

REGULACIÓN BASADA EN DIOODO ZENER



DESARROLLO



1

Presentación de los componentes

2

Diseño del circuito

3

Análisis matemático

4

Simulaciones y muestra experimental

5

Observaciones y conclusiones

COMPONENTES

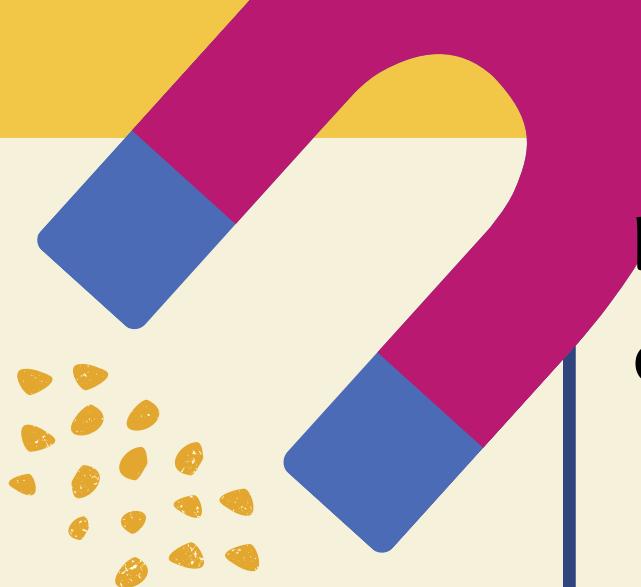
A continuación se mostrarán algunos de los componentes que se usarán para el diseño de la práctica.



Estos diodos poseen las siguientes características:

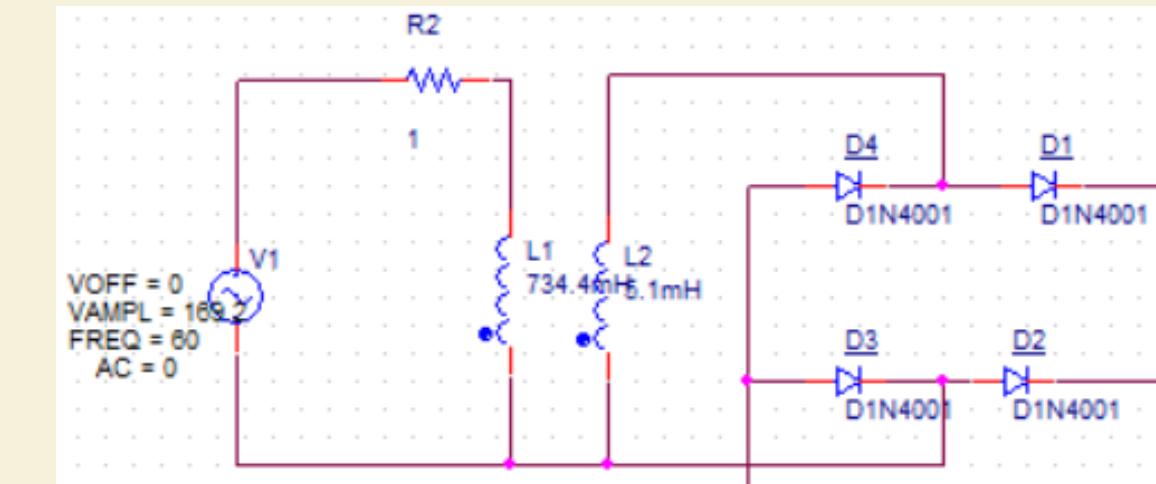
1. La potencia máxima es igual a 1w ($T <= 50^{\circ}\text{C}$)
2. La corriente de prueba corresponde a 37mA para el 1N4736A y 31mA para el 1N4738A.
3. El voltaje típico del 1N4736A es igual a 6.8v y para 1N4738A es 8.2v.
4. Las resistencias asociadas a estos componentes corresponden a 3.5 y 4.5 ohmios, respectivamente.
5. La corriente mínima para que el diodo comience a funcionar en región inversa son 1mA para el 1N4736A y de 0.5 mA para el 1N4738A.

ETAPAS

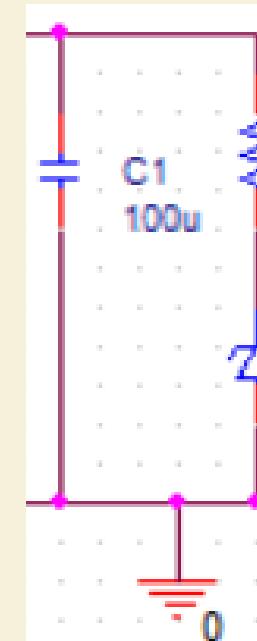


Este circuito está compuesto por tres etapas que se mostrarán a continuación

Primera etapa: Rectificación con el puente de diodos.



Segunda etapa: Filtro pasa-bajas



Tercera etapa: Regulación con diodo Zener





ANÁLISIS MATEMÁTICO

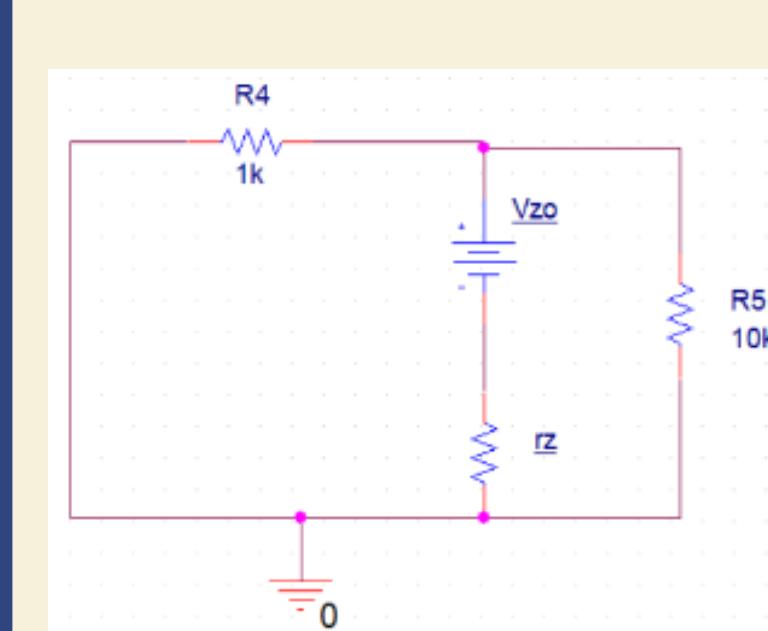
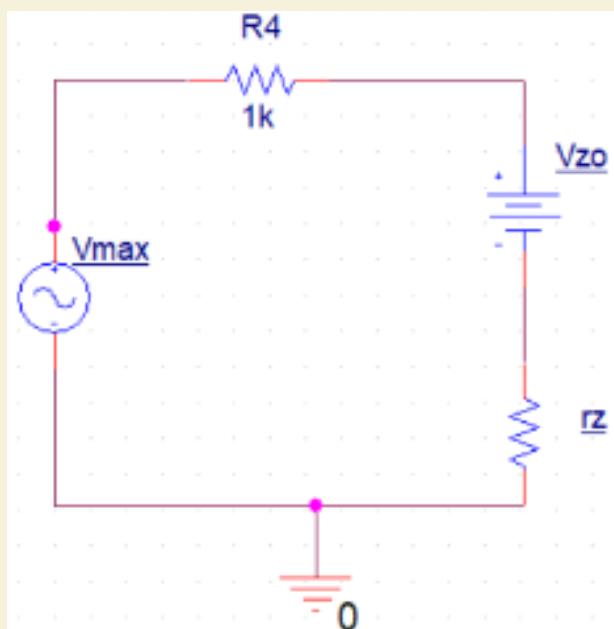
Para comenzar se toma como base el modelo propuesto para el diodo Zener que se compone de una fuente DC con una resistencia asociada r_z indicada por el fabricante.

Ahora se procede a determinar el valor de la fuente, el voltaje y la corriente máxima que pasa por el diodo sin la carga, llegando a las siguientes expresiones:

$$V_{zo} = V_z - r_z * I_z$$

$$I_{max} = \frac{(V_{zmax} - V_{zo})}{r_z}$$

$$V_{ZMax} = \frac{R}{R+r_z} V_{zo} + \frac{r_z}{R+r_z} V_{smax}$$



Ahora, conectando la carga en paralelo, se busca establecer la diferencia de potencial que existe en esta resistencia mediante el principio de superposición, asimismo, también se halla la corriente de la carga, el diodo y la corriente total.

$$V_o = \frac{R_l || r_z}{R_l || r_z + R} V_{MAX} + \frac{R_l || R}{R_l || R + r_z} V_{ZO}$$

$$I_z = \frac{V_o - V_{zo}}{r_z}$$

$$I_o = \frac{V_o}{R_L}$$

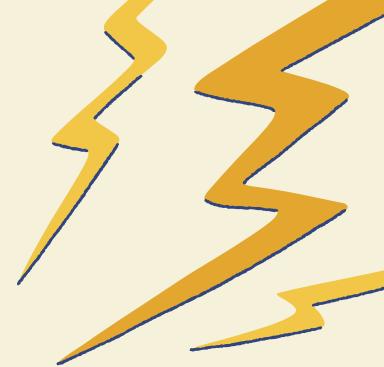
$$I_T = I_o + I_z$$



En consonancia con lo anterior, se llegan a los siguientes resultados:

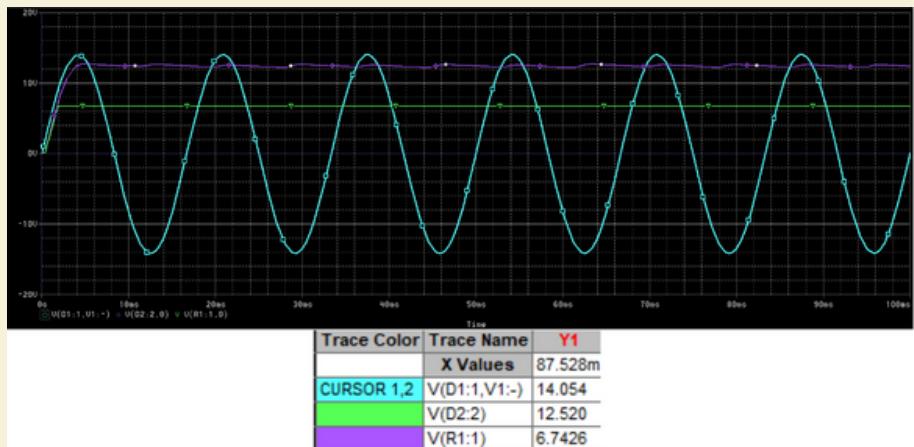
MEDIDA	1N4736A	1N4738A
V_{zo}	6.671V	8.061V
V_{zmax}	6.6922V	8.08196V
I_{max}	6.048mA	4.658mA
V_o	6.6899v	8.08196V
I_o	0.66899mA	0.80784mA
I_z	5.4mA	3.8626mA
I_t	6.06899mA	4.7252mA
Regulación de línea	0.00348	0.00448

SIMULACIÓN Y MUESTRA EXPERIMENTAL

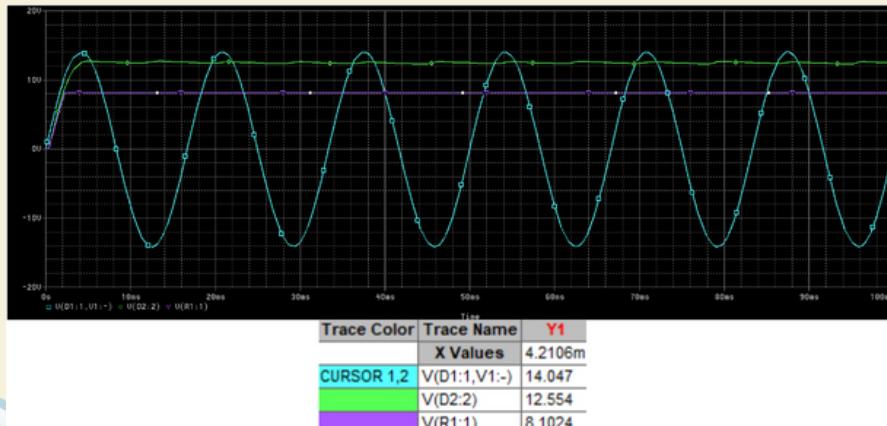


Circuito	V_{PPIn}	V_{PPOut}	V_{DCIn}	V_{DCOut}	V_{RMSin}	V_{RMSout}	$V_{RL}(DC)$	V_r	Factor de rizado
Salida 1n4738	28.108V	277.28mV	0V	12.264V	9.947V	138.81mV	8.001V	277.28mV	0.0218
Salida 1n4736	28.108V	351.69mV	0V	12.228V	9.947V	137.92mV	6.7431V	351.69mV	0.0277

1N4736

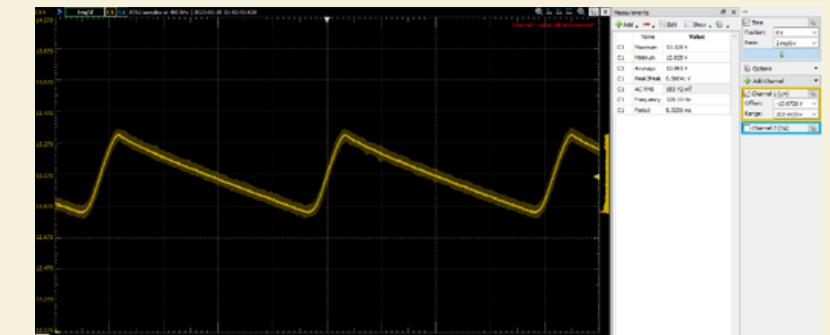


1N4738

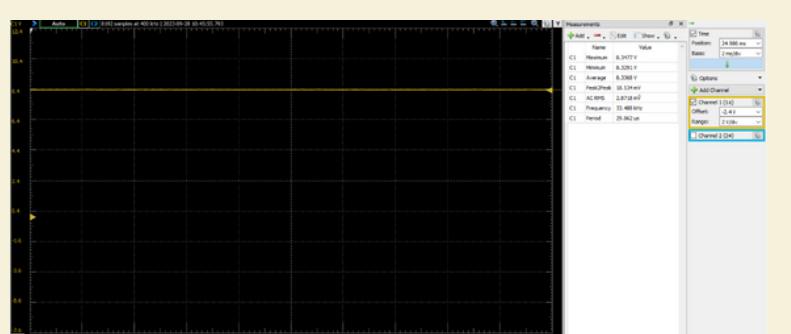
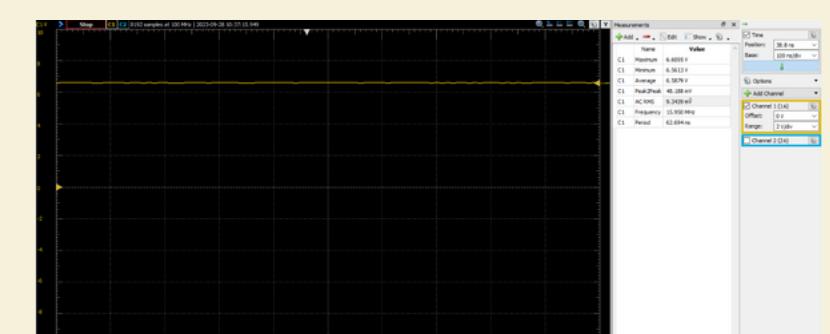
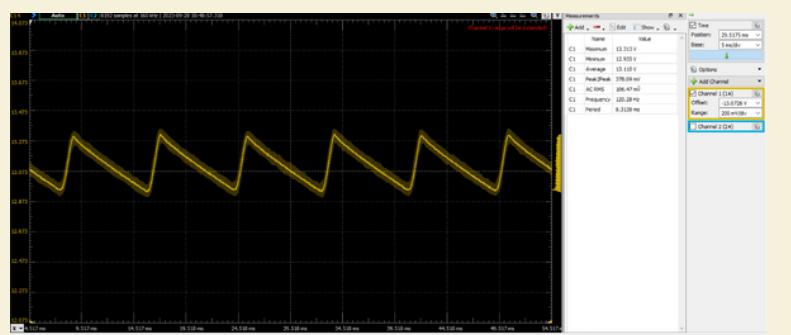


Circuito	V_{PPIN}	V_{PPOut}	V_{DCIn}	V_{DCOut}	V_{RMSin}	V_{RMSout}	$V_{RL}(DC)$	V_r	Factor Rizado
Salida 1n4736	29.687V	0.5004V	- 8.55mV	13.061V	10.34V	153.42mV	6.588V	48.188mV	7.315 m
Salida 1n4738	29.687V	378.09mV	- 8.55mV	13.110V	10.34V	106.47mV	8.3368V	18.534mV	2.223 m

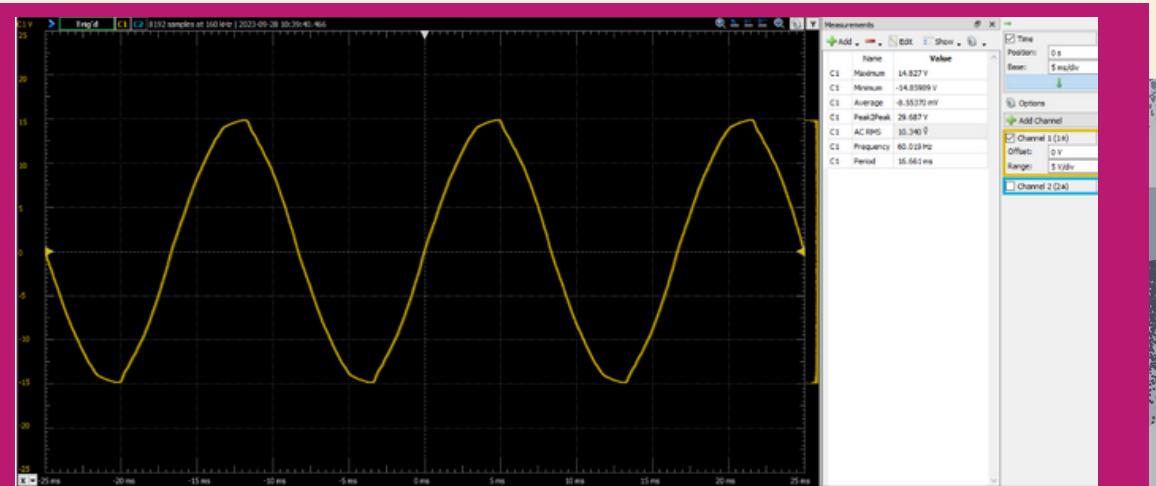
1N4736



1N4738



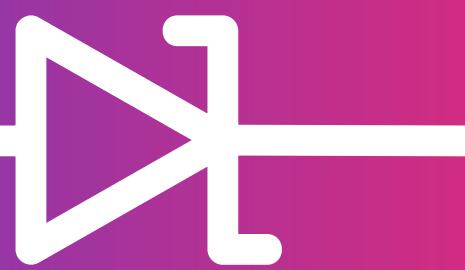
Entrada



CARGA MÍNIMA DEL ZENER

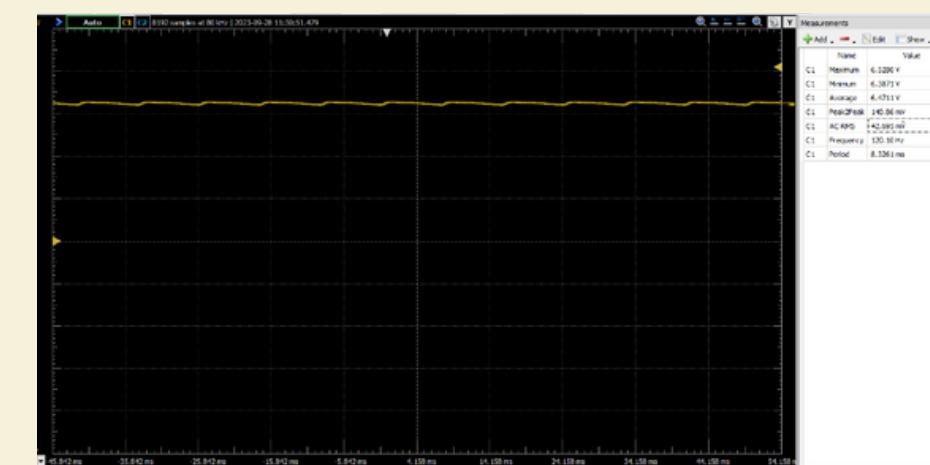
Realizando un análisis en el circuito se determinan las condiciones que se presentan en el mismo cuando se tiene la carga mínima, por esto, se llega a la siguiente expresión:

$$R_{Lmin} = \frac{V_{Zmin} * R_s}{V_{Smax} - V_{Zmin} - R_s * I_{Zmin}}$$

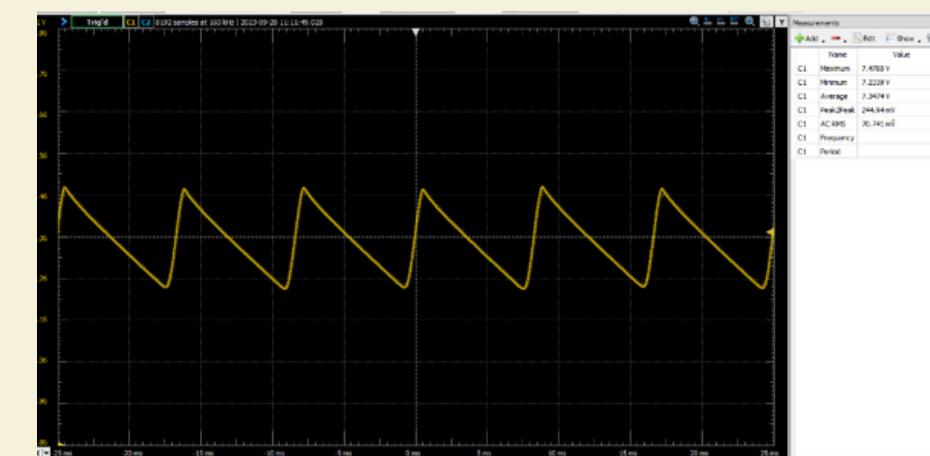


$$R_L = 1.3584 k\Omega$$

La carga mínima para
el diodo 1N4736A

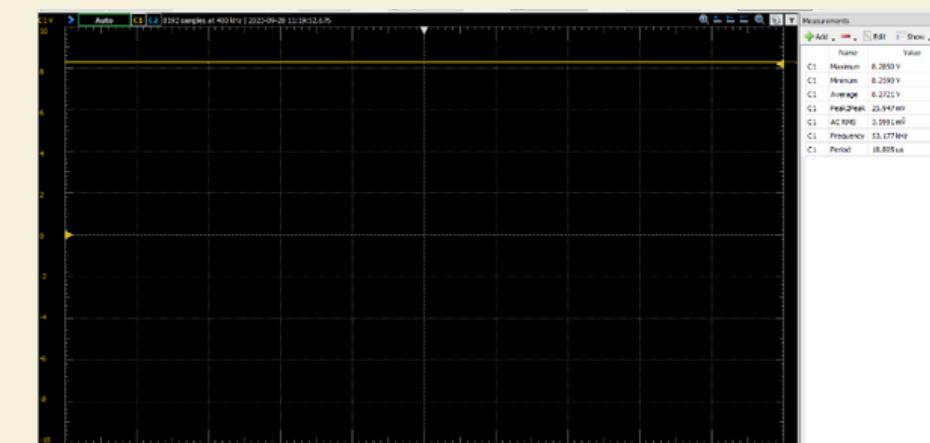


$$R_L = 1.014 k\Omega$$



$$R_L = 1.3168 k\Omega$$

La carga mínima para
el diodo 1N4738A



$$R_L = 1.9164 k\Omega$$

$$R_{Lmin} = 1750.562\Omega$$



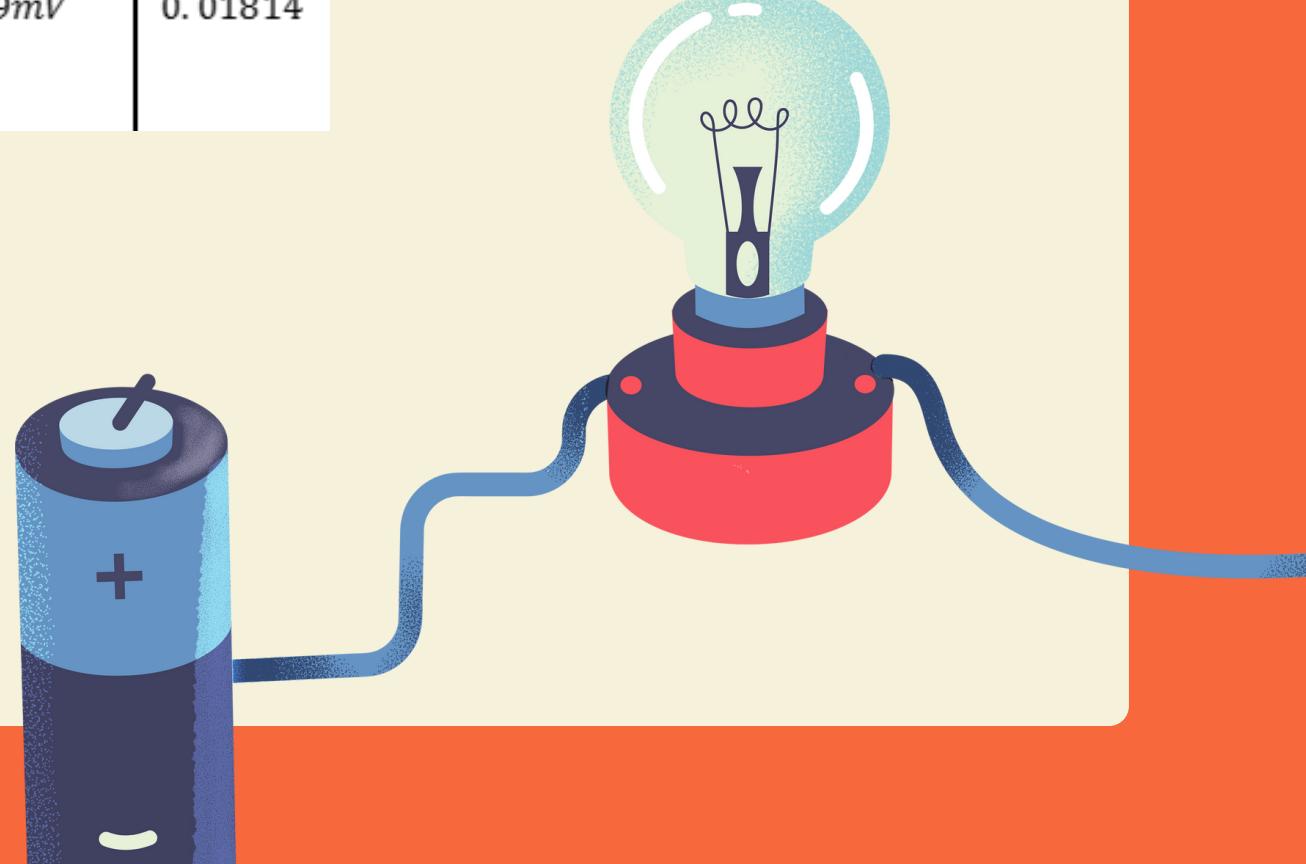
Circuito	V_{PPIn}	V_{PPOut}	V_{DCIn}	V_{DCOut}	V_{RMSIn}	V_{RMSOut}	$I_{RL}(DC)$	V_r	Factor de rizado
Salida 1n4736A con $R_L = 1.3584k$	29.687V	11.120mV	- 8.554mV	6.55V	10.34V	1.8764mV	4.822mA	366.214mV	0.0247
Salida 1n4736A con $R_L = 1.014k$	29.687V	140.86mV	- 8.554mV	6.471V	10.34V	42.695mV	6.382mA	370.645mV	0.02499

Circuito	V_{PPIn}	V_{PPOut}	V_{DCIn}	V_{DCOut}	V_{RMSIn}	V_{RMSOut}	$I_{RL}(DC)$	V_r	Factor de rizado
Salida 1n4738A con $R_L = 1.3168k$	29.687V	244.94mV	- 8.554mV	7.347V	10.34V	70.741mV	5.579 mA	332.96mV	0.02246
Salida 1n4738A con $R_L = 1.9164k$	29.687V	25.947mV	- 8.554mV	8.272V	10.34V	3.599mV	4.316mA	269mV	0.01814

También es importante resaltar cómo al hacer la variación de dicha resistencia el voltaje casi DC que se tenía en la salida pasa a poseer un rizo en la señal, debido a que la corriente, al ser tan baja, haga que el diodo deje de funcionar como Zener.

Observaciones

Las gráficas presentadas corresponden al montaje del circuito con un potenciómetro en el lugar de la resistencia de carga, por lo que se varió el valor del mismo para verificar los cálculos realizados



CONCLUSIONES

- Es posible apreciar el peculiar comportamiento que presenta el diodo Zener en su región de ruptura, ya que al entregar pequeñas variaciones de voltaje a cambio de grandes variaciones en la corriente, posibilita la regulación de los voltajes, obteniendo una señal de salida aproximadamente DC.
- También se pudo observar el impacto que tuvo la etapa dos y tres en el funcionamiento del Zener, puesto que, por un lado, entre menor fuese el voltaje de rizado, menor sería la variación DC; sin embargo, es muy importante tener en cuenta que se debe garantizar la corriente mínima en el diodo para que este pueda funcionar como Zener, esto se puso a prueba cuando se hizo la variación de la carga pasando por la mínima y comprobando que cuando se llega a una resistencia menor, el diodo Zener se apaga.
- Es importante resaltar que, a pesar de las variaciones que se tienen en las comparaciones entre los resultados obtenidos y simulados, esto puede ser atribuido incluso al cambio que se presentó desde la misma señal de entrada.

Referencias:

1. Floyd Thomas L. (2008) Dispositivos Electrónicos. Editorial Limusa, Prentice Hall