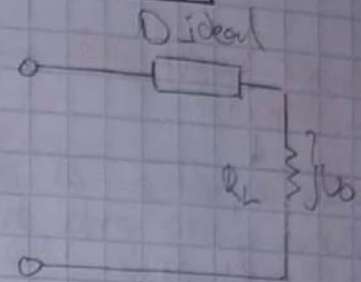
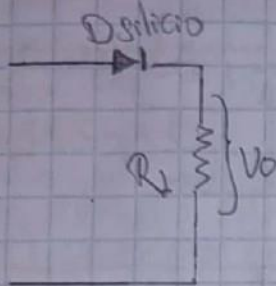


Capítulo 7

Amplificadores Operacionales con Diodos

Rectificadores de Precisión

No son capaces de rectificar voltajes por debajo de $0.6V$



Rectificador de media onda lineal

Produce una salida que depende de la magnitud y polaridad del voltaje de entrada.

Rectificador de onda completa

Se obtiene una salida proporcional a la magnitud de la entrada, aunque no a la polaridad de esta.

7.1 Rectificadores de Media Onda

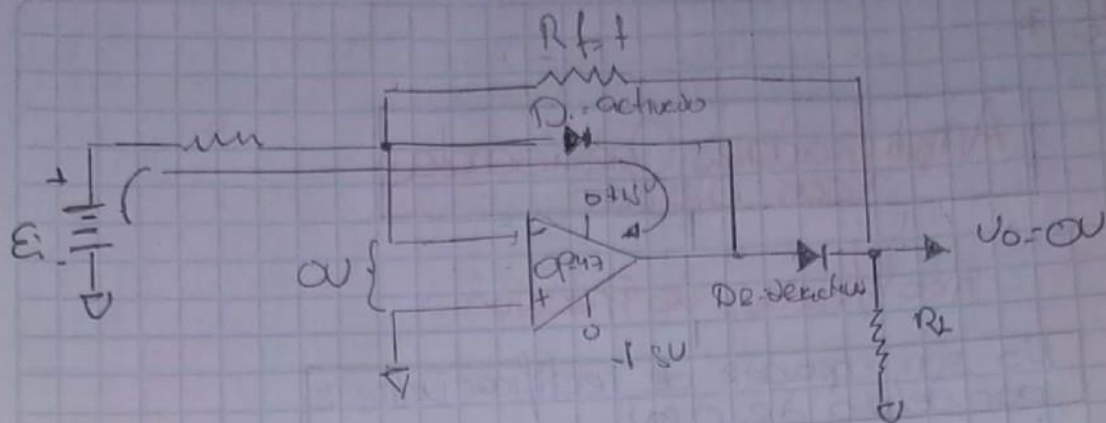
Transmiten solamente la mitad de un ciclo de una señal y eliminan el otro, al limitar su salida a cero.

Rectificador inversor de media onda con salida positiva

Para convertir el OP-AMP se añaden 2 diodos. Si E_i es positivo la salida V_{OA} es negativa. Si la carga es un capacitor inductor, voltaje o una fuente de $5V_{cc}$.

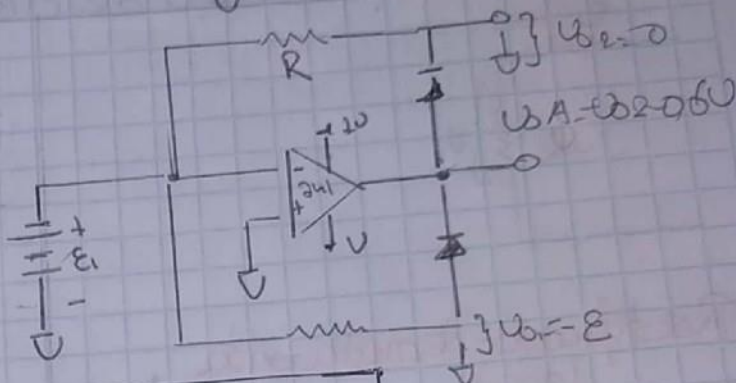
Rectificador inversor lineal de media onda con salida negativa

Se transmiten e insertan señales positivas de entrada. Para las entradas $(-1, 2, 3, \dots)$ de V_{cc} .



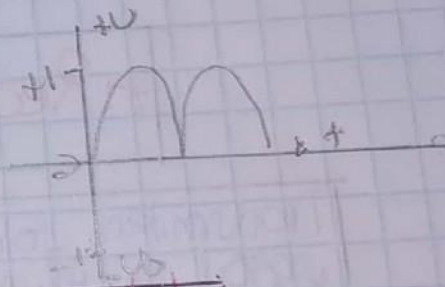
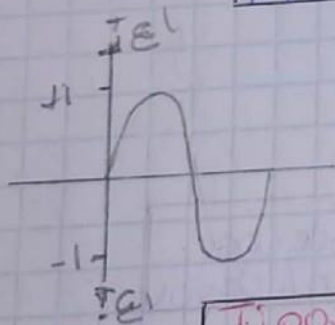
Separador de potencia de señal

Cuando E_i es positivo, el diodo D_1 conduce y solo en la salida V_o se obtiene salida $V_o = 0$



7.2 Rectificadores de Precisión de Valor Absoluto

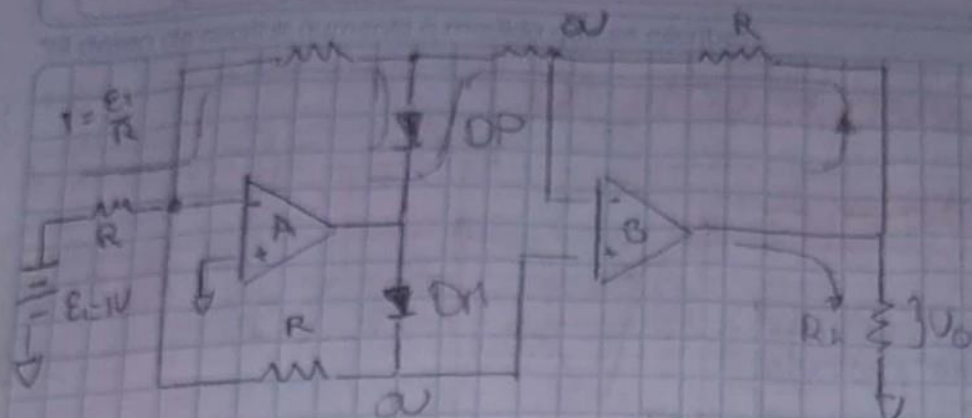
El rectificador de onda completa de precisión transmite una polaridad de la señal de entrada e invierte la otra



Tipos de rectificadores de onda completa de Precisión

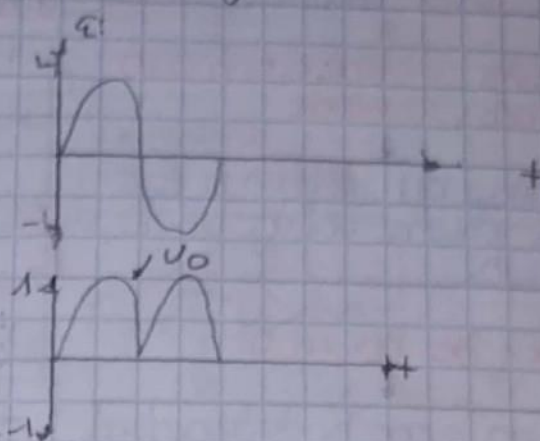
Rectificador de Precisión de onda completa con resistencias iguales

Todas las (señales) resistencias son iguales y su impedancia de entrada igual a R. El diodo D_1 conduce para que los OPAMP funcionen como buffers.



Rectificador de precisión de alta impedancia de entrada

La señal de entrada se conecta a las entradas del OPAMP no-invertidor para tener una impedancia de entrada alta las entradas (+) por op-amp B



7-3 Detectores de Picos

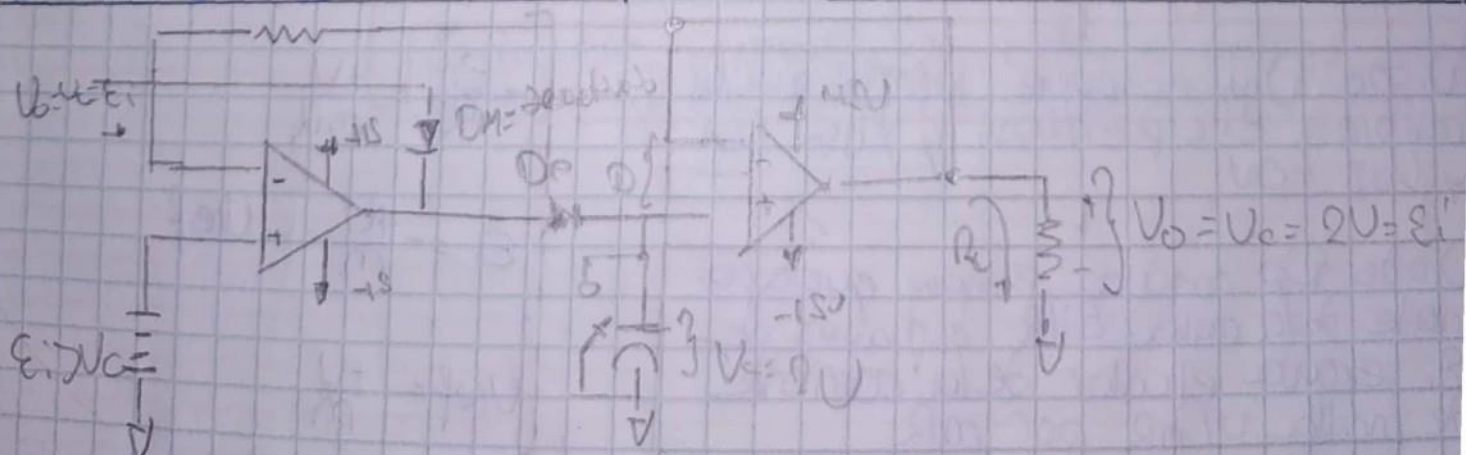
Segue los picos de voltaje de una señal y almacena en un capacitor el valor máximo que se haya alcanzado, también llamado seguidor y retentador

Seguidor y retentador de pico positivo

Seguidor y retentador de pico negativo

El OP AMP carga el capacitor cuando E_i excede el voltaje del capacitor. Cuando E_i excede a V_o el diodo se polariza, cuando E_i es bajo DA se desactiva.

En el caso de señales de entrada bipolares o negativas V_o almacena para el voltaje que tenga el valor más negativo V_o



74 Convertidor de CA a CD

Conversión de ca a cd circuito MAU

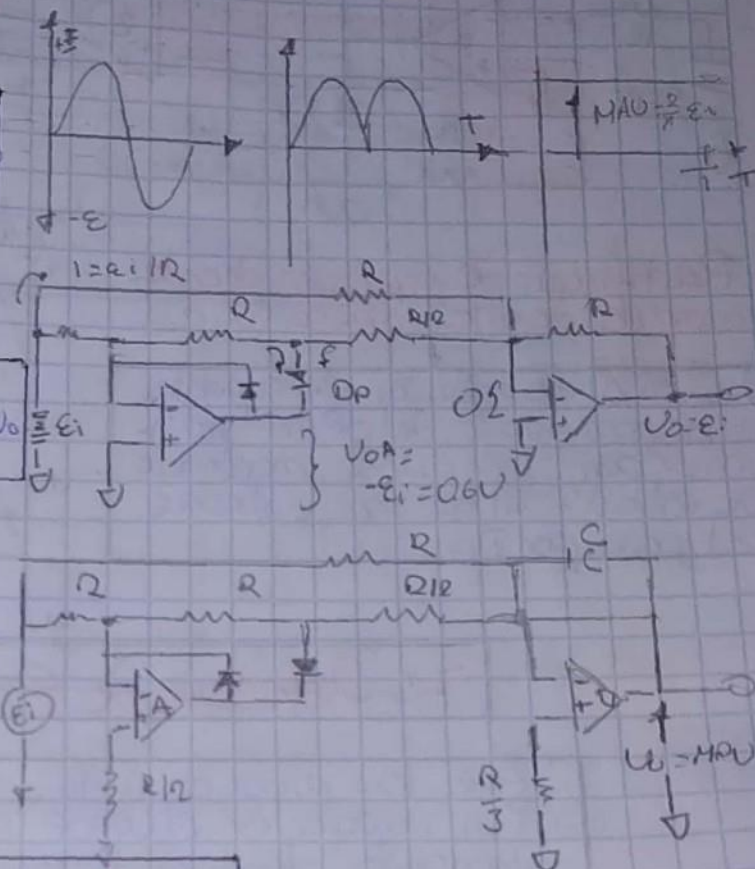
Tienen mismo valor máximo (pico) Los senoidales con el valor promedio de todas $U_{MAU} = U_{rms}$

Rectificador de precisión con entradas sumadas

Las entradas (+) invierten a E_i el OPAAMP 3 de una salida $U_o = -E_i$, U_o es positiva

Convertidor de ca a cd

Se añade un capacitor de baja fuga y con un alto valor $10\mu F$ para obtener un circuito MAU



75 Circuitos de Zona Muerta

Mediante los circuitos comparadores es posible saber si una señal se encuentra por abajo o por arriba de U_{ref}

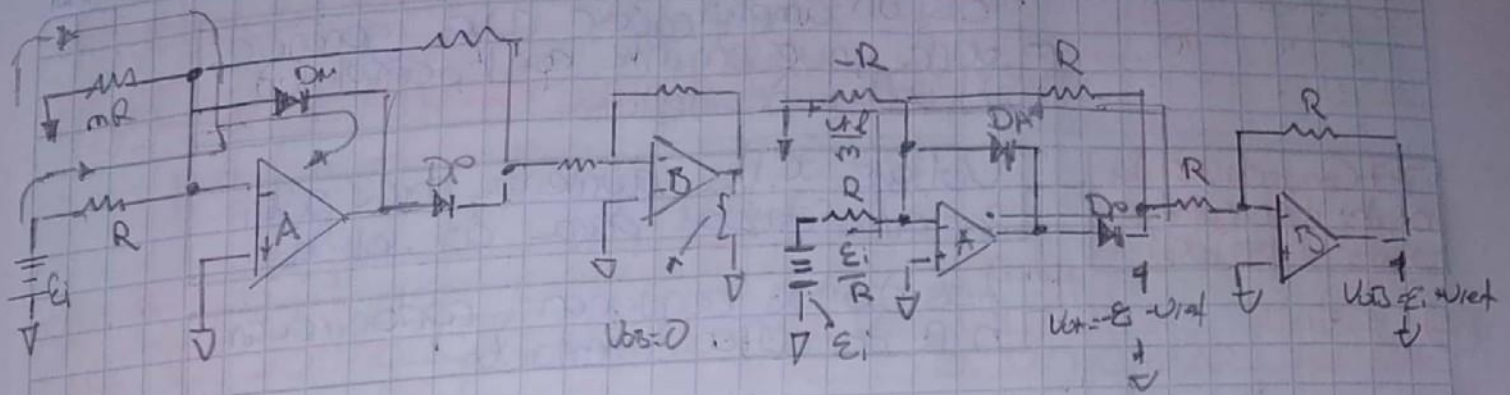
Circuito de zona muerta con salida negativa

Diodo D_n conduce siempre que los valores E_i (positivos) y fija $U_o = 0V$

Diode D_p conduce siempre que la corriente de la malla E_i/R a través de E_i excede el valor de la corriente de malla U/MR por mR

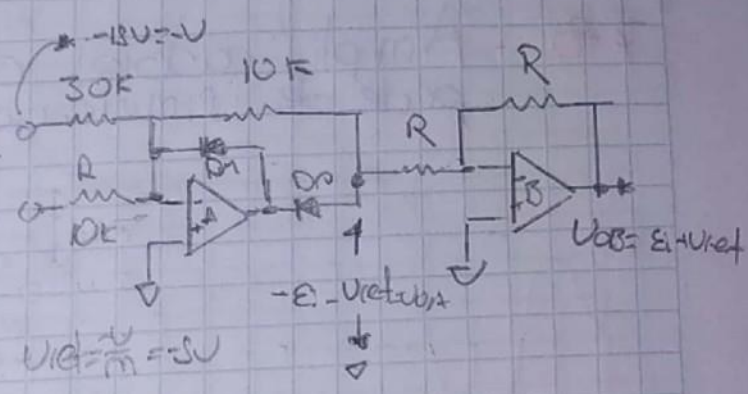
$$\begin{cases} -\frac{E_i}{R} = \frac{+U}{mR} \\ E_i = -\frac{+U}{m} = -U_{ref} \\ U_{ref} = \frac{+U}{m} \end{cases}$$

"El deseo de escribir aumenta a medida que se escribe"



Circuito de zona muerta con salida positiva

Para el voltaje de referencia: $-15V/3 = -5V$
 Si rebasa el valor de $-V_{ref} = -5V$
 Existe una zona muerta cuando hay valores de E_i inferiores a $-V_{ref}$



Circuito de zona muerta y salida bipolar

Los circuitos de zona muerta con salida bipolar y negativos combinados

La salida del sumador V_{os} permite saber en cuanto E_i excede a $V_{ref} +$

76 Recortador de precisión

- Mediante un circuito recortador o limitador de amplitud se recortan todas las señales cuyo valor rebasa un $V_{ref} (+)$
- Se conecta una resistencia R_c con en circuito de zona muerta y salida bipolar
- Si R_c este presente se resta el voltaje de entrada y se obtiene un recortador, inversor

7-7 Convertidor de
onda triangular a
onda senoidal

Es un amplificador cuya ganancia
varía inversamente con la amplitud
del voltaje de salida

Voltaje de R_3 aumenta para polar-
izar a los diodos para dar salida

Los diodos conducen y cortocircuitan
la R de retroalimentación

7-8 - Amplificadores operacionales simulados en la
parte de simulaciones

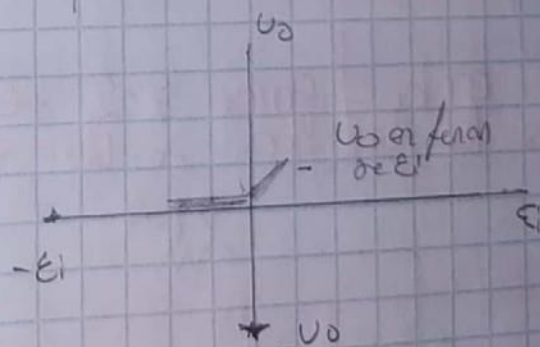
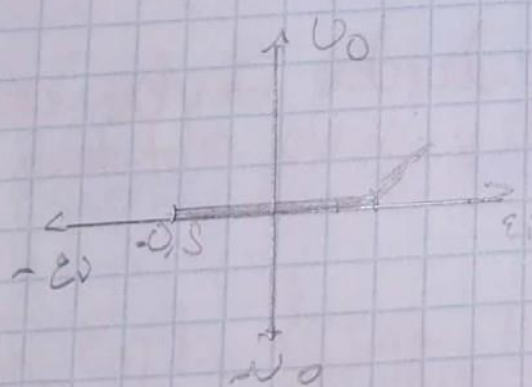
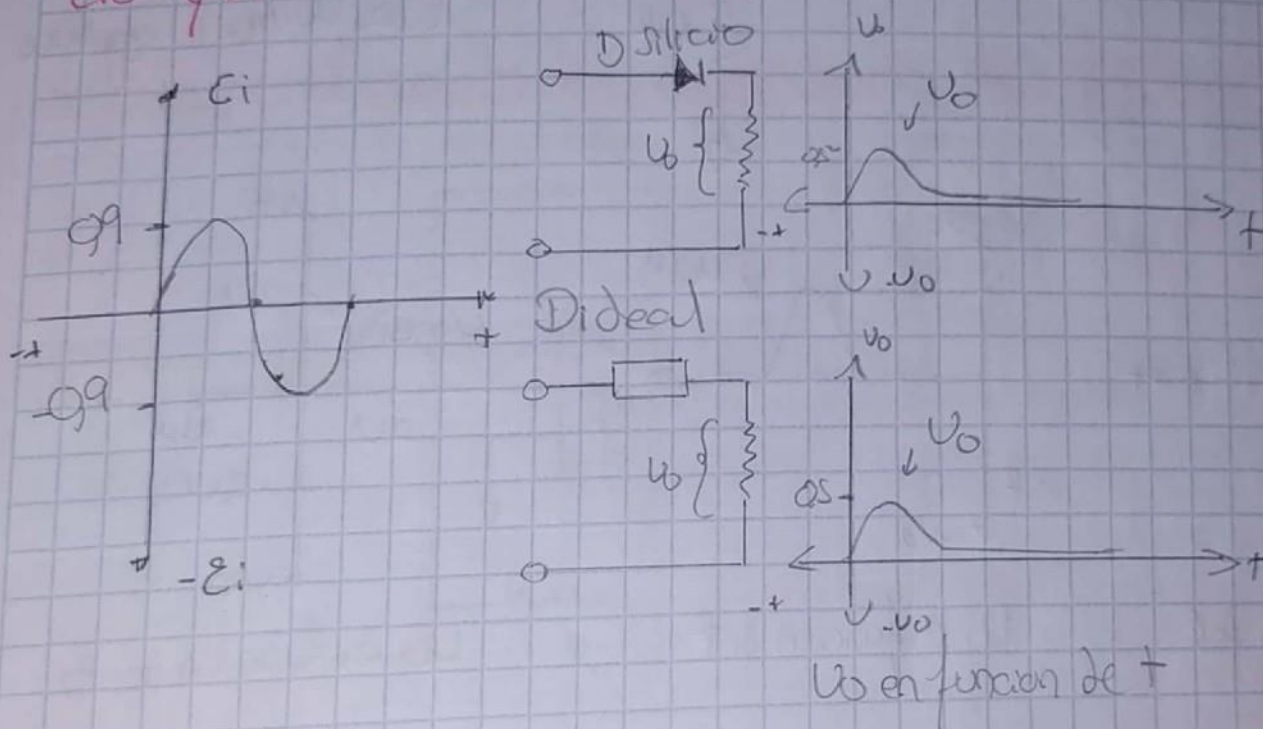
Problema 3

1. ¿Cuál es el valor absoluto de $+3V$ y $-3V$?

$$|+3| = 3V$$

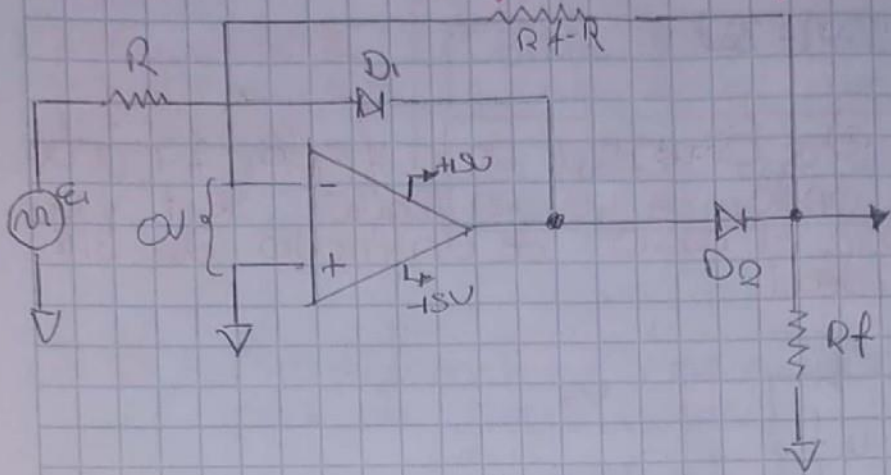
$$|-3V| = 3V$$

2. Si el valor pico de $E_i = 0.5V$ en la figura 7-1 dibuja las formas de onda de V_o en función de t y V_o en función de E_i para el caso de un diodo de silicio y el de un diodo ideal.

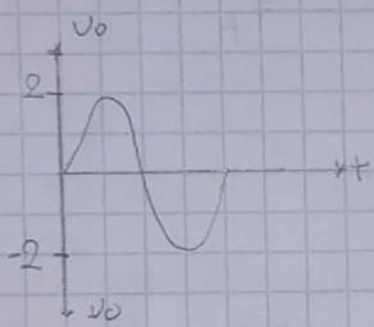


Se requiere un circuito rectificador de media onda de precisión para rectificar valores de CA pequeños

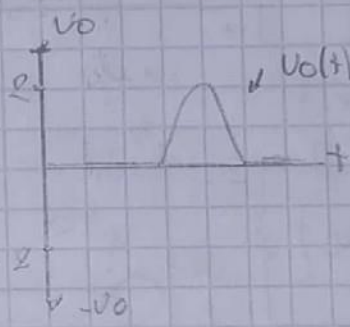
3. Si en las figuras 7-2 y 7-3 E_i es una onda senoidal con un valor pico de $1V$, obtenga la gráfica de las formas de onda de V_o en función de t y de V_o en función de E_i



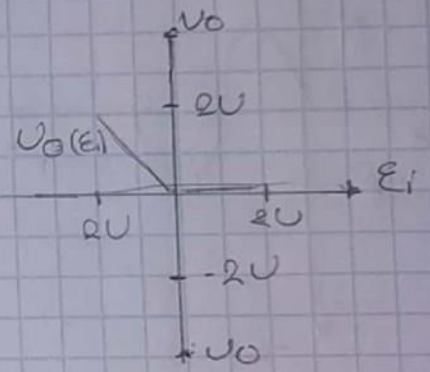
V_o { $0V$, para todos los voltajes positivos
 $+E_i$, para todos los voltajes negativos



Formas de Onda de E_i

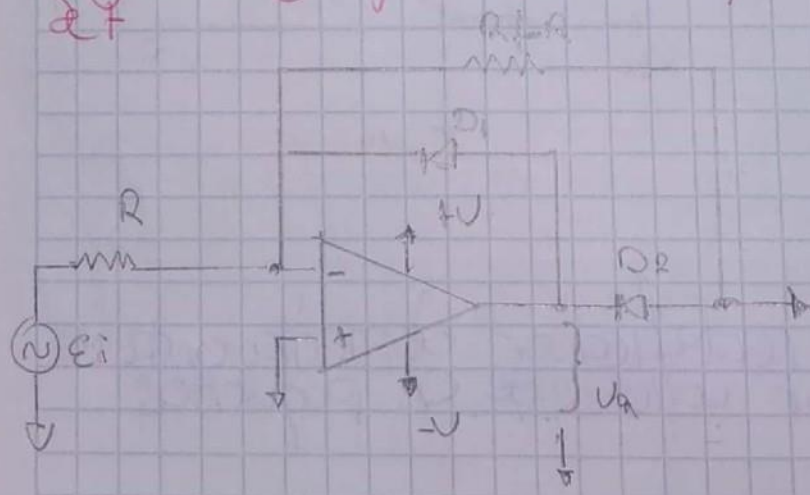


V_o en función de t

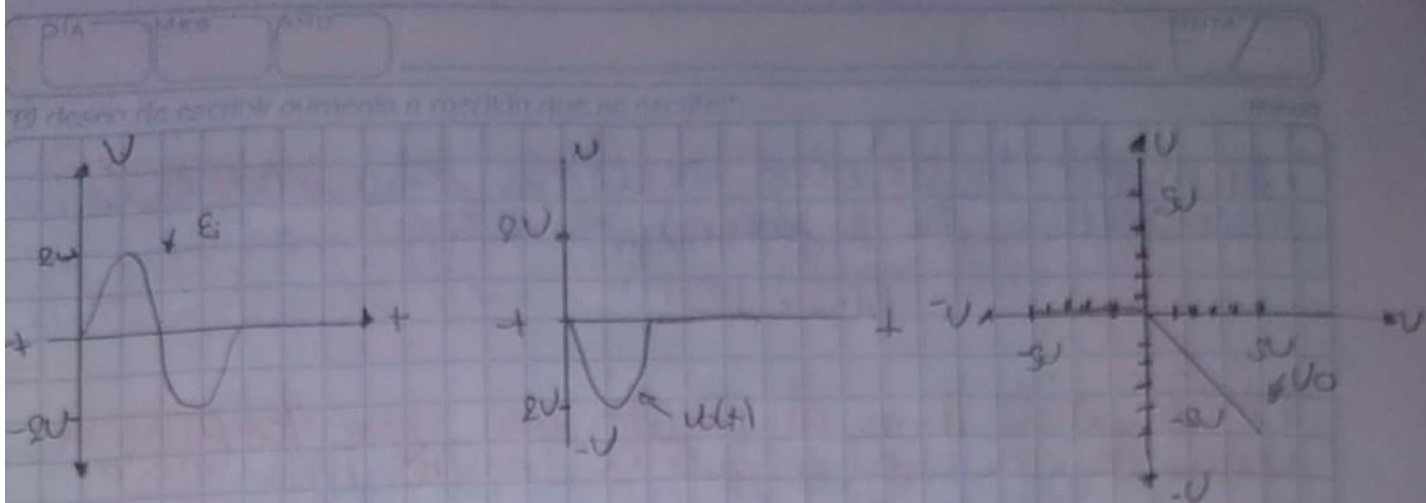


V_o en función de E_i

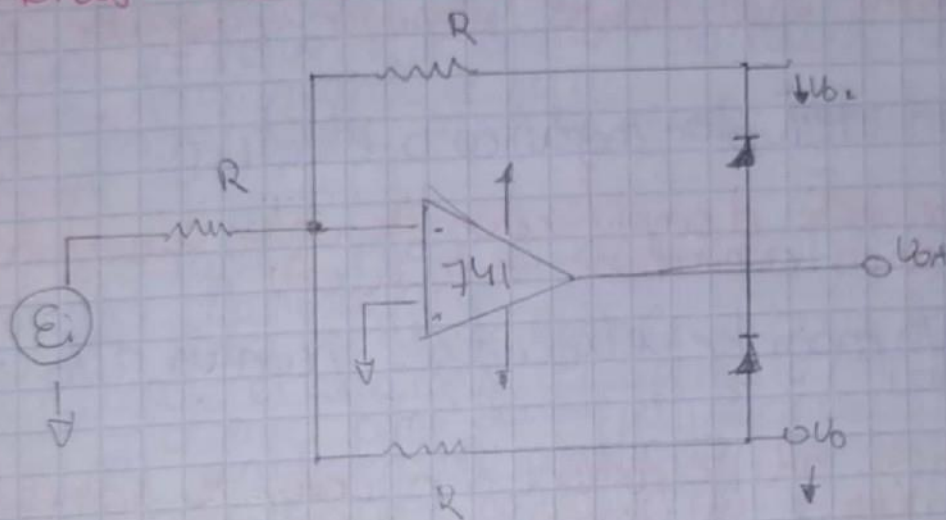
4. Si en la figura 7-2 se quieren los diodos D_1 y D_2 obtener la gráfica de V_o en función de E_i y de V_o en función de t



V_o { $0V$ cuando E_i es negativo
 $-E_i$ cuando E_i es positivo

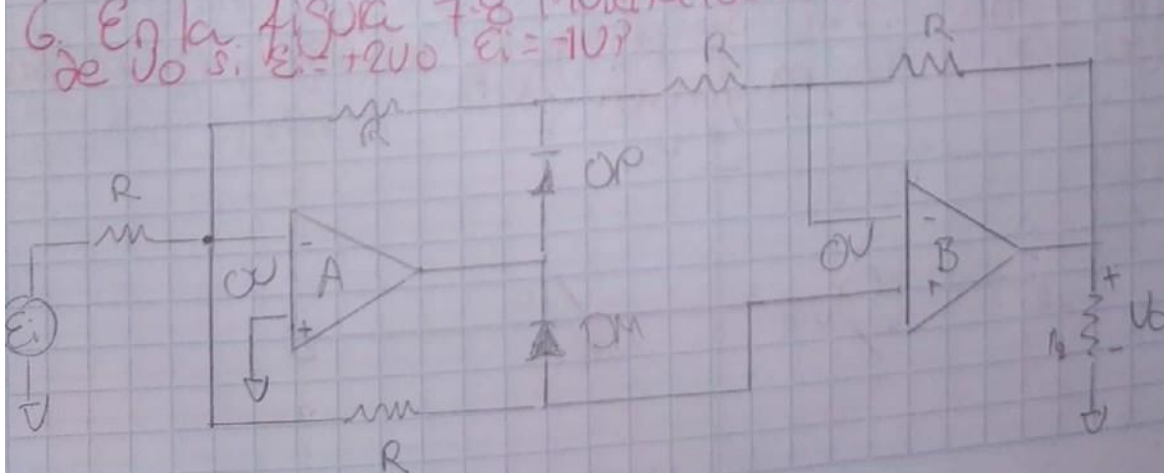


5. Dibuje el circuito de un separador de polaridad de señal



- Cuando E_i es positivo, U_o es negativo y U_{o2} está limitada a $0V$
- Cuando E_i es negativo, $U_{o1} = 0V$ y U_{o2} se vuelve positivo

6. En la figura 7.8 invierta los 2 diodos ¿Cuál es el valor de U_o si $E_i = +2V$ o $E_i = -1V$?



- Al invertir los 2 diodos se obtiene salidas negativas correspondientes a la 2 polaridades de E_i .

$$U_o = - |E_i|$$

7. ¿Cómo se le llama al circuito que sigue las picas de voltaje de una señal y guarda el valor más alto?

Se llama detector de picos o seguidor y retenedor o seguidor de pico

8. ¿Cómo se reinicia el voltaje del capacitor de retención a cero volts en un circuito retenedor y seguidor de picos?

Por medio de un interruptor mecánico o eléctrico

9. ¿Cómo se convierte el amplificador de valor absoluto de la figura 7-13 en un convertidor de ca a cd?

Se le añadio un capacitor de baja fuga y con un alto valor (10 μF de tantalio)

10. Si la resistencia mR se cambia a un valor de $50k\Omega$ en el ejemplo 7-1, obtenga (a) U_{ref} (b) U_{OA} suponiendo que $E_i = 10V$, (c) U_{OB} si $E_i = -10V$

$$U_{ref} = \frac{+V}{m} = \frac{15}{3} = 5$$

$$U_{OA} \text{ cuando } E_i = 10V$$

$$U_{OA} = -E_i - U_{ref}$$

$$U_{OA} = -10 - 5$$

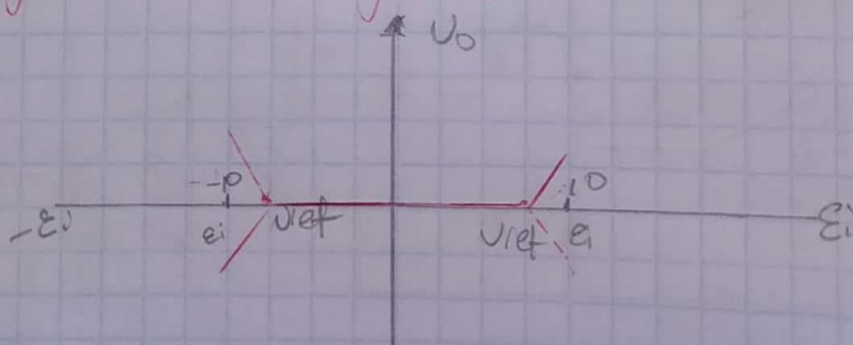
$$U_{OA} = -15V$$

$$U_{OB} \text{ cuando } E_i = -10V$$

$$U_{OB} = \text{Inverso } U_{OA}$$

$$U_{OB} = 15V$$

11. Si en la figura 7-10 se elimina la resistencia R_o , obtenga la gráfica de U_o en función de E_i



Bibliografía

R. Caughlin y F. D. Coll Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Maculés, México. Prentice Hall, Inc.

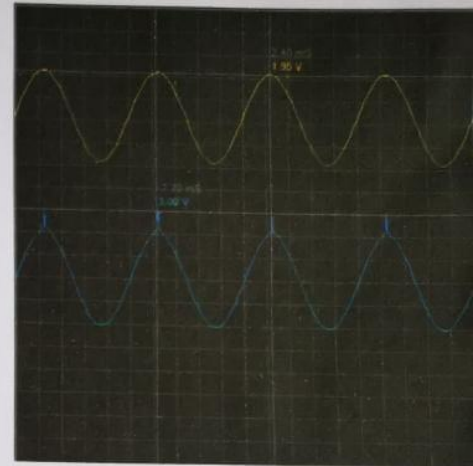
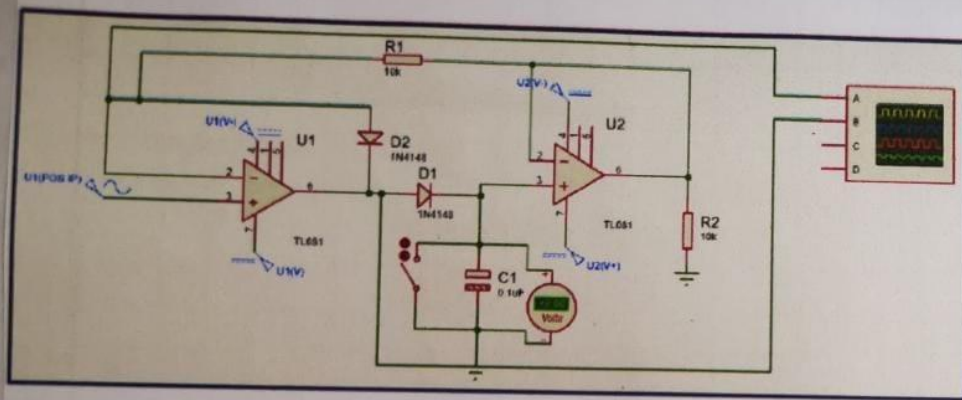
Simulaciones

1 Los circuitos de este capítulo son útiles para adquirir más experiencia en el trabajo de laboratorio. Los autores proponen las siguientes sugerencias de carácter práctico

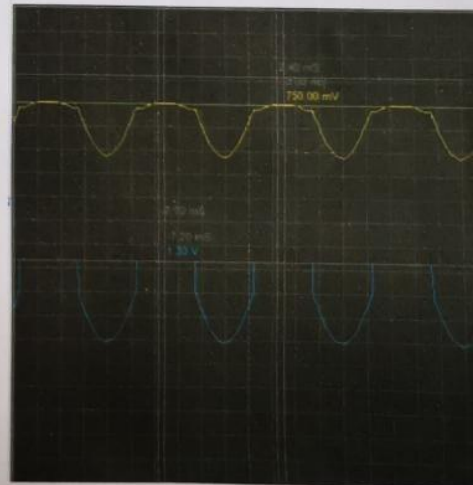
- a) Las conexiones deberán ser lo más corto posible
- b) Utilice las diodos rápidos 1N914 o 1N4148. Aunque diodos rápidos, la frecuencia de operación es reducida. Use frecuencias de prueba aproximadamente de 100 Hz
- c) Siempre acople en cò las entradas del osciloscopio, tanto para tiempo como X-Y

El circuito seguidor pño de figura 7-10 permitirá ofrecer experiencias interesantes. Momentáneamente puente el capacitor con un alambre. Ajuste E_i a 20V Debe ver 20V a U_o Reduzca E_i a 0V U_o debe permanecer a 0V. Conecte el osciloscopio de acoplamiento a cò del diodo del capacitor C y observe como decrece el valor de U_o a 0V. El TL081, o cualquier otro amplificador operacional BIFET tiene una impedancia de entrada extremadamente alta y corrientes de polarización muy bajas. Por ello, el capacitor conservará su carga durante un periodo relativamente prolongado.

Un último experimento. Cargue un capacitor utilizando una fuente de cò durante varios minutos. Conecte un voltímetro digital a través de sus terminales. Desconecte el voltaje de alimentación y puente el capacitor hasta que el voltímetro indique cero. Retire el capacitor del circuito y mida su voltaje con el voltímetro digital. Probablemente verá leerse el voltaje del capacitor. Ello se debe a la "aberración de electrón" Por lo anterior hay que utilizar capacitores especiales de baja absorción de electrón para el caso de las seguidoras de pño circuitos de muestreo-retención.



Digital Oscilloscope

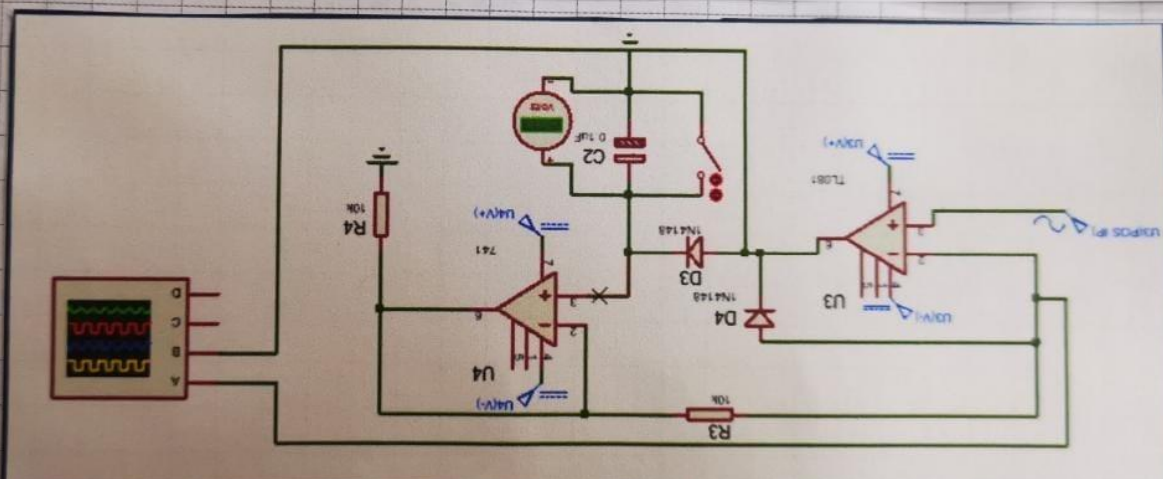
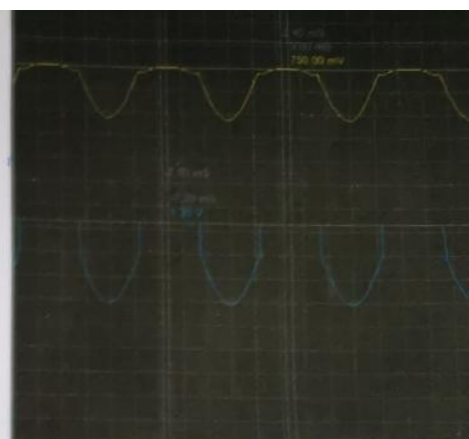
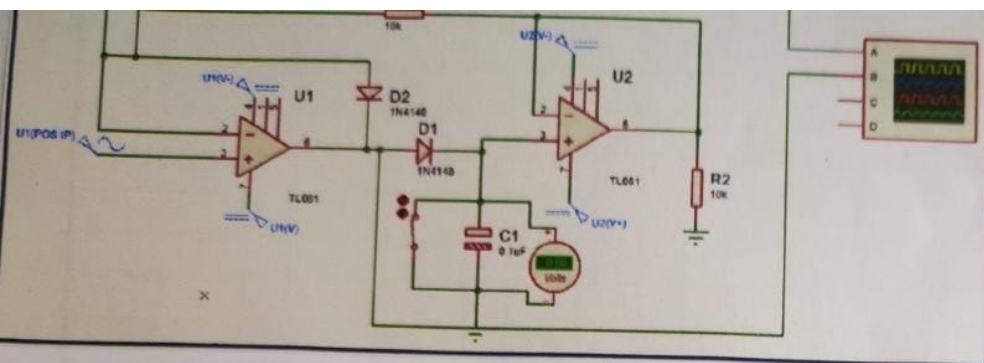


Análisis

Estos circuitos son seguidores de pico positivo y retentores o detectores de pico. Cuando se ajusta E a 2V en la salida V_o se observará V_u y las formas de onda permanecen normales. Se puede observar que V_o desciende a 0V cuando se conecta el osciloscopio de acoplamiento de e_{cd} del otro lado del conector C , dicho de otra manera una vez cerrado el lazo del switch las formas de onda se recorren reduciendo así el valor del voltaje de salida.

2. Arme y pruebe los circuitos descritos en la sección 7.9 del libro

Rectificador de Onda Completa de Precisión



Análisis

En el primer circuito se puede observar una salida proporcional al valor de entrada o señal de entrada, pero no de su polaridad, por lo tanto el circuito rectificador lo reconocemos como una onda con amplitud de valor absoluto, en este caso $12V$

En el segundo circuito se observa una salida que depende únicamente de la magnitud y polaridad del voltaje en la entrada, este circuito de esta salida solo la mitad de un ciclo de la señal de entrada y elimina el otro limitando su salida a $0V$

En el tercer circuito observamos una Gráfica de una función del tiempo del amplificador de valor medio absoluto con un $MAV = 1.27V$

