

PRÁCTICA 5**RECEPTOR DE FM**

Duración estimada: 3 semanas

Objetivos de la práctica: 1. Realizar un proyecto completo de radiofrecuencia.

5.1 Pasos a seguir en la realización de la práctica

Se pretende construir un receptor FM en una placa de tiras de cobre. En esa placa se colocará tanto el receptor propiamente dicho como un amplificador de audio, necesario para que la señal tenga suficiente amplitud para ser oída.

Los pasos que deben seguir son los siguientes:

- 1.- Diseñen, sobre papel, el montaje del circuito sobre las pistas de la placa de cobre.
- 2.- Trasladen el diseño del papel a la placa, soldando los componentes.
- 3.- Una vez que su receptor funcione muéstrenselo al profesor para que lo evalúe.

5.2 Amplificador de audio

El TBA 820 es un amplificador de audio integrado y monolítico, que proporciona 2 vatios de salida a una carga de 8Ω , como la ofrecida por los altavoces más comunes. En el laboratorio van a utilizar auriculares que presentan un impedancia superior (unos 33Ω).

Con el amplificador de audio se podrán escuchar las emisoras sintonizadas. El volumen puede controlarse mediante un potenciómetro. El montaje completo se muestra en la **Figura 1**.

El divisor de tensión formado por el potenciómetro y la resistencia de 10K tiene como objetivo regular el volumen del receptor, ajustando el voltaje de entrada al amplificador a una fracción del voltaje de audio disponible a la salida del TDA7000.

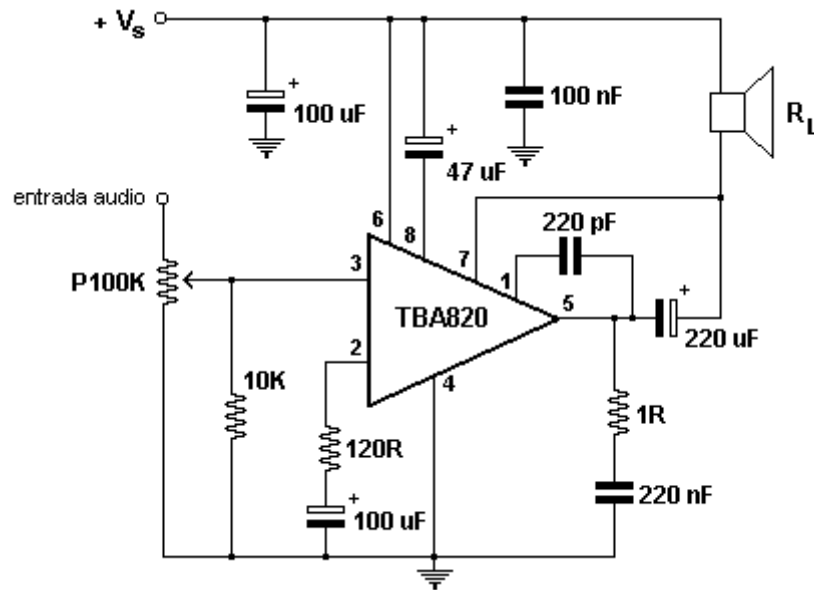


Figura 1: El TBA 820 como amplificador de audio.

- 5.2.a) Represente la relación entre el voltaje de entrada de audio y el voltaje en la pata 3 del amplificador con la configuración de la **Figura 4** (potenciómetro y resistencia), para cualquier posición del cursor del potenciómetro. En la misma figura dibuje dicha relación suponiendo que no existiese la resistencia de 10K. ¿Cuál cree que es la ventaja de utilizar ésta a la hora de ajustar el volumen del receptor?
- 5.2.b) Suelde el amplificador en la placa y compruebe que funciona introduciendo un tono a una frecuencia audible de unos 100 mV de amplitud pico a pico. Si todo funciona correctamente deberán oír en los auriculares un pitido cuyo volumen podrán regular mediante el potenciómetro de 100K.

5.3. Construcción del receptor de FM

El integrado TDA 7000 contiene todas las funciones necesarias para proporcionar un completo receptor monofónico de radio FM. Sólo se requieren unos pocos componentes adicionales, como proporcionar sintonía LC y salida de audio, para construir un receptor compacto de bajo coste. Este integrado es ideal para uso en radio, radiocontroles, buscapersnas y otras aplicaciones. El circuito final se alimenta con 4.5 V (mucho cuidado con la alimentación: si por error cambian la polarización de los terminales, el integrado se quemará). En la **Figura 2** pueden observar un montaje típico. Como antena puede utilizarse un trozo de cable de algunos centímetros de longitud.

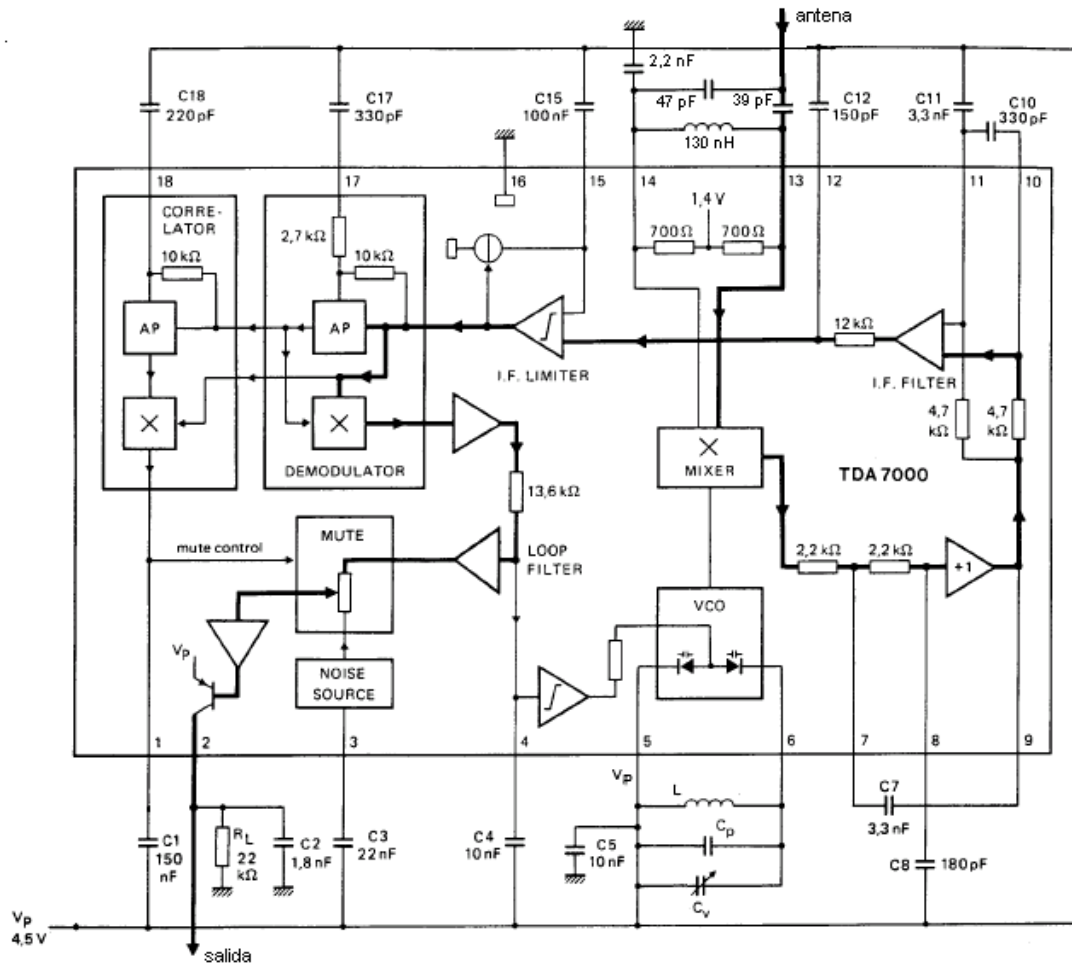


Figura 2: El TDA7000 como receptor de FM.

La sintonía se logra mediante un circuito tanque (una bobina L en paralelo con un condensador C_v) que se debe proporcionar externamente. La frecuencia de resonancia del circuito LC va a fijar la frecuencia del oscilador local que a su vez marcará la frecuencia de la emisora que se va a seleccionar. Como ajustar una bobina es complicado, lo más sencillo es que el condensador sea ajustable. El condensador ajustable que se proporciona se puede ajustar entre un rango pequeño de valores para que los saltos sean a su vez pequeños y se pueda realizar la sintonía. Si necesitaran modificar los valores lo pueden hacer colocando más condensadores en serie o paralelo.

Para calcular la inductancia de la bobina que se precisa, se puede partir del condensador variable del que disponen. A continuación se va a analizar para el caso general, suponiendo que dicho condensador variable C_v puede ajustarse entre un valor mínimo C_{min} y un máximo C_{max} . Si deseamos sintonizar un rango de frecuencias entre f_{min} y f_{max} , debe cumplirse:

$$2\pi f_{min} = \frac{1}{\sqrt{LC_{max}}} \quad (1)$$

$$2\pi f_{max} = \frac{1}{\sqrt{LC_{min}}} \quad (2)$$

Las ecuaciones (1) y (2) forman un sistema con una incógnita (L , el valor de la bobina), por lo tanto es muy posible que ambas condiciones no puedan cumplirse al tiempo. Efectivamente, sólo cuando

$$\frac{f_{\max}^2}{f_{\min}^2} = \frac{C_{\max}}{C_{\min}} \quad (3)$$

se podrá lograr la sintonía sin más elementos que el condensador variable y la bobina. Como en general esto no se va a cumplir, va a ser necesario colocar condensadores en serie o paralelo con el variable para ajustarlo. Si $\frac{f_{\max}^2}{f_{\min}^2} > \frac{C_{\max}}{C_{\min}}$, utilizarán un montaje serie, como se muestra en la **Figura 3**. Por el contrario,

si $\frac{f_{\max}^2}{f_{\min}^2} < \frac{C_{\max}}{C_{\min}}$, la nueva capacidad debe estar en paralelo, según aparece en la **Figura 4**.

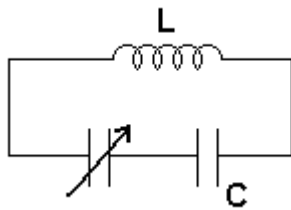


Figura 3: Ajuste con condensador en serie

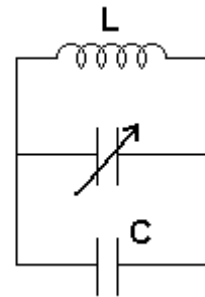


Figura 4: Ajuste con condensador en paralelo

Supongamos que deseamos calcular el valor adecuado del condensador C en el caso de la Figura 3. Puesto que dicha capacidad está en paralelo con la del condensador variable se va a sumar a ella, luego en vez de la ecuación (3), lo que tendrá que cumplirse es:

$$\frac{f_{\max}^2}{f_{\min}^2} = \frac{C_{\max} + C}{C_{\min} + C} \quad (4)$$

de donde puede obtenerse el valor de C . Nótese que los condensadores comerciales sólo tienen disponibles unas determinadas capacidades normalizadas, razón por la cual es muy posible que tengan que buscar un condensador cuya capacidad C^* se aproxime lo más posible a C . Una vez elegido éste, deben calcular el valor de L que permite sintonizar bien la frecuencia máxima, bien la mínima, o bien una intermedia, y comprobar que con esa inductancia es posible sintonizar todo el rango de frecuencias deseado.

- 5.3.a) Encuentre una expresión cerrada para C a partir de la ecuación (4).
- 5.3.b) Este ejercicio pretende que alcance una mayor comprensión de las consecuencias de elegir un condensador C^* distinto del valor teórico C necesario según la expresión del ejercicio anterior. En primer lugar, ¿cómo tendría que ser C^* (mayor o menor que C) para asegurar que el rango real de frecuencias sintonizables $f_{\min}^* - f_{\max}^*$ puede incluir completamente el rango deseado $f_{\min} - f_{\max}$? ¿Qué piensa que ocurriría dicho rango real fuera muy grande comparado con el deseado (es

decir, $[f_{\max}^* - f_{\min}^*] \gg [f_{\max} - f_{\min}]$)? *Pista: Piense en la facilidad o dificultad de sintonizar una emisora particular.* Una posible alternativa es calcular el valor de C suponiendo un rango de frecuencias mayor que el deseado y después utilizar un condensador C^* que disminuya dicho rango. Cite alguna ventaja e inconveniente de este último método.

5.3.c) A partir de todo lo dicho hasta ahora, diseñe la bobina necesaria de forma que el receptor sintonice la banda comercial de FM (de 85MHz a unos 110MHz). Exponga claramente todo el procedimiento que ha seguido. *NOTA: Para realizar la bobina utilice la fórmula de Nagaoka.*

5.4 (OPTATIVO) Señalización de sintonía

Se puede aprovechar la señal de enmudecimiento (pata 1 del TDA 7000) para realizar un sencillo señalizador de sintonía. Basta con realizar el montaje de la **Figura 5**. De esta manera el LED se encontrará apagado cuando una emisora esté correctamente sintonizada.

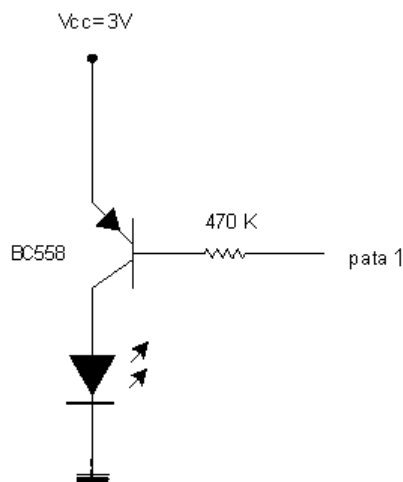


Figura 5: Señalizador de sintonía

5.4.a) Añada el circuito de la Figura 5 a la estructura del TDA 7000.

5.5 Realización de la placa

Como ya se ha comentado, antes de soldar sobre la placa es necesario hacer el esquema del circuito sobre papel. Deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Tengan muy claras las distintas conexiones a realizar, los nodos comunes, las líneas de alimentación y tierra, etc.

- En radiofrecuencia, las grandes longitudes de las pistas de cobre introducen inductancias considerables, que alterarán el funcionamiento del circuito. Por tanto, realicen su diseño de modo que las pistas (y el tamaño general del circuito) sean de dimensiones mínimas.
- Para aislar trozos de una misma pista entre sí, utilicen un cutter o cuchilla, cortando el cobre lo suficiente (y con mucho cuidado) hasta conseguir un circuito abierto.
- Antes de comenzar con los soldadores, lean las fotocopias sobre cómo soldar correctamente.
- Antes de empezar a soldar los elementos del receptor, pueden probar a soldar algún componente en un extremo de la placa que no vayan a utilizar. De este modo cogerán práctica soldando y pueden evitarse problemas mayores con el circuito real.
- Empiecen soldando primero el amplificador de audio en la placa. Si ha habido un error, es más fácil localizarlo aquí por separado que junto al TDA 7000 (por ejemplo, introduciendo a la entrada una señal sinusoidal de muy pequeña amplitud, y comprobando que suena un pitido en los auriculares).

Buena suerte. En cuanto se oigan las emisoras sabrán que lo han hecho bien.

EMISORAS COMERCIALES DE FM:

88,5 Cadena 100
90,9..... 40 Principales-Cadena Ser
92,2..... RNE
93,1..... Radio Clásica
95,1..... RNE 5
97,3..... RNE-1
98,1..... M-80
99,4..... Onda 10
100,4.... Cadena Dial
105,2.... Onda Cero

5.6. Comentarios y sugerencias

Indiquen aquí aspectos que se podrían mejorar, nuevas ideas o propuestas (que se valorarán especialmente), o aportaciones que consideren de interés.

“Si tienes un amigo, regálale un pez; pero si de verdad lo aprecias, enséñale a pescar”

Proverbio chino