

Elementos no lineales - Diodos

- Guía 5 -

Laboratorio 3 – Departamento de Física – FCEyN – UBA

Cátedra Christian Tomás Schmiegelow 2018c2A

I. Propiedades del diodo

Respuesta no lineal

1. Intente resolver el circuito de la figura 1 utilizando (a) el principio de superposición y (b) el método de mallas. Compare los resultados. ¿Es válido el principio de superposición en circuitos con elementos no lineales?
2. Se tiene un divisor de tensión formado por un diodo *ideal* (D) y una resistencia ($R = 22 \Omega$), como se muestra en la figura 2. Basándose en la ecuación de Shockley,

$$I(V) = I_S (e^{V/V_T} - 1),$$

donde $V_T = kT/q \approx 26 \text{ mV}$ para $T = 300 \text{ K}$, y asumiendo que la corriente de saturación es la típica para un diodo de germanio $I_S = 2 \mu\text{A}$:

- a) grafique la corriente que circula por el divisor y el valor de tensión a la salida en función de la tensión V_{bias} cuando $V_{\text{in}} = 0$;
- b) si a la entrada se le aplica una señal de baja frecuencia y de amplitud $V_{\text{in}} \ll 1 \text{ V}$, ¿cómo dependerá la amplitud de la señal de salida con V_{bias} ?
- c) si a la entrada se le aplica una señal armónica de baja frecuencia y de amplitud $V_{\text{in}} \sim 1 \text{ V}$, ¿qué espectro espera ver en la señal de salida? Piensen en un argumento i) con los dedos, ii) cómo desarrollo en series de potencia, iii) cómo serie de Fourier, iv) una simulación numérica.

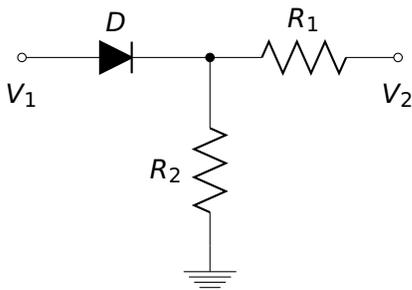


Figura 1: Circuito "T" con $V_1 = V_2 = 5 \text{ V}$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ y D , un diodo con un umbral de conducción $V_d = 1 \text{ V}$.

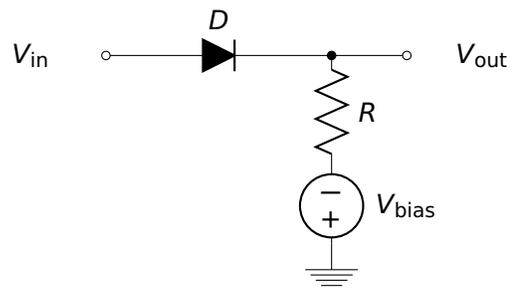


Figura 2: Divisor de tensión controlado por el voltaje V_{bias} .

Capacitancia de la juntura

3. Un diodo real tiene también una capacitancia característica C_D y una resistencia R_S (más allá de la dinámica).
 - a) Dibujen el circuito equivalente de un diodo real utilizando un diodo ideal, R_S y C_D . Discutan por qué tiene sentido pensarlos conectados en paralelo o en serie a cada uno.
 - b) Investiguen cuáles son los valores típicos de r_s (serie), r_D (dinámica) y C_D , y cómo varían según su polarización, para diodos reales de diferentes tipos.

- rectificación (por ejemplo, 1N400x);
 - señal (por ejemplo, 1N4148);
 - varicap/varactor.
- c) Para cada uno de los casos anteriores determinen en qué rango de frecuencias es relevante la capacitancia en cada caso.
- d) Elija uno de los diodos estudiados en el punto anterior y diseñe un circuito tipo filtro (pasaltos o pasabajos) modificando el circuito de la figura 2. Calcule las frecuencias de corte y construya el diagrama de Bode para dos valores diferentes de la tensión V_{bias} .

II. Aplicaciones

Limitación y regulación

1. Para el circuito de la figura 3, determine la tensión de salida V_{out} en función de la tensión de entrada V_{in} considerando que las tensiones V_{ref1} y V_{ref2} se fijan externamente y que $V_{ref1} < V_{ref2}$. ¿Qué utilidad le encuentra a este circuito?
2. Elija un diodo Zener y diseñe un divisor de tensión como el de la figura 4, especificando V_{in} y R_{lim} .
 - a) Utilizando los datos del diodo elegido y de su circuito, calcule el equivalente de Thévenin para el divisor de tensión.
 - b) ¿Cómo depende la tensión de Thévenin ante fluctuaciones pequeñas de la tensión de alimentación V_{in} ?
 - c) Utilice este modelo para predecir la tensión de salida en función del valor de la resistencia de carga R_C .
 - d) ¿En qué rango de R_C consideran que se comporta como un buen regulador? ¿Pueden cuantificar esta afirmación?

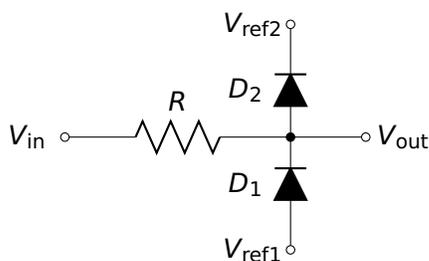


Figura 3: Circuito limitador de tensión.

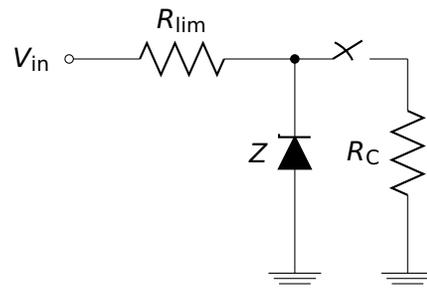


Figura 4: Regulador de tensión mediante diodo Zener.

Rectificación

3. Determine el rango de variación (*ripple*) de la tensión sobre la resistencia de carga R_C y estime la potencia media disipada en cada diodo para los circuitos rectificadores de media onda (figura 5) y de onda completa (figura 6), alimentados con una señal $V_{in} = V_P \cos(2\pi ft)$. Compare ambos circuitos para los casos
 - a) $2\pi f \ll R_C C$;

b) $2\pi f \sim R_C C$;

c) $2\pi f \gg R_C C$.

4. El rectificador de media onda puede utilizarse para construir un detector de envolvente en un receptor de radio AM. Asumiendo que la resistencia de carga está dada por la impedancia de un auricular ($\sim 4-8 \Omega$), ¿qué valor de C debería elegir para detectar voz humana en una transmisión de AM comercial?

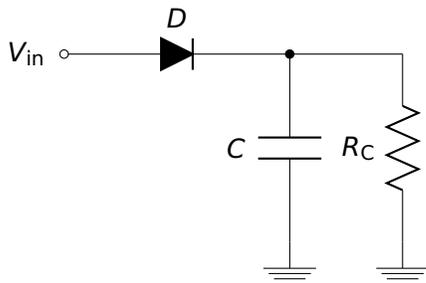


Figura 5: Rectificador de media onda.

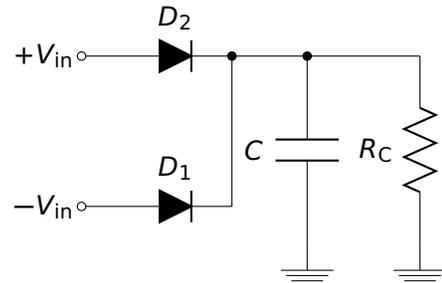


Figura 6: Rectificador de onda completa.

Elevación

5. El circuito de la figura 7 se alimenta de una fuente de tensión alterna y amplitud $V_{in} > V_d$, siendo V_d el umbral de conducción de los diodos. Analice este circuito por etapas:
- Considere, en primera instancia, que solo tiene la fuente V_{in} y los componentes C_1 y D_1 . ¿Qué espera obtener a la salida V_{out1} ?
 - ¿Cómo se ve afectada la tensión de salida si se le conecta una resistencia de carga R_C entre V_{out1} y tierra?
 - Repita los puntos anteriores agregando sucesivas etapas (C_2 y D_2 , luego C_3 y D_3 , luego ... C_N y D_N). ¿Qué factores limitan de la máxima tensión que se puede obtener?

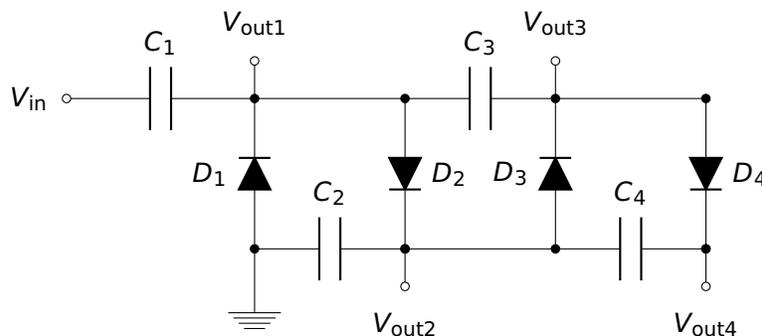


Figura 7: Elevador de tensión.