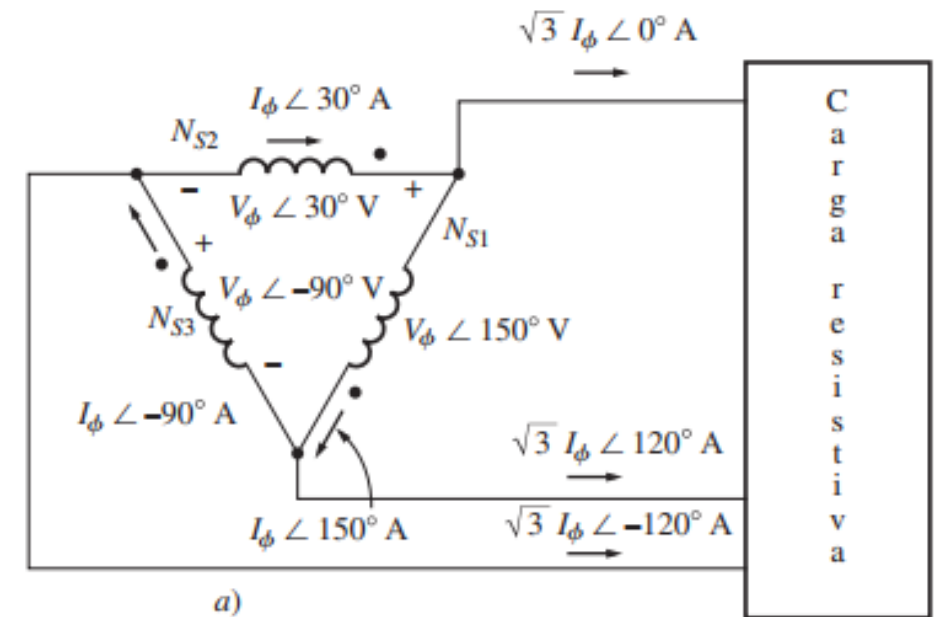
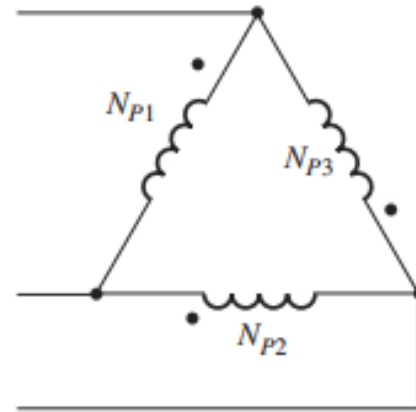


Caraterísticas	Conexiones
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Se emplean algunas veces para crear potencia trifásica en ubicaciones en las que no están disponibles las tres líneas de potencia.</li><li>✓ Por ejemplo, en áreas rurales, una compañía eléctrica a menudo tiende una o dos de las tres fases en una línea de distribución.</li><li>✓ Involucran una reducción de la capacidad de manejo de potencia de los transformadores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 1. Conexión <math>\Delta</math> abierta (o V-V).</li><li>➤ 2. Conexión Y abierta-<math>\Delta</math> abierta.</li><li>➤ 3. Conexión Scott-T.</li><li>➤ 4. Conexión trifásica en T</li></ul>

# La conexión $\Delta$ abierta (o V-V)

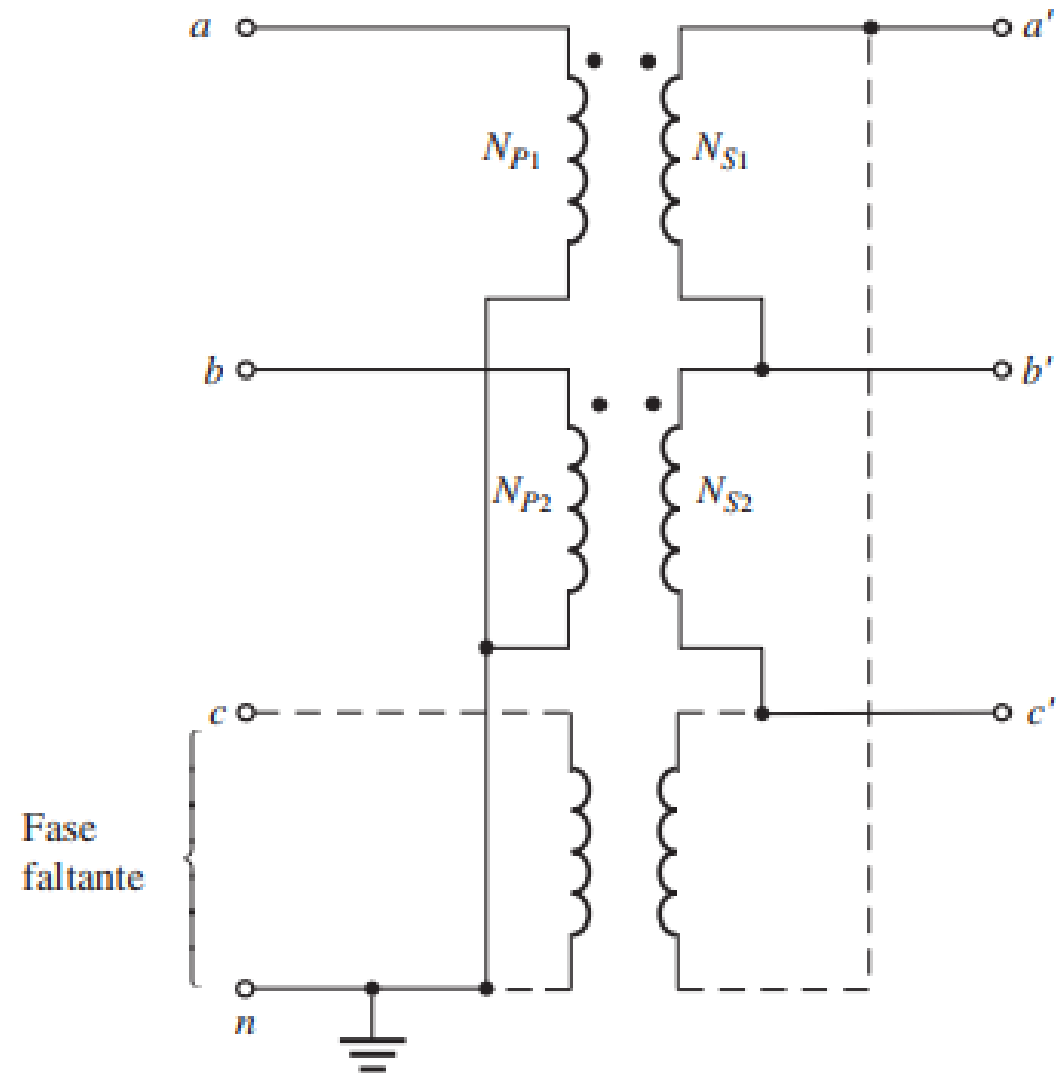
- a) Voltajes y corrientes en un banco de transformador  $\Delta$ - $\Delta$ .
- b) Voltajes y corrientes en un banco de transformador  $\Delta$  abierta.
- la potencia máxima total del banco delta abierta está dada por

$$P = \sqrt{3} V_{\phi} I_{\phi}$$



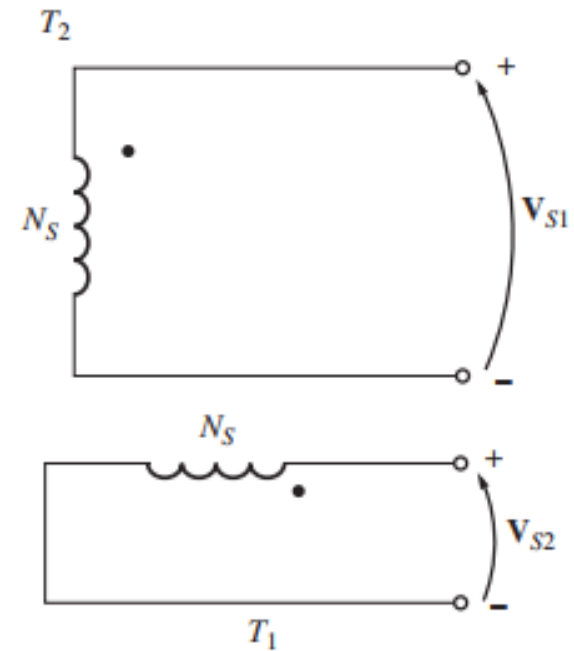
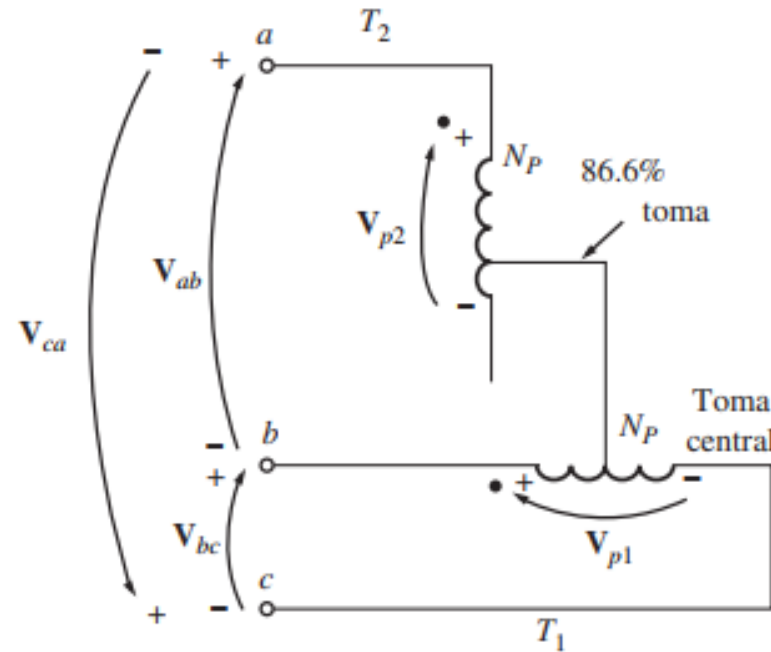
# La conexión y abierta-delta abierta

- Es muy parecida a la conexión delta abierta excepto en que los voltajes primarios se derivan de dos fases y el neutro.
- Diagrama de cableado de la conexión del transformador Y abierta-D abierta.
- Nótese que esta conexión es idéntica a la conexión Y-D, excepto por la ausencia del tercer transformador y por la presencia del hilo del neutro



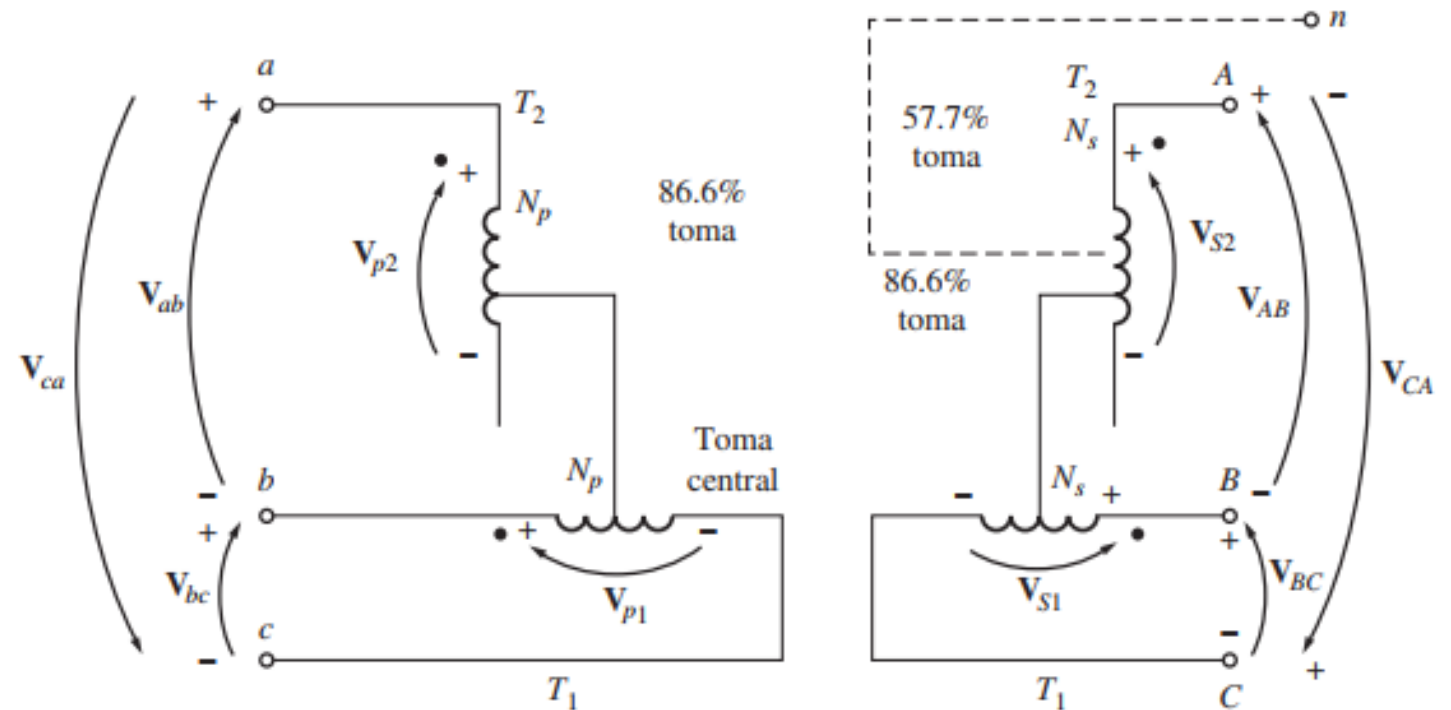
# La conexión Scott-T

- Es una manera de obtener dos fases separadas  $90^\circ$  a partir de un suministro de potencia trifásica.
- La Scott-T consta de dos transformadores monofásicos con idéntica capacidad. Uno tiene una toma en su devanado primario a 86.6% de su voltaje a plena carga.



# La conexión T trifásica

- Utiliza dos transformadores para convertir potencia trifásica en potencia bifásica con un nivel diferente de voltaje.
- Mediante una sencilla modificación de esta conexión, los mismos dos transformadores pueden convertir potencia trifásica en potencia trifásica con otro nivel de voltaje.
- En esta conexión, a T1 se le llama transformador principal y a T2 transformador de conexión en T (teaser transformer).






# VALORES NOMINALES Y PROBLEMAS RELACIONADOS CON LOS TRANSFORMADORES

Los transformadores tienen cuatro valores nominales principales:

1. Potencia aparente (kVA o MVA).
2. Voltaje primario y secundario (V).
3. Frecuencia (Hz).
4. Resistencia y reactancia en serie por unidad.

Estos valores se pueden encontrar en las placas de la mayoría de los transformadores.

# Placa de características del transformador

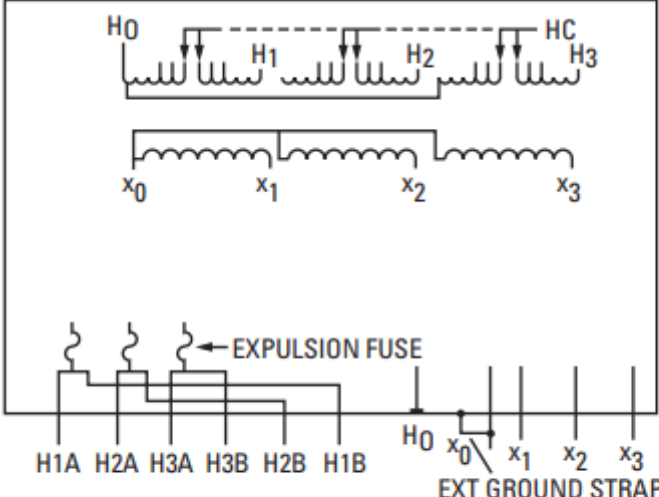
0 10-25-82		+		GENERAL  ELECTRIC		+	
3 PHASE		CLASS 0 A		CAUTION—BEFORE OPERATING READ INSTRUCTIONS GEI-79025		65°C RISE 60 HERTZ	
SUM		K V A		HV		LV	
				MFG		DATE	

BASIC IMPULSE LEVEL		VOLTS		TAP			
HV WINDING		KV		14400		1	
LV WINDING		KV		14100		2	
WEIGHTS IN POUNDS				13800		3	
INTERIOR				13500		4	
TANK				13200		5	
LIQUID				AT RATED KVA			
TOTAL							
OIL							
IMPEDENCE 85°C							
RATED VOLTS							

GAL		H2		x2	
%		H1 H0 H3		x1 x0 x3	

DISTRIBUTION TRANSFORMER		CONTAINS NON-PCB AT TIME OF MANUFACTURE-CERTIFICATION AVAILABLE	

HICKORY, NC MADE IN USA	
TITLE NAMEPLATE	
FIRST MADE FOR DTBD	

NP 31016481E718P00	
ROUTING 1A,REQ	
HICKORY	

MADE 10-25-82	
ISSUED	

NOTES: 1. FOR MATERIAL AND NOTES USE A214K001P2.3	
2.06 MUST BE MAINTAINED FROM EDGE OF BAND TO EDGE OF PLATE.	

# Ejemplo Delta- delta

- Tres transformadores monofásicos se conectan en delta-delta a fin de reducir un voltaje de línea de 138 kV a 4160 V para suministrar potencia a una planta manufacturera. La planta absorbe 21 MW con un factor de potencia retrasado de 86 por ciento.
- *Calcule*
  - a. La potencia aparente absorbida por la planta. R/  $S=24,4\text{MVA}$
  - b. La potencia aparente suministrada por la línea de alto voltaje. R/  $S=24,4\text{MVA}$
  - c. La corriente en las líneas de AV. R/  $I_1=102\text{A}$
  - d. La corriente en las líneas de bajo voltaje (BV). R/  $I_2=3386$
  - e. Las corrientes en los devanados primario y secundario de cada transformador. R/  $I_p= 58,9\text{A}$  ,  $I_s=1955\text{A}$
  - f. La carga soportada por cada transformador R/  $S= 8,13\text{MVA}$

# Ejemplo Delta- estrella

- Tres transformadores monofásicos elevadores de 40 MVA, 13.2 kV/80 kV están conectados en delta-Y a una línea de transmisión de 13.2 kV (Fig. 12.5). Si alimentan una carga de 90 MVA, calcule lo siguiente:
  - a. El voltaje de línea secundario. Sol:  $E_s = 139 \text{ kV}$
  - b. Las corrientes en los devanados del transformador. Sol:  $I_p = 2273 \text{ A}$ ,  $I_s = 375 \text{ A}$
  - c. Las corrientes entrante y saliente en la línea de transmisión. En A,B,C es  $I = 3975$ , en 1,2,3 es  $I = 375 \text{ A}$

