

Resultados Práctica 2. Diodos: medida de la característica I-V y aplicaciones.

Muntenas², Alexandru-Theodor

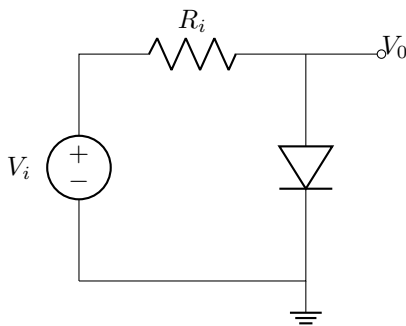
Compi de Laboratorio S.

Abril 2025

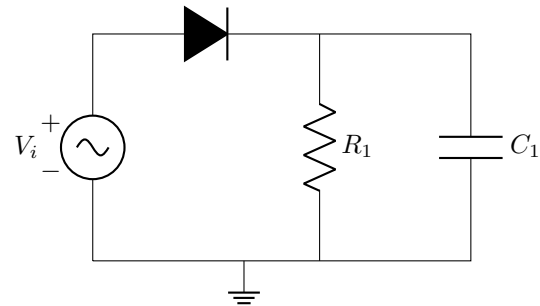
1 Desarrollo de la experiencia

Durante el mes de abril hemos estado desarrollando la Práctica 2, orientado a la medida de la característica I-V de tres diodos, al igual que sus distintas aplicaciones.

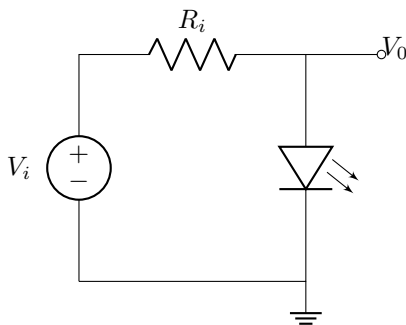
Hemos estudiado seis circuitos:



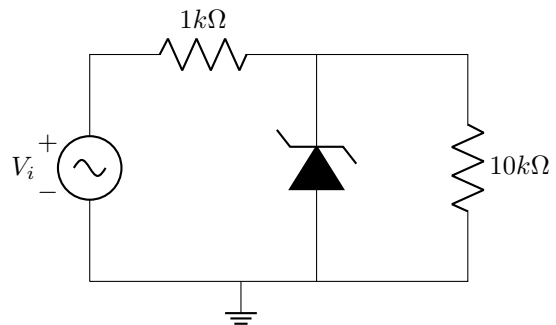
Circuito 1



Circuito 3. Circuito rectificador de media onda



Circuito 2



Circuito 4. Circuito limitador de tensión

Hemos precisado el uso de diversos componentes para lograr nuestro objetivo...

- un generador de tensión variable y uno de señal sinusoidal
- una resistencia de valores nominales $1k\Omega$, $4.7k\Omega$, $10k\Omega$ y $47k\Omega$.
- un diodo rectificador, Zéner y LED.
- dos condensadores, uno de $10nF$ y otro de $100nF$.

...diversas herramientas para interpretar los resultados...

- un osciloscopio PROMAX
- un polímetro
- una hoja de cálculo de LibreOffice

...y LtSpice para simular los circuitos montados en el laboratorio virtualmente.

1.1 Circuito 1. Diodo LED

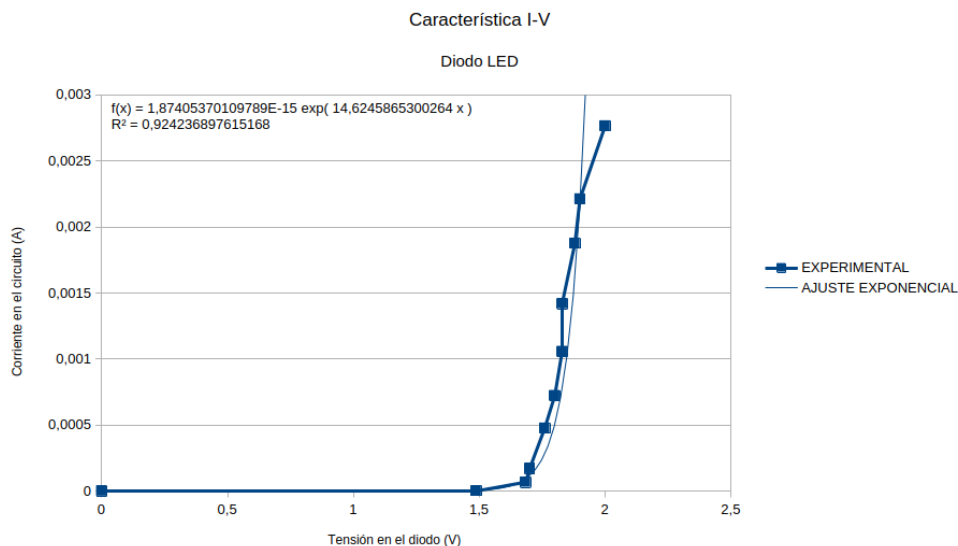
Comenzamos la práctica realizando el montaje del primer circuito. Precisaremos del uso de una resistencia de valor nominal $1k\Omega$, un diodo LED y una fuente de tensión variable.

Realizamos un barrido en tensiones, empezando en 0V, anotando en cada paso la caída de tensión en el diodo, así como la caída de tensión en la resistencia.

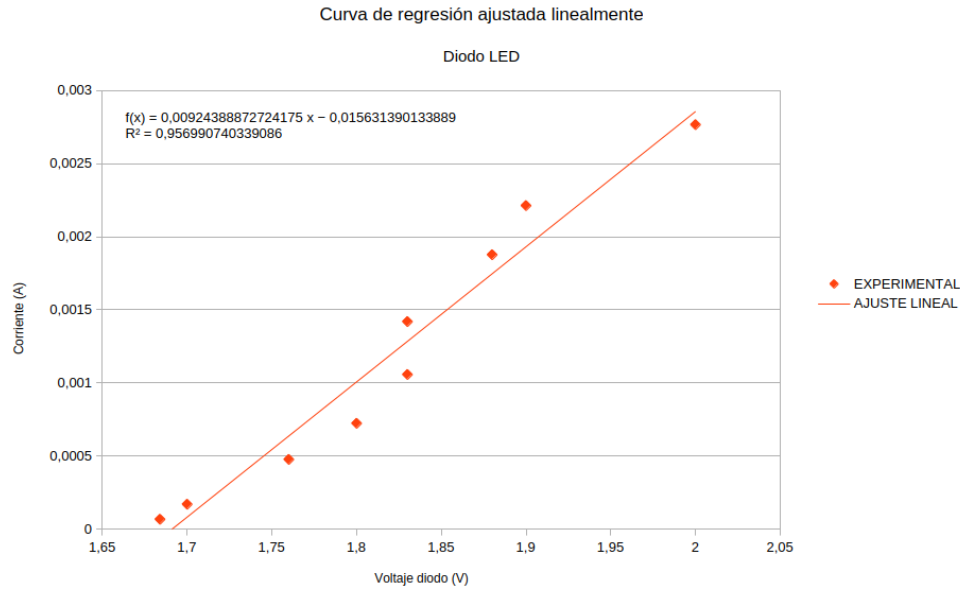
La primera tabla corresponde con los resultados obtenidos experimentalmente en el laboratorio:

V_i	V_R	V_D	I (mA)
0	0	0	0
0,5	0	0	0
1,5	0,012	1,488	0,007
2	0,316	1,684	0,007
2,5	0,8	1,700	0,170
4	2,24	1,760	0,477
5,2	3,4	1,800	0,723
6,8	4,97	1,830	1,057
8,5	6,67	1,830	1,419
10,7	8,82	1,880	1,877
12,3	10,4	1,800	2,213
15	13	2,000	2,766d

Con los datos anotados, obtenemos la siguiente gráfica *Característica I-V* para el **DIODO LED**, con su respectivo ajuste exponencial.



Consideramos como *zona de conducción directa* al intervalo $[1,684,15]$, y representamos gráficamente los puntos, al igual que el ajuste lineal, logrando el siguiente resultado:



Calculamos la corriente de saturación I_s y el factor n de idealidad de la siguiente forma:

$$I_D = Ae^{bx}, A = I_s = 1,87 * 10^{-15}, b = \frac{1}{nV_T}$$

De donde despejamos que:

$$V_T = 22,85mV; b = 14,6 \rightarrow V_T n = \frac{1}{b} \rightarrow n = 2,8$$

Por último, la zona de conducción directa nos proporciona los siguientes valores - *asumiendo que su comportamiento es lineal*:

- Con su pendiente obtenemos que: $\frac{1}{r_d} = \frac{1}{0,009} = 111\Omega$
- Su punto de corte con el eje X nos proporciona: $V_\lambda = 2,5V$

Observando la dispersión de las medidas, concluimos que el valor r_d es ligeramente más elevado de lo esperado y que, dado que $n \notin [1, 2]$, la ejecución del procedimiento experimental ha sido correcto, sin embargo, las medidas carecen la precisión necesaria.

Sin embargo, V_λ tiene lógica.

1.2 Circuito 2. Diodo RECTIFICADOR

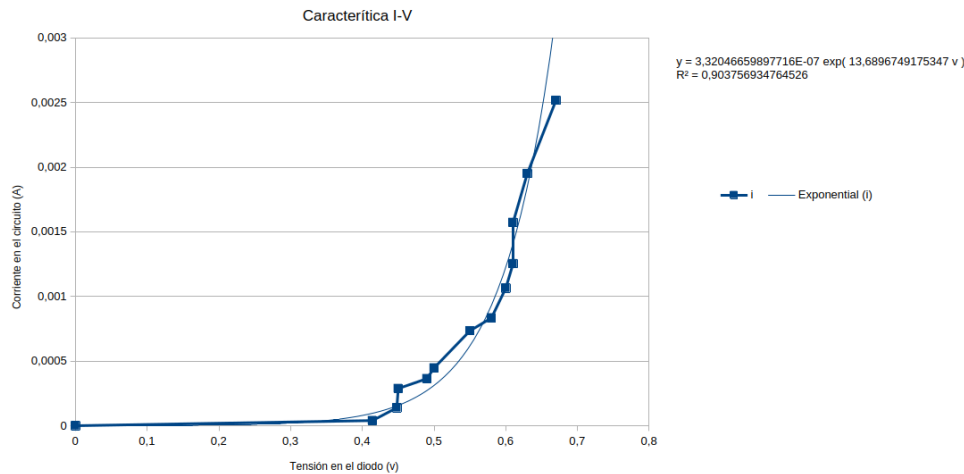
Para evaluar este diodo, simplemente hemos de reemplazar el *diodo LED* con un diodo rectificador.

Volvemos a realizar el barrido de tensiones, anotando los datos pertinentes, resultando en la siguiente tabla de información:

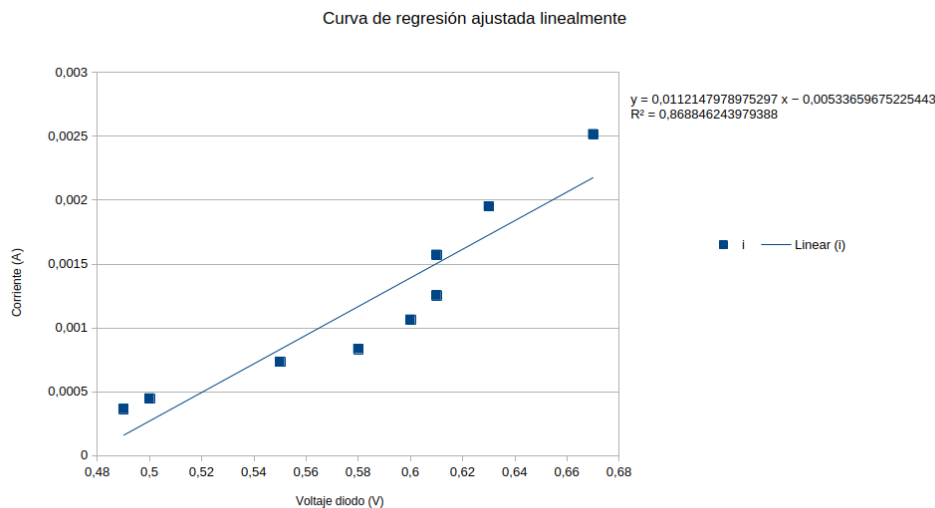
V_i	V_R	V_D	I (mA)
0	0	0	0,000
0,6	0,186	0,414	$\simeq 0,000$
1,1	0,652	0,448	$\simeq 0,000$
1,8	1,35	0,45	$\simeq 0,000$
2,2	1,71	0,49	$\simeq 0,000$
2,6	2,1	0,5	$\simeq 0,000$
4	3,45	0,55	0,001
4,5	3,92	0,58	0,001
5,6	5	0,6	0,001
6,5	5,89	0,61	0,001
8	7,39	0,61	0,002
9,8	9,17	0,63	0,002
12,5	11,83	0,67	0,003

Nuevamente, procedemos a realizar una interpretación gráfica de la *Característica I-V*, solo que en este caso, para el **DIODO RECTIFICADOR**:

Con los datos anotados, obtenemos la siguiente gráfica *Característica I-V* para el **DIODO LED**, con su respectivo ajuste exponencial.



Consideramos como *zona de conducción directa* al intervalo $[0.49, 15]$, y representamos gráficamente los puntos, al igual que el ajuste lineal, logrando el siguiente resultado:



Calculamos la corriente de saturación I_s y el factor n de idealidad de la siguiente forma:

$$I_D = Ae^{bx}, A = I_s = 3,3 * 10^{-7}, b = \frac{1}{nV_T}$$

De donde despejamos que:

$$V_T = 22,85mV; b = 13,7 \rightarrow V_T n = \frac{1}{b} \rightarrow V_T n = 0,073 \rightarrow n = 2,8$$

Dado que $n \notin [1, 2]$, la ejecución del procedimiento experimental ha sido correcto, sin embargo, las medidas carecen la precisión necesaria.

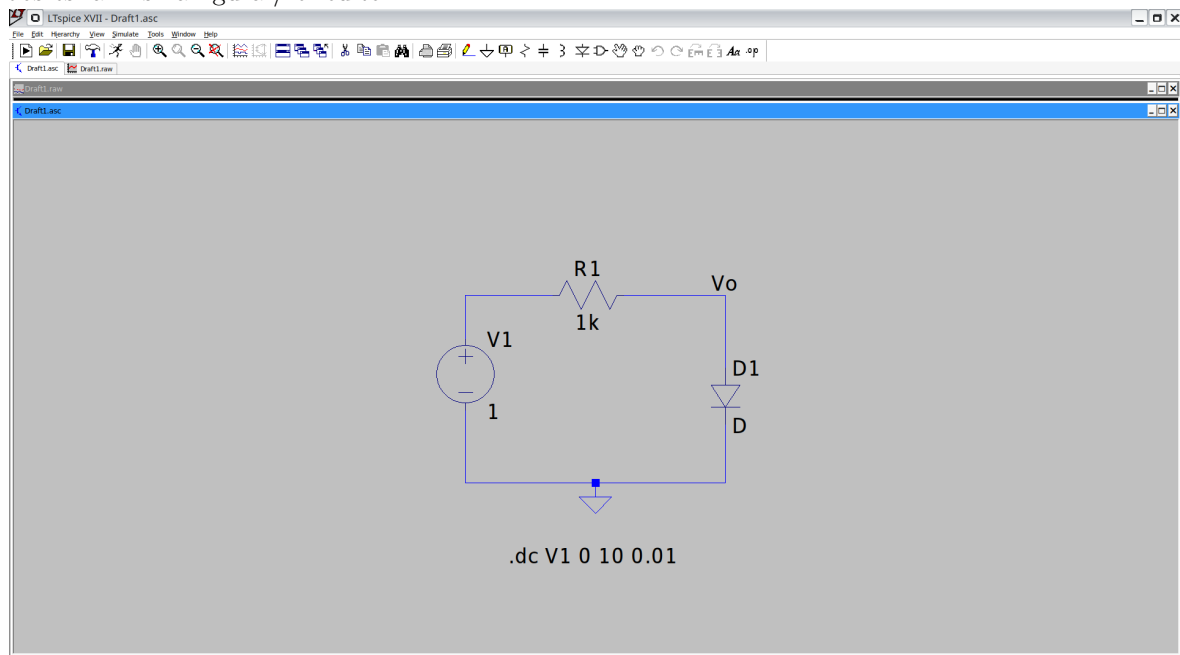
Por último, la zona de conducción directa nos proporciona los siguientes valores - *asumiendo que su comportamiento es lineal*:

- Con su pendiente obtenemos que: $\frac{1}{r_d} = \frac{1}{0,011} = 89,2\Omega$
- Su punto de corte con el eje X nos proporciona: $V_\lambda = 2,2V$

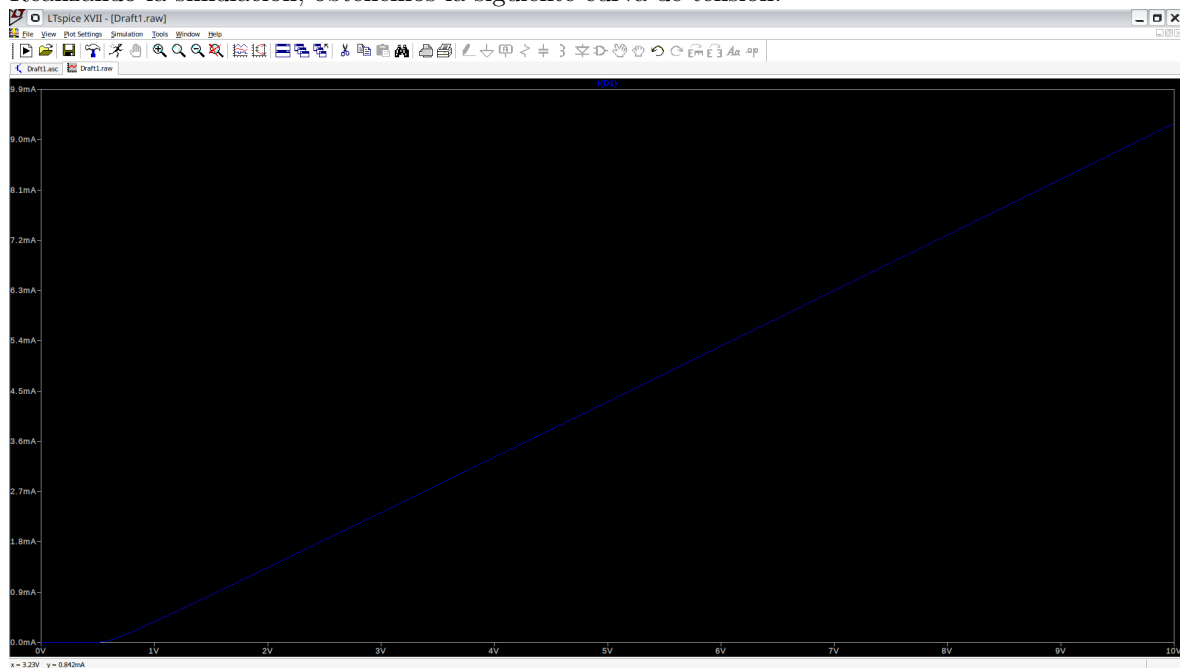
El valor r_d es ligeramente más elevado de lo esperado. No obstante, V_λ sí.

1.2.1 Simulación en SPICE

La diferencia entre un diodo rectificador y uno LED es la emisión de luz, por tanto, la simulación de ambos es la misma figura / circuito.

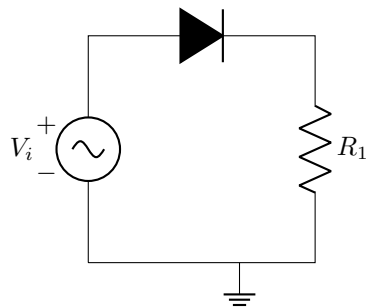


Realizando la simulación, obtenemos la siguiente curva de tensión:

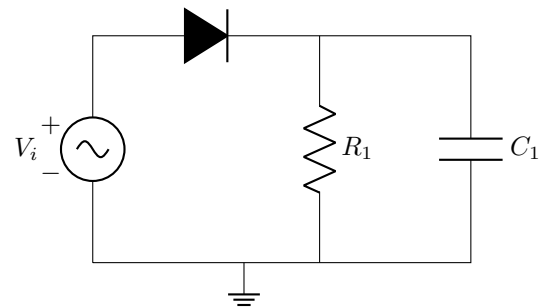


1.3 Circuito 3. Circuito rectificador de media onda

Haremos uso de un diodo rectificador, una resistencia de $47k\Omega$ y de dos condensadores, uno de $10nF$ y otro de $100nF$. Para el desglose de esta subsección de la experiencia, emplearemos un generador de señal sinusoidal y un osciloscopio para observar el comportamiento del circuito al variar la amplitud de la señal de entrada.



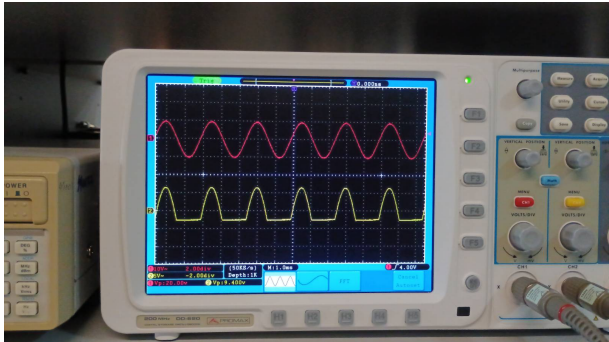
Circuito 3.1



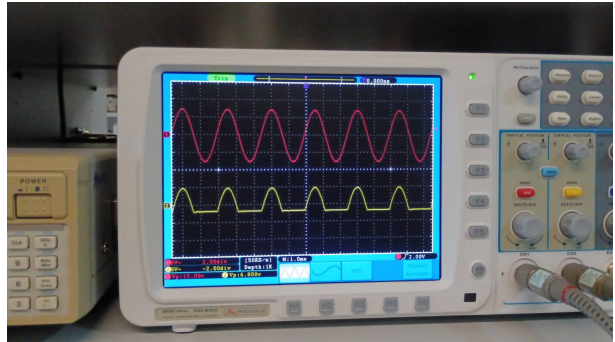
Circuito 3.2

Primero preparamos el circuito 3.1. Una vez montado, variaremos la amplitud de la señal de entrada para ver el comportamiento de la señal de salida. En nuestra experiencia, hemos tomado cuatro tomas para ver lo que sucede:

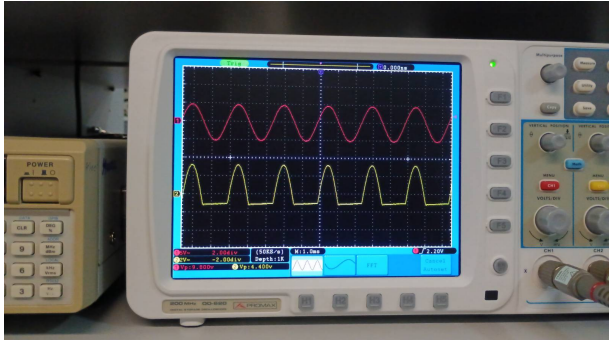
$V_{pp} = 20V$



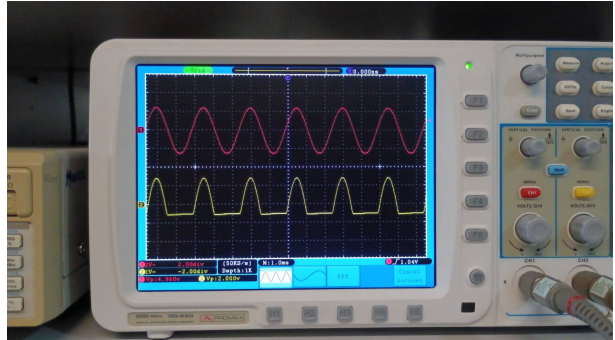
$V_{pp} = 15V$



$V_{pp} = 10V$

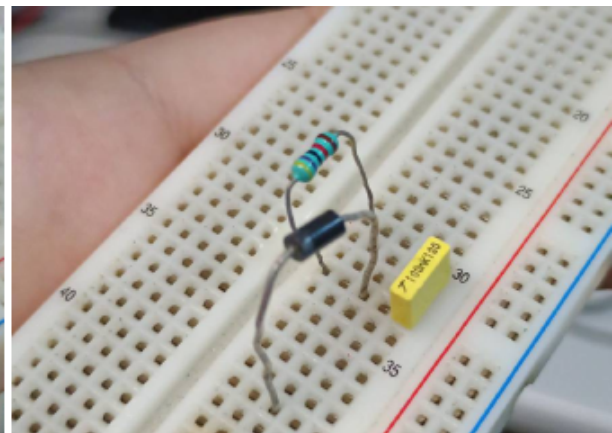
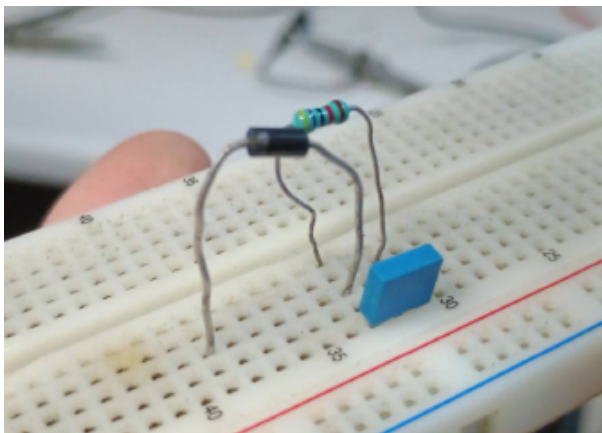


$V_{pp} = 5V$



Observamos que, variar la amplitud de señal de entrada tiene efecto en la de salida. Asimismo, en el intervalo de amplitud negativa de la señal sinusoidal, en la señal final se contempla la actuación del diodo (la señal es plana).

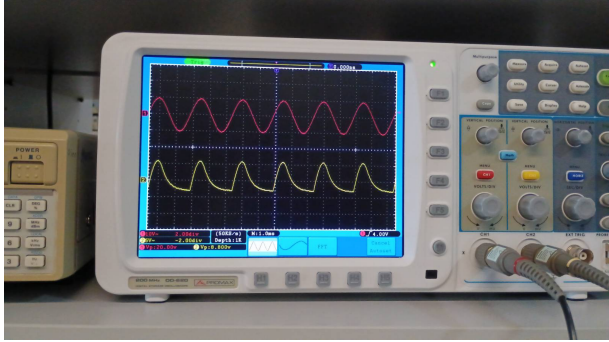
Al circuito 3.1 le añadimos los condensadores, consiguiendo el circuito 3.2 presentado anteriormente.



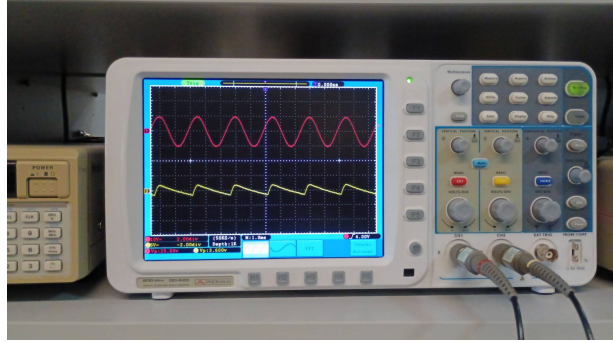
En la izquierda, el circuito con un condensador de 10nF, a la derecha, otro con uno de 100nF.

Sin variar la amplitud, prestamos atención al cambio de comportamiento de la señal de salida.

$C = 10nF$



$C = 100nF$



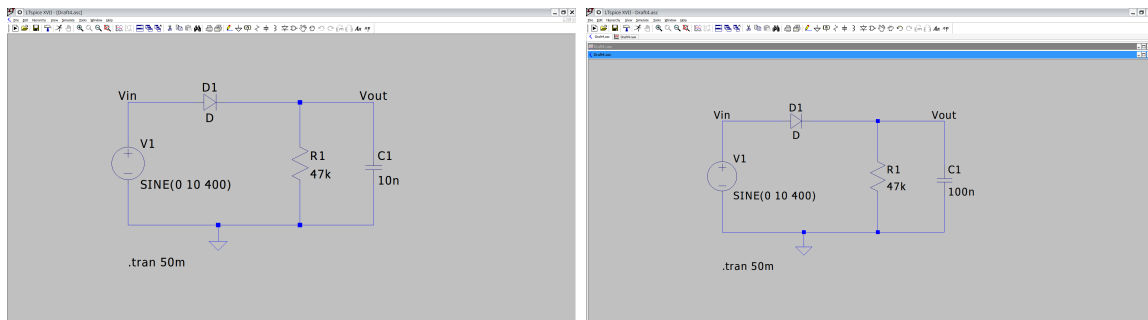
El condensador actúa como un filtro, cargándose durante los picos de la señal rectificada y descargándose lentamente a través de la carga cuando la tensión de entrada cae. Esta descarga es lo que crea la "cola" tras la amplitud máxima y reduce la variación de tensión, produciendo una señal de corriente continua (CC) más estable, aunque con una pequeña variación llamada tensión de rizado.

El rizado es la pequeña variación de tensión alterna que queda superpuesta a la tensión continua de salida después del proceso de rectificación y filtrado con el condensador. El condensador reduce significativamente el rizado en comparación con un rectificador sin filtro, pero no lo elimina por completo, dejando esa característica forma de "montañitas" que suben hasta el pico y bajan ligeramente mientras el condensador se descarga.

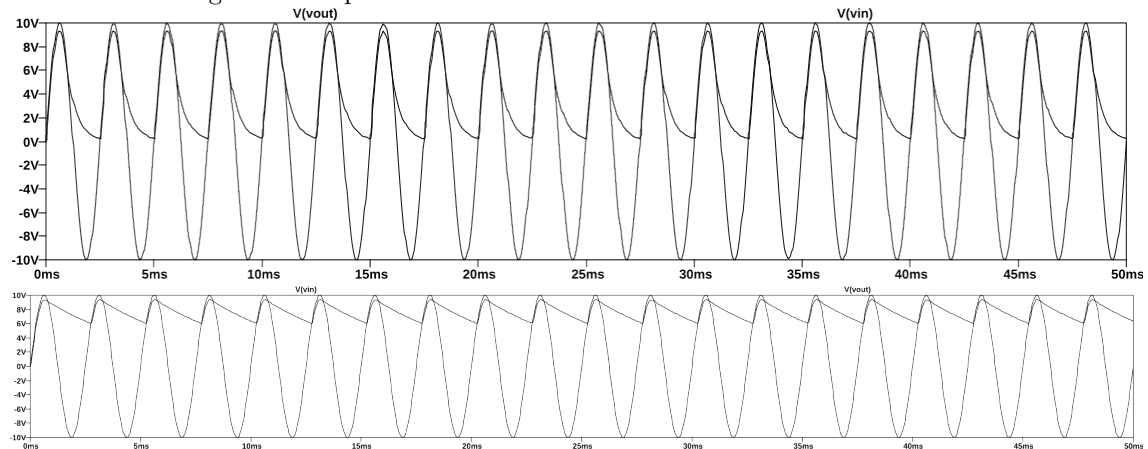
En el caso de $10nF$, no llegamos a observar la forma de "montañitas", aunque sí la cola producida por el filtro (alisado de la señal). Y en el caso de $100nF$, se observa con facilidad el **rizado**.

1.3.1 Simulación en SPICE

Realizamos la simulación en LtSpice para el rectificador de $10nF$ y $100nF$:



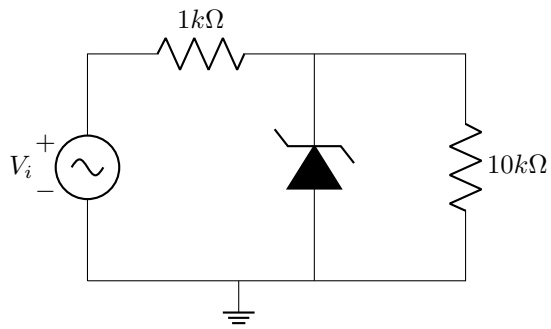
Obteniendo los siguientes respectivos resultados:



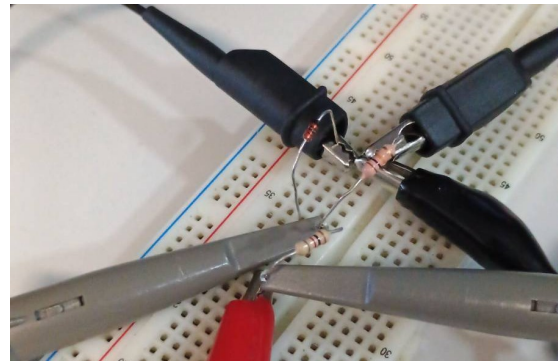
Concluyendo que la simulación coincide con las gráficas esbozadas por el osciloscopio.

1.4 Circuito 4. Circuito limitador de tensión

Para finalizar la experiencia, procedemos al montaje del circuito 4, requiriendo el uso de un diodo Zéner y dos resistencias (de $1k\Omega$ y $10k\Omega$):

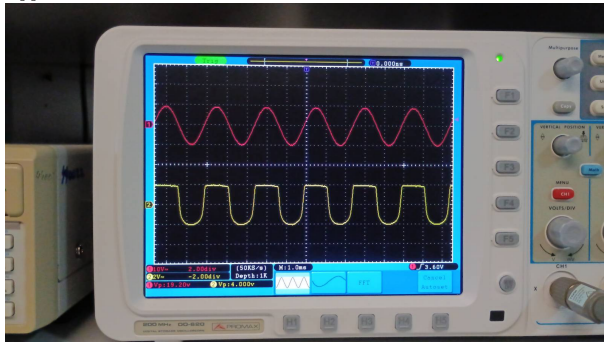


Circuito 4. Circuito limitador de tensión

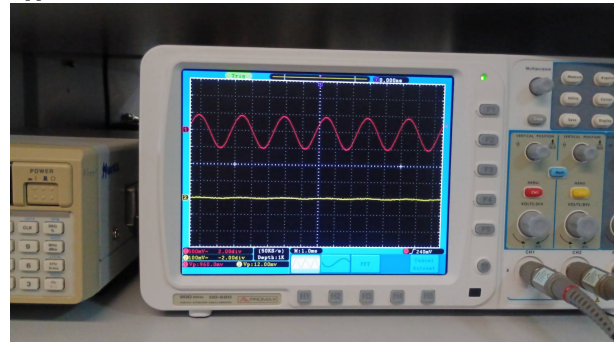


Estudiamos dos casos: el primero con los parámetros $V_{pp} = 10V$, $Offset = 0V$ y el segundo, $V_{pp} = 1V$, $Offset = 4V$.

$V_{pp} = 10V$, $Offset = 0V$



$V_{pp} = 1V$, $Offset = 4V$

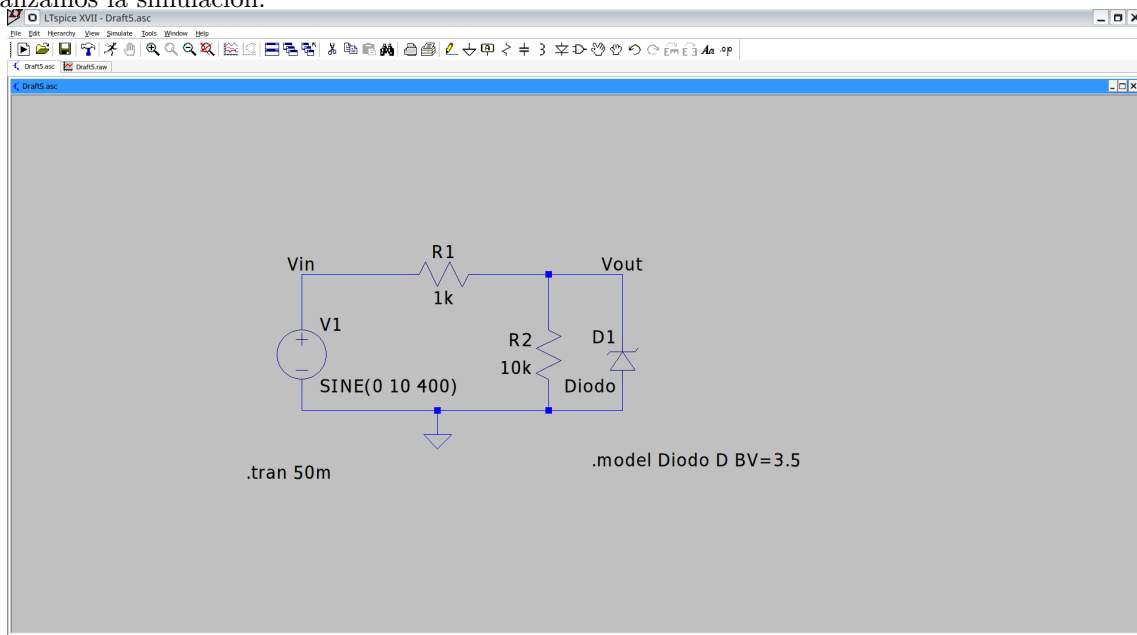


En el primer caso, $V_{pp} = 10V$, $Offset = 0V$, observamos que, en los intervalos de amplitud positiva, la señal resultante obtiene una forma de meseta (*clipping* o *limitador*), es la actuación del diodo Zéner, y la tensión a la que limita es su tensión de ruptura. En los intervalos negativos, las U , se produce una distorsión por almacenamiento de carga en el diodo.

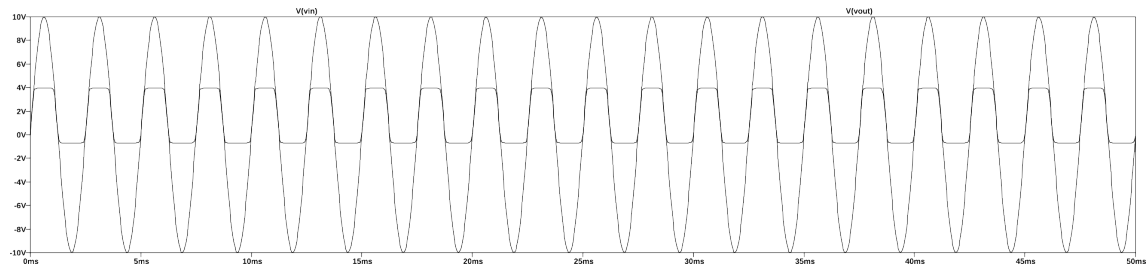
Mientras que en el segundo caso, $V_{pp} = 1V$, $Offset = 4V$, no logramos apreciar a simple vista las *mesetas* y *u* de la anterior situación. La señal resultante es aproximadamente una tensión constante.

1.4.1 Simulación en SPICE

Realizamos la simulación:



Obteniendo la siguiente gráfica:



Concluyendo que la simulación coincide con las gráficas esbozadas por el osciloscopio.

2 Conclusión

En esta práctica hemos tenido la oportunidad de comprobar en el laboratorio el funcionamiento de un diodo. Sin embargo, muchos resultados que hemos obtenido varían de lo esperado; ya sea por nuestra propia precisión a la hora de tomar medidas (con lo que experimentamos algunas dificultades porque estas no se correspondían con lo esperado, finalmente superadas) o aquella de los instrumentos utilizados. En definitiva nuestros conocimientos sobre diodos se han visto reforzados: desde su montaje y cómo medir sus características de manera experimental hasta su representación en programas con LTSpice.