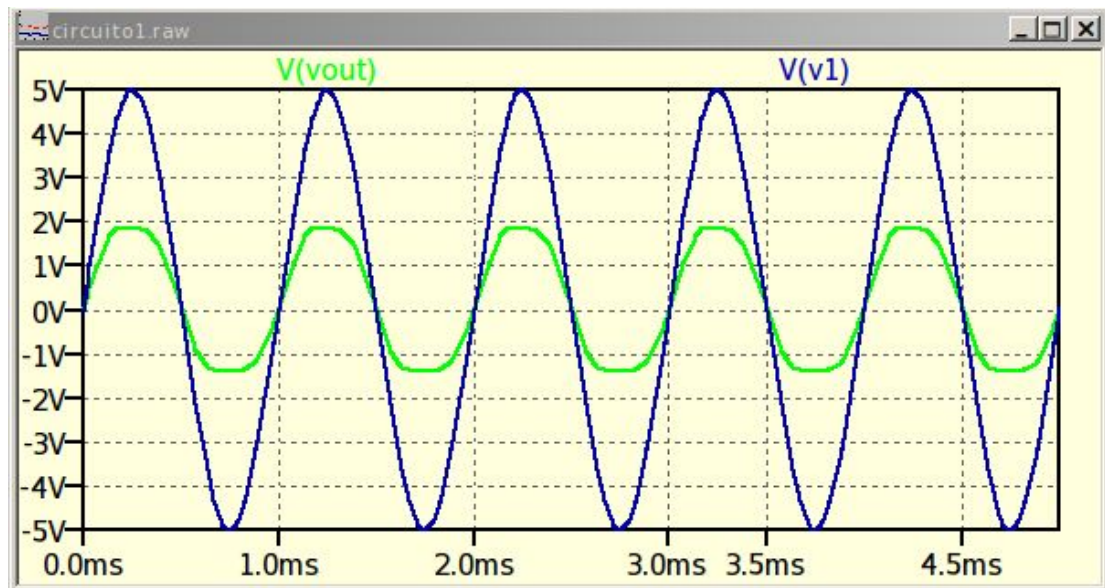
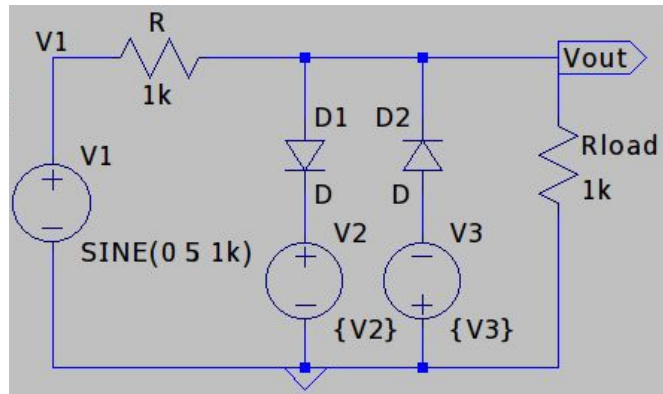


## \*SIMULACIÓN PREVIA:

### 1)Doble Recortador o Limitador:

### CIRCUITO 1

- a) El circuito sobre el que se va a trabajar es el que se muestra en la figura de la derecha. Para los cálculos de este apartado, tomamos  $V_2$  como 1,2V y  $V_3$  como 0,7 V. En el siguiente gráfico se representa  $V_{out}$  (traza verde) en función de  $V_1$ . Vemos como  $V_{out}$  se asemeja a  $V_{in}$  pero sus "picos" han sido recortados, tanto los superiores como los inferiores.



Los recortes positivos se deben a la acción de  $D_1$ , mientras que los negativos a la acción de  $D_2$ . La tabla de la izquierda muestra los valores máximo y mínimo de la señal  $V_{out}$ . A partir de ellos, es posible determinar los respectivos valores de la tensión umbral.

Sabemos que  $V_2 + V_{D1} = V_{out}$  y que  $-V_3 - V_{D2} = V_{out}$ .

Cuando  $V_{out}$  es máximo, si analizamos la situación justo en el punto de conmutación del diodo  $D_1$ , asumiendo que casi toda la  $I$  circula por la rama de  $R_{load}$  en sentido descendente (porque  $V_{out}$  es máximo), entonces, podemos decir que:  $V_2 + V_{D1} = V_{outmax}$

Además, como estamos tomando el punto de conmutación  $V_{D1} = V_{\gamma 1}$

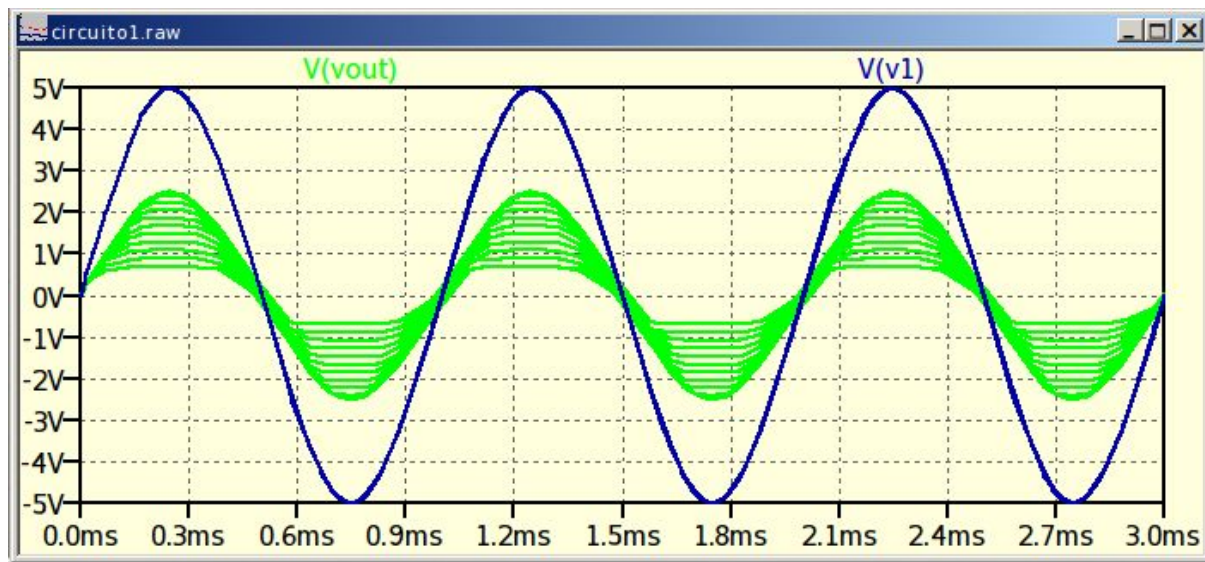
De igual manera, cuando  $V_{out}$  es mínimo,  $V_{D2} = V_{\gamma 2}$  y  $-V_3 + V_{D1} = V_{outmin}$ .

Sustituyendo en la primera expresión,  $V_{out} = V_{max}$  y despejando  $V_{D1}$ , obtenemos el valor de  $V_{\gamma 1}$ ; y sustituyendo en la segunda,  $V_{out} = V_{min}$  y despejando  $V_{D2}$ , obtenemos el valor de  $V_{\gamma 2}$ . Estos valores son los mostrados en la segunda tabla.

Vout (V)	
max	min
1,861	-1,375

	D1	D2
V <sub>g</sub> (V)	0,661	0,675

b) Realizando una simulación en el modo **.step param** con V1 y V3, se obtiene la siguiente gráfica. En ella podemos apreciar cómo varía Vout en función de V1 y V3. (Cada combinación es una traza verde)



Se han hecho variar las señales  $V_2$  y  $V_3$  entre  $0V$  y  $5V$  y en la gráfica se muestran los diferentes valores que tomaba en estos casos  $V_{out}$  en función de  $V_1$ . Los valores máximo y mínimo obtenidos para  $V_{out}$  fueron  $2.49V$  y  $-2.49V$

Vout (V)	
max	min
2,49	-2,49

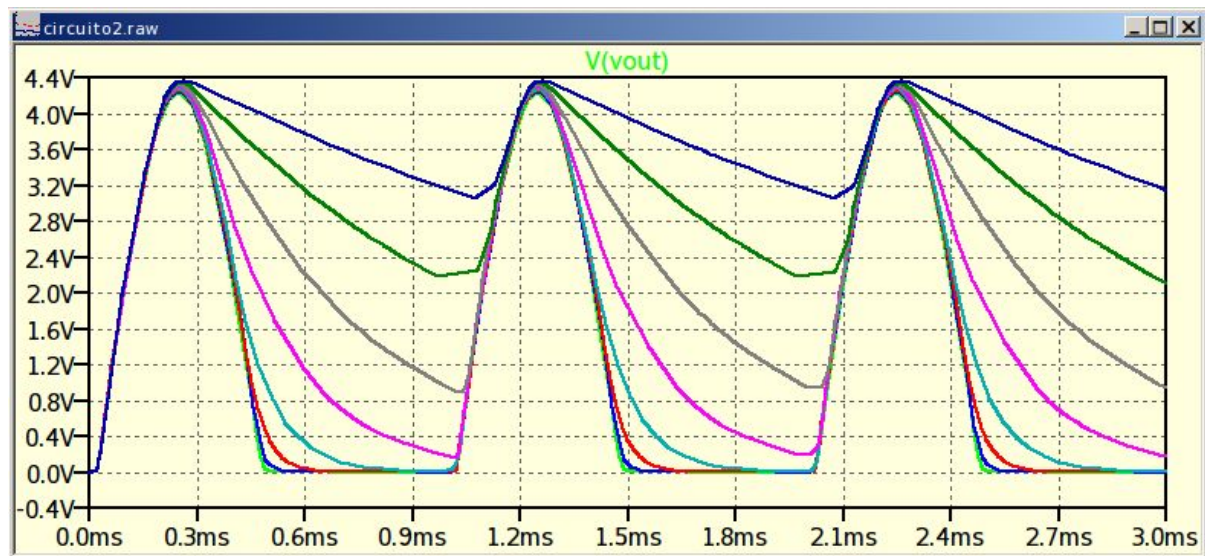
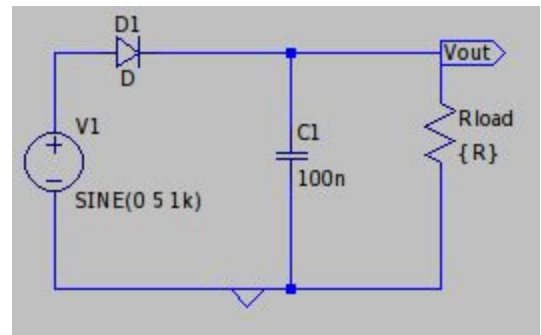
En un momento dado,  $V_{out}$  máximo deja de variar en función de  $V_2$ . Esto ocurre porque la caída de tensión en  $D_1$  estaba por debajo de la tensión umbral, por lo que  $D_1$  actuaba como un circuito abierto y a  $V_{out}$  dejaba de afectarle el valor de  $V_2$

Lo mismo ocurría para los valores mínimos de  $V_{out}$ : cuando el valor de  $V_3$  hacía que la caída en  $D_2$  fuera menor que su tensión umbral, el diodo empezaba a actuar como un circuito abierto y por tanto  $V_{out}$  dejaba de variar en función de  $V_3$ .

## 2) Rectificación + filtrado paso bajo.

En esta sección se trabajará sobre el circuito 2. En la gráfica inferior se encuentran las gráficas del valor de  $V_{out}$  en función de los diferentes valores de  $R_o$  propuestos en el enunciado. Para conseguirla, se ha utilizado un análisis paramétrico sobre Rload. Acto seguido, se muestra la tabla donde se reflejan los valores máximo y mínimo de  $V_{out}$  y el color de su traza en la gráfica para cada una de las resistencias.

### Circuito 2



Los datos medidos fueron los siguientes:

Resistencia ( $\Omega$ )	Simulación		Color de Trazo
	Vout max (V)	Vout min (V)	
100	4,22	$-4,97 \cdot 10^{(-12)}$	Verde Claro
220	4,24	$-7,16 \cdot 10^{(-12)}$	Azul
470	4,25	$88,53 \cdot 10^{(-6)}$	Rojo
1000	4,27	$7,76 \cdot 10^{(-3)}$	Azul Claro
2200	4,3	$195 \cdot 10^{(-3)}$	Rosa
4700	4,32	$941,95 \cdot 10^{(-3)}$	Gris
10000	4,34	2,19	Verde Oscuro
22000	4,36	3,05	Azul Oscuro

## \*TRABAJO EXPERIMENTAL:

### 1) Doble recortador o limitador

Una vez montado el Circuito 1, se ha medido la señal de salida máxima y mínima para  $V_{out}$  con  $V_2=1,2V$  y  $V_3=0,7V$  y la misma señal de entrada que en la simulación. Los resultados obtenidos son los presentes en la primera de las tablas expuestas a continuación. La segunda muestra los valores obtenidos en la simulación.

Valores Experimentales:		Valores de Simulación:	
Vout (V)		Vout (V)	
max	min	max	min
1,84	-1,37	1,861	-1,375

Como se puede apreciar a simple vista, los resultados obtenidos experimentalmente son muy similares a los obtenidos en la simulación.

Para obtener las tensiones umbrales experimentales, primero comprobamos (desconectando uno de los diodos del circuito) cuál de ellos recortaba  $V_{in}$  por debajo, y cuál por arriba. Luego, siguiendo el mismo proceso que en el preinforme:

$$V_2 + V_{D1} = V_{out}; \quad V_{out} \text{ máximo se da para } V_{D1} = V_{\gamma 1}; \quad V_{\gamma 1} = 0.64V$$

$$-V_3 - V_{D2} = V_{out}; \quad V_{out} \text{ mínimo se da para } V_{D2} = V_{\gamma 2}; \quad V_{\gamma 2} = 0.67V$$

Valores Experimentales:			Valores de Simulación:		
	D1	D2		D1	D2
$V_{\gamma}$ (V)	0,64	0,67	$V_{\gamma}$ (V)	0,661	0,675

Vemos que los valores teóricos son prácticamente idénticos a los experimentales, ya que sólo  $V_{\gamma 1}$  se separa dos centésimas (despreciable) del valor esperado.

### 2) Rectificación + filtrado paso bajo

En este apartado se emplea el Circuito 2. Se medirá  $V_{out}$  máximo y mínimo para los mismos valores de  $R$  que se han tomado en la simulación. El resultado es el siguiente:

Resistencia ( $\Omega$ )	Simulación		Experimentales	
	Vout max (V)	Vout min (V)	Vout max (V)	Vout min (V)
100	4,22	$-4,97 \cdot 10^{-12}$	2,88	0
220	4,24	$-7,16 \cdot 10^{-12}$	3,51	0
470	4,25	$88,53 \cdot 10^{-6}$	3,92	0
1000	4,27	$7,76 \cdot 10^{-3}$	4,16	0
2200	4,3	$195 \cdot 10^{-3}$	4,32	$160 \cdot 10^{-3}$
4700	4,32	$941,95 \cdot 10^{-3}$	4,32	$880 \cdot 10^{-3}$
10000	4,34	2,19	4,42	2,12
22000	4,36	3,05	4,47	3,04



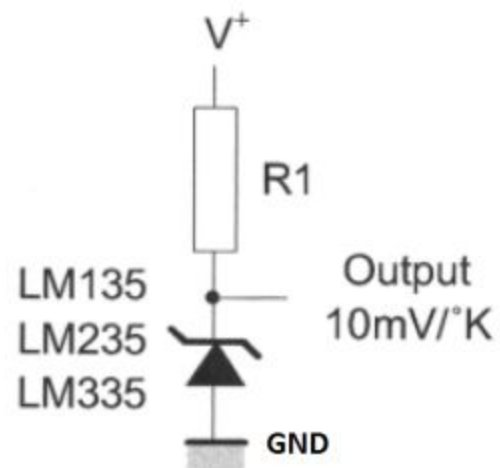
En la tabla superior aparecen comparados los valores máximos y mínimos obtenidos en la simulación con los obtenidos experimentalmente.

Por un lado, los valores mínimos de  $V_{out}$  experimentales son 0 hasta  $R = 1000 \Omega$ , y los simulados son valores tan bajos que podrían tomarse como nulos. Por tanto, esas diferencias son casi despreciables. Además, es posible que el osciloscopio dieran un valor de 0V porque no es capaz de detectar tensiones tan pequeñas (orden de nano o microvoltios). A partir de ahí,  $V_{out}$  mín crece al mismo ritmo para los valores experimentales que para los de simulación (tan solo difieren en centésimas). Por tanto, las medidas experimentales apenas difieren de las simuladas en el caso de los valores mínimos.

Sin embargo... para los valores máximos de  $V_{out}$ , en las resistencias más bajas los valores experimentales quedan considerablemente por debajo de los de simulación. Esto puede ser debido a la no idealidad de los componentes del montaje, entre otras cosas. Seguramente tenga mucho que ver que el método que utiliza la simulación para estudiar el comportamiento del diodo no sea del todo fiel a la realidad. Por eso, falla especialmente en tensiones bajas, donde precedir el comportamiento del diodo es más complejo. Esta discrepancia decrece y prácticamente desaparece a partir de  $R = 1000 \Omega$ , donde la diferencia comienza a ser de menos de una décima. De ahí en adelante, la medida experimental y la simulada son bastante similares.

### 3) Diodo zener como sensor de temperatura

Para este apartado se empleará un circuito no visto en la simulación, el que se muestra en la siguiente imagen. Este circuito consta de un Diodo Zener. Aprovechando las características de este elemento, podemos utilizar el circuito para la diferencia de temperatura que tienen nuestros dedos con la temperatura del ambiente. El valor de  $V_{out}$  inicial es de 2,419 V. Viendo en qué medida se incrementa este voltaje cuando sujetamos la cabeza del diodo Zener durante un minuto, podemos calcular el incremento de temperatura siguiendo la proporción presente en la imagen. Los resultados fueron los siguientes:



	$V_{out}(V)$	Incremento de Temperatura(K)
Persona1	2,422	0,3
Persona2	2,421	0,2

Con el primer miembro de la pareja,  $V_{out}$  sufrió un aumento de  $3\text{mV}$ , esto es, según el cambio señalado en el enunciado,  $0.3\text{K}$ . Por tanto, el zener registró un aumento de  $0.3^\circ\text{C}$  con respecto a la temperatura ambiente.

Con el segundo, como la diferencia en  $V_{out}$  fue de  $2mV$ , sabemos que la temperatura de la persona estaba  $0.2K$  por encima de la ambiente, esto es  $0.2^{\circ}C$ . Por tanto, en ambos casos, nuestros dedos estaban a más temperatura que el ambiente.

Como el cambio que sufre  $V_{out}$  con la temperatura al tocar el diodo de esta manera es tan pequeño, resultaría contraproducente utilizarlo como termómetro que midiera la temperatura sobre los dedos: cambios tan pequeños de voltaje son muy difíciles de medir con precisión y, además de no ser un método más eficaz que el de los termómetros normales. exigiría de un nivel de tecnología que un termómetro normal no requiere.