

Cuando en dos devanados situados uno encima del otro sobre la misma rama del circuito magnético ( esto suele ser común, a fin de evitar la dispersión magnética) los bornes de cada extremo son de igual polaridad, se dice que se tiene una conexión en POLARIDAD SUSTRATIVA; véase la Fig. 2. En caso contrario ( Fig. 3) se dice que existe POLARIDAD ADITIVA. Para altas tensiones sólo se utiliza el devanar los arrollamientos en polaridad sustractiva. El lector debe analizar el por qué de esto ( conéctese imaginariamente dos terminales adyacentes y analícese la diferencia de potencial entre los otros dos terminales para ambas polaridades).

### 9.2 CONEXIONES DE LOS TRANSFORMADORES EN CIRCUITOS MONOFÁSICOS

Los transformadores normales de distribución se suelen construir con devanados de alta y baja tensión en dos secciones iguales, si bien también se fabrican secundarios de una sola bobina. Cuando los devanados de A.T. y B.T. tienen dos partes iguales, los cuatro pares de terminales se conectan a bornes en el exterior del transformador, siendo posible interconectarlos para obtener las seis condiciones de funcionamiento siguientes, ilustradas para un transformador de 2 300: 230 V nominales:

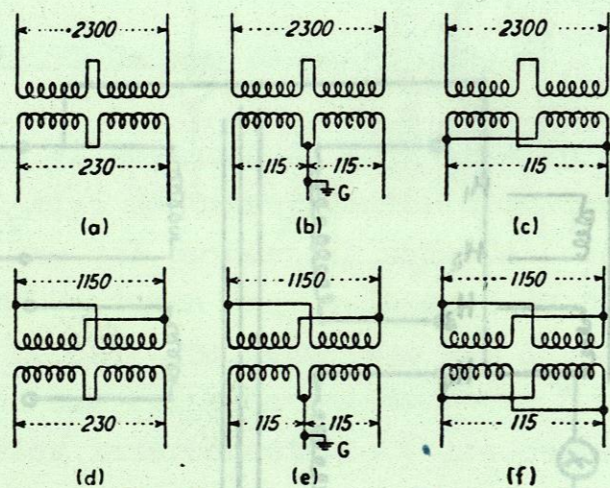


Fig. 4 Conexiones monofásicas.

Así, pues, en un transformador para un primario de 2 300 V y un secundario de 230 V, cada mitad del devanado de alta tensión está diseñado para 1 150 V y cada mitad del devanado de B.T. para 115 V.

### EJEMPLO 3

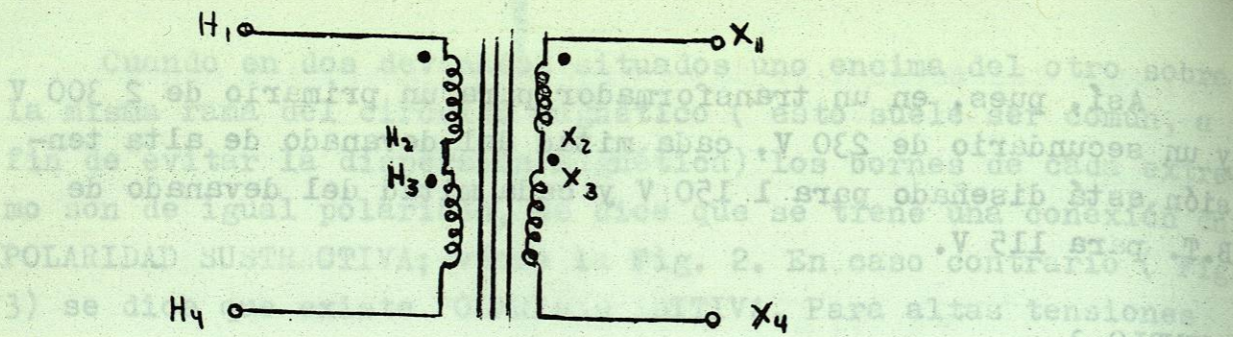
Los devanados de alta y baja tensión de un transformador de 1 000 KVA consiste cada uno de ellos en dos mitades idénticas que pueden conectarse en serie o en paralelo. Con los dos juegos de bobinas en serie, el transformador tiene un régimen de 66 000 : 6 600 V, 60 Hz, y cuando están conectados en esta forma, los resultados de las pruebas de corto circuito y de vacío fueron:

	Vacío	Corto circuito
Corriente (A)	9.1	15.15
Tensión (V)	6600	3200
Potencia (W)	9300	7500

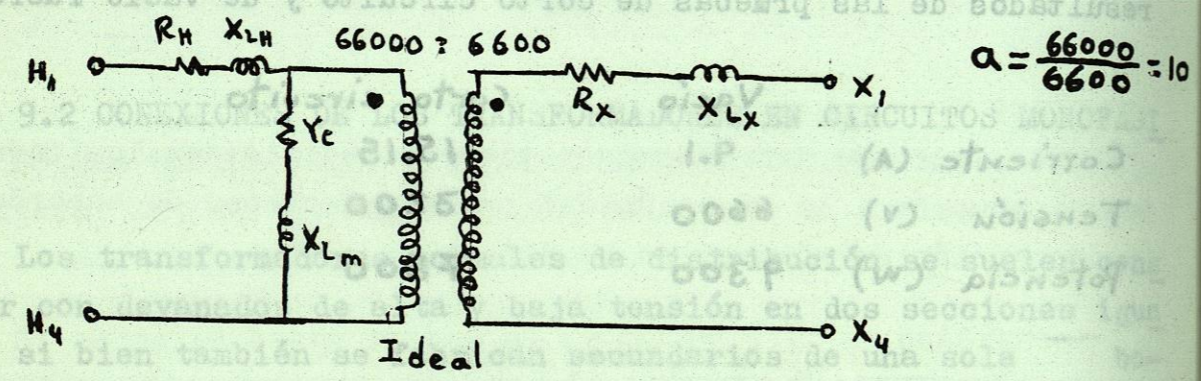
Suponiendo que las pérdidas en el cobre son iguales en el primario y en el secundario y que las reactancias de dispersión son también iguales cuando las dos están referidas al mismo lado ( es decir,  $R_1 = R_2'$  y  $X_{L1} = X_{L2}'$ ), obtener los parámetros del circuito equivalente: a) Cuando los devanados del primario y del secundario están cada uno en serie; b) cuando cada uno de ellos está en paralelo. ( Supóngase que las pruebas se realizaron a la temperatura nominal).

### SOLUCION

Conexión de los devanados durante las pruebas de vacío y corto circuito:



Circuito equivalente: ( considerando a la rama de excitación en el lado de alta)



De la prueba de corto circuito ( nótase que se hizo alimentando el lado de alta tensión):

$$R_H + R'_x = \frac{P_{cc}}{I_{cc}^2} = \frac{7500}{(15.15)^2} = 32.68 \Omega$$

Como  $R_H = R'_x$

$$R_H = \frac{32.68}{2} = 16.34 \Omega$$

$$R_x = \frac{R'_x}{a^2} = \frac{16.34}{(10)^2} = 0.1634 \Omega$$

$$X_{LH} + X'_{Lx} = \sqrt{\left(\frac{V_{cc}}{I_{cc}}\right)^2 - (R_H + R'_x)^2}$$

$$\equiv \sqrt{\left(\frac{3200}{15.15}\right)^2 - (32.68)^2} = 208.7 \Omega$$

Como  $X_{LH} = X'_{Lx}$

$$X_{LH} = \frac{208.7}{2} \equiv 104.3 \Omega$$

$$X_{Lx} = \frac{X'_{Lx}}{a^2} = \frac{104.3}{(10)^2} = 1.043 \Omega$$

De la prueba de vacío ( se hizo alimentando el lado de baja tensión), despreciando el efecto de  $R_x$  y  $X_{Lx}$  sobre la rama de excitación:

$$Y_c' = \frac{P_v}{V_v^2} = \frac{9300}{(9.1)^2} = 112.3 \Omega$$

$$X'_{Lm} = \sqrt{\left(\frac{V_v}{I_v}\right)^2 - Y_c'^2} = \sqrt{\left(\frac{6600}{9.1}\right)^2 - (112.3)^2}$$

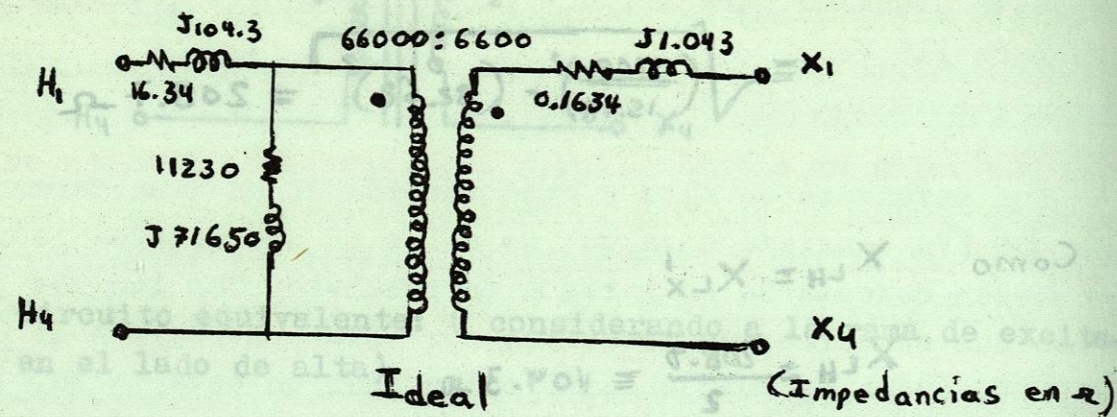
$$X'_{Lm} = 716.5 \Omega$$

Reflejando los parámetros de excitación al lado de alta:

$$Y_c = a^2 Y_c' = (10)^2 (112.3) = 11230 \Omega$$

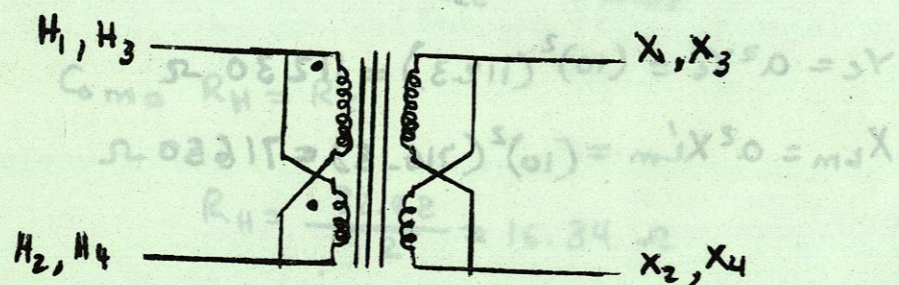
$$X_{Lm} = a^2 X'_{Lm} = (10)^2 (716.5) = 71650 \Omega$$

a) Los parámetros del circuito equivalente para ambos pares de devanados conectados en serie corresponden a los obtenidos de los ensayos:

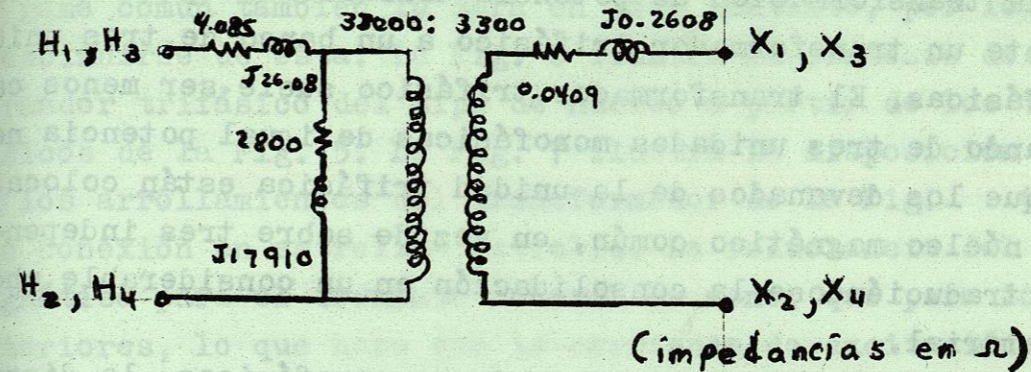


b) Los parámetros para cada mitad de los devanados pueden suponerse de la mitad de los parámetros obtenidos para su conexión en serie. Así, por ejemplo, la reactancia de dispersión de uno de los dos devanados del lado de alta ( la mitad del arrollamiento total) será de  $104.3/2 = 52.15 \Omega$ , y así sucesivamente. Al conectar las dos mitades de cada arrollamiento en paralelo, la impedancia de cada arrollamiento será la combinación en paralelo de las impedancias de las dos mitades, y como ambas son iguales, el resultado será de la mitad del valor de cualquiera de ellas. Siguiendo este razonamiento, se concluye que los parámetros del circuito equivalente para este inciso tendrán la cuarta parte de su valor para el inciso (a).

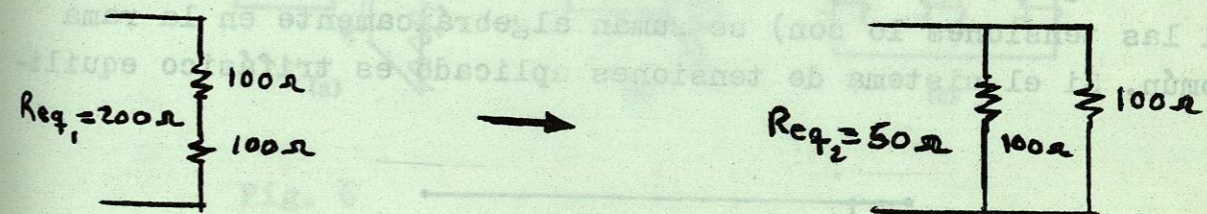
Conexión de los devanados:



Circuito equivalente:



Por si acaso el razonamiento anterior no fuese explícito, considérese el siguiente caso análogo:



$$\frac{Req_2}{Req_1} = \frac{50}{200} = \frac{1}{4}$$

XXX