

Polaridad del transformador

OBJETIVO DEL EJERCICIO

Después de completar este ejercicio, usted será capaz de determinar la polaridad de los transformadores y de emplearla para conectar correctamente los diferentes arrollamientos, de manera que las tensiones se sumen (serie aditiva) o se resten (serie subtractiva).

PRINCIPIOS

Cuando se energiza el arrollamiento primario de un transformador, por medio de una fuente ca, se establece un flujo magnético alterno en el núcleo de hierro. Este flujo alterno vincula, o acopla, las espiras de cada arrollamiento del transformador e induce tensiones ca en dichos arrollamientos. Como los transformadores son dispositivos ca, parece que la polaridad resulta de poca importancia. Sin embargo, cuando se conectan juntos dos o más arrollamientos, sus polaridades instantáneas relativas tienen un efecto significativo sobre la tensión resultante. Si la tensión en uno de los arrollamientos está en su valor máximo positivo y al mismo tiempo la otra tensión está en su valor máximo negativo, es decir, desfasados 180° , dichas tensiones se oponen y la tensión resultante será la diferencia entre ambos (para este caso cero voltios). Por esta razón, se adoptaron ciertas normas para marcar la polaridad de los terminales de los transformadores. Por ejemplo, las normas en América del Norte identifican los terminales de alta tensión con H1 y H2 y los de baja tensión con X1 y X2. De este modo, en el instante que H1 es positivo, X1 también lo será. Este sistema de identificación permite conectar correctamente los transformadores para adicionar o sustraer las tensiones de los arrollamientos, según se desee. También se emplean otros tipos de marcaciones para identificar la polaridad de los transformadores. Sus terminales pueden resultar identificados con puntos, cruces, números u otro tipo de símbolo apropiado. En la representación esquemática de los arrollamientos de un transformador de la figura 7-6 se emplearon puntos.

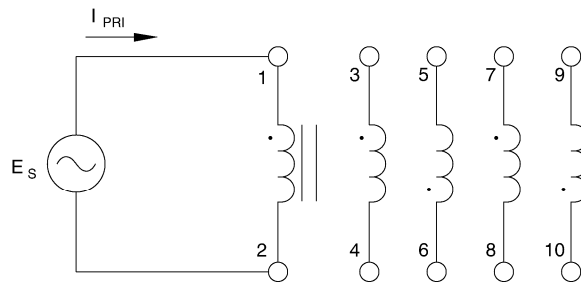


Figura 7-6. Marcación de la polaridad de un transformador.

Cuando se habla de polaridad de los arrollamientos de un transformador, se están identificando todos los terminales que tienen la misma polaridad (positiva o negativa) en un instante cualquiera. Los puntos utilizados en la figura 7-6 indican que, en un instante dado, cuando el terminal 1 es positivo con respecto al terminal 2, el

- terminal 3 es positivo con respecto al terminal 4;
- terminal 6 es positivo con respecto al terminal 5;
- terminal 7 es positivo con respecto al terminal 8;
- terminal 10 es positivo con respecto al terminal 9.

Note que un terminal no puede ser positivo con respecto a sí mismo y que sólo puede ser positivo con respecto a otro terminal. Por lo tanto, en un instante dado, los terminales 1, 3, 6, 7 y 10 son todos positivos con respecto a los terminales 2, 4, 5, 8 y 9.

Cuando se conectan en serie dos pilas (o baterías) para obtener una tensión de salida más elevada, el terminal positivo de una de las pilas se conecta con el terminal negativo de la otra. Del mismo modo, si los arrollamientos de dos transformadores se conectan en serie para adicionar sus tensiones, el terminal identificado de uno de los arrollamientos se debe conectar con el terminal no identificado del otro. Si las tensiones se deben substraer, el terminal identificado de uno de los arrollamientos se debe conectar con el terminal identificado del otro arrollamiento.

Cuando se conectan transformadores de igual tensión nominal en paralelo, para compartir la corriente que se suministra a una carga, es muy importante respetar la polaridad de sus arrollamientos. La conexión de los arrollamientos en paralelo con sus polaridades opuestas provocará un gran flujo de corriente en dichos arrollamientos. Un ejercicio de la próxima unidad de este manual se ocupa de las conexiones en paralelo de los transformadores.

Existen dos métodos para determinar la polaridad de un transformador. Uno utiliza una fuente cc y el otro una fuente ca. En el método cc, se conecta un voltímetro cc en el arrollamiento secundario y se aplica una tensión cc reducida al primario. Una vez encendida la fuente, la dirección en la cual se desvía la aguja del voltímetro, indicará la polaridad del arrollamiento secundario. La aguja se desvía a la derecha si el terminal del arrollamiento secundario, al cual está conectada la punta de prueba positiva del voltímetro, tiene la misma polaridad que el terminal del arrollamiento primario al cual está unido el lado positivo de la fuente. Si la desviación es a la izquierda, los terminales primario y secundario tienen polaridades opuestas. Con el método de la fuente ca, se aplica una tensión ca en el arrollamiento primario y este último se conecta, temporariamente, en serie con el secundario. Si la tensión medida en la combinación serie resulta más bajo que la tensión aplicada, los dos terminales unidos tienen la misma polaridad. Si esa tensión resulta mayor, los terminales interconectados tienen polaridades opuestas. La figura 7-7 ilustra los dos métodos para la determinación de la polaridad de un transformador.

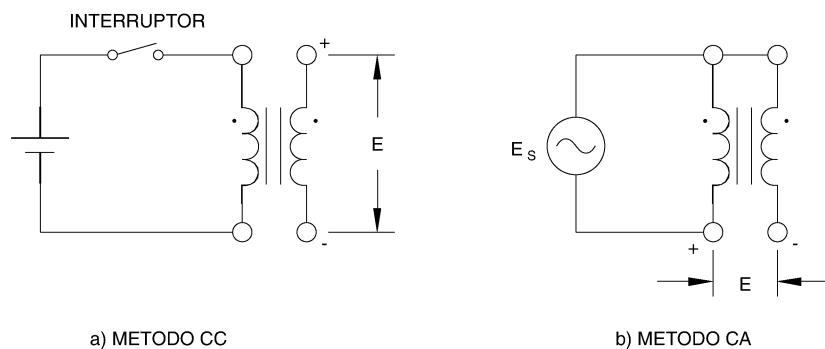


Figura 7-7. Métodos para la determinación de la polaridad de un transformador.

EQUIPO REQUERIDO

A fin de obtener la lista de aparatos que se necesitan para este ejercicio, consulte la Tabla de utilización de los equipos del Apéndice C.

PROCEDIMIENTO



Durante esta experiencia de laboratorio, usted estará en presencia de tensiones elevadas. No realice ni modifique ninguna conexión con las fichas tipo banana en los circuitos bajo tensión, salvo indicación contraria.

1. Dentro del puesto de trabajo EMS, instale la Fuente de alimentación, el módulo para la adquisición de datos y el Transformador monofásico.
2. Asegúrese de que el interruptor principal de la Fuente de alimentación se encuentra en la posición O (apagado) y que la perilla de control de tensión de salida ha sido girada completamente a la izquierda. Ajuste el selector del voltímetro en la posición 4-N y asegúrese de que la Fuente de alimentación esté enchufada a una toma mural trifásica.
3. Asegúrese de que el cable USB de la computadora está conectado al módulo para la adquisición de datos.

Conecte la ENTRADA ALIMENTACIÓN del módulo de Adquisición de datos a la salida de 24 V – ca de la Fuente de alimentación. Ajuste el interruptor de 24 V – ac en la posición I (ON).

4. Inicie el software Adquisición de datos (LVDAC o LVDAM). Abra el archivo de configuración *ES17-4.dai*.



Si está utilizando el software LVSIM-EMS en LVVL, para abrir el archivo de configuración debe utilizar la opción **IMPORTAR (IMPORT)** en el menú **File**.

Asegúrese que el modo Regeneración continua está seleccionado.

5. Monte el circuito del transformador de la figura 7-8 y conecte el terminal 1 con el 5, como se muestra. Note que en este circuito, la entrada de la fuente está conectada al arrollamiento 3-4.

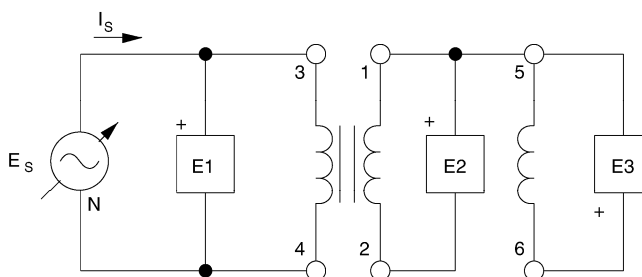


Figura 7-8. Arrollamientos de transformadores conectados en serie.

6. Encienda la Fuente de alimentación y ajuste el control de tensión para que E_s resulte exactamente igual al 50% de la tensión nominal del arrollamiento 3-4. Note que el valor de la tensión nominal es la suma de las tensiones de los arrollamientos entre los terminales 3 y 4. Mida y anote las tensiones de los arrollamientos del transformador 1-2, 5-6 y 2-6. Note que E_{2-6} se obtiene a partir del medidor programable A, empleando la función E_2+E_3 .

$$E_{1-2} = \text{_____ V}$$

$$E_{5-6} = \text{_____ V}$$

$$E_{2-6} = \text{_____ V}$$

7. Los arrollamientos, ¿están conectados en serie aditiva o serie substractiva?



Normalmente, la tensión medida entre los terminales 2 y 6 resulta cercano a cero voltios. Esto significa que los arrollamientos se encuentran conectados para que sus tensiones se resten. De este modo, se puede determinar la polaridad de un transformador, dado que si los terminales unidos tienen la misma polaridad, la tensión de las dos bobinas interconectadas resulta menor que la tensión aplicada.

8. Coloque nuevamente el control de tensión en cero y apague la Fuente de alimentación. Desconecte los terminales 1 y 5 y conecte el terminal 1 con el 6. Invierta las conexiones del instrumento E3. Si esta nueva conexión es serie aditiva, ¿cuál será el valor de E_{2-5} si al arrollamiento 3-4 se le aplica la misma tensión de la etapa 6?
-

9. Seleccione el archivo de configuración existente *ES17-5.dai*. Encienda la Fuente de alimentación y ajuste nuevamente el control de tensión para que E_s resulte exactamente igual al 50% de la tensión nominal del arrollamiento 3-4. Mida y anote las tensiones de los arrollamientos 1-2, 5-6 y 2-5 del transformador. Note que E_{2-5} se obtiene a partir de la función de medición E2+E3.

$$E_{1-2} = \text{_____ V}$$

$$E_{5-6} = \text{_____ V}$$

$$E_{2-5} = \text{_____ V}$$

10. El valor obtenido de E_{2-5} , ¿es el mismo que el previsto en la etapa 8?

☐ Sí ☐ No

11. Coloque nuevamente el control de tensión en cero, apague la Fuente de alimentación y desconecte los terminales 1 y 6. Cuando al arrollamiento 3-4 se le aplica la misma tensión de la etapa 9, ¿cuáles son las dos tensiones que se pueden obtener a través de la combinación serie de los arrollamientos 3-4 y 1-2?
-

12. Conecte el terminal 1 con el 4, encienda la Fuente de alimentación y ajuste E_s para que resulte exactamente igual al 50% de la tensión nominal del arrollamiento 3-4. Seleccione el archivo de configuración existente *ES17-6.dai*. Utilice E2 y E3 para medir las tensiones de los arrollamientos 1-2 y 2-3 del transformador y anote los valores.

$$E_{1-2} = \text{_____ V}$$

$$E_{2-3} = \text{_____ V}$$

13. Coloque nuevamente el control de tensión en cero y apague la Fuente de alimentación. Desconecte los terminales 1 y 4 y conecte el terminal 1 con el 3.

Intercambie las conexiones en la entrada E2 del módulo para la adquisición de datos.

- 14.** Encienda la Fuente de alimentación y ajuste E_s para que resulte exactamente igual al 50% de la tensión nominal del arrollamiento 3-4. Seleccione el archivo de configuración existente *ES17-7.dai*. Mida y anote la tensión del arrollamiento 2-4 del transformador.

$$E_{2-4} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

- 15.** Los resultados de las etapas 12 y 14, ¿son comparables con los previstos en la etapa 11?
- _____

- 16.** Indique cuáles juegos de terminales tienen la misma polaridad, ¿1 y 3, 2 y 4, 1 y 4 o 2 y 3?
- _____

- 17.** Asegúrese de que la Fuente de alimentación está apagada y de que la perilla de control de tensión se encuentra girada completamente a la izquierda. Retire todos los conectores.

CONCLUSIÓN

En este ejercicio, usted determinó la polaridad de un transformador mediante el método de la tensión ca. Observó que cuando se conectan juntos los arrollamientos del transformador en serie y los terminales de igual polaridad, las tensiones de dichos arrollamientos se restan. A la inversa, observó que cuando se conectan juntos los terminales de polaridades opuestas, las tensiones de los arrollamientos se suman. Esto último se asemeja a la conexión de baterías en serie para obtener tensiones más elevadas.

PREGUNTAS DE REVISIÓN

1. Si los terminales de diversos arrollamientos de un transformador no están identificados, ¿se los puede conectar juntos para elevar la tensión?
 - a. Sí, pero la polaridad deberá determinarse experimentalmente de antemano.
 - b. No.
 - c. Sólo si se trata de las bobinas del lado primario del transformador.
 - d. Sólo si la corriente es menos de 1 A.
2. Dos de los cuatro terminales del secundario de un transformador están marcados con una cruz. Si a esos dos terminales se los conecta juntos, los arrollamientos secundarios están
 - a. conectados en serie substractiva.
 - b. conectados en serie aditiva.
 - c. conectados para incrementar la tensión resultante.
 - d. b y c.
3. Un voltímetro está conectado a los arrollamientos del secundario de un transformador que tiene tres arrollamientos con tensiones nominales de 50 V, 125 V y 75 V. Aunque se aplique la tensión nominal al primario del transformador, ¿el voltímetro puede medir cero voltios?
 - a. No, debe haber algún error en el voltímetro.
 - b. Sí, si los arrollamientos de 50 V y de 75 V se conectan en oposición con el arrollamiento de 125 V.
 - c. Sí, si los arrollamientos de 50 V y de 75 V se conectan para adicionarlos al arrollamiento de 125 V.
 - d. No, porque se dañará el transformador.
4. Los dos métodos para determinar la polaridad de los arrollamientos de un transformador son:
 - a. el método resistivo y el método inductivo.
 - b. el método serie substractiva y el método serie aditiva.
 - c. el método cc y el método ca.
 - d. el método experimental y el método teórico.
5. Para conectar correctamente los arrollamientos de un transformador para elevar la tensión es necesario
 - a. conocer sus características.
 - b. conocer la corriente máxima del arrollamiento.
 - c. conocer el tipo de material del núcleo.
 - d. conocer la polaridad de los arrollamientos.