

CAPITULO X

EMPARALELAMIENTO DE TRANSFORMADORES

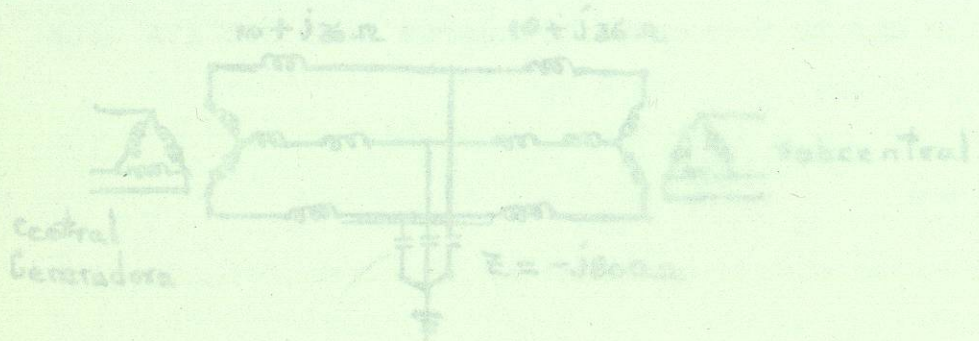


Fig. P-11

El emparalelamiento de transformadores monofásicos, o de fases trifásicas de transformadores, es necesario cuando se presentan los siguientes casos:

1. Cuando la demanda en LVA de la carga instalada se ve a incrementar en un futuro próximo, se tiene la opción de instalar un transformador o un grupo de transformadores de mayor capacidad, o bien, se puede instalar un transformador en paralelo con el original para cubrir los nuevos VA requeridos.
2. Cuando se desea garantizar un servicio ininterrumpido en el suministro de energía, se instalan dos transformadores en paralelo, cuya capacidad sea igual a la mitad de la capacidad nominal de cada uno. De esta manera, si uno de ellos se avería, el otro podría suministrar por sí solo el sistema en forma satisfactoria.

Se dice que dos o más transformadores se encuentran en paralelo cuando sus bobinas primarias están conectadas al mismo potencial en partes iguales por un lado y sus secundarias se conectan en forma semejante a la anterior, con respecto a la carga. Este tipo de conexión se denomina emparalelamiento de transformadores.

Si se desprecia la corriente de excitación, el circuito equivalente de un transformador con serie:

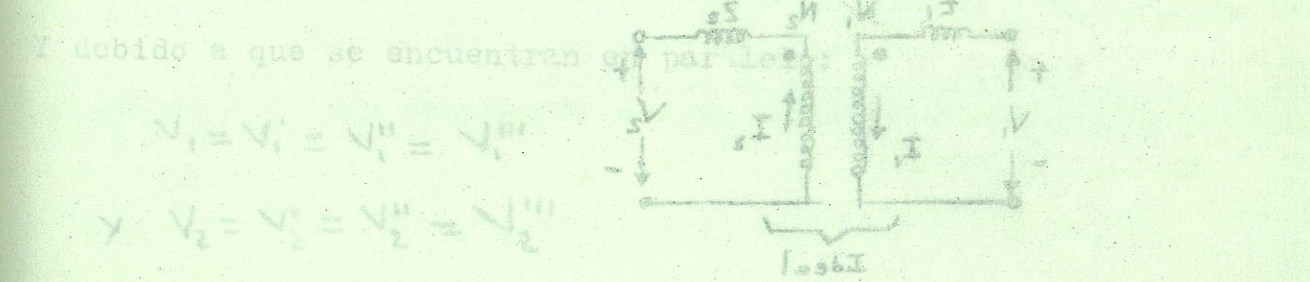


Fig. 4

10.1 OBJETIVOS DEL EMPARALELAMIENTO

El emparelamiento de transformadores monofásicos, o de bancos trifásicos de transformadores es necesario cuando se presentan los siguientes casos:

1. Cuando la demanda en KVA de la carga instalada se va a incrementar en un futuro próximo, se tiene la opción de instalar un transformador que satisfaga la futura demanda, o acoplar en paralelo dos transformadores de manera tal, que la capacidad del emparelamiento cubra la demanda requerida en el futuro.
2. Cuando la carga se incrementa rápidamente y/o en forma variable, se puede instalar un transformador en paralelo al original para cubrir los nuevos KVA requeridos.
3. Cuando se desea garantizar un servicio ininterrumpido en el suministro de energía, se instalan dos transformadores en paralelo, cuyas capacidades sean lo suficiente para que cada uno pueda alimentar la carga total sin exceder su capacidad nominal. De esta manera, si uno llegase a averiarse, el otro podría alimentar por sí solo al sistema en forma satisfactoria.

Se dice que dos o más transformadores se encuentran en paralelo cuando sus devanados primarios están conectados al mismo potencial en barras comunes por un lado, y sus secundarios se conectan en forma semejante a la anterior, con respecto a la carga.

10.2 CIRCUITO EQUIVALENTE

Si se desprecia la corriente de excitación, el circuito equivalente de un transformador será:

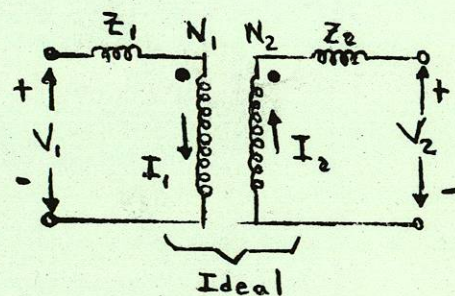


Fig-1 342

Las ecuaciones de relaciones entre tensiones y corrientes referidas al primario y secundario son, respectivamente:

$$V_1 - I_1 Z_1 = a V_2 \quad 10.1$$

$$\frac{V_1}{a} - I_2 Z_2 = V_2 \quad 10.2$$

En donde Z_1 y Z_2 son las impedancias de fuga referidas al primario y secundario respectivamente, y $a = N_1 / N_2$.

Si se toma de ejemplo, el emparelamiento de tres transformadores, la Ec. 10.1 se escribirá para cada uno de ellos como:

$$V_1' - I_1' Z_1' = a' V_2' \quad 10.3$$

$$V_1'' - I_1'' Z_1'' = a'' V_2''$$

$$V_1''' - I_1''' Z_1''' = a''' V_2'''$$

En donde las primas se refieren al número del transformador.

En el presente capítulo se tratará sólo del emparelamiento de transformadores DE IGUAL RELACION DE TRANSFORMACION, aunque se advierte que bajo determinadas condiciones de servicio, pueden emparelarse transformadores con relaciones distintas. Bajo la anterior condición en las Ecs. 10.3 se tendrá:

$$a' = a'' = a'''$$

Y debido a que se encuentran en paralelo:

$$V_1 = V_1' = V_1'' = V_1'''$$

$$y \quad V_2 = V_2' = V_2'' = V_2'''$$

Por lo tanto, las Ecs. 10.3 se podrán sintetizar a:

$$V_1 - aV_2 = I_1' z_1' = I_1'' z_1'' = I_1''' z_1''' \quad 10.4$$

Cuyo circuito equivalente es:

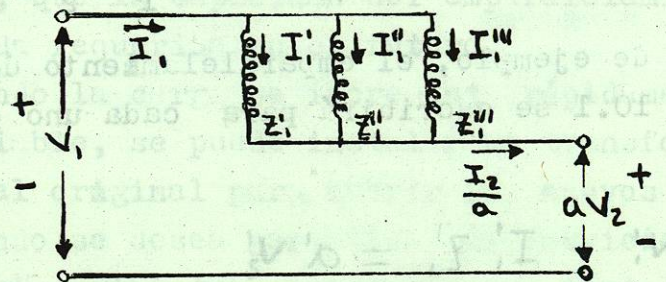


Fig. 2

En base a la Ec. 10.4 y al circuito equivalente de la Fig. 2 se puede analizar el funcionamiento de un conjunto de transformadores en paralelo.

10.3 CARACTERISTICAS DEL EMPARALELAMIENTO PARA UN FUNCIONAMIENTO IDONEO

El funcionamiento idóneo de un paralelo de transformadores resulta, cuando la capacidad máxima del emparelamiento es igual a la suma aritmética de las capacidades de cada uno de los transformadores del conjunto. Para que el paralelo funcione de esta manera se deben satisfacer los siguientes requisitos.

- a) Polaridad adecuada de las terminales que se conectan a las barras comunes.
- b) Tensiones nominales idénticas.

c) Relaciones de transformación iguales.

d) La relación de las impedancias equivalentes inversamente proporcional a la relación de las capacidades en KVA nominales.

e) Las impedancias equivalentes de los transformadores, referidas todas ellas, y sea al primario o al secundario deben poseer el mismo cociente X/R.

Se analizará a continuación la forma en que influyen los requisitos anteriores en el funcionamiento del paralelo de transformadores.

10.3.1 POLARIDAD

Este requisito se refiere a que en cualquier instante las terminales de los transformadores que se encuentran conectadas a la misma barra o terminal, deben tener la misma polaridad. Lo anterior se indica en la siguiente figura; Fig. 3.

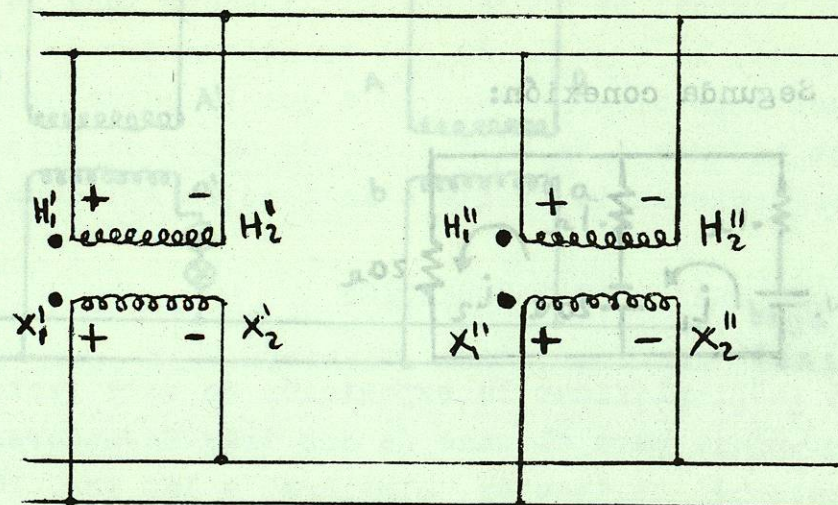


Fig. 3

El por qué es tan importante este requisito se puede deducir del siguiente análisis.

Considérense dos fuentes de corriente directa, tal como se indica en las Figs. 4 y 5.