

PROYECTO DEL SINTONIZADOR

PROYECTOS Y DISEÑOS

LECCION 27

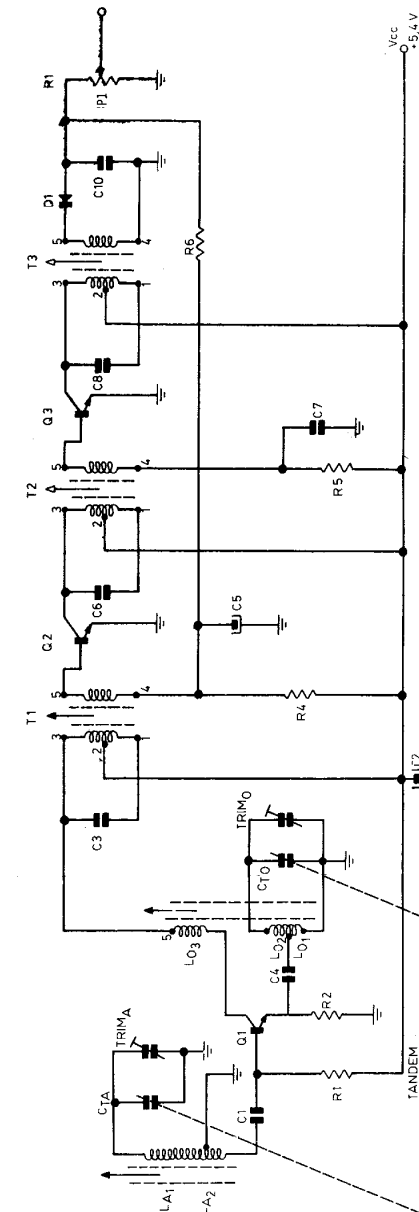
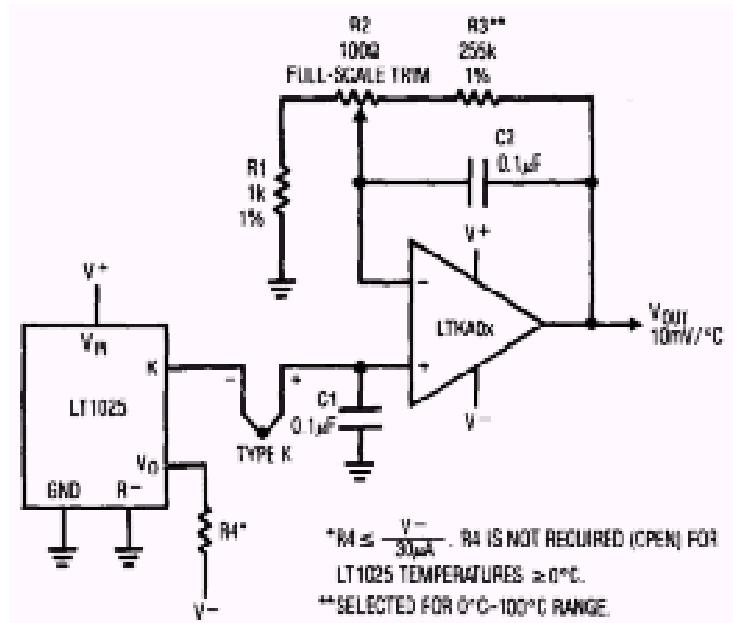


FIGURA 1
CIRCUITO DEL SINTONIZADOR DEL RECEPTOR SUPERHETERODINO EN PROYECTO

TEMA 1

FUNCION DE CADA ELEMENTO

- C_{10} : filtro para eliminar la F.I. de 465KHz derivándola a masa y dejar pasar solamente las frecuencias de audio.
- D_1 : diodo detector, rectifica la portadora de F.I. modulada por el audio, eliminando así una de las bandas laterales, ya que la información de audio - frecuencia esta contenida por igual en dos bandas a ambos lados de la F.I.
- R_6 : resistor del lazo de realimentación negativa del "Control automático de Ganancia" (C.A.G). Cuanto mayor sea el valor de este resistor, menor será la realimentación y menos sensibilidad tendrá el C.A.G. pero la ganancia de las etapas de F.I. se verá aumentada. En cambio cuanto menor sea el valor de este resistor ocurrirá todo lo contrario de lo antedicho.
- C_5 : filtro para el C.A.G., deriva a masa las audiofrecuencias, cargandose a una tensión continua que depende del valor medio de la portadora de F.I. de modo que el valor de tensión continua en el capacitor, será mayor cuanto mayor sea el nivel de la portadora (caso de emisoras fuertes) y vice-versa (caso de emisoras débiles).
- T_1, T_2, T_3 : transformadores de acoplamiento entre etapas de F.I.
- C_3, C_6, C_8 : capacitores que sintonizan por resonancia a los primarios de T_1, T_2 y T_3 , a la frecuencia de 465KHz.
- Q_2, Q_3 : transistores amplificadores de F.I.
- R_5 : resistor de polarización de Q_3 .
- C_7 : capacitor de desacoplamiento de R_5 , deriva a masa la frecuencia de 465KHz para que no pase por R ofreciendo una baja reactancia a esa frecuencia.
- R_4 : resistor de polarización de Q_2 . No necesita capacitor de desacople de F.I. porque está C_5 , que filtra las frecuencias de audio por su baja reactancia, con más razón la F.I. que es de mayor frecuencia.
- L_{03} : Bobinado de realimentación positiva para el circuito oscilador por acoplamiento magnético.
- $L_{02} - L_{01}$: Bobinado del circuito oscilador.
- L_{01} : bobinado en derivación del circuito oscilador para la inyección de la tensión oscilante (una parte) en el emisor de Q_1 .
- C_4 : capacitor de acoplamiento entre circuito oscilador y el emisor de Q_1 .

R_2 : resistor de aplicación de la tensión oscilante en emisor de Q_1

Q_1 : transistor "conversor" de F.I. . Efectúa el "batido" de la tensión oscilante inyectada en el emisor con la portadora modulada en amplitud que entra por la base. La salida se obtiene por colector. Luego actúa como un "base común" para la señal del oscilador y como un "emisor común" para la portadora modulada.

R_1 : polarización de Q_1 .

C_1 : capacitor de acoplamiento entre antena y conversor.

L_{A2} : bobinado en derivación para adaptar la antena al conversor.

L_{A1} : bobina de antena.

C_{TA} : capacitor variable de sintonía del circuito resonante de antena.

C_{TO} : capacitor variable del circuito oscilador.

Trim_A: trimmer de ajuste de sintonía
Trim_O: trimmer de ajuste del oscilador

} AJUSTE DE "ARRASTRE" ENTRE ANTENA Y OSCILADOR.

C_{TA} y C_{TO} se disponen en TANDEM para variar conjuntamente sintonía y frecuencia del oscilador.

TEMA 2

ELECCION DE D_1

Debe tener buen rendimiento de corriente para la R.F., por lo cual conviene que sea de contacto puntual. Daremos una lista de los que cumplen con dicha condición:

1AS101	}	BAJA IMPEDANCIA
0A70		
0A72	}	ALTA IMPEDANCIA
1N60		

Los de baja impedancia se utilizan en receptores transistorizados. Mientras que los de alta impedancia se utilizan en receptores valvulares.

Elegimos arbitrariamente el 0A70 entre los de baja impedancia.

La ubicación del diodo debe ser como muestra la fig. 1 y no al revés cuando se utilizan transistores tipo NPN.

TEMA 3

ELECCION DE LOS TRANSISTORES

Dado que en la etapa de audio se utilizaron transistores NPN eligiéremos los del mismo tipo en el sintonizador para evitar problemas de fuente de alimentación.

En un "manual de semiconductores de silicio" de la Texas Instruments se recomienda como "conversor" el 2A216 y como "amplificadores de F.I." al 2A217, cuyas características principales se detallan:

$$V_{CE\text{máx}} = 20V$$

$$I_{C\text{máx}} = 50mA$$

$$Pot_{\text{máx}} = 360mW.$$

$$h_{FE} = \begin{cases} \text{mín: } 140 \\ \text{máx: } 510 \end{cases} \quad \text{TÍPICA, y PARA C.A. } h_{fe} = 200$$

$$\text{medido con } V_{CE} = 5V \text{ e } I_C = 1mA \text{ con } f = 465 \text{ kHz}$$

$$V_{BE} = 0,6 \text{ volt.}$$

TEMA 4

CALCULO DEL POTENCIOMETRO DE VOLUMEN (VER FIG. 2)

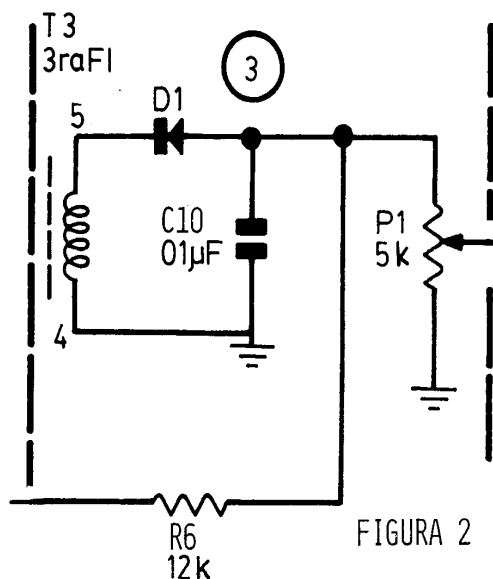


FIGURA 2

La impedancia de entrada del excitador de audio determina el valor ohmico del potenciómetro de volumen. Cuando se trata de transistores dado que la impedancia de estos difícilmente sobrepase los $5K\Omega$ en emisor común, este será el valor elegido. En circuitos de audio con válvulas dicho valor es de $1M\Omega$.

Nos queda determinar si es logarítmico o lineal, para ello recordar que toda variación que afecte a los sentidos humanos como ser el cambio de luz y sonido es "logarítmica", luego el potenciómetro del volumen será de : $5K\Omega$ LOGARITMICO.

TEMA 5

DIMENSIONAMIENTO DE R_6 (VER FIG. 2)

Dado el valor del potenciómetro de volumen, este será la impedancia de salida del detector. Para lograr una realimentación negativa satisfactoria para el C.A.G. basta que R_6 sea de aproximadamente el doble de aquel valor, en nuestro caso: $10K\Omega$ ó $12K\Omega$. Ajustable una vez armado y funcionando el receptor según lo que especifica el parágrafo "función de cada elemento" para R_6 .

TEMA 6

DIMENSIONAMIENTO DE C_{10}

Como C_5 es de baja reactancia para la C.A. que se obtiene del detector, es como si R_5 estuviese "a masa" para la C.A., y entonces se encontraría en paralelo con el potenciómetro de volumen de $5K\Omega$, formando una resistencia total:

$$R_p = \frac{R_5 \times P_1}{R_5 + P_1} = \frac{10K \times 5K}{10K + 5K}$$

$$R_p = 3K3$$

Que a su vez está en paralelo con C_{10} , filtro de la F.I. en el detector.

Como la frecuencia máxima que debe pasar al potenciómetro de volumen es de 5.000Hz (Audio), la constante de tiempo de C_{10} , τ_{10} debe ser tal que cumpla con la condición anterior detectando así la envolvente de la F.I. que lleva la información de audio, así debe resultar: (τ = símbolo "tau").

$$\tau_{10} = \frac{1}{2 f_{\text{máx}}} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 5.000Hz}$$

tenemos entonces que:

$$R_p C_{10} = \frac{1}{2\pi \times 5000Hz}$$

donde despejando C_{10} resulta:

$$C_{10} = \frac{1}{2\pi \cdot 5000 R_p} = \frac{1}{2 \times \pi \times 5000 \times 3300\Omega}$$

$$C_{10} = 9nF$$

normalizando será $C_{10} = 0.01\mu F$

Si el valor de C_{10} llega a ser mucho mayor que el recientemente calculado, se corre el peligro de no poder detectar la "envolvente" o bien eliminar las frecuencias de audio cercanas a 5000Hz, con lo cual el sonido resultaría "gan-goso" e ininteligible. (mala respuesta en las frecuencias más altas de audio).

TEMA 7

DIMENSIONAMIENTO DE C_5 (VER FIG. 3)

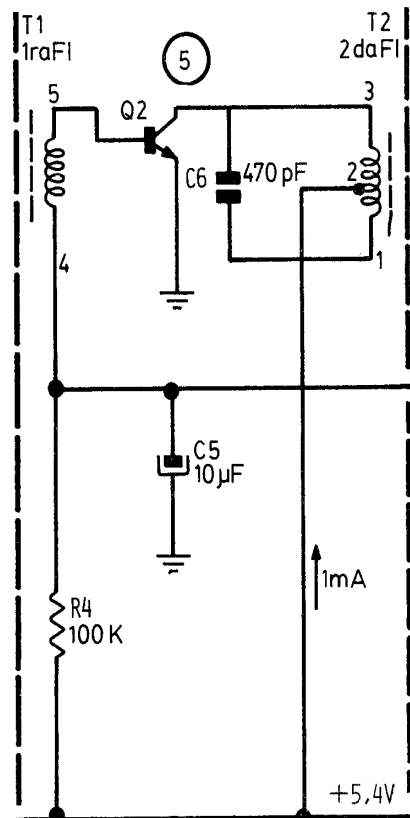


FIGURA 3

Un criterio distinto debe adoptarse en la elección del valor de C. Mientras que para C_{10} debemos cuidar de eliminar solo la frecuencia intermedia (F.I.) y rescatar las frecuencias de audio; para C_5 debemos tratar de filtrar la componente de audio también, para que nos deje solo un nivel de C.C. relacionado con la amplitud de F.I. y controlar efectivamente la ganancia de las etapas amplificadoras.

Sabiendo que la F.I. es prácticamente mil veces mayor que las frecuencias de audio, C_5 deberá ser mil veces mayor que C_{10} , entonces:

$$C_5 = 1000 \times C_{10}$$

$$C_5 = 1000 \times 0.01\mu F$$

$$C_5 = 10\mu F$$

TEMA 8

POLARIZACION DE Q_3 (VER FIG. 4)

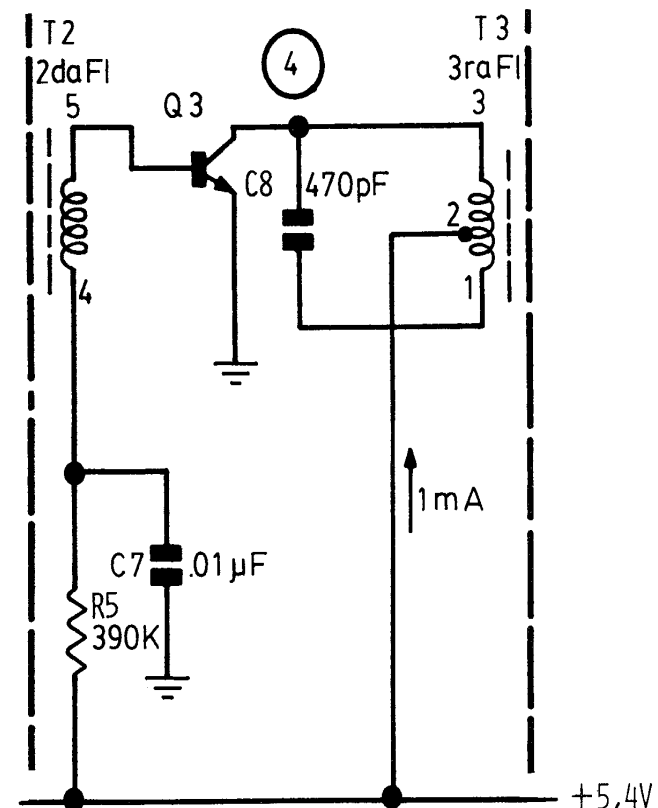


FIGURA 4

Elegimos $I_c = 2\text{mA}$, que es el más aceptable para transistores de silicio en baja señal.

Así resultaría:

$$I_B = \frac{I_c}{h_{FE_{up}}} = \frac{2\text{mA}}{200} = 0,01\text{mA}$$

Como vimos en la lección 26, la caída de tensión en R_8 nos disminuye la tensión de batería para las etapas del sintonizador a $5,4\text{V}$ ó 5 Volts . aproximadamente, de este modo la tensión en R_5 es por la ley de KIRCHHOFF

$$V_{R_5} = 5\text{ Volts} - V_{BE_3}$$

$$= 5\text{V} - 0,6\text{V} = 4,4\text{V}$$

Entonces :

$$R_5 = \frac{V_{R_5}}{I_B} = \frac{4,4\text{V}}{0,01\text{mA}} = 440\text{K}\Omega$$

normalizado

$$R_5 = 390\text{K}\Omega$$

TEMA 9

DIMENSIONAMIENTO DE C_7

Dado que las impedancias en juego en la base de Q_3 son similares a la de salida del detector, y dimensionado C_{10} para filtro de la F.I., como C_7 cumple la misma función se adopta el mismo valor. (Ver fig. 4).

$$C_7 = 0.01\mu\text{F}$$

TEMA 10

POLARIZACION DE Q_2

Este transistor a diferencia del Q_3 está afectado en su base por el "control automático de ganancia" luego es conveniente para obtener buena sensibilidad en todas las emisoras, aún con tensiones elevadas de C.A.G., que la corriente de reposo de base de Q_2 sea mayor a la normalmente elegida para Q_3 . (Ver fig. 3).

La experiencia muestra que de 2 a 4 veces mayor es satisfactoria.

Entonces el valor de la resistencia R_4 deberá ser de 2 a 4 veces menor que R_5 , luego eligiéndola 4 veces menor será:

$$R_4 = \frac{R_5}{4} = \frac{390\text{K}\Omega}{4} = 97,5\text{K}\Omega$$

normalizado

$$R_4 = 100\text{K}\Omega$$

TEMA 11

POLARIZACION DE Q_1

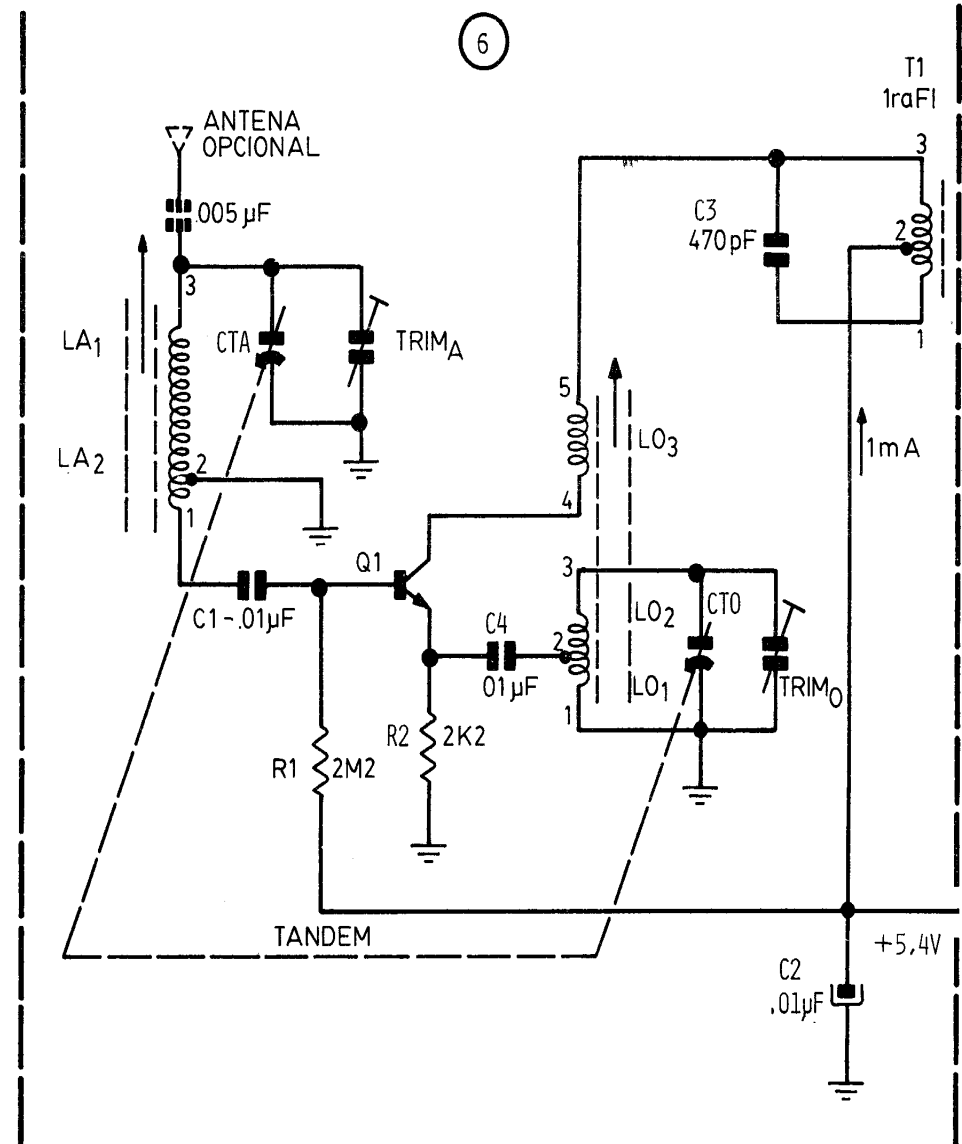


FIGURA 5

Este transistor actúa como convertidor, y para que pueda existir un buen nivel de tensión de oscilación en R_2 , es necesario que en esta resistencia haya en reposo, una tensión aproximada de 1 Volt. Para lograr una buena relación señal-ruido conviene trabajar con una corriente muy pequeña de reposo, sea esta por ejemplo la mitad del valor que marcan las especificaciones:

$$I_C = \frac{1\text{mA}}{2} = 500\mu\text{A} \text{ de este modo resulta } R_2:$$

$$R_2 = \frac{V_E}{I_C} = \frac{1\text{V}}{500\mu\text{A}} = 2\text{K} \text{ normalizado } R_2 = 2\text{K2}$$

Además con dicha I_C resulta una corriente de base de:

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{500\mu\text{A}}{200} = 2,5\mu\text{A}$$

En la resistencia R_1 habrá entonces prácticamente una caída de tensión de 5V (dado que hemos restado a la tensión de alimentación la tensión V_E)

Con estas aproximaciones, que agilizan el cálculo, (siempre que sean del orden de tolerancia de los resistores), obtenemos:

$$R_1 = \frac{V_{R_1}}{I_B} = \frac{5\text{V}}{2,5\mu\text{A}} = 2\text{M}\Omega$$

que normalizado sería:

$$R_1 = 2\text{M2}$$

Si al hacer funcionar la etapa de tensión V_E resulta ser menor, significa que la ganancia del transistor es menor y hace falta reforzar la corriente de base, entonces R_1 debe ser menor que la estipulada, pudiendo llegar a ser de 390K. Luego en caso de verificar el NO FUNCIONAMIENTO del convertidor reducir R_1

TEMA 12

DIMENSIONAMIENTO DE C_1 Y C_4

Idem C_7 , luego:

$$C_1 = C_4 = 0.01\mu\text{F}$$



TEMA 13

CAPACITORES EN TANDEM, TRANSFORMADORES DE F.I., BOBINA DE ANTENA

Dado que la construcción y diseño de los transformadores y bobinas utilizadas en R.F. requieren cierto grado de tecnología sería prácticamente imposible su construcción casera. Lo mismo ocurriría con los capacitores variables del tándem. Pero sí daremos las pautas fundamentales, que Ud. deberá conocer acerca del funcionamiento de un radioreceptor.

TEMA 14

TRANSFORMADORES DE F.I.

El primario de los tres transformadores de F.I. están sintonizados con sendos capacitores C_2 , C_4 y C_{10} . Para los transformadores obtenidos comercialmente el valor de dichas capacidades es de 470pF y resultan de aplicar la fórmula de sintonía para resonancia.

$$f_r = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{LC}} = 465\text{kHz}$$

siendo L : inductancia del primario.

C : capacidad conectada en el primario.

luego si C = 470pF resulta:

$$L = \frac{1}{4 \times \pi^2 \times f^2 \times C}$$

TEMA 15

CIRCUITO OSCILADOR Y DE ANTENA

El tandem del circuito oscilador tiene una capacidad máxima de 75pF al igual que el de antena, ahora bien, la sintonía de portadora puede ubicarse desde:

$$f_p = 550\text{kHz} \text{ } \underline{\hspace{2cm}} \text{ } 1600\text{kHz}$$

mientras que el oscilador irá respectivamente

$$f_o = 1015\text{kHz} \text{ } \underline{\hspace{2cm}} \text{ } 2065\text{kHz}$$

CON ESTOS DATOS Y LO APRENDIDO EN LAS LECCIONES 22 y 23 DE PROYECTOS Y DISEÑOS CALCULE LOS VALORES DE:

- 3) L_{A_1}
- 4) Trim A
- 5) $(L_{O_1} + L_{O_2}) = L_O$
- 6) Trim 0

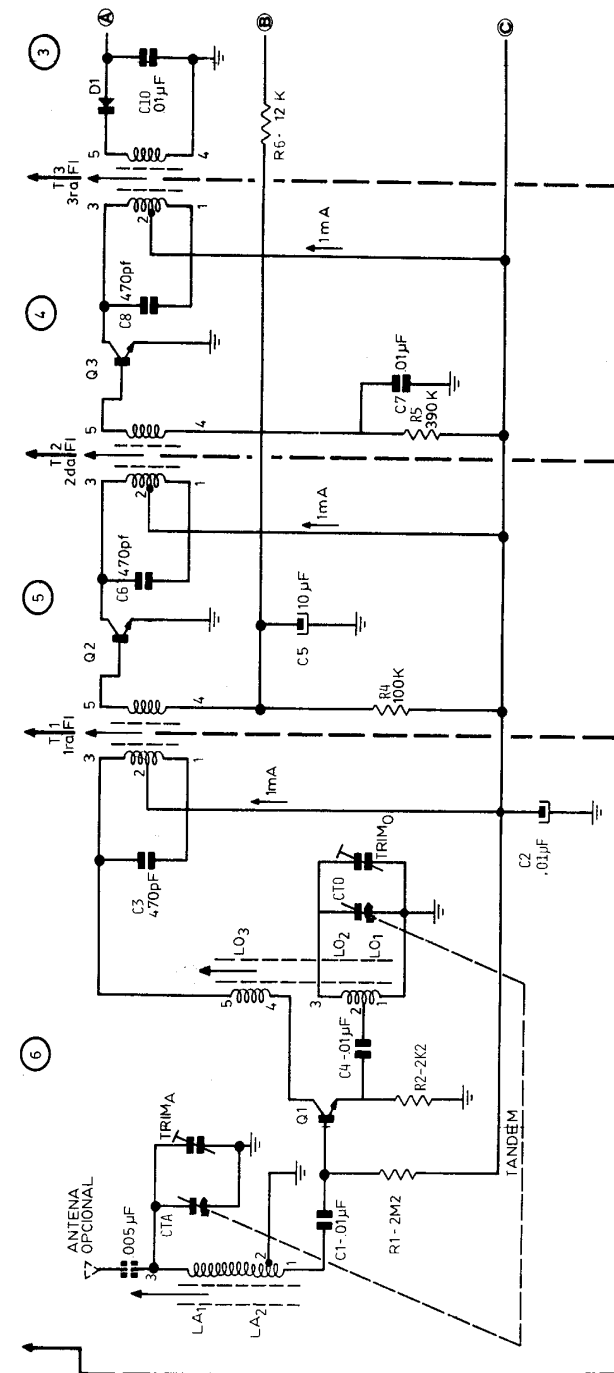
EJERCICIO DE EXAMEN

- 1) ¿Como debe conectarse el diodo D1, cuando en el circuito se emplean transistores tipo PNP?
- 2) ¿Por qué, en la figura 1, se conecta el diodo en la forma indicada?
- 3) Con la fórmula (1) del tema 14 de esta lección, encuentre el valor de L
- 4) Con los datos del tema 15 y lo aprendido en las lecciones 22 y 23 de Proyectos y diseños, calcule los valores de: a) L_{A_1} ; b) Trim A; c) $(L_{O_1} + L_{O_2}) = L_O$; d) Trim 0
- 5) Con las especificaciones dadas en la Lección 26, haga el proyecto de la etapa sintonizadora del receptor.
- 6) Dibuje todo el circuito que figura en ELECTROKIT 2001 de la circular técnica con lista de materiales y todo los demás elementos. VERSION NPN.



NOTA: PARA SU COMODIDAD,
EN LA FIGURA 6 SE REPITE
EL CIRCUITO COMPLETO DEL
RECEPTOR SUPERHETERODINO.

RECEPTOR SUPERHETERODINO SUPER H-2



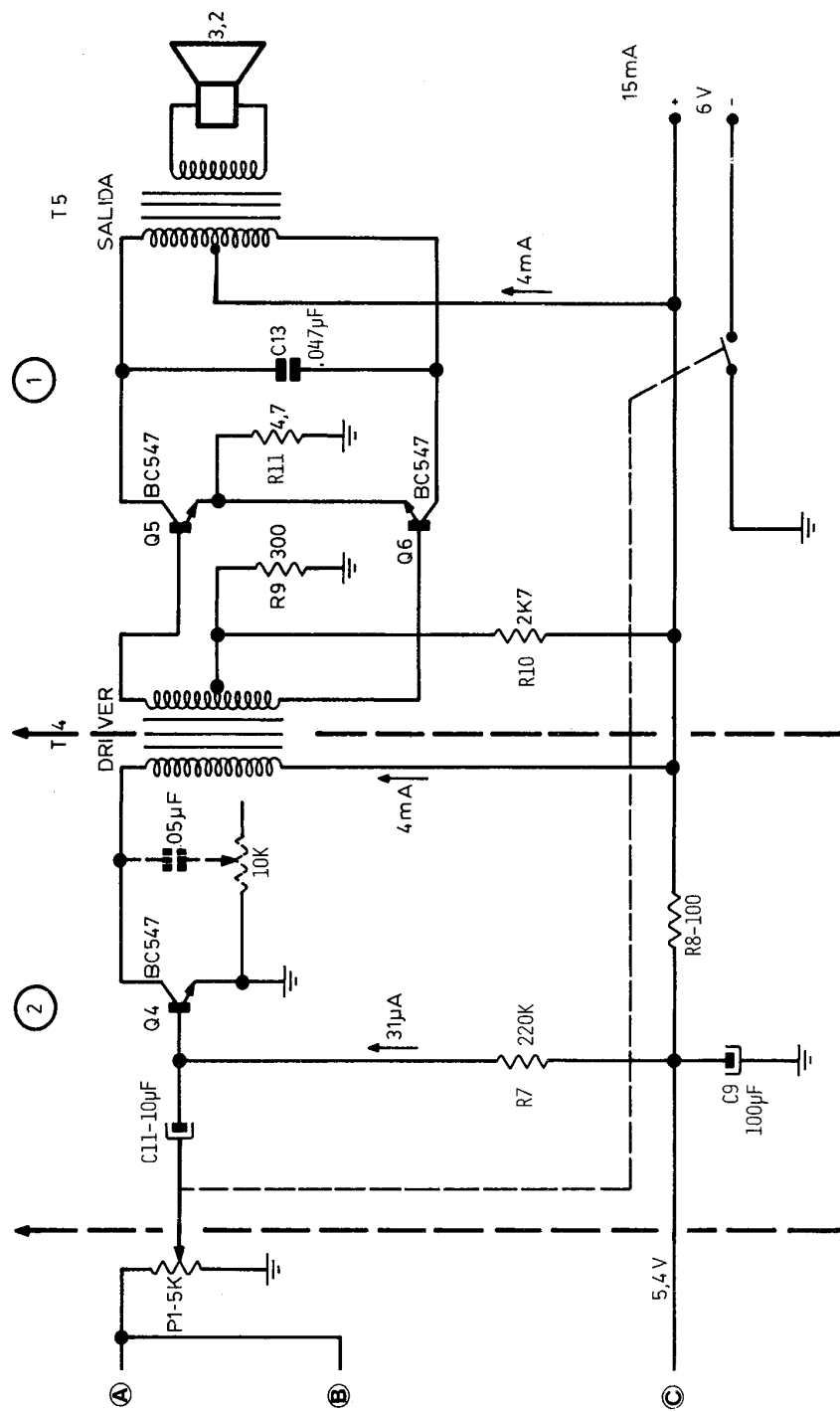


Fig. 6.- Circuito completo del receptor Superheterodino.