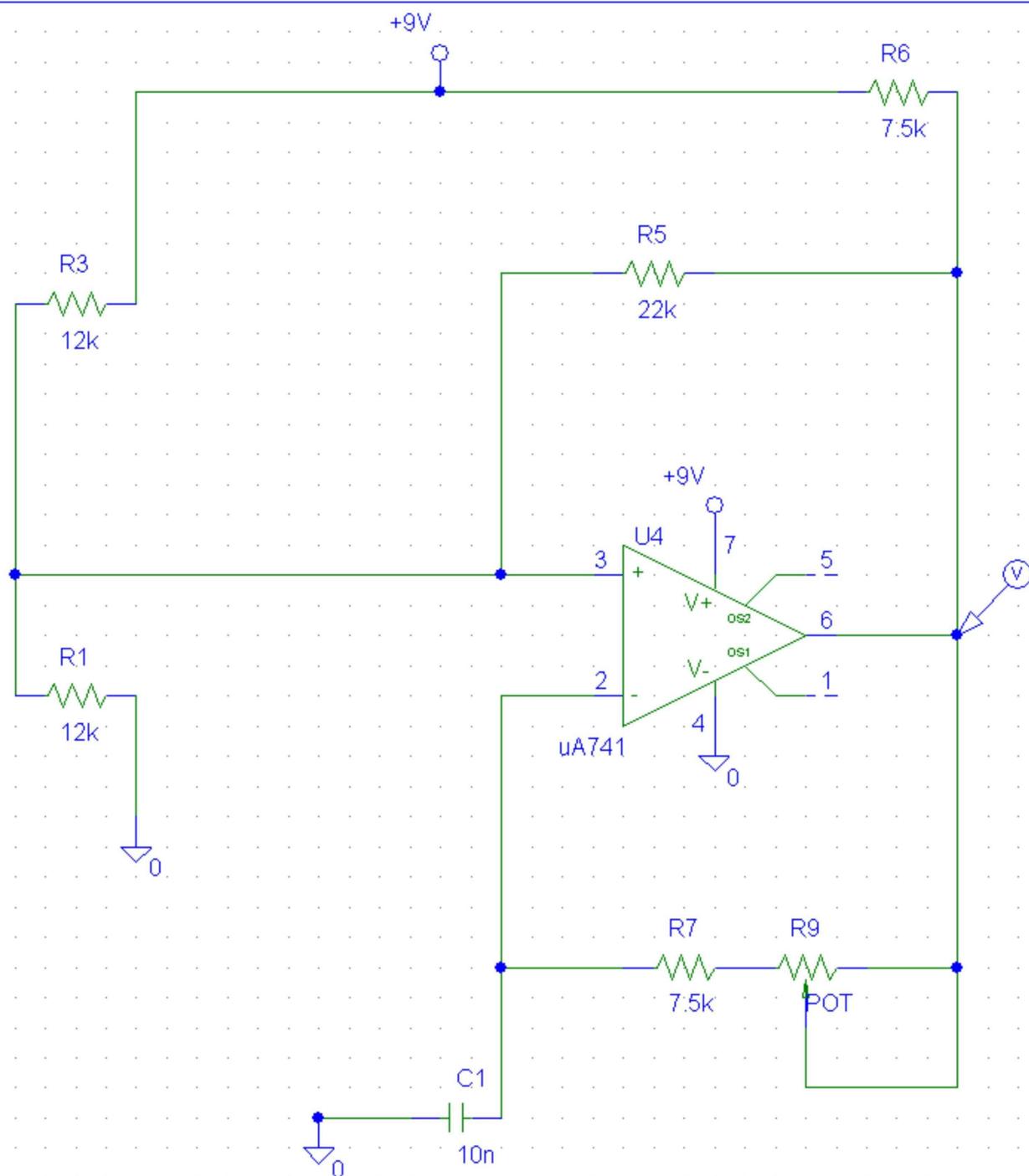


Análisis y medida de un Oscilador

Pretendemos analizar el circuito siguiente:



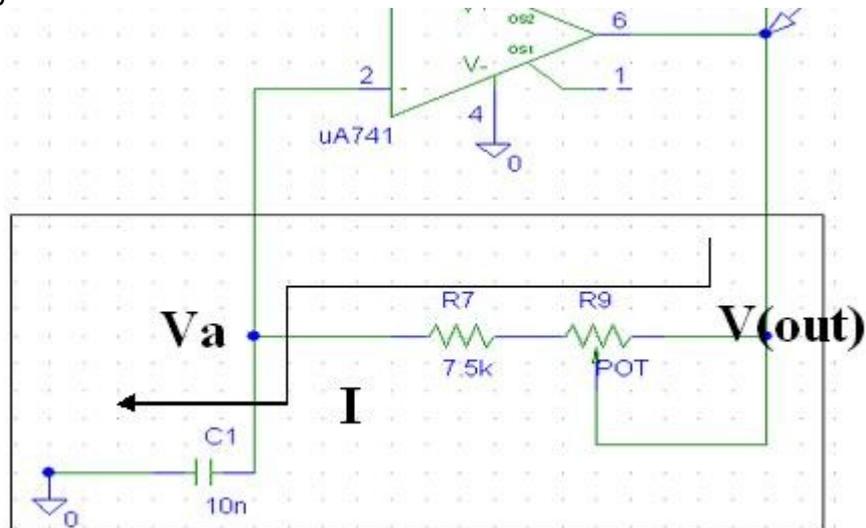
Es un circuito oscilador (su salida oscila entre dos valores V_{cc} y $-V_{cc}$ teóricamente, en la práctica veremos que es un poco menos de V_{cc} y $-V_{cc}$) compuesto de un amplificador operacional, 5 resistencias un potenciómetro (Resistencia variable entre 0 y 10 K Ω) y un condensador.

En función de los valores asignados a esos componentes tendremos una frecuencia base concreta que podremos variar cambiando el valor del potenciómetro.

Fundamento teórico

Para entender como funciona el circuito tenemos que saber que el operacional funciona como un comparador de sus dos entradas V_+ y V_- cuando una entrada supera a la otra la salida cambia entre V_{cc} y $-V_{cc}$

La carga y descarga del condensador es la responsable de hacer que el circuito oscile. Nos centramos en la parte del circuito donde esta el condensador y veamos como se produce la carga.



De aquí observamos que la expresión de I nombrando las resistencias como en la figura en el dominio de laplace tenemos:

$$V_{out} = \left(R_9 + R_7 + \frac{1}{Cs} \right) I$$
$$I = \frac{V_{out}}{R_9 + R_7 + \frac{1}{Cs}}$$

Por lo que:

$$V_A = \frac{V_{out}}{R_9 + R_7 + \frac{1}{Cs}} \cdot \frac{1}{Cs} = \frac{V_{out}}{(R_9 + R_7) \cdot Cs + 1}$$

Y ya que V_{out} podemos representarlo mediante una función escalón como $V_{out} = u(t)$ haciendo la transformada de la place y sustituyendo en la ecuación anterior tenemos:

$$V_A = \frac{V_{out}}{s \cdot [(R_9 + R_7) \cdot Cs + 1]}$$

Para obtener $V_A(t)$ realizamos la transformada inversa de Laplace a la expresión $V_A(s)$ que hemos obtenido, para ello lo primero es escribir la expresión de manera que podamos

obtener fácilmente la transformada inversa, realizaremos una transformación de la expresión en fracciones simples.

Partimos de que:

$$V_A(t) = L^{-1} \left[\frac{V_{out}}{s \cdot [(R_9 + R_7) \cdot Cs + 1]} \right]$$

Descomposición en fracciones simples:

$$\frac{A}{s} + \frac{B}{(R_9 + R_7) \cdot Cs + 1} = \frac{1}{s \cdot [(R_9 + R_7) \cdot Cs + 1]}$$

Despejando

$$1 = A((R_9 + R_7)Cs + 1) + Bs$$

$$A = 1$$

$$B = -(R_9 + R_7)C$$

Tenemos por tanto que realizar la siguiente transformada inversa:

$$V_A(t) = V_{out} \cdot L^{-1} \left[\frac{1}{s} + \frac{-(R_9 + R_7) \cdot C}{(R_9 + R_7) \cdot Cs + 1} \right]$$

Cuyo resultado es:

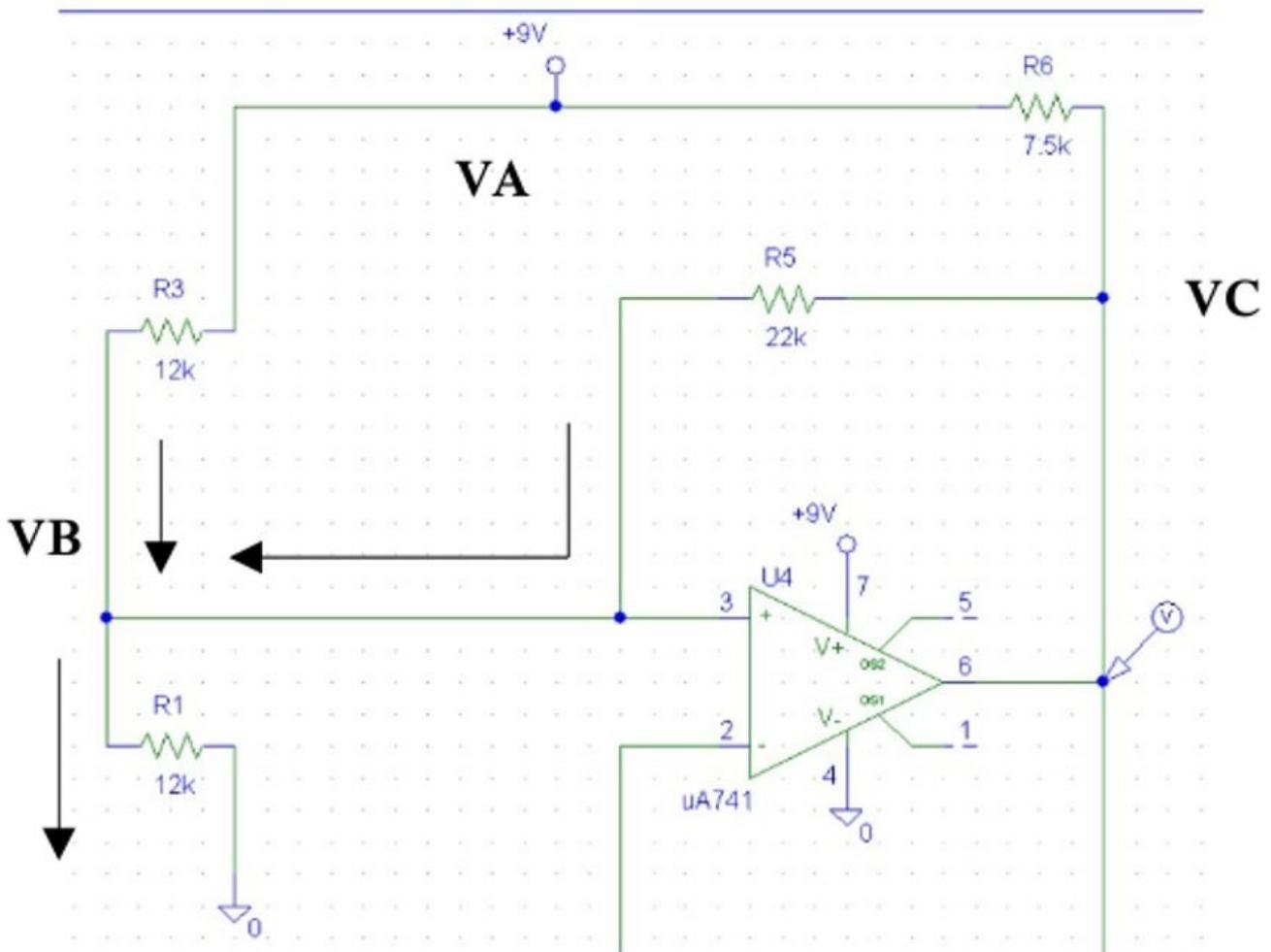
$$V_A(t) = V_{out} \left(1 - e^{\frac{-1}{(R_9 + R_7) \cdot C} \cdot t} \right)$$

Esta ecuación describe como se carga el condensador, veamos hasta que nivel se produce esta carga, para ello realizamos el límite para un tiempo t grande y vemos que teóricamente el condensador se cargaría a:

$$V_A(t) = V_{out} \left(1 - e^{\frac{-1}{(R_9 + R_7) \cdot C} \cdot t} \right) = V_{out}$$

Por lo que $V_A(t)$, o la tensión almacenada en el condensador va a llegar hasta el nivel V_{out} , sin embargo, eso nunca llega a ocurrir en realidad, esto es debido a que a medida que el condensador se carga, la tensión $V_A(t)$ va a llegar en algún momento que es superior a la que se encuentra en la entrada no inversora del amplificador operacional. En ese momento, obtendríamos un cambio en V_{out} que pasaría del nivel V_{cc} a $-V_{cc}$ y el condensador empezaría un proceso de descarga.

Comprobemos cual es la tensión máxima en la que se va a producir el cambio en la salida V_{out} en el proceso de carga del condensador. Para ello tendremos que examinar el siguiente fragmento de circuito y comprobar cual es la tensión que existe en el nudo 3 cuando la salida V_{out} (nudo 6) vale $+V_{cc}(9V)$



Examinando las corrientes que entran en el nudo llamado B (nudo conectado a la entrada no inversora del amplificador) y con la nomenclatura presentada en el dibujo extraemos la siguiente expresión mediante la ley de los nudos de Kirchoff:

$$\frac{V_B}{R_1} = \frac{V_C - V_B}{R_5} + \frac{V_A - V_B}{R_3}$$

De esta ecuación conocemos todo para calcular V_B .

$$V_B = \frac{\frac{V_C}{R_5} + \frac{V_A}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_3}} = 5.464V$$

Por tanto 5.464V es la tensión máxima que va a alcanzar el condensador en su proceso de carga, ya que al superarse en el nudo 2 dicha tensión, la polaridad del amplificador cambia, pasando de +Vcc a -Vcc , por lo que en el condensador empezará a descargarse.

De forma análoga el proceso de descarga tendrá un limite inferior. Se puede calcular que para un circuito alimentado con -Vcc =0 este será $V_B = 3.536V$

Según estos resultados el condensador se cargara hasta los 5.464V provocando un cambio en la salida a -Vcc haciendo que el condensador se descargue hasta los 3.546V de nuevo tendríamos un cambio en la salida en este caso a Vcc y este bucle se repetiría infinitamente haciendo que el circuito oscile.

Trabajo de laboratorio

Primera sesión (semana 16/03/09 al 20/03/09)

1.- Simulación de un oscilador con Espice.

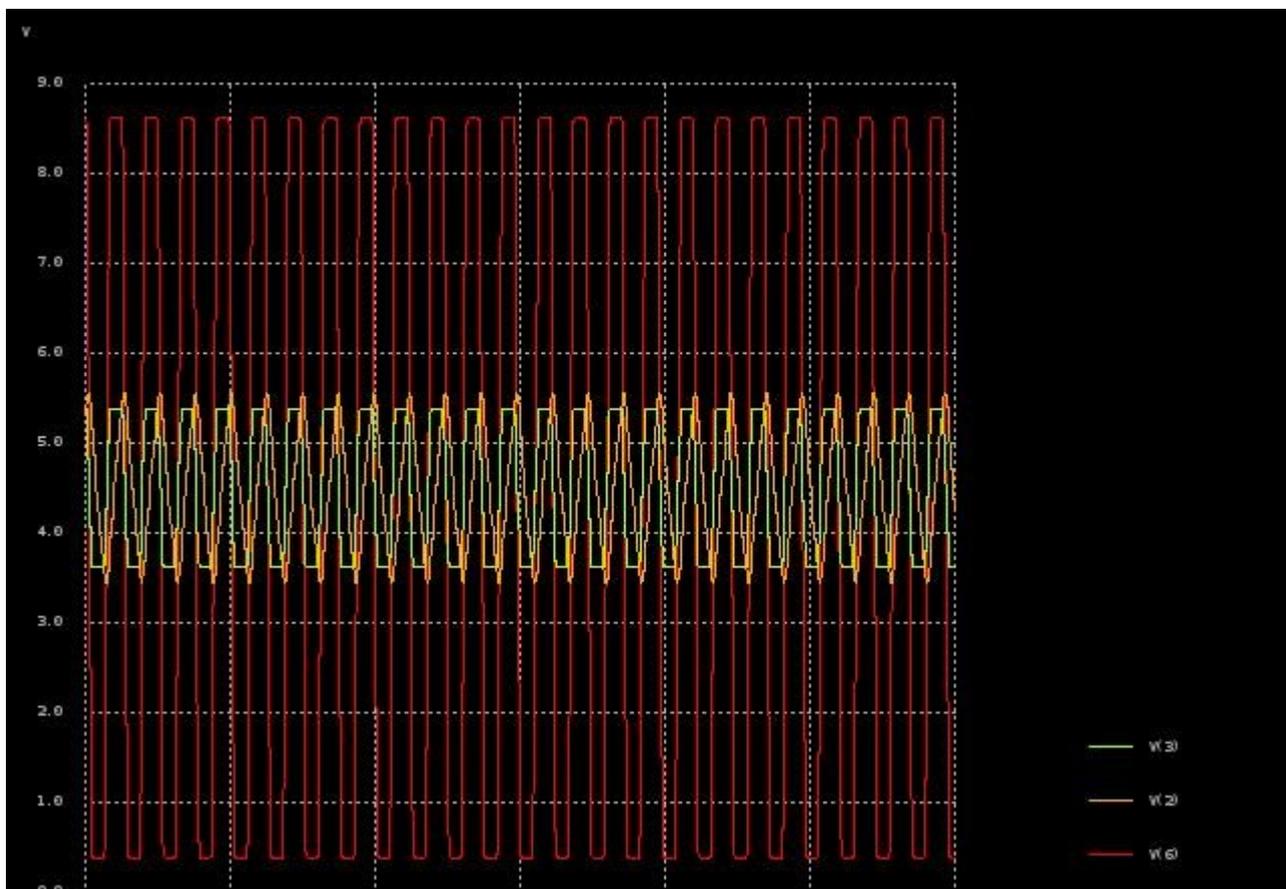
Es necesario traer el portátil con Espice instalado,

Crearemos nuestros ficheros para simular el circuito. En el laboratorio se mostrará el resultado de la simulación, en la salida y en cada una de las entradas, V+ y V- del operacional.

Hacer capturas de pantalla para adjuntar a la memoria.

Hacer una tabla con distintos 5 valores del potenciómetro anotando resistencia y frecuencia.

Ejemplo de salida simulación con Espice



2.- Esquemático con Circuitplanner

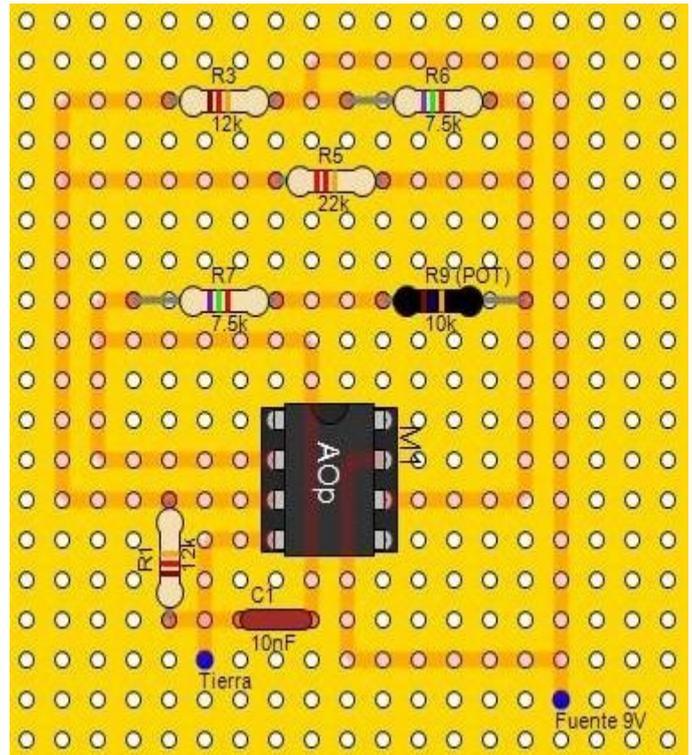
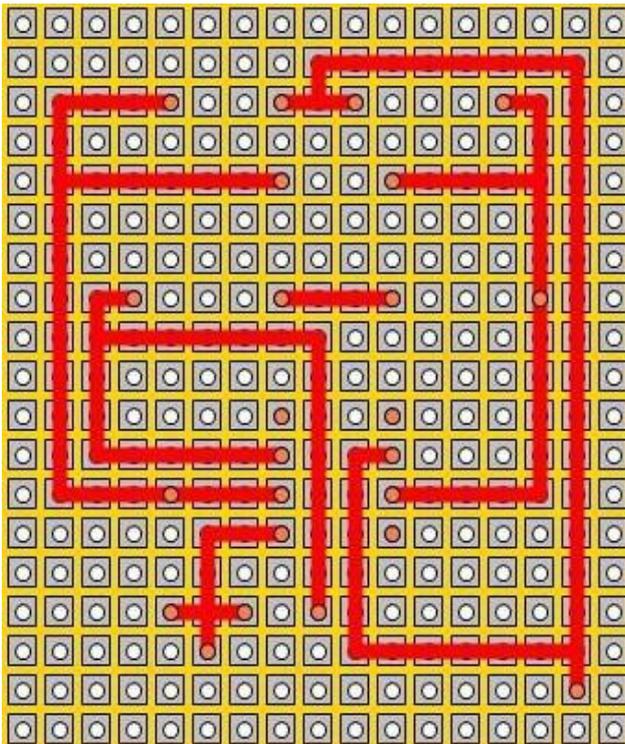
Bajar el programa Circuitplanner de la pagina de practicas de la asignatura.

<http://electronica.ugr.es/~amroldan/asignaturas/curso08-09/ftc/practicas.html>

Este software sirve para hacer el layout ("ruteado") de las pistas para unir unos componentes con otros. Queremos que todas las pistas estén en una cara y los componentes en la otra. Cuidado con que las pistas no se crucen y tengamos cortocircuitos que hagan inservible el circuito.

Al laboratorio sera necesario llevar el layout preparado. Se evaluara la limpieza del diseño.

Ejemplo de layout con Circuitplanner



Segunda sesión (semana 23/03/09 al 20/03/09)

Material necesario:

PCB taladrada.

Resistencias: dos de 12K, dos de 7,5K y una de 22K (o valores mas próximos)

potenciómetro de 10K

Operacional: UA741

Condensador: 10 nF

Altavoz

Traer el circuito soldado según nuestro diseño hecho con Circuitplanner

Tareas en el laboratorio con el osciloscopio:

- 1) Mediremos la tension de salida así como la tension en cada una de las entradas del operacional para un valor determinado del potenciómetro. Guardar el resultado en un disquet (o foto con el móvil) para adjuntar a la memoria.
- 2) Variando el potenciómetro anotaremos en una tabla el valor de la resistencia (medida con el polímetro) y la frecuencia al menos para 5 valores distintos.
- 3) Para tres voltajes distintos de alimentación del circuito medir la frecuencia y la amplitud de la señal de salida.

Tareas con el altavoz:

- 1) Conectar el altavoz y comprobar su funcionamiento.
- 2) Comprobar cual es el resultado de variar el potenciómetro.

Memoria:

La memoria debe de contener los siguientes apartados.

Capturas de pantalla de la simulación con Espice.

Listado de los ficheros utilizados para la simulación.

Tabla de frecuencia en función de la resistencia potenciómetro simulación Espice.

Capturas de pantalla del circuito con Circuitpalnner.

Fotos del circuito montado.

Capturas de las salidas del osciloscopio.

Medidas del laboratorio frecuencia en función de la resistencia del potenciómetro.

Tabla medidas de amplitud y frecuencia en función del voltage de alimentación.