



ELECTROTECNIA Y ELECTRÓNICA

(Mecánica - Electromecánica - Computación)

TRABAJO DE APLICACIÓN Nº 10a

Preparado por: Ing. P. Morcelle del Valle.

Actualizado por: Ing. Fabián Blasseti

DIODOS.

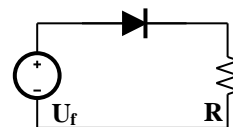
Diodos. Circuitos recortadores y rectificadores. Otros circuitos con diodos. Computas lógicas con diodos.

REPASAR: Análisis de circuitos, leyes de Kirchhoff y Ohm en continua y en alterna.

EJERCICIO Nº 01:

En el circuito de la figura la fuente U_f es de tensión continua. $R = 10 \Omega$.

- Dibujar en forma aproximada la curva real de un diodo rectificador indicando puntos y valores de interés.
- Explicar en qué consiste la polarización directa e inversa de un diodo rectificador.
- Dibujar los cuatro modelos de diodo más utilizados mostrando la característica de cada uno y cómo se comporta el diodo en cada zona.
- Determinar el valor de la corriente del circuito para los cuatro modelos del diodo suponiendo que la fuente de tensión es de **10V** y que el diodo tiene una tensión umbral de **0,7 V** y resistencia en directa de **1 Ω** .



RESPUESTA: para diodo ideal $I = 1 \text{ A}$, para modelo con U_v solamente $I = 93 \text{ mA}$, para modelo con R_D solamente $I = 91 \text{ mA}$, para modelo con U_v y con R_D $I = 85 \text{ mA}$.

- Repetir el inciso anterior suponiendo que la fuente es de **1V**. Observar cómo el diodo afecta las variables eléctricas del circuito y sacar conclusiones al respecto.

RESPUESTA: para diodo ideal $I = 100 \text{ mA}$, para modelo con U_v solamente $I = 30 \text{ mA}$, para modelo con R_D solamente $I = 90 \text{ mA}$, para modelo con U_v y con R_D $I = 27 \text{ mA}$.

- Explicar que sucede si la fuente de tensión es de **500 mV** utilizando los cuatro modelos. ¿Y si la fuente fuera de **10 V** pero estuviera tuviese la polaridad invertida?

RESPUESTA: para diodo ideal $I = 50 \text{ mA}$, para modelo con U_v solamente $I = 0 \text{ mA}$, para modelo con R_D solamente $I = 45 \text{ mA}$, para modelo con U_v y con R_D $I = 0 \text{ mA}$. Si $U_f = -10 \text{ V}$ entonces $I = 0$.

- Comparar resultados y sacar conclusiones con respecto a la viabilidad de los modelos.

EJERCICIO Nº 02:

- Utilizando la característica de la figura, determinar I_D , U_D y U_R para el circuito del EJERCICIO Nº 01, en el cual $R = 330 \Omega$ y $U_f = 8 \text{ V}$.

RESPUESTA: $I_D = 0,022 \text{ A}$, $U_D = 0,775 \text{ V}$, $U_R = 7,26 \text{ V}$

- Repetir la parte a) utilizando los tres modelos aproximados del diodo y comparar los resultados.

RESPUESTA: para modelo con U_v solamente $I = 0,022 \text{ A}$, $U_D = 0,74 \text{ V}$, $U_R = 7,26 \text{ V}$. Para modelo con R_D solamente $I = 0,024 \text{ A}$, $U_D = 0,08 \text{ V}$, $U_R = 7,92 \text{ V}$. Para modelo con U_v y con R_D solamente $I = 0,022 \text{ A}$, $U_D = 0,74 \text{ V}$, $U_R = 7,26 \text{ V}$.

- Repetir la parte a) utilizando el modelo ideal del diodo y comparar los resultados.

RESPUESTA: $I = 0,024 \text{ A}$, $U_D = 0 \text{ V}$, $U_R = 8,0 \text{ V}$.

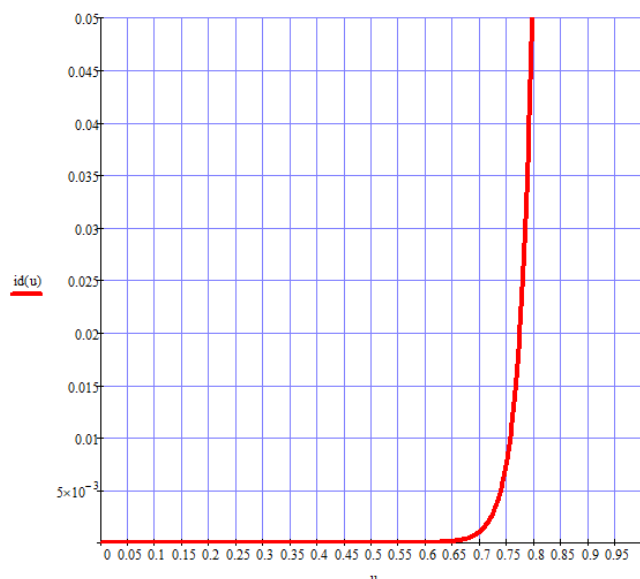
- Si ahora $R = 2200 \Omega$ y $U_f = 5 \text{ V}$, determinar I_D , U_D y U_R utilizando la característica de la figura.

RESPUESTA: $I = 0,002 \text{ A}$, $U_D = 0,72 \text{ V}$, $U_R = 4,4 \text{ V}$.

- Repetir d) con $R = 470 \Omega$ y con $R = 180 \Omega$.

RESPUESTA: $I = 0,009 \text{ A}$, $U_D = 0,755 \text{ V}$, $U_R = 4,27 \text{ V}$.
 $I = 0,023 \text{ A}$, $U_D = 0,775 \text{ V}$, $U_R = 4,14 \text{ V}$.

- Comparar los resultados de d) y e).





EJERCICIO N° 03:

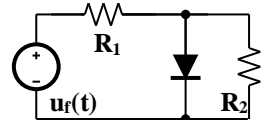
- Analizar todos los circuitos recortadores que no fueron estudiados en la clase de explicación, suponiendo que el diodo es ideal en todos los casos.
- El circuito rectificador de media onda es un tipo de circuito recortador. Explicar su funcionamiento suponiendo que el diodo es ideal.
- Si en el circuito del apartado b) la fuente de tensión es una senoide de amplitud **10V** y la resistencia de carga vale **10 Ω**, dibujar la corriente y tensión en la carga en función del tiempo. Calcular la potencia en la carga, la corriente de cresta y la tensión inversa de cresta en el diodo.

RESPUESTA: $P_R = 2,5 \text{ W}$, $I_{\text{máx}} = 1 \text{ A}$, $U_I = 10 \text{ V}$

EJERCICIO N° 04:

Para el circuito de la figura: $u_f = 10 \cdot \sin(314 \cdot t) \text{ V}$, $R_1 = 1 \text{ Ω}$, $R_2 = 10 \text{ Ω}$.

- Dibujar la curva de un diodo rectificador ideal explicando cómo se modela cada tramo.
- Determinar la expresión y graficar la tensión en la carga R_2 suponiendo diodo ideal.



Realizar un circuito por cada cambio de estado del diodo indicando cómo se modela y la zona de validez de cada uno. Calcular el valor medio de la misma.

RESPUESTA: La tensión en la carga resulta: 0 V entre 0 y $T/2$ y $9,1 \cdot \sin(\omega t) \text{ V}$ entre $T/2$ y T . $U_{\text{medio}} = -2,9 \text{ V}$.

- Explicar por qué no pueden utilizarse fasores para resolver circuitos con diodos rectificadores que cambian de estado.

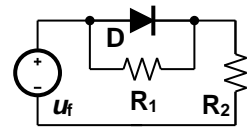
EJERCICIOS RESUELTOS

Aclaración: Debe observarse que en la resolución de estos ejercicios se efectúan planteos, explicaciones, justificaciones, y nada se da por sobreentendido.

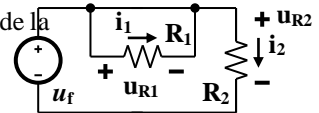
EJERCICIO N° 5

En el circuito de la figura el **diodo** se considera ideal. $u_f(t) = 110 \cdot \sin(2\pi \cdot 50 \cdot t) \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ kΩ}$.

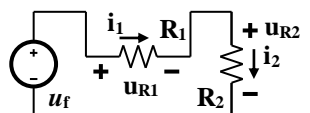
- Explicar el funcionamiento del circuito, dibujando las formas de onda de $u_f(t)$ y de $i_{R2}(t)$, detallando cómo se obtienen dichas funciones.
- Determinar la potencia en los resistores y el valor máximo de corriente.



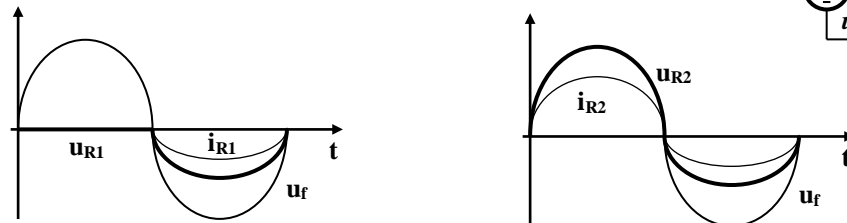
- Cuando D está en directa, para el semiciclo positivo de u_f , éste conduce y toda la tensión de la fuente cae sobre R_2 y a su vez cortocircuita a R_1 ya que puede ser considerado como ideal.



En el semiciclo negativo de u_f , D está en inversa y se comporta como un circuito abierto. La tensión de la fuente se reparte entre R_1 y R_2 en partes iguales por ser $R_1 = R_2 = R$.



Las curvas resultan:



- Si toda la tensión de u_f cae sobre R_2 durante el semiciclo positivo, entonces:

$$I_{\text{max}} = u_{f \text{ max}} / R_2 = 0,11 \text{ A}$$

- En el semiciclo negativo, la tensión en cada resistor es:

$$u_{R_1} = u_{R_2} = u_f / 2$$

y por lo tanto la corriente en los resistores vale, aplicando la ley de Ohm:

$$i_{R_1} = i_{R_2} = u_f / 2R$$

Los valores máximos resultan:

$$I_{\text{max}} = u_{f \text{ max}} / 2R = 0,055 \text{ A}$$



d) Para determinar la potencia en los resistores hay que calcular la corriente eficaz en cada uno de ellos:

$$P_1 = I_{ef1}^2 \cdot R_1 \quad ; \quad P_2 = I_{ef2}^2 \cdot R_2$$

$$\begin{aligned} I_{ef1} &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_{R1}^2(t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{T/2}^T \frac{I_{max}^2}{4} \cdot \sin^2(\omega t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{I_{max}^2}{4T} \int_{T/2}^T \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} \cdot dt} = \\ &= \sqrt{\frac{I_{max}^2}{8T} \cdot t \Big|_{T/2}^T - \frac{I_{max}^2}{8T} \cdot \frac{\sin(2\omega t)}{2} \Big|_{T/2}^T} = \sqrt{\frac{I_{max}^2}{8T} \cdot \frac{T}{2}} = \frac{I_{max}}{4} \\ I_{ef2} &= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_{R2}^2(t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^{T/2} I_{max}^2 \cdot \sin^2(\omega t) \cdot dt + \int_{T/2}^T \frac{I_{max}^2}{4} \cdot \sin^2(\omega t) \cdot dt \right)} = \\ &= \sqrt{\frac{I_{max}^2}{T} \left(\int_0^{T/2} \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} \cdot dt + \int_{T/2}^T \frac{1 - \cos(2\omega t)}{8} \cdot dt \right)} = \sqrt{\frac{I_{max}^2}{T} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot t \Big|_0^{T/2} + \frac{1}{8} \cdot t \Big|_{T/2}^T \right)} = \sqrt{\frac{I_{max}^2}{T} \cdot \left(\frac{T}{4} + \frac{T}{16} \right)} = \\ &= I_{max} \cdot \sqrt{\frac{5}{16}} = I_{max} \cdot \frac{\sqrt{5}}{4} \end{aligned}$$

Reemplazando por los valores se obtiene la potencia en cada resistor.

COMENTARIOS FINALES Y CONCLUSIONES

En el desarrollo de este **TAP** han resultado importantes los siguientes aspectos:

1. Introducción del dispositivo semiconductor elemental (diodo) y estudio de su característica teórica y real y de sus aproximaciones.
2. Aplicación del diodo a circuitos rectificadores monofásicos de media onda con carga resistiva pura y a circuitos recortadores.
3. Aplicaciones del diodo para construir compuertas lógicas.