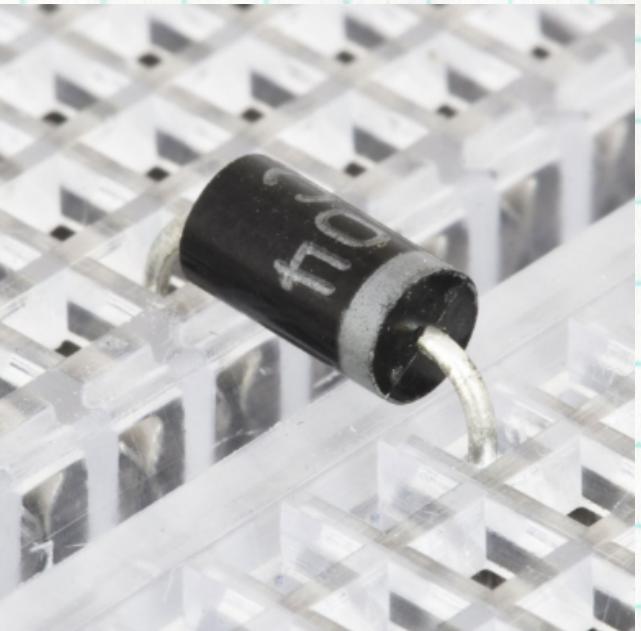


Diodo Semiconductor

Angee L. Ocampo R.
Liliana M. Barbosa E.

Componentes

- Se usan como rectificadores en fuentes de alimentación y en adaptadores de corriente alterna.
- Corriente máxima de 1 ampere
- Voltaje de funcionamiento: 0,7V y 1,2V.
- Potencia disipada: 1W.



1N400X	Voltaje de conducción	Voltaje de ruptura inversa	Corriente de saturación	Capacitancia de unión
1N4001	1.1V	50V	5uA	15pF
1N4002	1.1V	100V	5uA	15pF
1N4003	1.1V	200V	5-20uA	15pF
1N4004	1.1V	400V	5-30uA	15pF
1N4005	1.1V	600V	5-50uA	15pF
1N4006	1.1V	800V	5-100uA	15pF
1N4007	1.1V	1000V	5-150uA	15pF

Tabla 1. Características de la familia de diodos 1N400X.

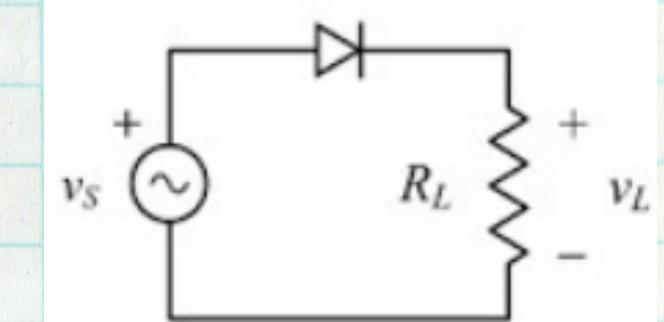
- Transformador de voltaje
- Voltaje de entrada en el primario 115V AC
- Voltaje de salida en el secundario 6V/0/6V, 9V/0/9V AC
- Conecta el cable gris a 9V, el cable blanco a 6V y el cable negro a 0
- Corriente en el secundario 2A
- Potencia 18VA



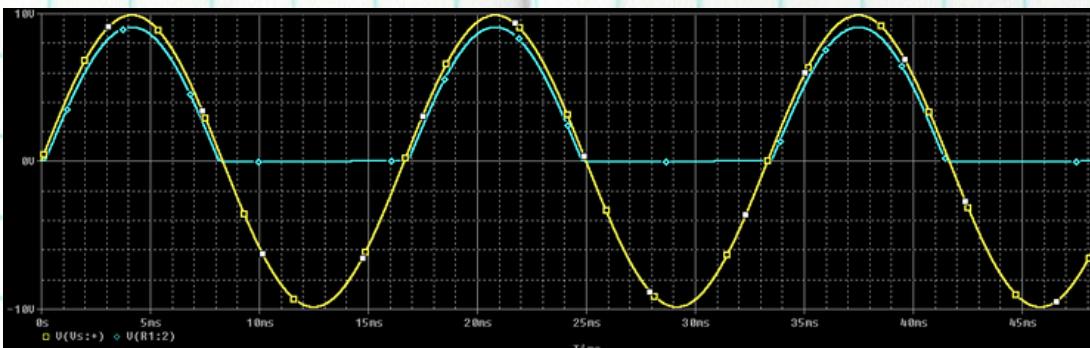
Circuito rectificador de media onda

Tener en cuenta:

- El voltaje pico máximo de V_L es menor al de V_S por el voltaje consumido por el diodo real ($\approx 0.7V$) [$V_L = V_S - V_d$]
- Cuando se realiza este tipo de recificación, T y f se mantienen.
- Si se desea hacer rectificación negativa en este circuito, solo se cambia la polaridad del diodo.

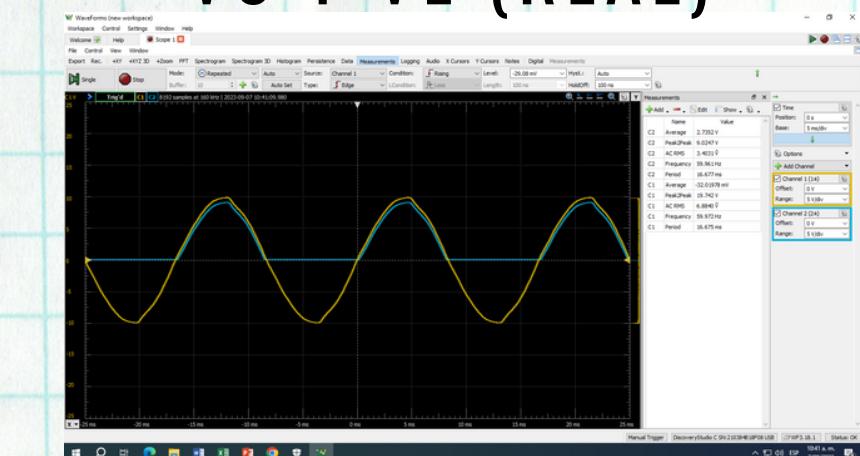


VS Y VL (SIMULACIÓN)



Señal	V _{pp}	V _{rms}	V _{dcc}	T	f
V_S	19.74V	6.979V	0V	16.66ms	60.02Hz
V_L	9.06V	4.437V	2.7656V	16.66ms	60.02Hz

VS Y VL (REAL)

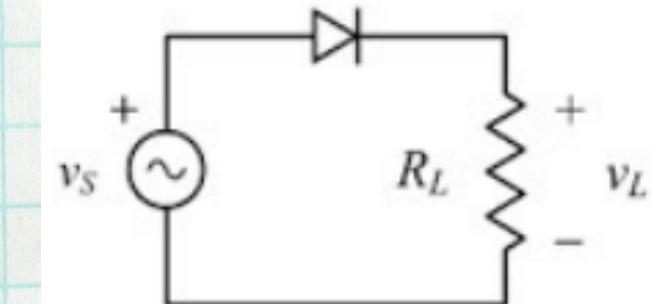


Señal	V _{pp}	V _{rms}	V _{dcc}	T	f
V_S	19.74V	6.884V	-32.02mV	16.67ms	59.97Hz
V_L	9.02V	4.403V	2.735V	16.67ms	59.96Hz

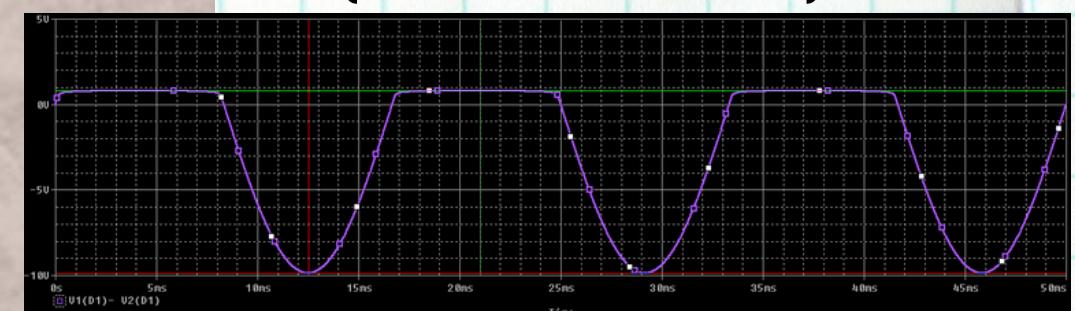
Circuito rectificador de media onda

Tener en cuenta:

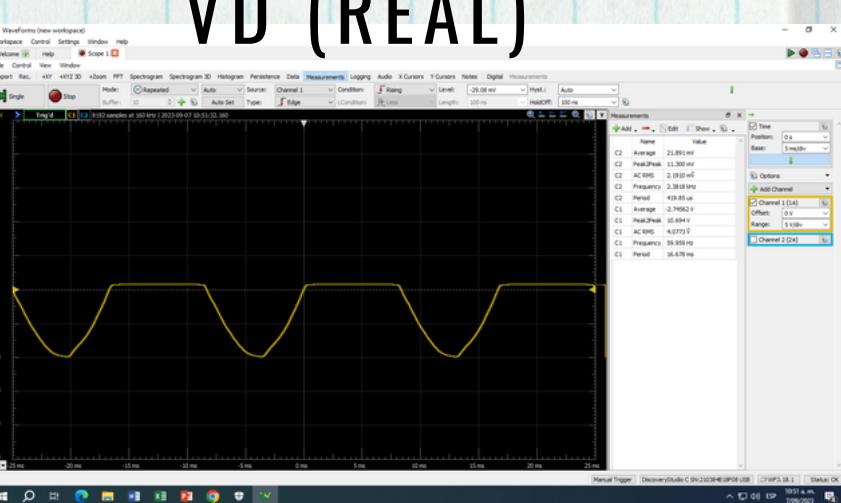
- La conexión de las tierras del osciloscopio para evitar el daño del diodo (además de tener presente el voltaje de ruptura, el voltaje de conducción y la corriente de saturación).



VD (SIMULACIÓN)



VD (REAL)



Señal en Diodo	V _{pp}	V _{rms}	V _{dc}	T	f
Real	10.677V	4.962V	-2.766V	16.66ms	60.024Hz
Simulación	10.694V	4.077V	-2.746V	16.67ms	59.959Hz

Tomando la información real del voltaje en la carga $V_L(DC) = 2.735V$ y $V_L(rms) = 4.403V$ se procede con el cálculo teórico de la corriente DC y pico máxima:

Antes iniciar el proceso, hay que hallar el voltaje pico máximo en la resistencia.

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{T/2} V_{pico}^2 (\cos(\omega t))^2 dt} \quad V_{pico} = \sqrt{\frac{TV_{rms}^2}{\int_0^{T/2} (\cos(\omega t))^2 dt}} = \sqrt{\frac{TV_{rms}^2}{[\frac{T\omega + \sin(T\omega)}{4\omega}]}} = \sqrt{\frac{8\pi V_{rms}^2}{2\pi + \sin(2\pi)}} = 8.730V$$

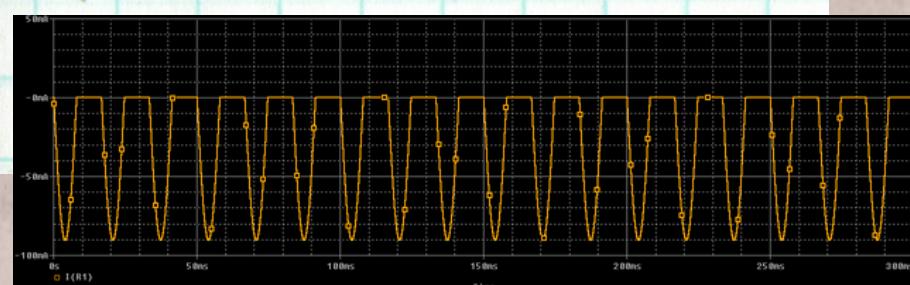
Asimismo, es importante tener presente que la corriente y el voltaje en el resistor están en contrafase, por lo cual:

$$i_L(DC) = -\frac{V_L(DC)}{R_L} = -\frac{2.735}{100} = -27.35mA$$

$$i_L(picoMÁX) = -\frac{V_L(pico)}{R_L} = -\frac{8.730}{100} = -87.3mA$$

i(RL) (Simulación)

Señal simulada	$i_L(DC)$	$i_L(picoMAX)$
Valor	-27.656mA	-90.626mA

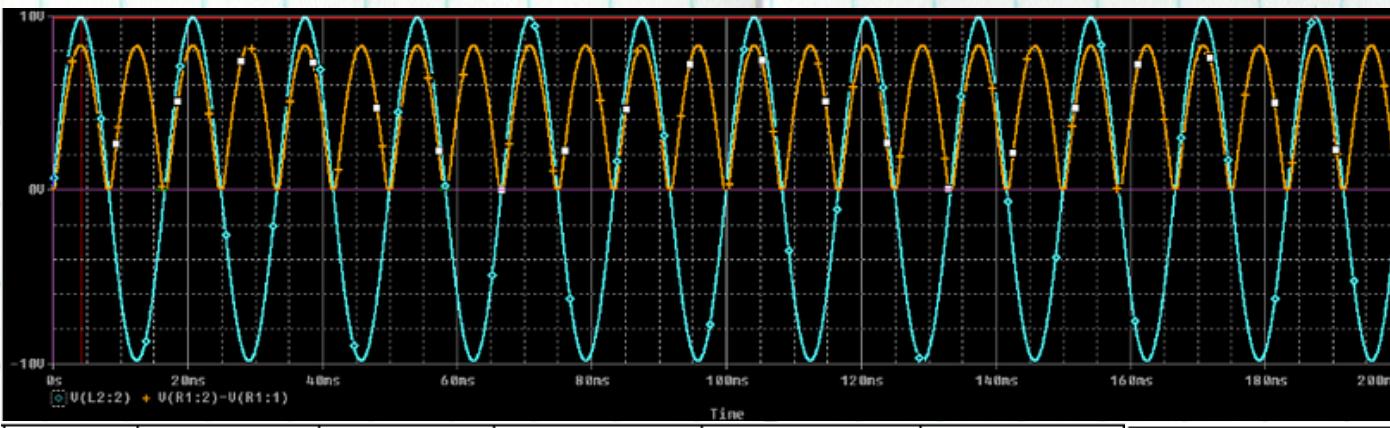


Circuito rectificador de onda completa

Tener en cuenta:

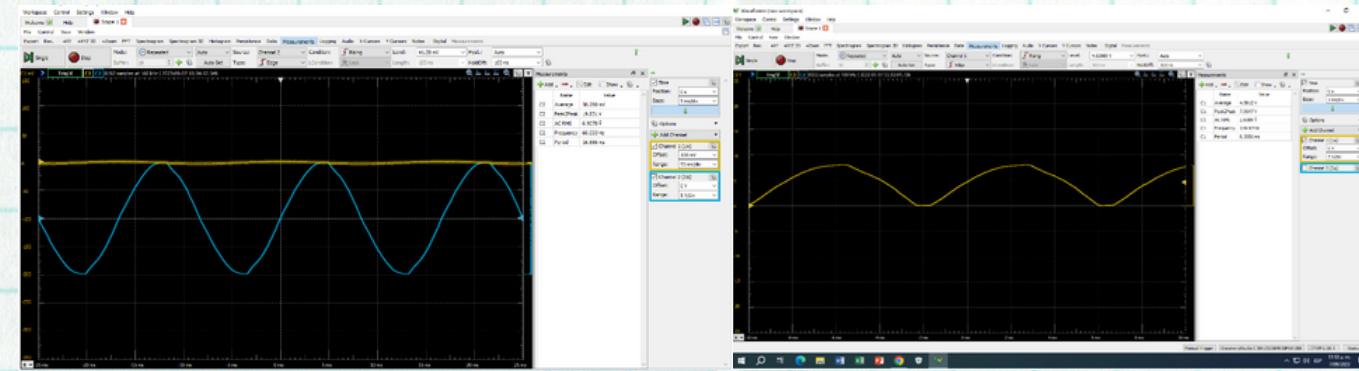
- De la misma manera que el rectificador de media onda, el voltaje pico máximo de V_O es menor que el voltaje en secundario (V_S), debido al voltaje consumido por el diodo real ($\approx 0.7V$) [$V_L = V_S - V_d$]
- En este rectificador ambas mitades de la onda se polarizan de manera positiva o negativa de acuerdo a la combinación requerida en el circuito.
- Cuando se realiza este tipo de rectificación, T se reduce a la mitad y f se duplica.

V_s y V_o (Simulación)



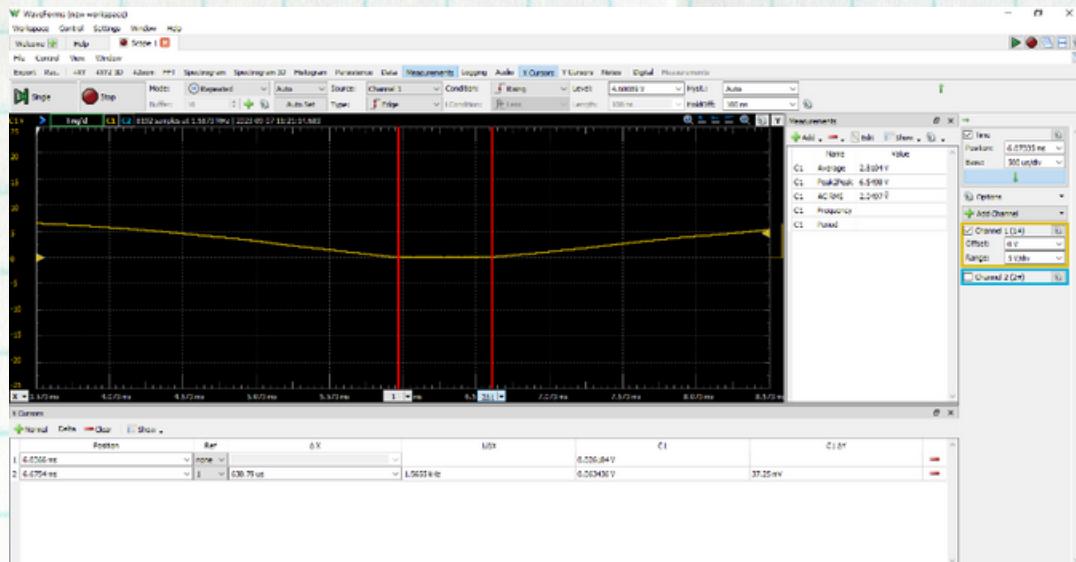
Señal	V_{pp}	V_{RMS}	$V_{Average}$	T	f	Señal	R_L
V_o	16.529V	5.599V	5.261v	8.3306 ms	120.04Hz	$I_o(DC)$	52. 61mA
V_s	19.74V	6.979V	0v	16.66ms	60.02Hz	$I_o(picoMáx)$	111. 98mA

V_s y V_o (Real)

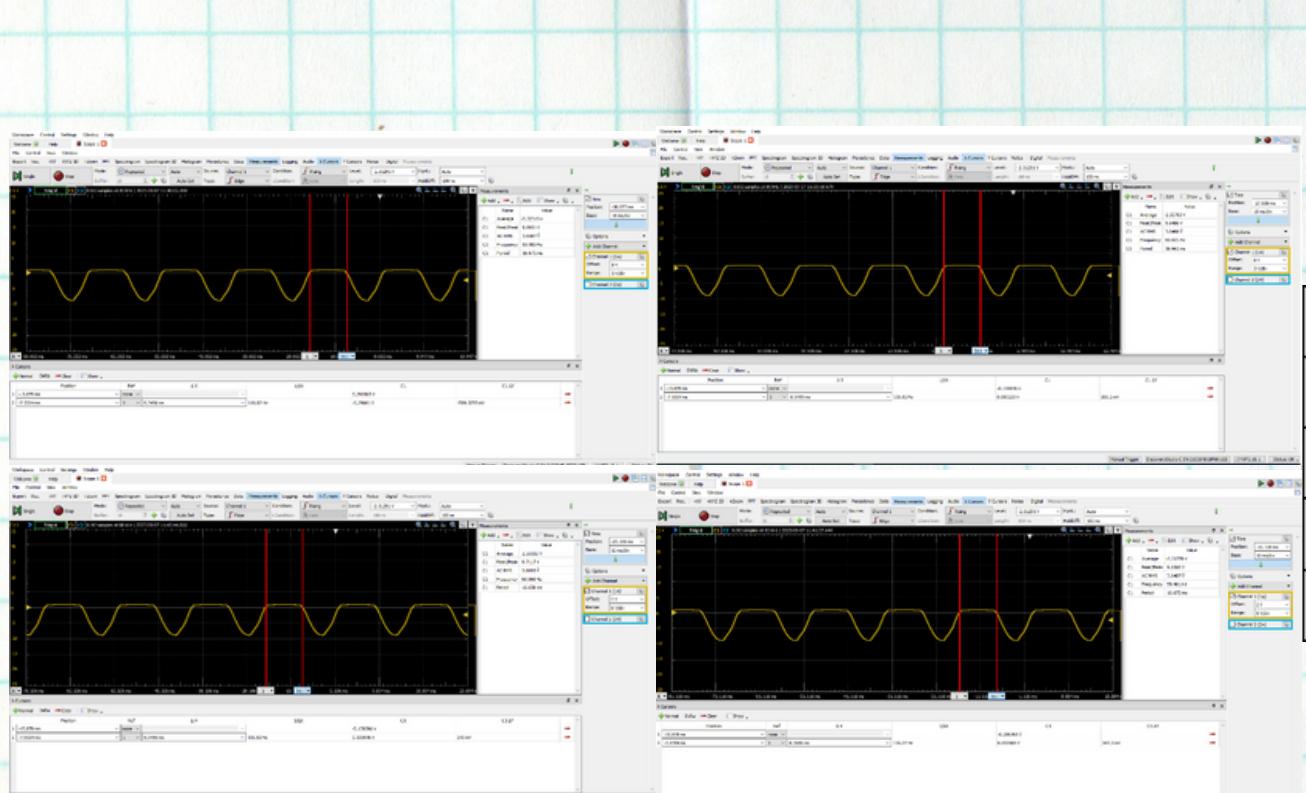


Señal	V_{pp}	V_{RMS}	$V_{Average}$	T	f	Señal	R_L
V_o	7.9547 v	2.6386v	4.5012v	8.3356 ms	119.97Hz	$I_o(DC)$	45. 12mA
V_s	19.74v	6.979	-32.02mv	16.67ms	59.97Hz	$I_o(picoMáx)$	52. 772mA

Circuito rectificador de onda completa



El tiempo “muerto” del rectificador de onda completa es igual a 638.79us, y se debe a que el voltaje en la terminal positiva del diodo no es el suficiente para que este funcione, por tanto, se cae la señal de salida



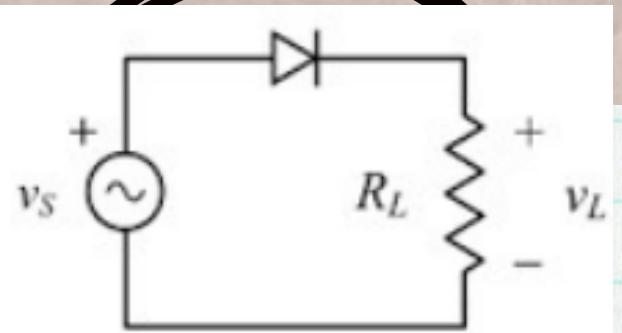
Señal	V_{pp}	V_{RMS}	$V_{Average}$	T	f
V_{D1}	9.6931V	3.659V	-2.323V	16.671ms	59.98Hz
V_{D2}	9.649V	3.641	-2.308	16.661ms	60.021Hz
V_{D3}	9.712V	3.669V	-2.331V	16.650ms	60.06Hz
V_{D4}	9.656V	3.649V	-2.318V	16.672ms	59.981Hz

El ángulo de conducción estará dado por la siguiente fórmula:

$$\theta = 2 * \pi * f_{Vs} * t_{cd}$$

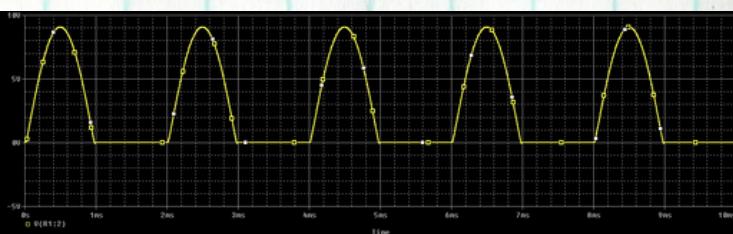
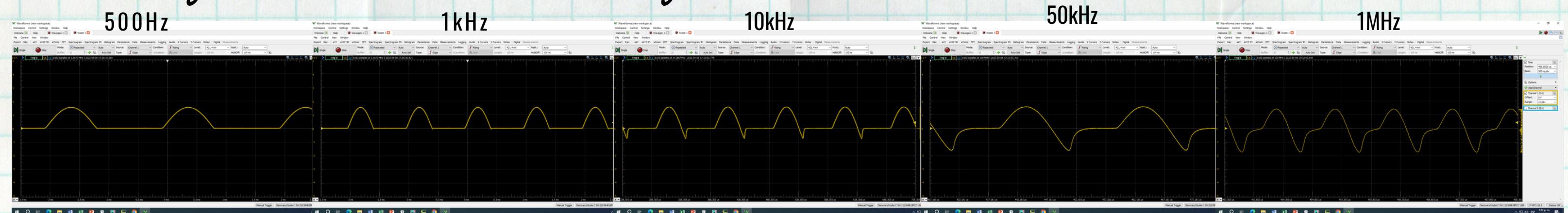
Por lo que el ángulo será igual:

$$\theta \approx 0.2408rad$$



Análisis Opcional

Análisis en frecuencia del circuito de rectificación de media onda:



Existe distorsión de la señal a medida que se va aumentando la frecuencia de la fuente, ello está relacionado a la característica del recovery time del diodo.

"Recovery Time":

También conocido como tiempo de recuperación inversa, es el tiempo que tarda un diodo en cambiar de un estado de conducción a un estado de bloqueo (o viceversa) después de que se haya invertido la polaridad o se haya interrumpido la corriente a través de él.

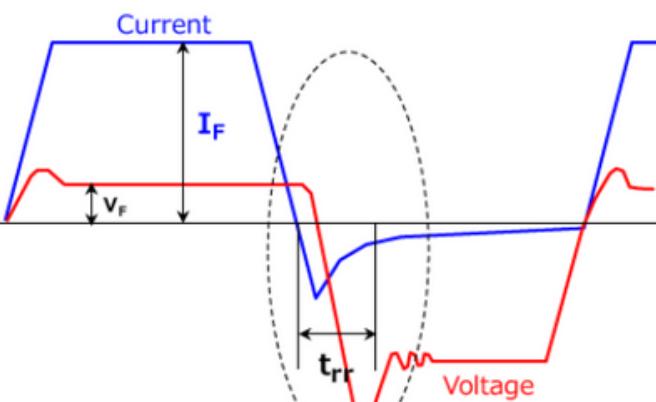


Fig. 1 Diode waveform example At the time of mode transition from ON to OFF

Characteristic	Symbol	1N4001 G/GL	1N4002 G/GL	1N4003 G/GL	1N4004 G/GL	1N4005 G/GL	1N4006 G/GL	1N4007 G/GL	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V _{RRM} V _{RWM} V _R	50	100	200	400	600	800	1000	V
RMS Reverse Voltage	V _R (RMS)	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ T _A = 75°C	I _o				1.0				A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I _{FSM}					30			A
Forward Voltage @ I _F = 1.0A	V _{FM}				1.0				V
Peak Reverse Current @ T _A = 25°C @ T _A = 125°C	I _{RM}			5.0	50				µA
Reverse Recovery Time (Note 3)	t _{rr}			2.0					µs
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C _j			8.0					pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	R _{θJA}			100					K/W
Operating and Storage Temperature Range	T _j , T _{STG}			-65 to +175					°C

Conclusiones

- Tras identificar los principales parámetros de un diodo en su hoja de especificaciones y en su modelo de simulación, se concluye que de los valores presentes ahí, la información que más varía entre los diodos de la familia 1N400X es el voltaje de ruptura inversa. Donde entre mayor sea el valor de X de esa familia, va a soportar mayores voltajes antes de permitir corriente en su polarización inversa. Asimismo, partiendo de esa información, se debe prestar especial atención qué diodo es el adecuado a partir de la aplicación.
- Se verifica el funcionamiento del diodo mediante la simulación de circuitos sencillos que modela la rectificación de media y onda y onda completa. Donde se concluye que la señal de alimentación altera el correcto funcionamiento o no de la rectificación, así como se pudo observar en el circuito AC con diodo en serie, cuya fuente presentaba componente DC.

Conclusiones

- También es importante resaltar que deben ser considerados el periodo de la señal , puesto que si el periodo de la señal es menor que el tiempo de recuperación del diodo, este último no tendrá el tiempo suficiente para conmutar por lo que no se presentará una correcta rectificación.
- Asimismo, tras realizar los montajes en el simulador Pspice, se pudo corroborar la gran aproximación de los cálculos teóricos, donde los porcentajes de error resultaron ser menores al 1%

References

1. Sedra, A., Smith, K. C., Carusone, T. C., & Gaudet, V. (2020). Microelectronic circuits 8th edition.

Muchas
gracias

