

Práctica N° 1

Puente rectificador trifásico doble vía con diodos

Instructivo

1 Objetivo.

Comprender el funcionamiento de un puente rectificador, incluyendo el fenómeno de la conmutación y el diseño térmico de un circuito de potencia.

2 Materiales.

- Bastidor de montaje del circuito.
- Diodos ánodo a la rosca y cátodo a la rosca, equivalentes a 1N1183A, montados en disipador (Rha desconocida).
- Dos transformadores monofásicos de iguales características. En la figura 1 se observan los datos de placa del transformador.
- Reostato $R_o = (1.8..43)\Omega$ y 130A máximos.
- Amperímetro.
- Osciloscopio.
- Tester (resolución inferior al mV).

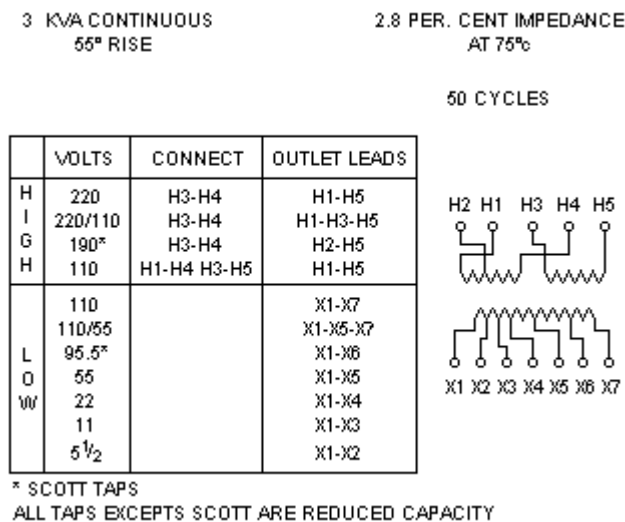


Figura 1

3 Diagrama de bloques.

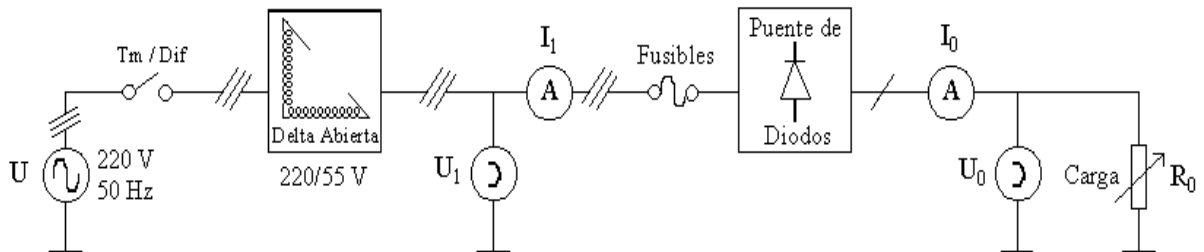


Figura 2

4 Desarrollo de la práctica.

Al llegar al laboratorio, el estudiante debe conocer el funcionamiento del rectificador, y tener una propuesta de conexionado para montar el circuito.

4.1 Preinforme.

- Elaborar un esquemático del conexionado del rectificador y de los transformadores montados en delta abierta. El montaje debe permitir la medida de todos los valores de corriente y voltaje de interés en la práctica.
- Hallar la relación entre la potencia máxima que pueden entregar dos transformadores monofásicos conectados en delta abierta y un banco de tres transformadores monofásicos conectados en delta con iguales características que los anteriores.
- Estudiar los diferentes tipos de conmutación que surgen debido a la carencia de una fase respecto al sistema trifásico conectado en la configuración delta (normal). Indicar explícitamente las inductancias de conmutación para cada caso. Calcular los distintos tiempos de conmutación. Hallar las ecuaciones que determinan la tensión de salida y las tensiones de entrada durante cada conmutación.
- Simular el funcionamiento del rectificador en vacío. Relevar las formas de onda de tensión a la salida del rectificador (V_o), en bornes de un diodo (V_{AK}) y las tensiones de alimentación del puente.
- Simular el funcionamiento del rectificador a carga máxima (R_o min.). Relevar V_o , V_{AK} , las tensiones de alimentación del puente, la corriente por los diodos (I_{AK}), por la

carga (I_o) y por las líneas de alimentación del puente. Compare los resultados con el apartado anterior.

- f. Hallar la ecuación que fija la temperatura alcanzada por la juntura.
- g. ¿De que manera limita esta temperatura la potencia máxima que puede entregar el rectificador?
- h. ¿Cuál es el mínimo disipador necesario para el funcionamiento a máxima carga, considerando el montaje de los diodos con y sin grasa siliconada?
- i. Calcular la sección mínima requerida para los cables en las distintas secciones del circuito, dimensionando solamente por calentamiento admisible y caída de tensión.

Notas:

1. Adjuntar los archivos descriptivos de los circuitos utilizados para las simulaciones.
2. A los efectos de las simulaciones se puede considerar solo el circuito del secundario.
3. Al simular tener en cuenta el efecto que tiene sobre los resultados el paso máximo utilizado por el simulador.
4. Al comparar los resultados teóricos con los simulados se sugiere superponer los gráficos de la corriente por los diodos involucrados en cada conmutación con las tensiones que se estén observando, para identificar sus efectos.
5. Para el estudio de las conmutaciones se recomienda dibujar el circuito equivalente de cada conmutación relevante.
6. Al definir el montaje del puente, se debe realizar de forma tal que permita hacer deducciones sobre la influencia de la utilización de la grasa siliconada entre los diodos y el disipador.
7. Para la parte h, considerar $T_a = 40^\circ\text{C}$ y que el incremento en la resistencia térmica entre el encapsulado y el disipador (R_{ch}) al no utilizar grasa siliconada es 0.5°C/W .
8. Para relevar las corrientes en el osciloscopio se utilizará como elemento de medida las uniones metálicas que forman el circuito, observando la caída de tensión causada por el pasaje de corriente por las mismas.
9. Para el dimensionamiento de los conductores se adjuntan datos del reglamento de UTE de baja tensión. Se supondrá para todos los tramos que la longitud de los conductores es $L = 4\text{m}$.

4.2 Laboratorio.

Precaución: La temperatura alcanzada por los elementos resistivos y por los diodos puede ser elevada.

1. Montar el circuito según el esquema de conexión elaborado. Tener en cuenta que hay diodos ánodo a la rosca y cátodo a la rosca.
2. Sin carga, relevar las formas de onda simuladas, medir $\langle V_o \rangle$ (valor medio), y las tensiones eficaces a la entrada del convertidor.

A plena carga:

3. Relevar las formas de onda simuladas. Medir los ángulos de solapamiento, $\langle V_o \rangle$, $\langle I_o \rangle$, y la tensiones y corrientes eficaces de entrada al puente.
4. Medir la temperatura ambiente (T_a). Medir las temperaturas de los distintos disipadores (TCG y TSG, con y sin grasa siliconada respectivamente) y las temperaturas de los encapsulados de los diodos, utilizando los dos métodos de medida presentados en el Anexo.
5. Medir las dimensiones del disipador.

4.3 Informe

- 1 Contrastar los valores calculados para preinforme con los datos relevados en el laboratorio justificando posibles diferencias.
- 2 Analizar y comparar las formas de onda relevadas en el laboratorio con los resultados obtenidos en las simulaciones, para ambas situaciones de carga.
- 3 Compare los métodos de medida de temperatura utilizados.
- 4 Estimar la variación de la resistencia térmica R_{ch} (con y sin grasa siliconada).
- 5 Estimar la resistencia térmica R_{ha} . Comparar los resultados obtenidos con la hoja de datos del disipador utilizado en la práctica.
- 6 Resumir someramente las enseñanzas y conceptos adquiridos durante el laboratorio.

ANEXOS

1 Método de medida de temperatura.

Para medir las temperaturas se utilizaran dos métodos, uno que usa una termocupla y el otro una resistencia de Berilio, los cuales se describen a continuación.

1.1 Par termoeléctrico o termocupla.

Una termocupla consiste en dos hilos A y B de metales diferentes soldados en un extremo, como muestra la figura:

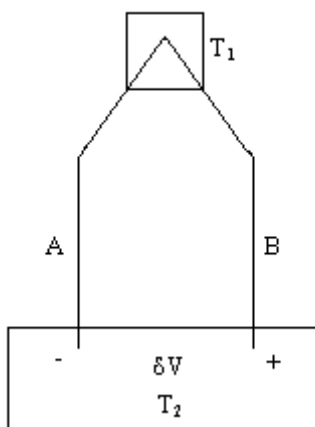


Figura 3

El principio de operación del termómetro radica en que al estar el extremo soldado a una temperatura T_1 y los extremos libres a una misma temperatura T_2 , se genera entre estos últimos una diferencia de potencial (FEM) δV dependiente de T_1 y T_2 , según la siguiente ecuación:

$$dV = C_1 \cdot (T_1 - T_2) + C_2 \cdot (T_1^2 - T_2^2)$$

La termocupla tiene asociada una tabla obtenida para $T_2 = T_0 = 0^\circ\text{C}$ (T_0 temperatura de referencia) que contiene el valor de la temperatura T_1 correspondiente a los distintos valores de tensión δV .

El procedimiento de medida es el siguiente:

1. Se mide la temperatura ambiente T_A utilizando, por ejemplo, un termómetro de mercurio.
2. Con este valor de T_A se ingresa a la tabla de la termocupla y se obtiene δV_A .

$$dV_A = C_1 \cdot (T_A - T_0) + C_2 \cdot (T_A^2 - T_0^2)$$

3. Se mide δV_H de la termocupla con voltímetro.

$$dV_H = C_1 \cdot (T_H - T_A) + C_2 \cdot (T_H^2 - T_A^2)$$

4. Sumando las últimas dos ecuaciones se obtiene:

$$dV_A + dV_H = C_1 \cdot (T_H - T_0) + C_2 \cdot (T_H^2 - T_0^2)$$

5. Ingresando a la tabla con el valor de esta suma se obtiene T_H .

1.2 Resistencia de Berilio.

La resistencia varía según una ley cuadrática en función de la temperatura. Entonces la temperatura puede hallarse conociendo la resistencia, por medio de la siguiente fórmula:

$$T = \frac{-a + \sqrt{a^2 - 4d(R_o - R)}}{2d}$$

siendo:

$$a = 0.37$$

$$d = -8.90E-05$$

$$R_o = 100\Omega$$

Nota:

No tocar la punta ya que la misma es tóxica.