

# Práctica N<sup>o</sup>1

## Puente rectificador trifásico doble vía con diodos

### Instructivo

1 de agosto de 2024

## 1. Objetivos

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 (resistencia térmica  $R_{\theta_{sa}}$  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 130 A máximos.
- Amperímetro.
- Osciloscopio.
- Tester (resolución inferior al mV).

3 KVA CONTINUOUS  
55° RISE

2.8 PER. CENT IMPEDANCE  
AT 75°C

50 CYCLES

	VOLTS	CONNECT	OUTLET LEADS
H I G H	220	H3-H4	H1-H5
	220/110	H3-H4	H1-H3-H5
	190*	H3-H4	H2-H5
	110	H1-H4 H3-H5	H1-H5
L O W	110		X1-X7
	110/55		X1-X5-X7
	95.5*		X1-X6
	55		X1-X5
	22		X1-X4
	11		X1-X3
	5 1/2		X1-X2

\* SCOTT TAPS  
ALL TAPS EXCEPTS SCOTT ARE REDUCED CAPACITY

Figura 1: Placa de datos del transformador.

### 3. Diagrama de Bloques

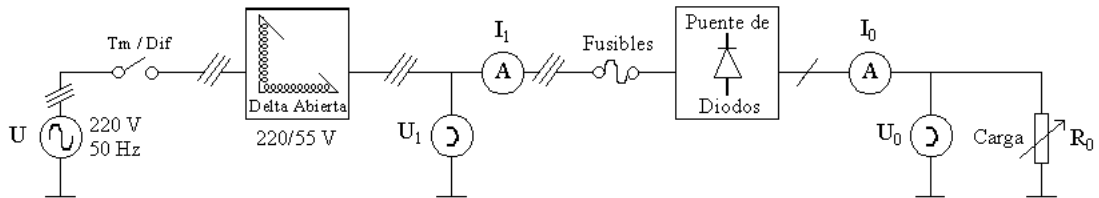


Figura 2: Diagrama de bloques del circuito.

### 4. Desarrollo de la práctica

Previo a la práctica, el estudiante deberá entregar un preinforme desarrollando los puntos de la sección 4.1. Al llegar al laboratorio, deberá conocer el funcionamiento del rectificador y tener una propuesta de conexionado para montar el circuito.

#### 4.1. Preinforme

- Elaborar un esquemático del conexionado para el circuito del rectificador trifásico y de los transformadores. Tenga en cuenta que al disponer de dos transformadores monofásicos, a los efectos de obtener un sistema de tensiones trifásico, los deberá conectar en delta abierta (conexionado como una delta tradicional a la que le falta una de las ramas).
- 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 y los distintos tiempos de conmutación. Compare los resultados con el apartado anterior.
- Hallar la ecuación que fija la temperatura media alcanzada por la juntura.
- ¿De qué manera limita esta temperatura la potencia máxima que puede entregar el rectificador?
- ¿Cuál es el mínimo disipador necesario para el funcionamiento a máxima carga, considerando el montaje de los diodos con y sin grasa siliconada?

Aclaración: la hoja de datos del diodo se encuentra en la plataforma del curso. Considerar usar gráficos de potencia disipada.

- 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. Para la parte h, considerar  $T_a = 40\text{ °C}$  y que el incremento en la resistencia térmica entre el encapsulado y el disipador ( $R_{\theta cs}$ ) al no utilizar grasa siliconada es  $0.5\text{ °C/W}$ .
7. 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.

*Sin carga:*

2. Releva 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. Releva las formas de onda simuladas. Mide los ángulos de conmutación,  $\langle V_o \rangle$ ,  $\langle I_o \rangle$ , y las tensiones y corrientes eficaces de entrada al puente.
4. Mide la temperatura ambiente ( $T_a$ ). Mide las temperaturas de los distintos encapsulados y disipadores de los diodos con y sin grasa siliconada.
5. Mide las dimensiones del disipador.

## 4.3. Informe

1. Contrastar los valores calculados para el 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. Estimar la variación de la resistencia térmica  $R_{\theta cs}$  (con y sin grasa siliconada).
4. Estimar la resistencia térmica  $R_{\theta sa}$ . Comparar los resultados obtenidos con la hoja de datos del disipador utilizado en la práctica.
5. Resumir someramente las enseñanzas y conceptos adquiridos durante el laboratorio.

# Anexo

## 5. Método de medida de temperatura

Para medir las temperaturas del encapsulado y disipador se utilizará una termocupla, la cual se describe a continuación.

### 5.1. Par termoeléctrico o termocupla

Una termocupla consiste en dos hilos A y B de metales diferentes soldados en un extremo, como muestra la figura 3:

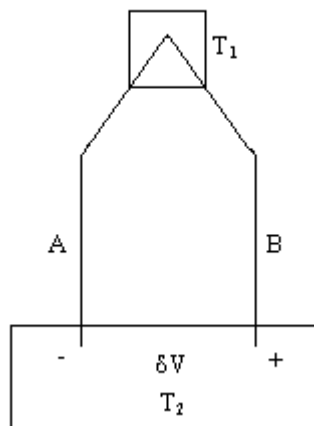


Figura 3: Termocupla.

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  $\Delta V$  dependiente de  $T_1$  y  $T_2$ .

En nuestro caso, la termocupla se conectará a un multímetro capaz de hacer la conversión a temperatura.