

Trabajo de Laboratorio

Física Electrónica - 2019

Grupo 2:

Díaz, Ian Cruz

Mestanza, Nicolás

Müller, Malena

Rodríguez Turco, Martín

Scala, Tobías

29 de junio de 2019

EJERCICIO 1: MEDICIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE DIODOS

A continuación se presentan los circuitos empleados para medir la curva característica (corriente en función de la tensión) de un diodo rectificador, de un diodo zener y de un LED. En los tres casos se coloca una resistencia en serie de $1k\Omega$, con la finalidad de limitar la corriente que circula por cada uno de ellos.

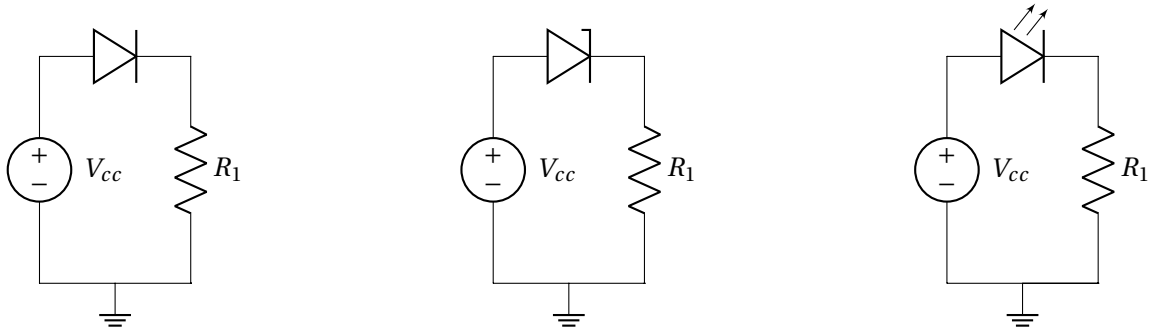


Figura 0.1: Circuitos empleados para medir la curva característica de un diodo rectificador, de un diodo zener y de un LED; respectivamente.

DIODO RECTIFICADOR

A continuación se presentan los gráficos obtenidos de la corriente vs. tensión para el caso del diodo rectificador 1N4148. En la figura 0.2 se puede ver, a la izquierda, los datos obtenidos del osciloscopio mediante un CSV y a la derecha el gráfico de la corriente en función de la tensión a partir de las tensiones medidas con osciloscopio y del valor conocido de la resistencia (azul). En ese mismo gráfico también se puede ver la corriente vs. tensión simulada (naranja).

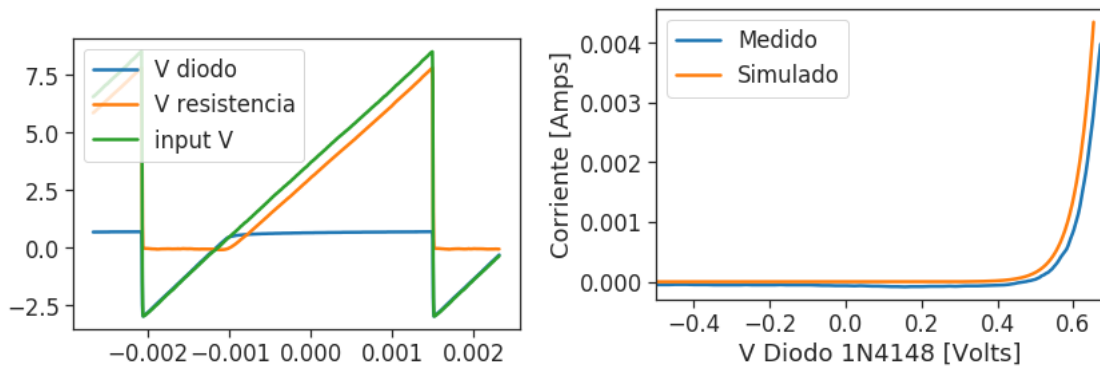


Figura 0.2: Medición de la corriente vs. tensión del diodo rectificador: Datos obtenidos y datos procesados vs. simulados; respectivamente.

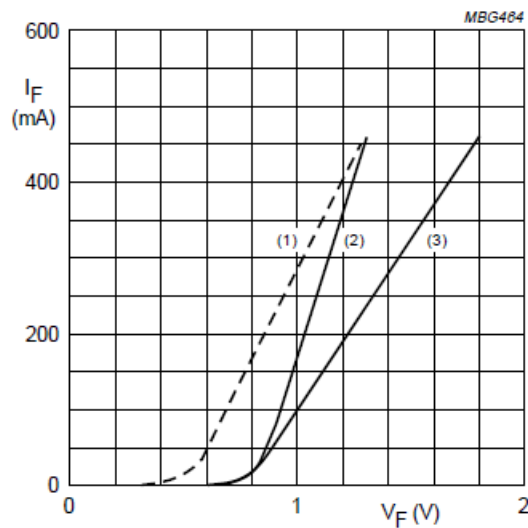


Figura 0.3: Corriente vs. tensión del diodo rectificador obtenida de la hoja de datos.

De la figura 0.3 obtenida de la hoja de datos del diodo 1N4148, a nuestro caso corresponde la curva (2). Se puede ver que la curva característica del diodo obtenida con la medición es muy similar tanto a la simulación, como a la curva de la hoja de datos de dicho componente. En el caso medido se observa que la corriente comienza a aumentar a una tensión levemente mayor que para el caso simulado.

DIODO ZENER

A continuación, en la figura 0.4 a la derecha, se presenta un gráfico con la simulación de la corriente en función de la tensión correspondiente al diodo zener en naranja, y lo obtenido a partir de las mediciones del osciloscopio, en azul. Para obtener este último se procedió de la misma manera que para obtener el correspondiente al diodo rectificador (utilizando los datos obtenidos de tensiones en el circuito, que se pueden ver en el gráfico de la izquierda de la figura 0.4).

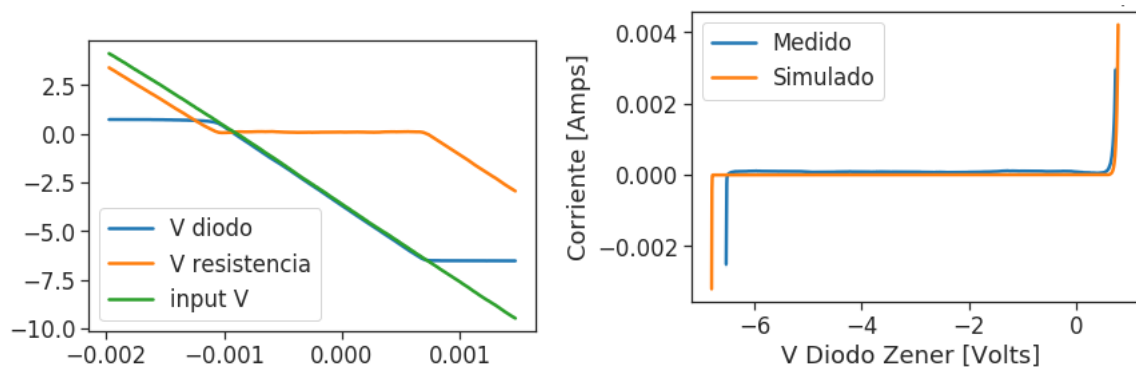


Figura 0.4: Medición de la corriente vs. tensión del diodo zener: Datos obtenidos y datos procesados vs. simulación; respectivamente.

En el gráfico de la derecha en la figura 0.4 se puede ver que lo medido y la simulación son prácticamente iguales, con una diferencia pequeña de tensión a la que comienza a circular corriente en inversa. En la medición se observa un encendido mas temprano (a una tensión en inversa de menor módulo que en el caso de la simulación).

LED

En la figura 0.5 se observa, como en los dos casos previos, a la izquierda las tensiones obtenidas del osciloscopio para obtener luego la curva de corriente del led en función de la tensión, que puede verse en azul en el gráfico de la derecha. Ese mismo gráfico contiene la curva de la simulación del led rojo. La figura 0.6 presenta la curva mencionada, pero proveniente de la hoja de datos.

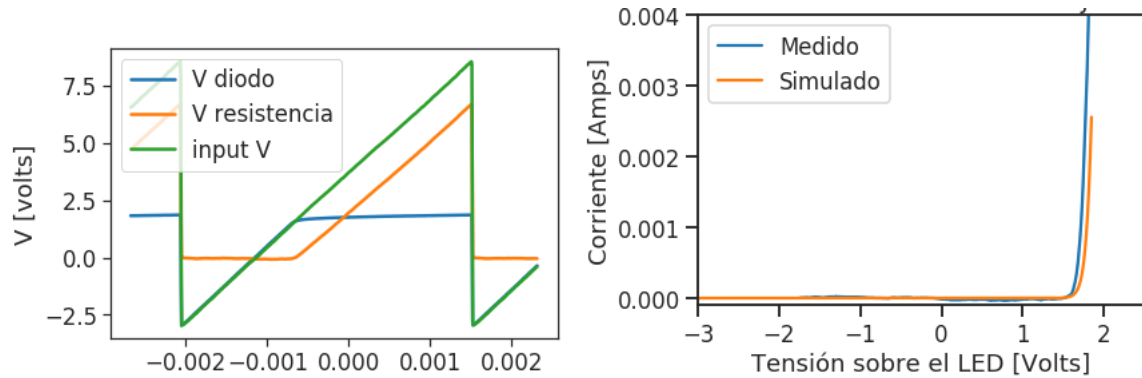


Figura 0.5: Medición de la corriente vs. tensión del LED: Datos obtenidos y datos procesados vs simulación; respectivamente.

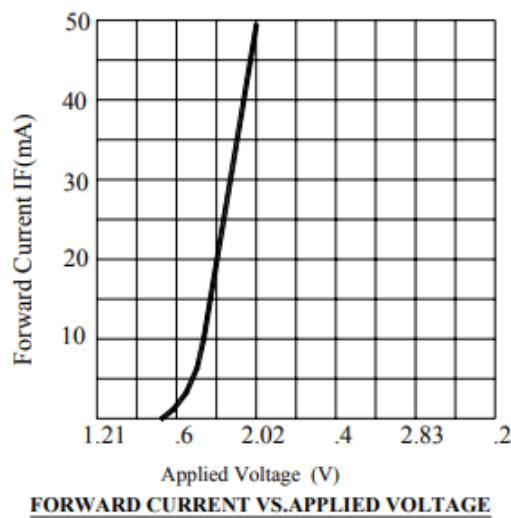


Figura 0.6: Corriente vs. tensión del LED obtenida de la hoja de datos.

La simulación dio prácticamente igual a la medición de la corriente en el led, en función de la tensión.

EJERCICIO 2: CÁLCULO Y SIMULACIÓN DE UNA FUNCIÓN TRANSFERENCIA DE TENSIÓN

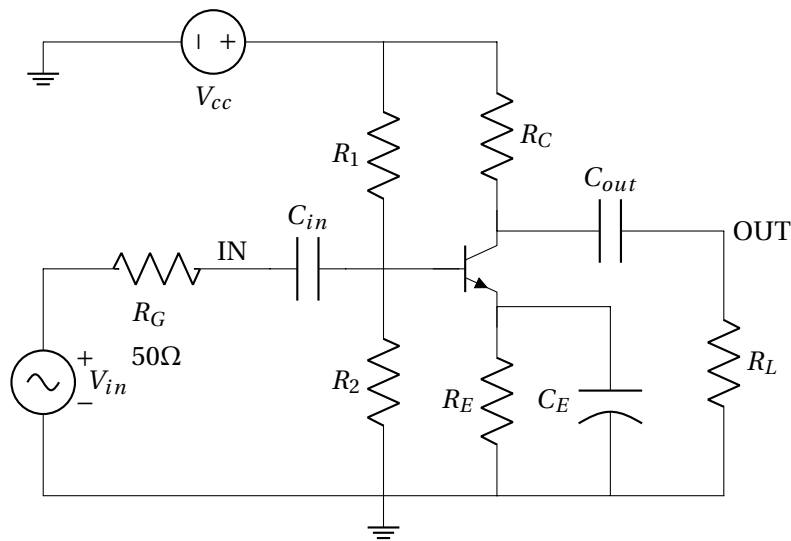


Figura 0.7: Circuito con un transistor NPN BC547B, para el cual se obtiene la función transferencia.

Siendo

- $R_1 = 100k\Omega$ ▪ $R_C = 11,2k\Omega$ ▪ $R_E = 3k\Omega$ ▪ $C_{in} = 20nF$
- $R_2 = 27k\Omega$ ▪ $R_L = 10k\Omega$ ▪ $C_E = 2\mu F$ ▪ $C_{out} = 10nF$

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN TRANSFERENCIA DE TENSIÓN

Para calcular la función transferencia de tensión del circuito 0.7, se utiliza el modelo híbrido π como circuito equivalente del transistor NPN en pequeña señal, pasivando la fuente de tensión continua. Además, a frecuencias medias se considera que los capacitores se comportan como cortocircuitos. El siguiente circuito es el equivalente correspondiente al circuito 0.7:

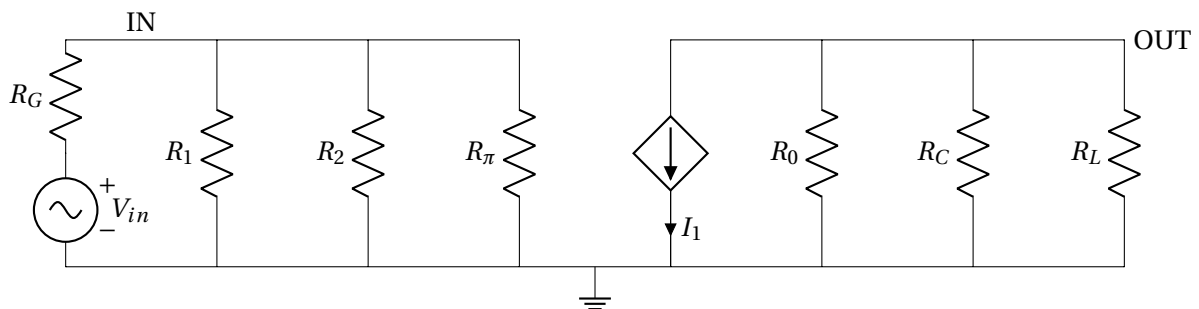


Figura 0.8: Circuito equivalente empleado para el cálculo de la función transferencia de tensión.

En el gráfico anterior, siendo:

$$I_1 = \beta \cdot i_b$$

con i_b la corriente que circula por la resistencia denominada R_π .

A partir del circuito 0.8, surge que:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -\frac{(R_0 // R_C // R_L) \beta}{R_\pi} = -\frac{\beta \cdot (R_0 \cdot \frac{R_C R_L}{R_C + R_L})}{R_\pi \cdot (R_0 + \frac{R_C R_L}{R_C + R_L})} \quad (0.1)$$

A partir de la simulación, calculamos la impedancia de salida del circuito de la figura 0.7 y obtuvimos el valor de R_0 del transistor NPN BC547B:

$$R_0 = 103 \cdot k\Omega$$

A su vez, usando el resto de los valores con los que está modelada la simulación:

$$R_\pi = 12,3 k\Omega$$

$$\beta = 294$$

Con los valores anteriores, reemplazando en la ecuación 0.1 se obtiene que:

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -120,116$$

Entonces:

$$\left| \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right|_{db} = 41,592 dB \quad (0.2)$$

SIMULACIÓN DE LA FUNCIÓN TRANSFERENCIA DE TENSIÓN

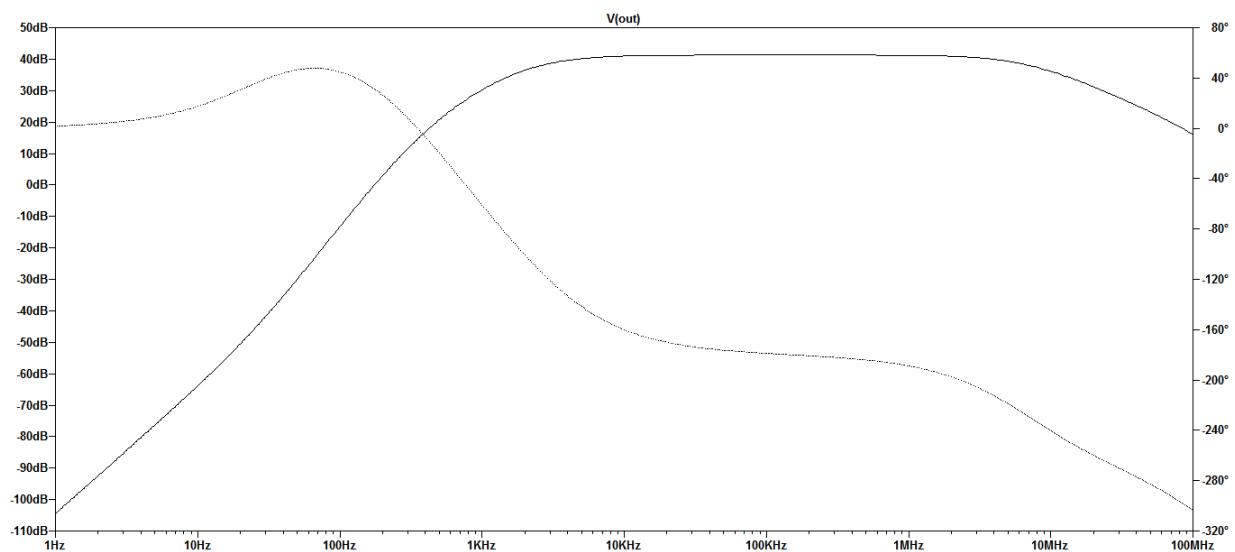


Figura 0.9: Simulación del circuito 0.7

En la simulación de la figura 0.9, la línea oscura corresponde al módulo de la función transferencia, mientras que la clara corresponde a su fase.

COMPARACIÓN ENTRE EL CÁLCULO Y LA SIMULACIÓN DE LA FUNCIÓN TRANSFERENCIA

A partir de la línea oscura del diagrama de Bode de la figura 0.9 (que corresponde al módulo de la ganancia en dB), se puede ver que a frecuencias medias (entre 10kHz y 1MHz, aproximadamente) coincide con el valor obtenido en la ecuación 0.2. Esta comparación la hacemos a frecuencias medias, ya que el cálculo de la función transferencia, con el cuál se obtuvo que la ganancia es de 41,592 dB, surge de modelar un circuito equivalente del circuito 0.7 para pequeña señal y para dichas frecuencias, donde los capacitores se comportan como un cable.

EJERCICIO 3: SIMULACIÓN DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA DE UN CIRCUITO EN CONDICIONES INICIALES

Durante este ejercicio se procedió a simular el circuito de la Figura 0.10. Se nos pidió obtener el tipo de singularidad del circuito, a qué elemento reactivo se asociaba, y el valor asociado a ese elemento.

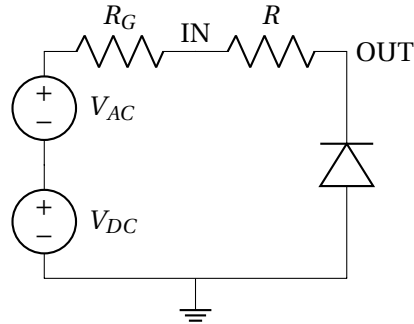


Figura 0.10: Circuito empleado para medir la curva característica de un diodo.

Siendo $R = 200k\Omega$.

Al realizar la simulación, se obtuvo un Bode como el que se puede ver en la figura 0.11.

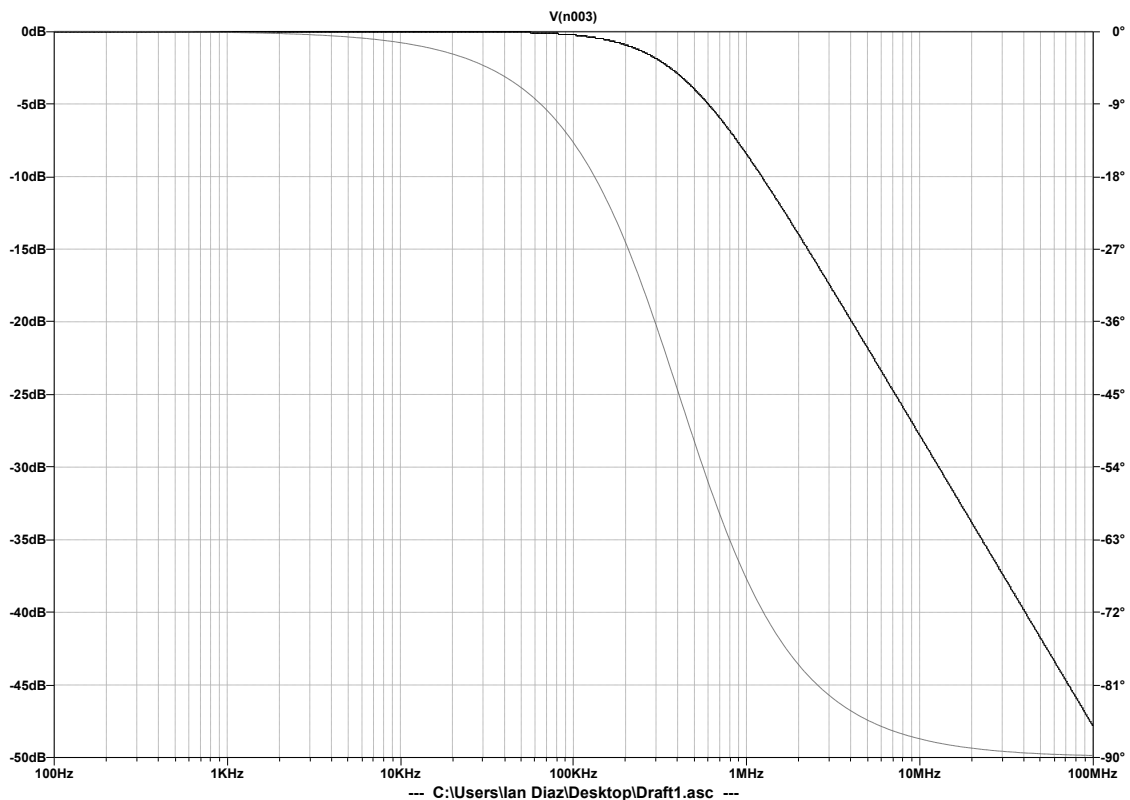


Figura 0.11: Bode

Viendo el diagrama de Bode de la figura 0.11, sabiendo que la amplitud es la línea negra y la fase la línea gris, podemos determinar que se comporta como un filtro pasabajos y la singularidad es un polo, ya que la fase cae 90°. Por lo tanto, podemos decir que el diodo a altas frecuencias se comporta como un capacitor. Luego

de ver este comportamiento, buscamos la hoja de datos del 1N4148 y se encontró que la capacidad total del diodo es de 4(pF), sin embargo, como se puede ver en la figura 0.12, el diagrama de bode no coincide completamente con el del circuito de la figura 0.10. Para que coincida perfectamente, debemos usar un capacitor de aproximadamente 2(pF). Creemos que la diferencia de capacidad entre el valor obtenido en la hoja de datos y el calculado, se debe a un modelo equivalente del diodo que no coincide exactamente con el de la realidad, generando pequeñas diferencias, como la mencionada.

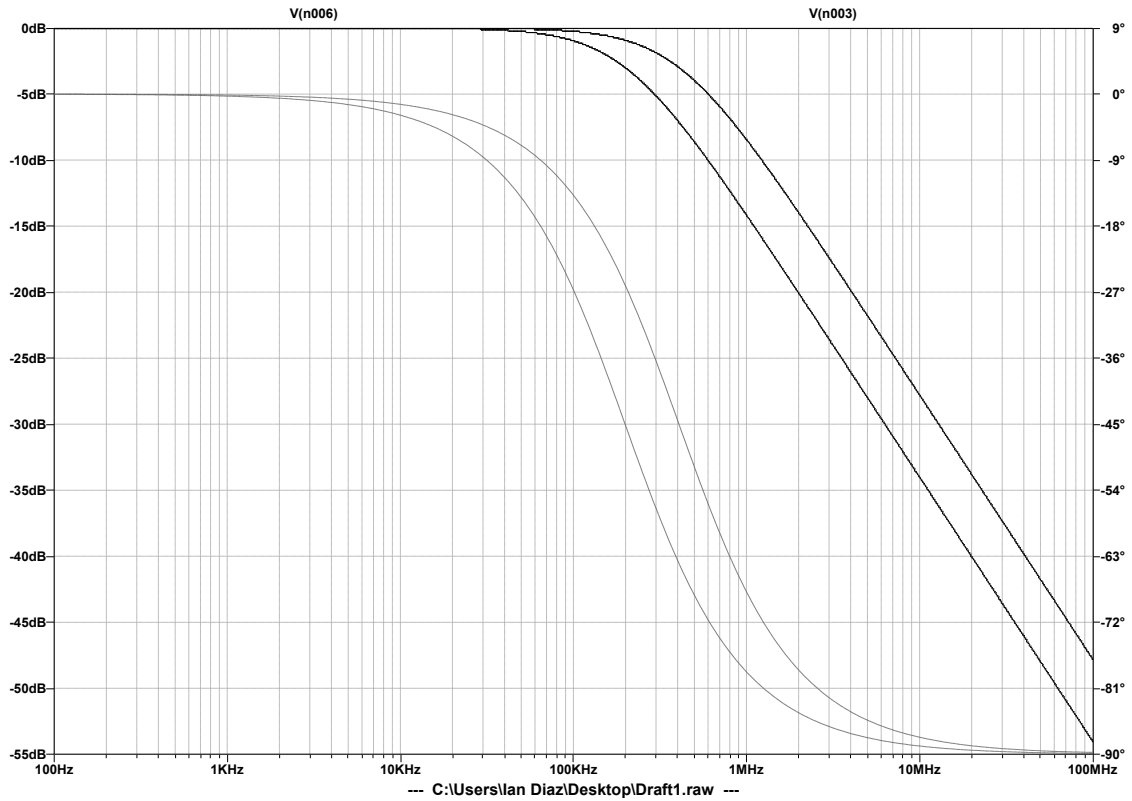


Figura 0.12: Diagrama de bode Diodo vs. Capacitor nominal