

# Transformador:

Sistema que convierte los parámetros ***Tensión*** y ***Corriente***, sin pérdida de energía.

Solo puede funcionar con Corriente Alterna CA.

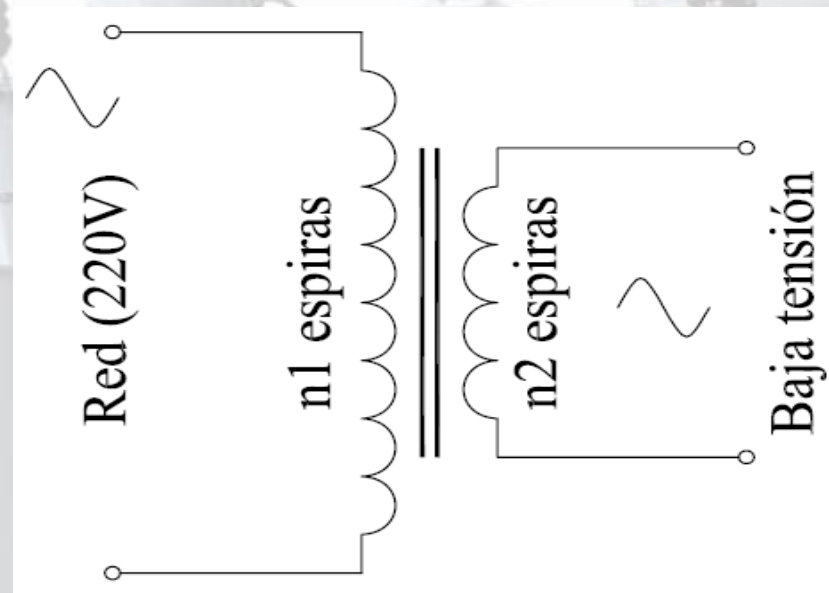


# Inducción:

***Faraday*** descubrió que los cambios provocados en la corriente de una bobina enrollada sobre otra, se manifestaban en aquella en forma de picos de tensión.

***Lenz*** formuló que el sentido de la corriente inducida es oponerse a las variaciones del flujo que la produjo.

El desarrollo tecnológico de todo ello da como resultado el ***Transformador.***



Consta de varias bobinas (típico 2) construidas con hilo de cobre o aluminio.



Uno de los devanados se llama ***Primario***.

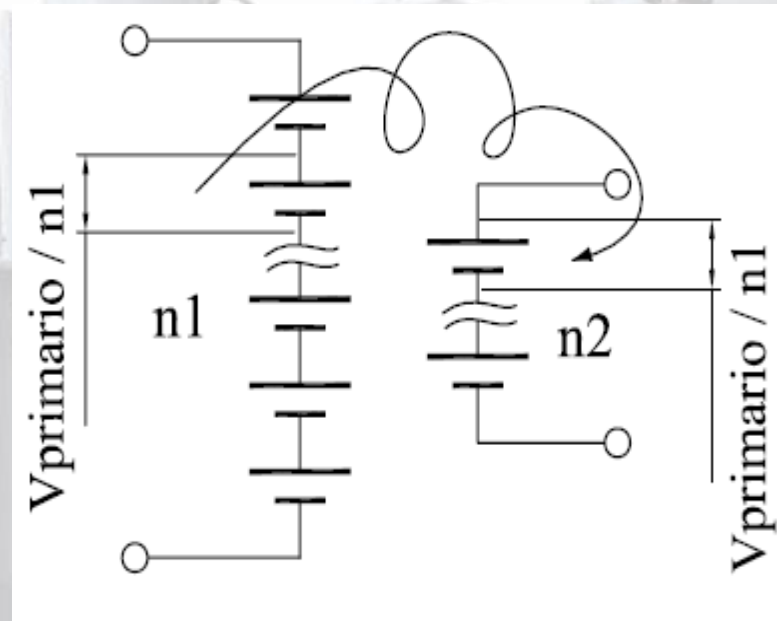
El resto, son los ***Secundarios***.

Al Primario se le aplica la energía a transformar, que es recogida en los Secundarios.

Pero es ***Reversible***, pudiendo hacer cualquiera de Primario y de Secundario.

# V/Espira:

Cuando se aplica Voltaje al primario, éste se distribuye entre todas sus espiras.



Y todas las espiras del transformador proporcionan el mismo V/Espira.

# Relación de Transformación:

Considerando las espiras del primario ( $n_1$ ) y de un secundario ( $n_2$ ) podemos establecer que:

$$V_1/V_2 = n_1/n_2$$

Lo que significa que podemos conocer la tensión inducida en el secundario sabiendo la que le aplicamos al primario.

Igualmente, podemos construir un transformador para convertir cualquier valor de tensión al que más nos convenga.

# Relación de Transformación:

La ley de Lenz establece que las espiras de las bobinas crean la corriente necesaria para que el flujo magnético causante de la inducción desaparezca.

Lo que significa que entre las ( $n_1$ ) espiras del primario sometidas a la corriente ( $I_1$ ) producen el mismo flujo que las ( $n_2$ ) espiras del secundario por las que circula ( $I_2$ ) (de sentido inverso).

$$I_1 \times n_1 = I_2 \times n_2 \rightarrow I_1/I_2 = n_2/n_1$$

# Relación de Transformación:

Lo que lleva a la conclusión de que las potencias desarrolladas en el primario y en el secundario son iguales.

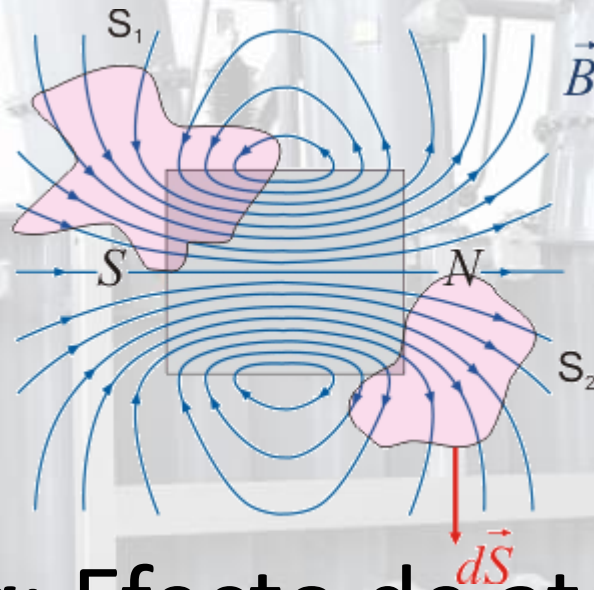
$$\begin{aligned} P_1/P_2 &= (V_1 \times I_1)/(V_2 \times I_2) = \\ &= (n_1 \times n_2)/(n_2 \times n_1) = 1 \end{aligned}$$

Por lo tanto un Transformador no supone más pérdida de energía que la derivada de las imperfecciones que le alejan del Ideal.



# Núcleo magnético:

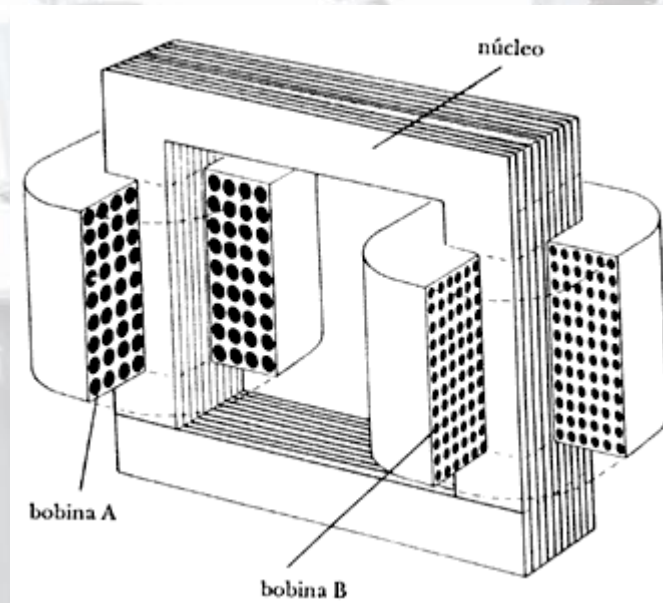
El campo creado a la frecuencia de la red (50Hz) se desvanece en el aire, porque éste es un medio muy malo para su propagación.



***Reluctancia:*** Efecto de atenuación que produce el medio en el flujo magnético.

# Núcleo magnético:

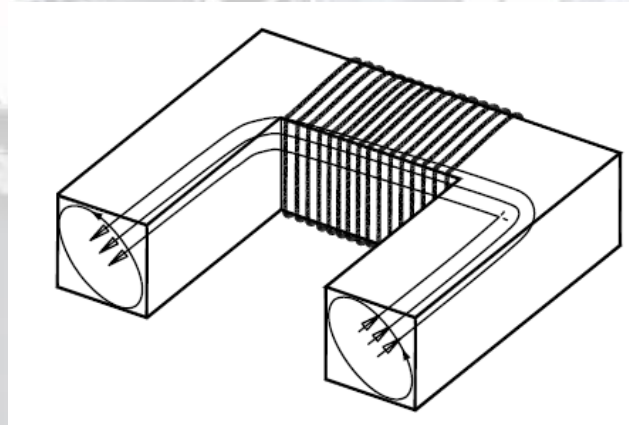
La Reluctancia del hierro es miles de veces menor que la del aire (3.000 a 100.000)



Por ello las bobinas se devanan sobre masas de hierro a través de las cuales se confina el campo magnético.

# Chapas magnéticas:

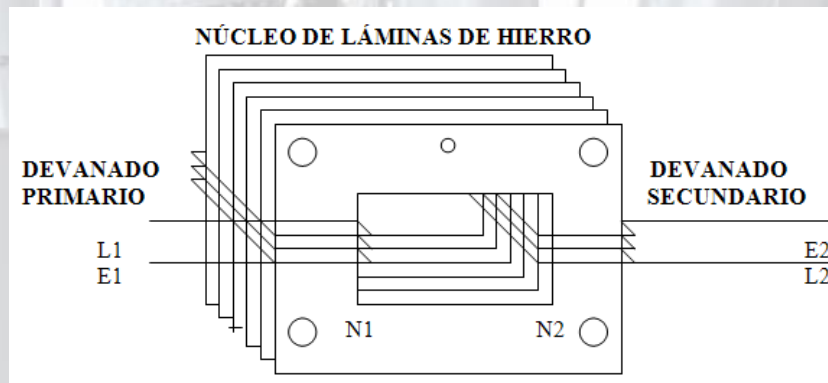
Como el hierro es conductor de la electricidad, el flujo crea corrientes por él, como si él mismo fueran espiras de una bobina.



Este efecto lo descubrió León ***Foucault*** en 1.851

# Chapas magnéticas:

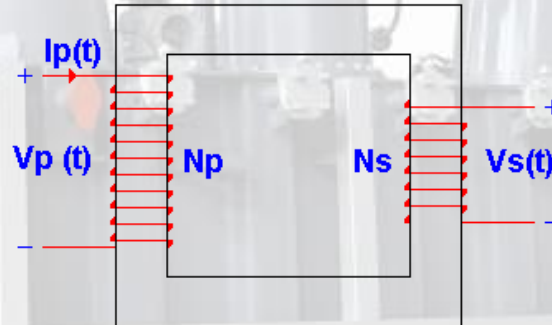
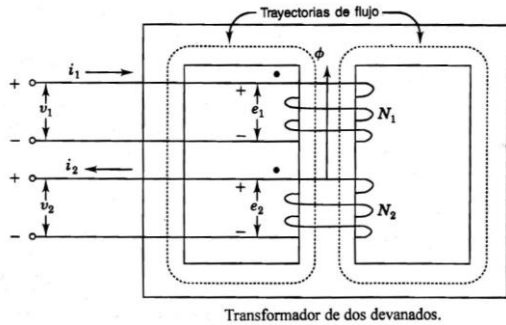
La ***corriente de Foucault*** se consigue neutralizar construyendo el núcleo con chapas delgadas y aisladas entre sí.



Por esta razón, las máquinas de CA se construyen con ***Chapa Magnética***.

# Transformador Monofásico:

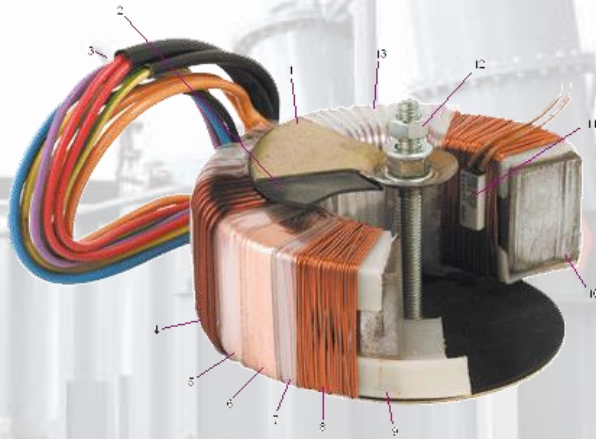
Los pequeños tienen una ***Columna*** central.



Para potencias mayores se construyen en dos ***Columnas***.

# Transformador Toroidal:

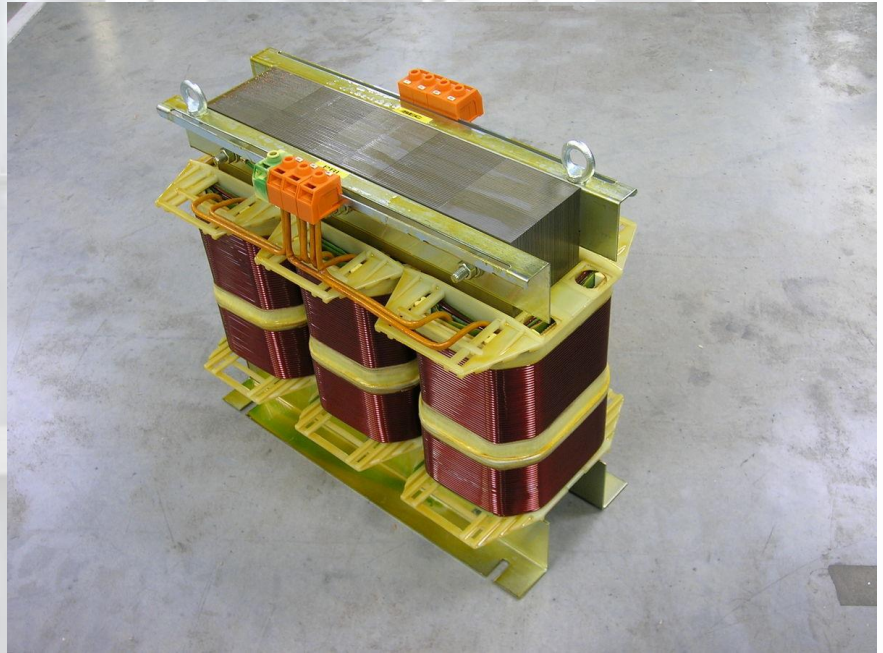
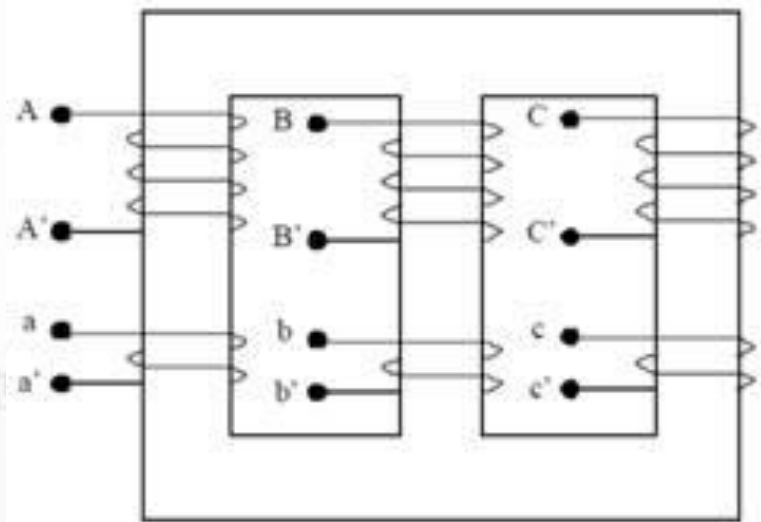
El núcleo en forma de Rosquilla (Toro) tiene mucho mejor rendimiento.



Su bobinado es más costoso porque no se puede construir la bobina fuera del núcleo (y después montarlos).

# Transformador Trifásico:

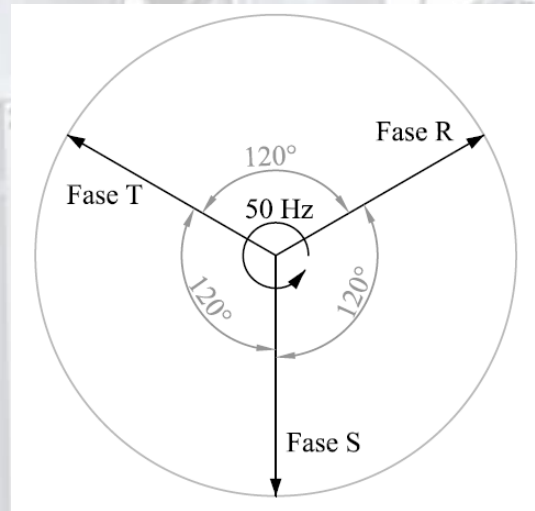
Tienen tres columnas, una para cada fase.



# Relación Entre bobinados:

*A cada columna le corresponde una y solo una Fase.*

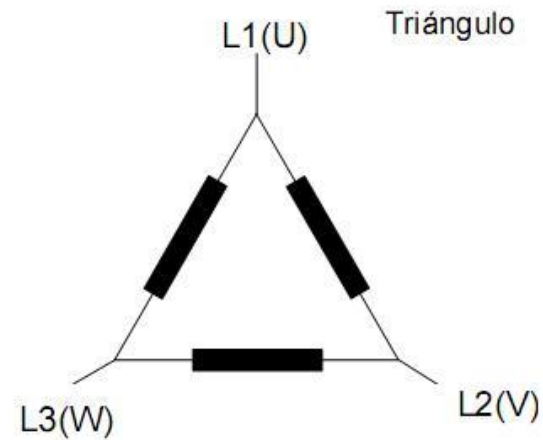
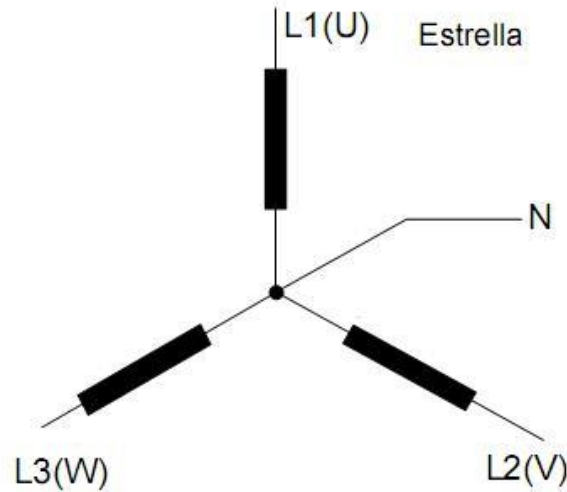
Cada Fase es un vector que gira 50 vueltas/segundo.



Cada vector está desfasado 120° respecto a los otros.

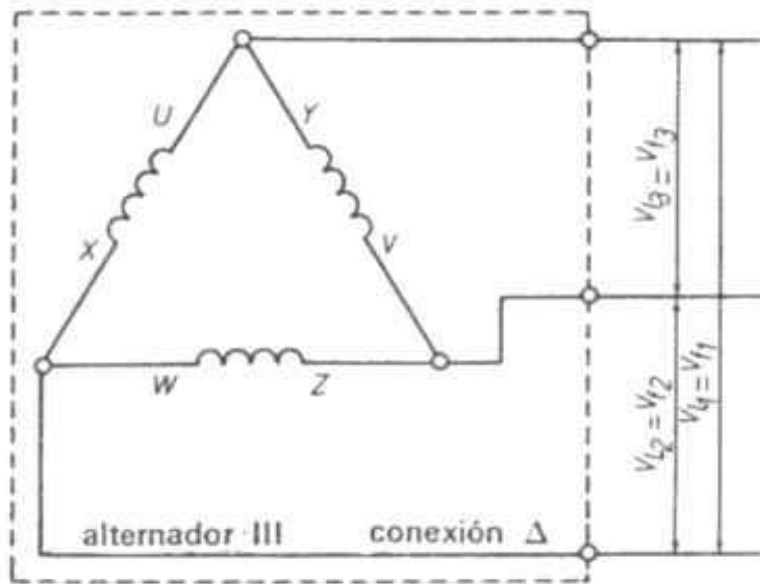


# Conexión :



Los devanados de una misma Familia (primarios, secundarios1 secundarios2 etc) se pueden conectar en Estrella o en Triángulo.

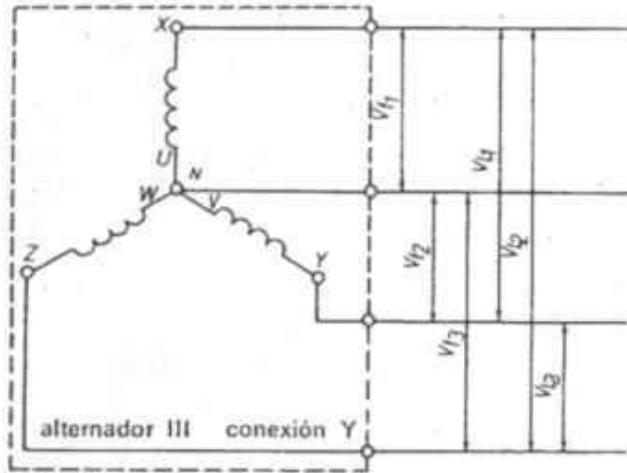
# Triángulo:



Las fases se conectan en serie y en círculo cerrado.

Cada fase puede proporcionar la corriente que sea, sin desequilibrar el sistema.

# Estrella:

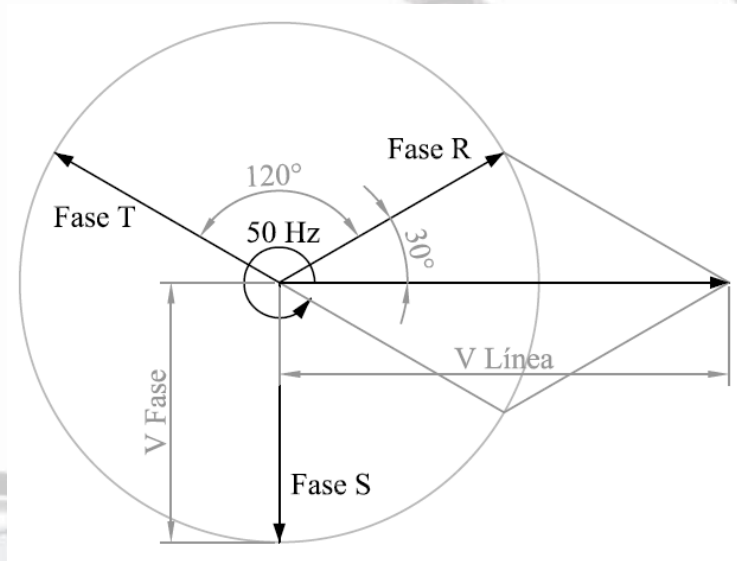


Las tres fases confluyen en un punto que adquiere potencial **Neutro**.

Es muy útil disponer de un potencial Neutro.

Pero un desequilibrio entre fases echa por tierra el potencial del Neutro y la homogeneidad de desfases entre líneas.

# Estrella:



La **tensión de Fase** es la que proporciona un devanado a secas (Fase R, Fase S y Fase T).

La **tensión de Línea** aparece entre polos de la Estrella (R-S, R-T, S-R, S-T, T-R, T-S).

$$V_{\text{Fase}} = V_{\text{Línea}} \times \sqrt{3}$$

# Estrella:

Los Voltajes estándar con los que se sirve la energía eléctrica se basan en esta relación. Se inicia con la más baja, que admitimos 127V

$$127V \times \sqrt{3} = 220V$$

$$220V \times \sqrt{3} = 380V$$

$$380V \times \sqrt{3} = 660V$$

Casi seguro que el “Trafo” de nuestro barrio lleva secundarios de 220V en estrella.

- .- Por eso tenemos un ***Neutro***.
- .- Como el Voltaje de Fase es 220V, la tensión entre fases es la de ***Línea***, esto es, 380V

# Transformador de Tensión:

El secundario se comporta como ***Fuente de Tensión***.

Es el que estamos más acostumbrados a utilizar. El estado de reposo del secundario es ***Abierto***.

Un ***Cortocircuito*** en el secundario es un ***accidente*** que produce sobrecarga y disparo de los sistemas de protección.

# Transformador de Intensidad:

El secundario se comporta como ***Fuente de Intensidad***.

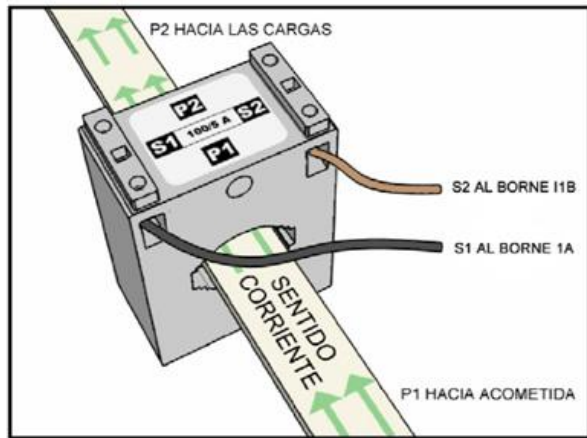
Se utiliza en control y medición. El estado de reposo del secundario es ***Cortocircuitado***.

Conectarlo con el ***secundario Abierto supone*** un accidente, además es peligroso y produce el disparo de los sistemas de protección:

$$V = R \times I \text{ (en circuito abierto } I = \infty) \quad V = \infty \times I = \infty$$

# ¿De Tensión o de Intensidad?

Físicamente son lo mismo. Si cumplen la relación de transformación y los requisitos paramétricos (Potencia en devanados) no tiene porqué hacerse distinción.



EJEMPLO DE INSTALACIÓN DE UN TRAFEO DE CORRIENTE PARA L1



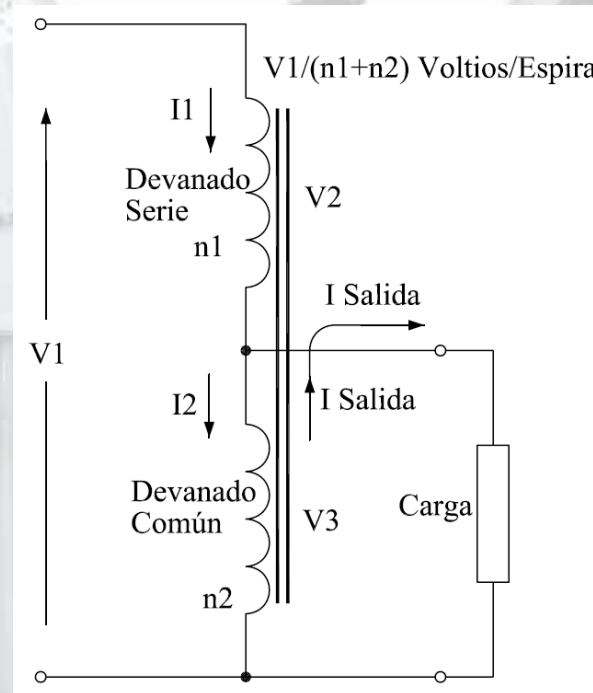
Pero normalmente, por su aplicación el trafo de intensidad debe reducir ésta cientos de veces, por lo que, de quedar el secundario abierto, la tensión se multiplicaría también cientos de veces:

$$220 \text{ V} \times 100 = \text{¡¡ } 22.000\text{V} \text{ !!}$$



# Autotransformador:

Es una variante que combina el *Transformador* y el *Divisor de Tensión*



Se verifica en todo momento la relación  
***Voltios/Espira***

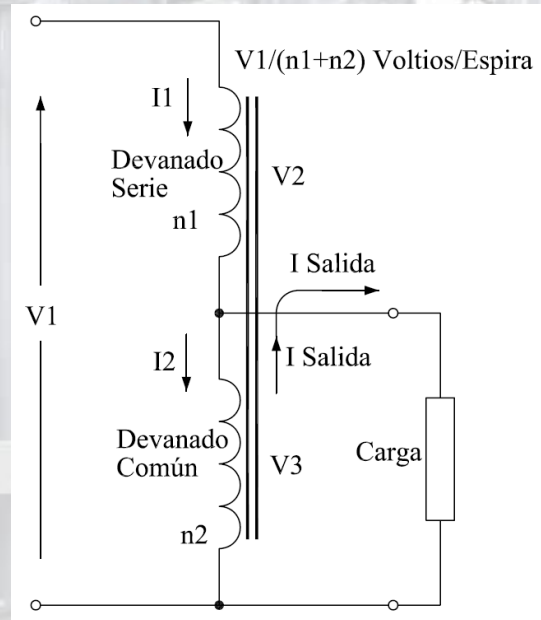
# Autotransformador:

A diferencia del Divisor de Tensión, Es **Reversible** y funciona como **elevador** si se aplica  $V3$

**(Primario= $n2$ )**

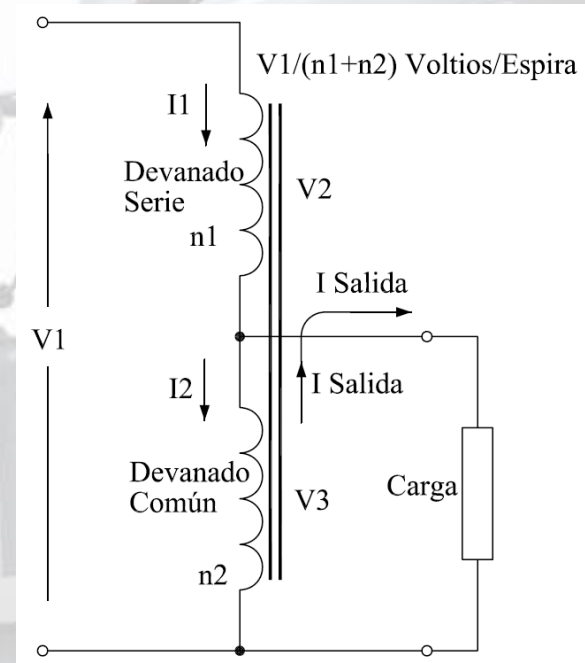
Apareciendo  $V1$

**(Secundario= $n1+n2$ ).**



# Autotransformador:

La corriente del Devanado Común es menor que la de un transformador genuino.



Además, se omite un devanado.

# Transformador:

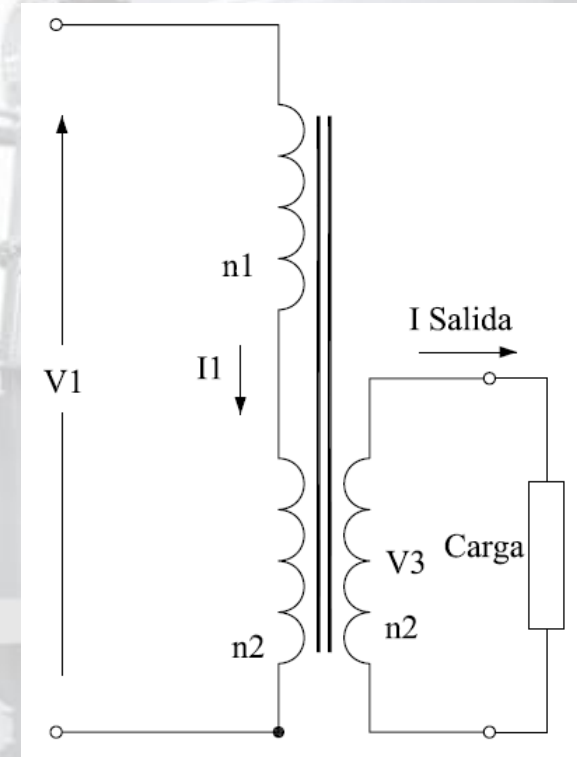
Relación de transformación: 220V-127V

El transformador necesita hilo para el devanado primario a razón de

$$(n1+n2) \times i1$$

y para el secundario

$$n2 \times i2 = n2 \times 1,73 i1.$$



$$\text{En total: } (n1+2,73n2)$$

# Autotransformador:

La corriente del Devanado Común es menor que la de un transformador genuino.

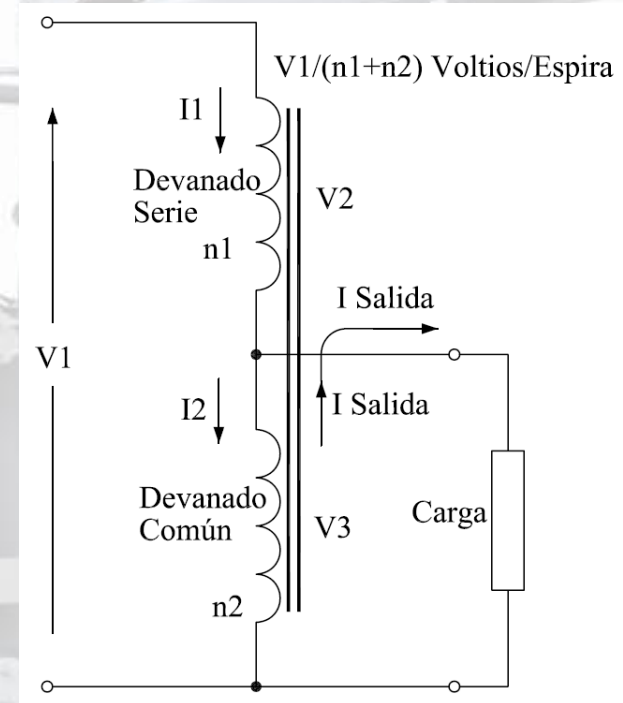
El autotransformador necesita hilo para el Devanado Serie a razón de

$$n1 \times i1$$

y para el Devanado Común tan solo a razón de

$$n2 \times (i2 - i1) = n2 \times 0,42 i1.$$

$$\text{En total: } (n1 + 0,42n2)$$



# Autotransformador:

La corriente del Devanado Común es menor que la de un transformador genuino.

Tomando las relaciones entre  $n1$  y  $n2$ :

$$n1 = 93$$

$$n2 = 127$$

Coste en hilo del Transformador:

$$n1 + 2,73n2 = 440$$

Coste en hilo del Autotransformador:

$$n1 + 0,42n2 = 146$$

# Autotransformador:

***¡Pero el riesgo es muy grande!:***

1.- Cualquier falla que le impida funcionar como transformador supone la ***conexión directa entre el devanado de Alta y el de Baja.***

2.- Esta falla puede ser algo tan sencillo como ***¡la interrupción de parte del devanado secundario!***

Por eso la ley solo permite autotransformadores para relaciones de transformación muy pequeñas, como mucho 127V-220V.

***El autotransformador doméstico 127V-220V es la aplicación más popular del Autotransformador.***