

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES
DPTO. DE ELECTRÓNICA**

Cátedra:

**Máquinas e Instalaciones
Eléctricas**

**Banco de Transformación
Trifásico**

Curso 2007

Coordinador: Ing. Jorge A. Matricali

1. Introducción:

Los transformadores trifásicos admiten para una misma relación de transformación distintos tipos de conexiones primarias y secundarias y aún para un mismo tipo de conexión primaria y secundaria surgen distintos desplazamientos angulares entre el sistema de tensiones del primario y del secundario. Se define como grupo de conexión al desfase que introduce entre el sistema primario y secundario y el tipo de conexión de los devanados primario y secundario.

2. Objeto del ensayo:

Consiste en la confección de conexionados diversos de los devanados de un banco de transformación trifásico en relación a grupos de conexión propuestos y su control mediante mediciones predeterminadas.

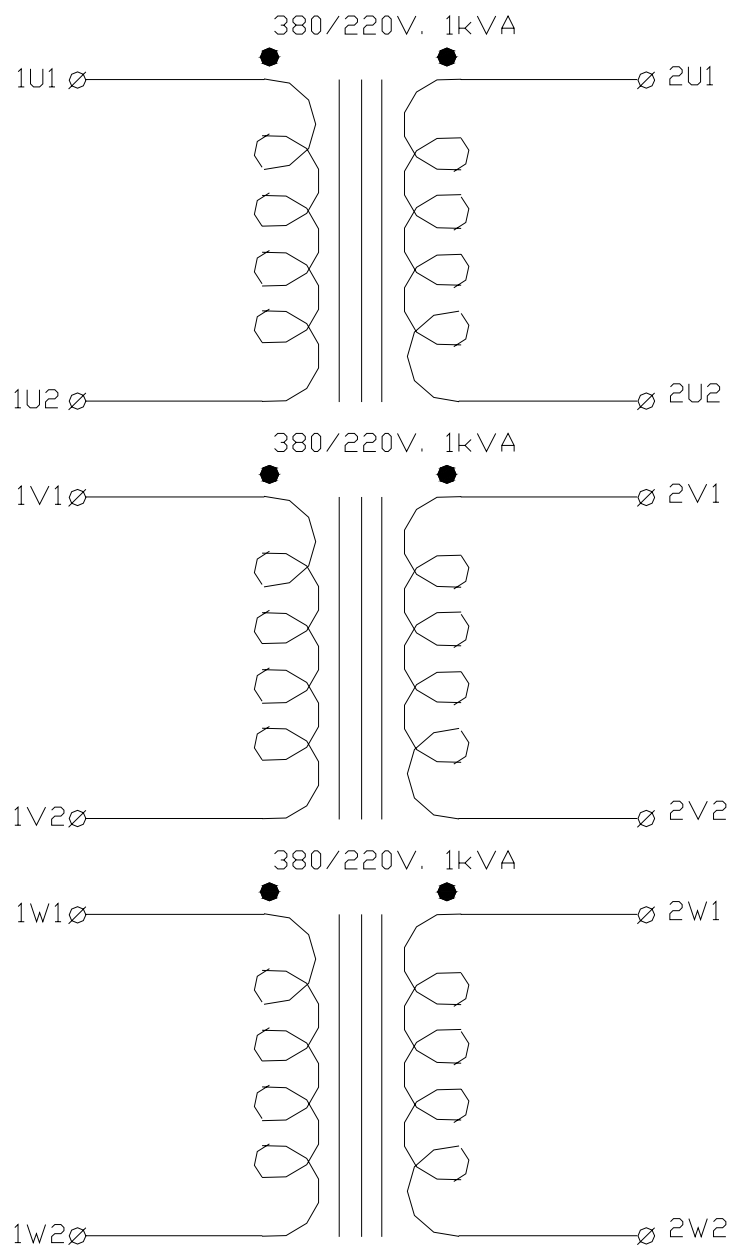
3. Confección previa del conexionado:

Utilizaremos tres transformadores monofásicos que presentan la siguiente bornera:

Los devanados tienen la misma letra, antecedida por un 1 para el primario y por un 2 para el secundario. La designación de los bornes se efectúa conforme las normas IRAM e IEC pertinentes.

IRAM 2099:1994 Transformadores de Potencia - Generalidades

La polaridad está dada para el número de orden (tomaremos como borne positivo el de menor numeración de cada devanado), la tensión primaria es de 380V. entre líneas para la conexión en triángulo, las tensiones secundarias se determinan por las relaciones de espiras en 220V de fase.



4. Determinación de polaridad de devanados de transformadores.

Ref: Norma I R A M – C E A 2104

4.1 Definición:

Se dicen bornes homólogos de los devanados de un transformador a aquellos que poseen la misma polaridad relativa a los otros bornes del mismo devanado en un instante dado. En el circuito esquemático de la figura 1 decimos que **1U1** y **2U1** son homólogos porque en cada instante tienen la misma polaridad respecto de **1U2** y **2U2**, vale decir que en el momento que **1U1** es (+) ó (+) respecto de **1U2**, **2U1** es (+) ó (+) respecto de **2U2**.

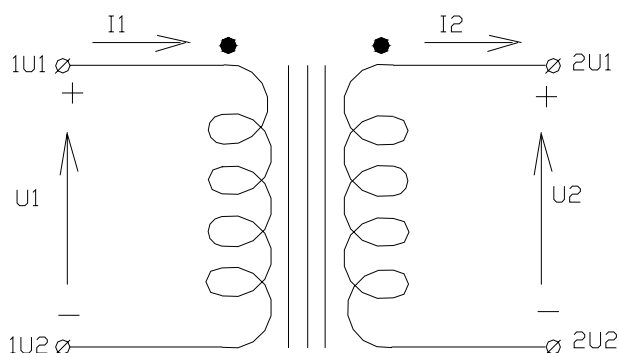


Fig.1

Se ve también que si la corriente es en ese instante entrante en **1U1**, en el borne **2U1** es saliente, condición de transmisión de la energía.

Resulta así que los bornes homólogos aparentan constituir una continuidad galvánica, en realidad inexistente, entre los devanados del transformador, en el sentido de que si la relación de transformación es unitaria y el núcleo magnético es ideal, vale decir sin pérdidas y sin necesidad de potencia magnetizante, no distinguimos la presencia del transformador si conectamos bornes homólogos.

En la figura 2 se grafican las ondas de tensión existentes en dos bornes homólogos, se ven que se encuentran en fase.

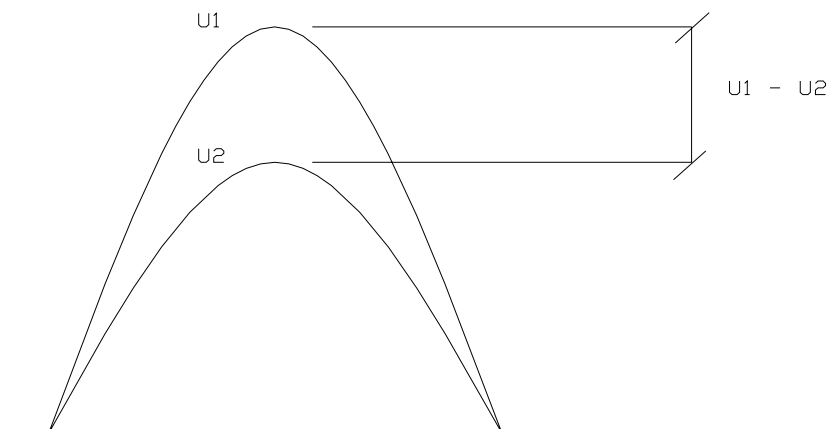


Fig.2

La determinación de la polaridad de los devanados de transformadores es de fundamental importancia para la conexión de los transformadores de medida (sobre todo en conexiones vatimétricas), la ejecución de las conexiones en bancos trifásicos de

transformadores monofásicos y la conexión de los devanados de transformadores trifásicos.

4.2 Métodos de ensayo:

Los métodos de ensayo buscan determinar que bornes cumplen con la definición de homólogos o igual polaridad. La norma IRAM – CEA prescribe tres caminos para la determinación de bornes homólogos:

- a) Método del transformador patrón.
- b) Método de corriente continua.
- c) Método de tensión aplicada.

Explicaremos y utilizaremos el (c), analizando luego algunas particularidades.

4.2 Método de la tensión aplicada:

El método consiste en estudiar, previa vinculación eléctrica de ambos lados del transformador uniendo un borne del primario con un borne del secundario, las relaciones de fase entre la tensión primaria y la secundaria. Si excitamos con corriente alterna el devanado de mayor tensión y medimos U_1 , U_2 , y la tensión entre los bornes libres U_{12} , vemos que esta última puede alcanzar solo dos valores.

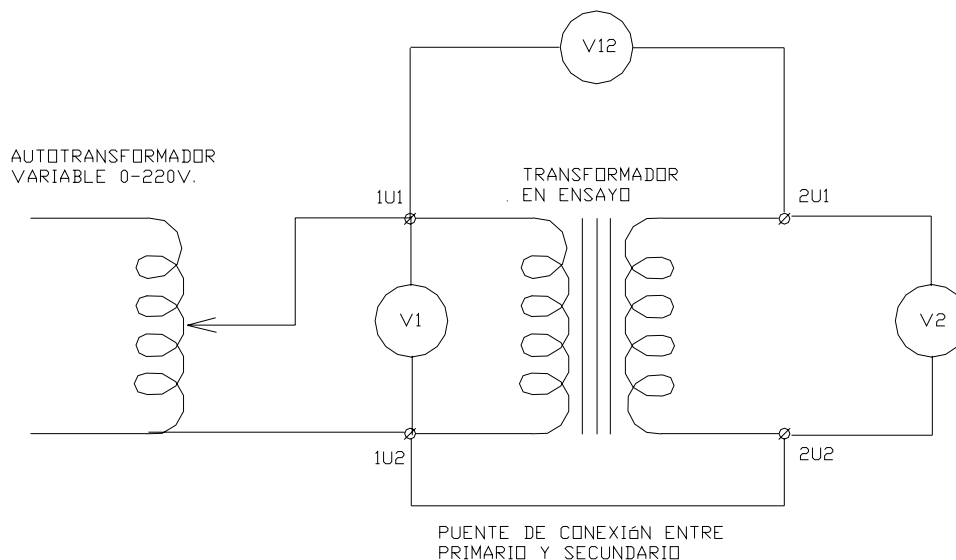


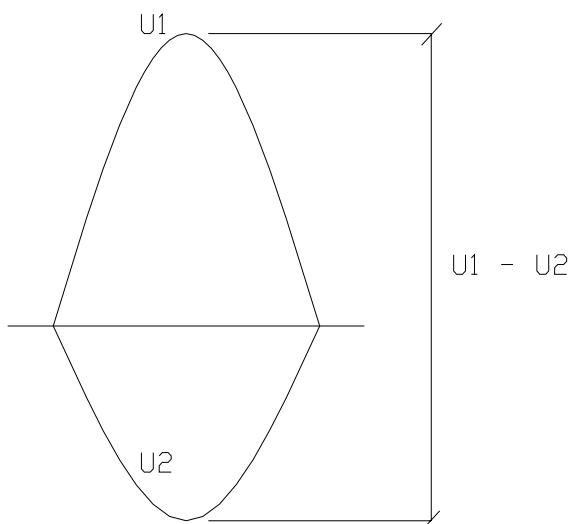
Fig.3

Si los bornes unidos son homólogos, por tanto de igual polaridad las tensiones estarán en fase y la magnitud de la tensión U_{12} será igual a la diferencia entre la magnitud de U_1 y U_2 .

Si los bornes unidos no son homólogos, las tensiones estarán desfasadas 180° y por lo tanto la magnitud de la tensión U_{12} será igual a la suma de las magnitudes de U_1 más U_2 (ver fig. 4).

Por lo tanto queda definida la condición de homología de bornes por la medición de una tensión entre los bornes libres igual a la diferencia de tensiones aplicadas a ambos lados.

Los volímetros deberán tener un alcance acorde a las tensiones posibles de hacerse presentes en cada lugar.



$$V_1 = U_1$$

$$V_2 = U_2 = k \cdot U_1$$

$$V_{12} = U_1 \pm U_2 = U_1 \pm k \cdot U_1 = (1 \pm k) \cdot U_1$$

K = relación de transformación.

fig 4

Se desprende de las relaciones anteriores que si k es suficientemente grande la tensión U_{12} presenta muy poca variación para las dos conexiones y por ejemplo para $k = 100$, las lecturas serán 99 ó 101, por lo que se deberá trabajar con voltímetros de clase 0,3 para tener una confiable definición.

5. Preparación previa del Ensayo

Se confeccionarán los siguientes grupos: Y d 11 ; D y 11 ; D y 5 ; Y d 5

Referencia: IRAM 2099:1994

5.1 Grupo Y d 11:

Conectamos los bornes primarios 1U2, 1V2 y 1W2 realizando la estrella primaria. Dibujamos el triángulo secundario con el desfase deseado y ubicamos las direcciones que corresponden a cada columna, la polaridad de los devanados secundarios es conocida, luego unimos los bornes 2U1-2V2, 2V1-2W2, 2W1-2U2.

Sabemos que los devanados de una fase están asociados a fems en una dirección, por ejemplo en la dirección 1U1-1U2 se ubica la fem secundaria 2U1-2U2, y como 2U1 es homólogo de 1U1 surge el desfase correspondiente de $11 \times 30^\circ = 330^\circ$

5.2 Grupo D y 11:

Se conecta el primario en triángulo uniendo bornes iniciales de un devanado con el final del adyacente por ejemplo 1U1-1W2, 1V1-1U2 y 1W1-1V2.

Constituyéndose el diagrama, dibujamos la estrella secundaria con el desfase correspondiente.

5.3 Grupo D y 5:

Razonando en forma análoga.

5.4 Grupo Y d 5:

Se procede de igual forma.

6. Determinación de magnitudes y comprobación del grupo de conexión:

Para efectuar la comprobación del conexionado propuesto deben referirse un punto del primario uno del secundario a un mismo potencial. Por esto se elige un borne del primario y se lo une a uno cualquiera del secundario, en la gráfica equivale a que estos puntos son uno solo, se trazan luego los fasoriales a escala y se miden las tensiones sobre los bornes sobre dicho diagrama y se tabula.

7. Ejecución del ensayo:

Confeccionada la conexión propuesta se toman las tensiones comparándolas con las tabuladas viendo que no existan discrepancias significativas. En realidad existe un número mínimo de mediciones a realizar y son para cada sistema en estrella 5 (tres tensiones de línea y dos de fase) para cada sistema en triángulo 3 (tres tensiones de línea y para referencia entre sistemas 2 (sistemas de punto común a dos puntos del otro sistema)

8. Tablas de valores :

		8.1 Yd11 VALORES PREDETERMINADOS								
		1U	1V	1W	2U	2V	2W	1U2	1V2	1W2
VALORES MEDIDOS	1U		380	380	----	----	----	220	220	220
	1V			380	----	----	380	220	220	220
	1W				127	127	0	220	220	220
	2U					127	127	----	----	----
	2V						127	93	93	93
	2W							220	220	220
	1U2								0	0
	1V2									0
	1W2									

Observaciones:

		8.2 Dy11 VALORES PREDETERMINADOS								
		1U	1V	1W	2U	2V	2W	2U2	2V2	2W2
VALORES MEDIDOS	1U		380	380	----	----	380	160	160	160
	1V			380	----	----	380	----	----	----
	1W				380	380	0	220	220	220
	2U					380	380	220	220	220
	2V						380	220	220	220
	2W							220	220	220
	2U2								0	0
	2V2									0
	2W2									

Observaciones:

		8.3 Dy5 VALORES PREDETERMINADOS								
		1U	1V	1W	2U	2V	2W	2U2	2V2	2W2
VALORES MEDIDOS	1U		380	380	----	----	160	380	380	380
	1V			380	----	600	----	380	380	380
	1W				220	220	220	220	0	0
	2U					380	380	220	220	220
	2V						380	220	220	220
	2W							220	220	220
	1U2								0	0
	2V2									0
	2W2									

Observaciones:

		8.4 Yd5 VALORES PREDETERMINADOS								
		1U	1V	1W	2U	2V	2W	1U2	1V2	1W2
VALORES MEDIDOS	1U		380	380	----	380	----	220	220	380
	1V			380	----	380	----	220	220	220
	1W				127	0	127	220	220	220
	2U					127	127	----	----	----
	2V						127	220	380	220
	2W							93	93	93
	1U2								0	0
	1V2									0
	1W2									

Observaciones:

9. Diagramas fasoriales:

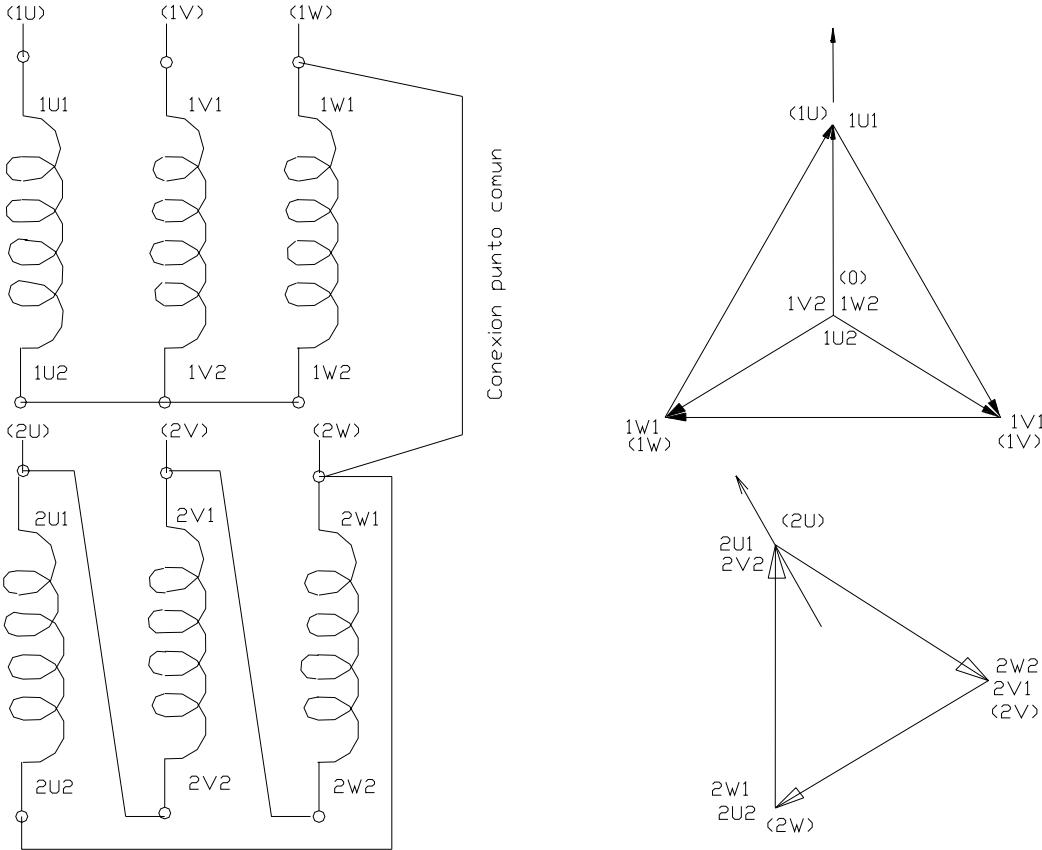
Con los datos de las mediciones efectuadas se confeccionarán los diagramas fasoriales en escala correspondientes a cada conexión verificando o no lo propuesto.

En la designación de los bornes se adoptó la práctica dada en la norma IRAM 2053 en concordancia con lo indicado en la norma IEC 76-1:1993

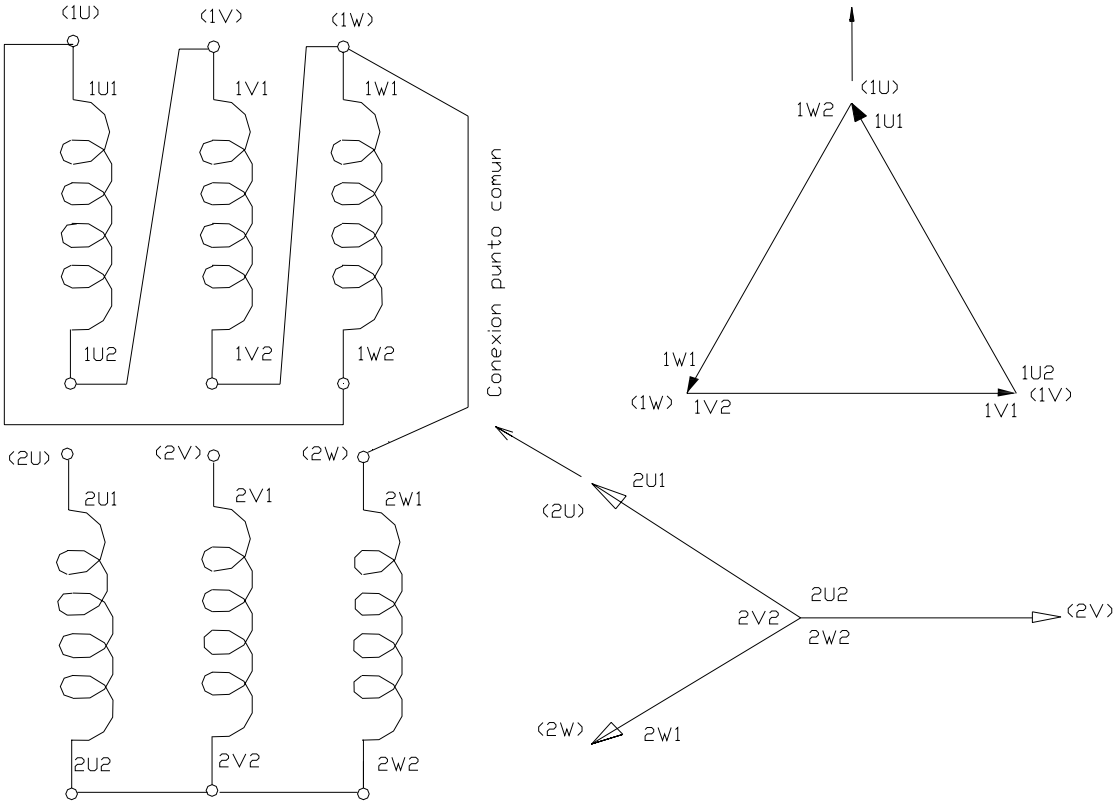
10. Lista de elementos utilizados:

Se hará una lista con los datos necesarios de los instrumentos y equipos utilizados en el ensayo para su identificación posterior.

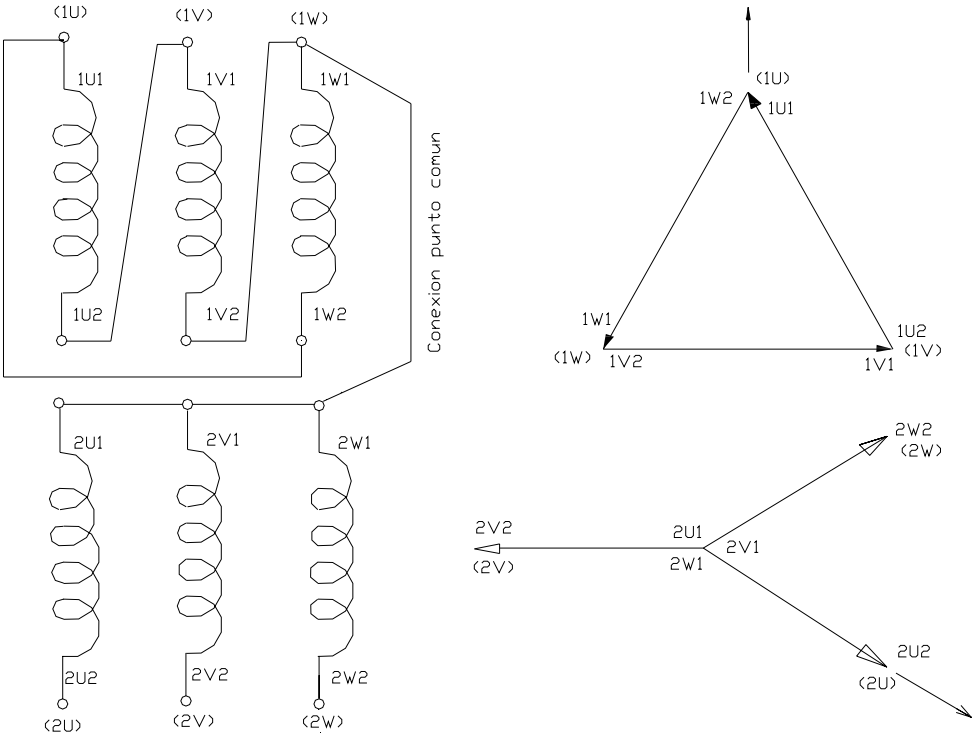
11. circuito de Conexión y Diagrama Vectorial Yd 11



12. circuito de Conexión y Diagrama Vectorial Dy 11



13. circuito de Conexión y Diagrama Vectorial Dy 5



12. circuito de Conexión y Diagrama Vectorial Yd 5

