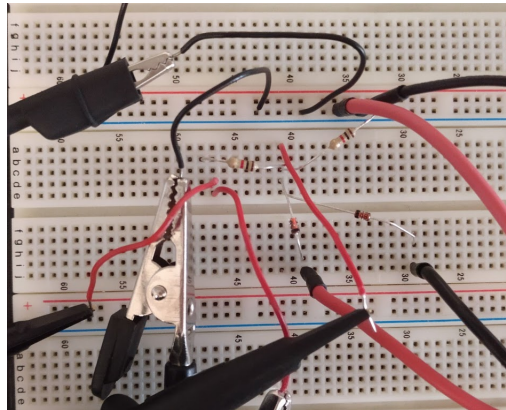


Práctica 7: Rectificación mediante diodos

Pablo Cuesta Sierra. Grupo 1201. Puesto 10.

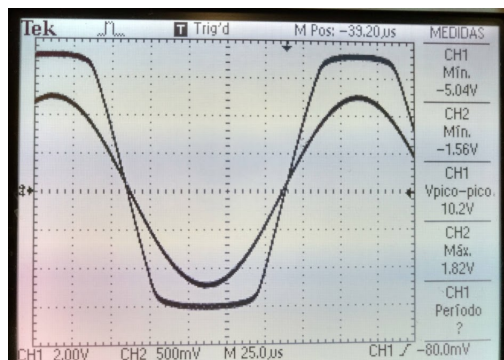
Montaje experimental

Construya el Circuito 1 utilizando los diodos suministrados. La señal de V1 se obtendrá del generador de funciones, mientras que las fuentes V2 y V3 serán las fuentes S1 y S2 de la fuente de alimentación disponible en el laboratorio. Es importante notar que el terminal positivo de V3 se conecta a masa y que la señal a conectar al diodo D2 se extrae del terminal negativo, al revés de lo que ocurre para V2.



Circuito 1 montado en la entrenadora.

a) Genere para V1 una señal sinusoidal de 5 voltios de amplitud y 5 KHz de frecuencia. Fije las tensiones de V2 y V3 en 1.2 V y 0.7 V, respectivamente. Mida la señal de salida y determine experimentalmente las tensiones umbral de los diodos suministrados.



Medidas hechas en el osciloscopio para el Circuito 1.

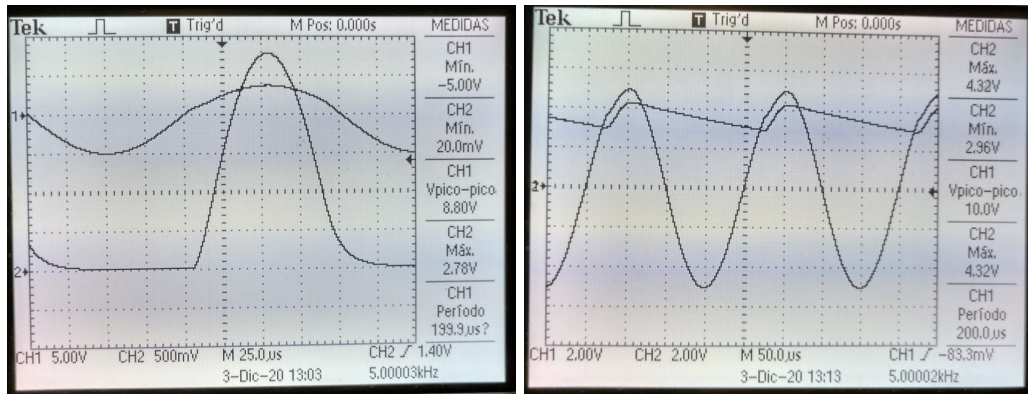
Como podemos ver en la imagen anterior (medidas correspondientes al CH2), $V_{out,max} = 1,82V$ y $V_{out,min} = -1,56V$, además, la función obtenida tiene la forma esperada.

Para calcular las tensiones umbrales, como se vio en el estudio previo de la práctica, hay que medir también las entradas de las fuentes de corriente continua V_2 y V_3 , ya que no toman exactamente los valores que se introducen en la fuente de alimentación, pueden variar un poco.

Las medidas tomadas son: $V_2 = 1,21V$, $V_3 = 0,70V$, por tanto, podemos calcular las tensiones umbrales de cada diodo:

$$V_{\gamma,2} = V_{out,max} - V_2 = 0,61V, \quad V_{\gamma,3} = -V_{out,min} - V_3 = 0,86V$$

b) A continuación, construya el Circuito 2 con la misma señal de entrada V1 que para el circuito 1. Mida el valor máximo y el valor mínimo de la señal de salida para un valor de $R_{load}=100\Omega$ utilizando el acoplamiento DC en el menú del osciloscopio. Haga lo mismo para valores de R_{load} iguales a 0.22, 0.47, 1, 2.2, 4.7, 10 y 22 k Ω .



Ondas correspondientes a V_{out} (junto con V_{in}), con $R_{load} = 100\Omega$ (izquierda) y $R_{load} = 4700\Omega$ (derecha).

Tabla de todos los valores:

| Rload (Ω) | Rload-valor real (Ω) | V_{max} (V) | V_{min} (V) | $V_{rizado} = V_{max} - V_{min}$, (V) |
|--------------------|-------------------------------|---------------|---------------|--|
| 100 | 98,5 | 2,76 | 0,02 | 2,74 |
| 220 | 218 | 3,44 | 0,04 | 3,4 |
| 470 | 466 | 3,84 | 0,2 | 3,64 |
| 1000 | 995 | 4,08 | 0,88 | 3,2 |
| 2200 | 2170 | 4,24 | 2 | 2,24 |
| 4700 | 4660 | 4,24 | 2,96 | 1,28 |
| 10000 | 9880 | 4,32 | 3,6 | 0,72 |
| 22000 | 21700 | 4,32 | 4 | 0,32 |

c) Compare los resultados experimentales con los obtenidos en la simulación.

Errores relativos en las medidas de (a) respecto a las de la simulación:

$$V_{max,LTS} = 1,86V \Rightarrow E_{V_{max}} = 100 \times \frac{|1,86 - 1,86|}{1,86} = 0\%$$

$$V_{min,LTS} = -1,37V \Rightarrow E_{V_{min}} = 100 \times \frac{|-1,56 + 1,37|}{|-1,37|} = 13,9\%$$

$$V_{\gamma,LTS} = 0,67V \Rightarrow E_{V_{\gamma,2}} = 100 \times \frac{|0,67 - 0,61|}{|0,67|} = 8,9\%$$

$$E_{V_{\gamma,3}} = 100 \times \frac{|0,67 - 0,86|}{|0,67|} = 28,3\%$$

Estos valores varían un poco respecto a los medidos en la simulación, pero es posible que se deba a las pequeñas diferencias que puede haber entre los diodos, o que sus tensiones umbrales sean un poco distintas. Así como el resto de elementos del circuito y el ruido que puede entrar en el osciloscopio.

Comparación de los valores del apartado (b) respecto a la simulación de LTSpice, Circuito 2:

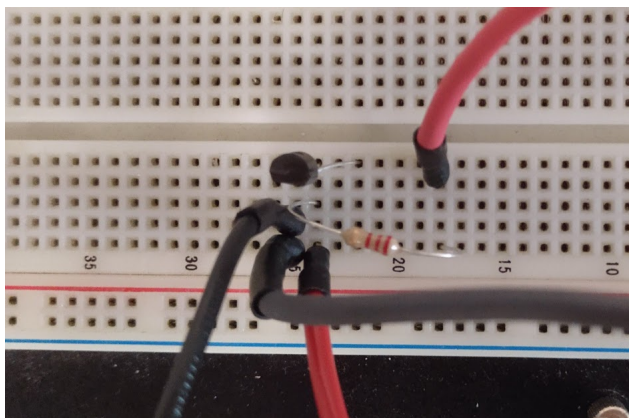
| Rload (Ω) | V_{max} (V) | $V_{max,LTS}$ (V) | $E_{r,max}$ | V_{min} (V) | $V_{min,LTS}$ (V) | $E_{r,min}$ |
|--------------------|---------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|-------------|
| 100 | 2,76 | 4,24 | 34,91% | 0,02 | 0 | - |
| 220 | 3,44 | 4,26 | 19,25% | 0,04 | 0 | - |
| 470 | 3,84 | 4,29 | 10,49% | 0,2 | 0,2 | 0,00% |
| 1000 | 4,08 | 4,3 | 5,12% | 0,88 | 0,93 | 5,38% |
| 2200 | 4,24 | 4,32 | 1,85% | 2 | 2,06 | 2,91% |
| 4700 | 4,24 | 4,33 | 2,08% | 2,96 | 3,01 | 1,66% |
| 10000 | 4,32 | 4,35 | 0,69% | 3,6 | 3,64 | 1,10% |
| 22000 | 4,32 | 4,36 | 0,92% | 4 | 4,01 | 0,25% |

Solamente hay variaciones significativas en V_{max} en las resistencias de valores entre 100Ω y 1000Ω . Para el resto de valores (tanto V_{min} como V_{max}) los errores relativos son muy bajos, menores del 5%, y según aumenta el valor de la resistencia, menor es el error relativo. No sé a qué se pueden deber estas variaciones para las resistencias bajas.

Las tensiones de rizado tienen valores también muy similares a los de la simulación:

| Rload (Ω) | V_{rizado} (V) | $V_{rizado,LTS}$ (V) | E_r |
|--------------------|------------------|----------------------|--------|
| 100 | 2,74 | 4,24 | 35,38% |
| 220 | 3,4 | 4,26 | 20,19% |
| 470 | 3,64 | 4,09 | 11,00% |
| 1000 | 3,2 | 3,37 | 5,04% |
| 2200 | 2,24 | 2,26 | 0,88% |
| 4700 | 1,28 | 1,32 | 3,03% |
| 10000 | 0,72 | 0,71 | 1,41% |
| 22000 | 0,32 | 0,35 | 8,57% |

Utilice la fuente de alimentación DC para polarizar el Zener con $V^+=5V$ y emplee una resistencia $R1=2,2k\Omega$. No utilice la patilla del diodo etiquetada como ADJ.



Circuito montado con el diodo Zéner polarizado con la fuente de alimentación con 5V, en serie con la resistencia de $2,2k\Omega$.

d) Mida la tensión de salida Output con el voltímetro y observe cómo cambia cuando cambia la temperatura del diodo Zener. El cambio tiene lugar en el rango de los mV por lo que hay que utilizar la máxima precisión que proporcione el voltímetro.

La salida inicial en el multímetro es de $2,97V$, y tras poner los dedos sobre el Zéner, para aumentar su temperatura llega a subir hasta $3,03V$.

e) Teniendo en cuenta que el voltaje Zener aumenta unos 10 mV por grado, deduzca qué temperatura tienen sus dedos con respecto al ambiente ¿Por qué no se mide la temperatura tocando el termómetro con los dedos?

El voltaje ha subido $60mV$ al poner los dedos, por lo que la temperatura ha aumentado unos 6 grados. Esto significa que si se midiera la temperatura corporal tocando el termómetro con los dedos se obtendría un valor mucho menor al que se tiene midiéndola correctamente. Ya que, suponiendo que la temperatura ambiente fuera de unos $20^{\circ}C$, mis dedos habrían estado a unos $26^{\circ}C$. Esto sería hasta 10 grados menor que mi temperatura corporal, que estaría al rededor de los $36,5^{\circ}C$.