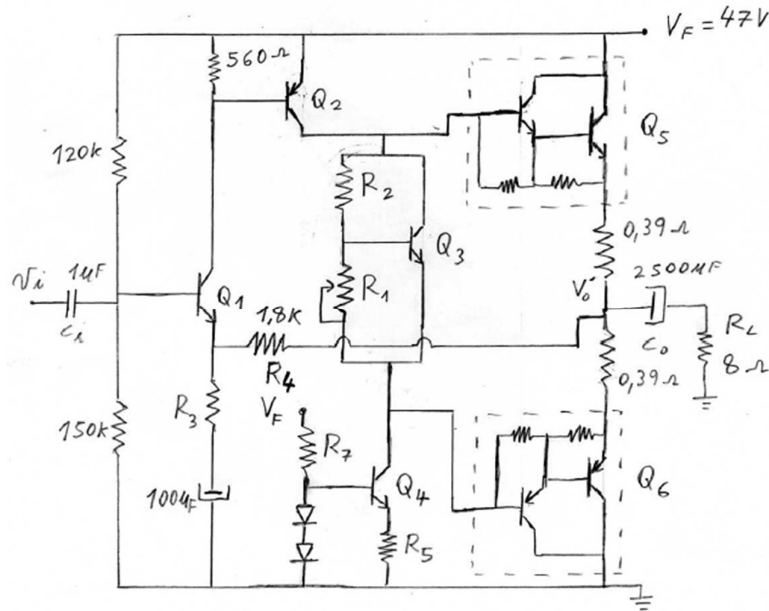


## Amplificadores de potencia - Problema resuelto



1. Analizar la configuración y verificar el punto de polarización de  $V_o$ .
2. Verificar el funcionamiento de los transistores de salida (TIP 120), adoptando  $V_{ce \min} = 4 \text{ V}$  y suponiendo máxima potencia entregada a la carga.  $T_a = 50^\circ\text{C}$ .
3. Diseñar el valor de  $R_5$  y el circuito de compensación de distorsión de cruce.
4. Verificar el funcionamiento de los transistores  $Q_2$  y  $Q_4$ .

Configuración de los transistores es la siguiente:

- $Q_1$ :
  - E.C. para  $V_i$
  - Base común para la realimentación
- $Q_2$ :
  - E.C. Ganancia de tensión y fija una fuente de corriente en el colector de  $Q_1$  (carga activa de  $Q_1$ )
- $Q_4$ :
  - Fuente de corriente – carga activa de  $Q_2$
- $Q_3$ :
  - Conformar el circuito de compensación de distorsión de cruce.
- $Q_5$  y  $Q_6$ :
  - Etapa de salida (ganancia de corriente) – clase AB.

### 1) Analizar la configuración y verificar el punto de polarización de $V_o$ .

#### Análisis del funcionamiento

En presencia del semiciclo positivo de la señal de entrada aumenta la corriente de colector de  $Q_1$ . Como la corriente por la resistencia de  $560 \text{ ohms}$  es constante fijada por la tensión base emisor de  $Q_2$ , esto genera un aumento de la corriente de base de dicho transistor y por lo tanto un aumento de su corriente de colector. La diferencia entre esta corriente y la fijada por  $Q_4$  que actúa como una fuente de corriente debido a su tensión de base constante, ingresa a la base de  $Q_5$  haciéndolo conducir. En el semiciclo negativo la corriente de  $Q_2$  se reducirá, y el aporte de corriente para completar el valor de la que fija  $Q_4$  lo realizará la base de  $Q_6$  poniéndolo en conducción.

Una porción de la tensión de salida se realimenta en forma negativa a la entrada a través del divisor resistivo formado por  $R_3$  y  $R_4$  teniendo en cuenta que en señal el capacitor en serie con  $R_3$  presenta una impedancia despreciable. Teniendo en cuenta esta realimentación, si la ganancia a lazo abierto es lo suficientemente grande la ganancia del amplificador en señal resulta  $AV = 1 + R_4/R_3$ . En polarización la impedancia de dicho capacitor tiende a infinito y la realimentación es máxima, lo que estabiliza el punto de trabajo.

### Cálculo de la polarización del circuito.

Considerando al circuito sin señal de entrada, tenemos que el potencial de la base de Q1 está fijado a 26,11V por el divisor resistivo de la entrada, lo que fija el potencial del emisor de Q1 a 25,61V. Despreciando el valor de la corriente de base de Q2 frente a la corriente de colector de Q1, vemos que el valor de ésta última debe ser aproximadamente 1,07mA. Debido a la presencia del capacitor de 100 uF que impide la circulación de corriente continua por la rama de R3, la corriente de emisor de Q1 circulará por R4 fijando el valor de Vo' en 23,58V lo que es aproximadamente VF/2 como se pretendía.

### 2) Verificación del funcionamiento de los transistores de salida (TIP 120) adoptando Vce min = 4 V, suponiendo máxima potencia entregada a la carga a Ta = 50°C.

#### Verificación del funcionamiento

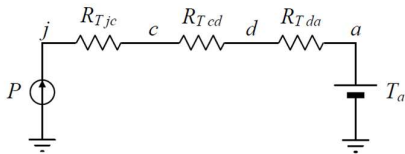
$$\widehat{V}_L = -\widehat{I}_L \cdot 0,39\Omega - V_{CEmin} + \frac{V_F}{2} = -\frac{\widehat{V}_L}{R_L} \cdot 0,39\Omega - 4V + 23,5V$$

$$\widehat{V}_L = 19,5V \quad \widehat{I}_L = \frac{\widehat{V}_L}{R_L} = \frac{19,5V}{8\Omega} = 2,32A$$

$$P_{Dmax} = \frac{V_F^2}{2\pi^2 R_L} \approx 14W \quad (7W \text{ en cada transistor})$$

Magnitud	Condición	Cumple
$\widehat{I}_L = 2,32A$	$< \frac{I_{maxTIP120}}{2} = 2,5A$	SI
$V_F = 47V$	$< \frac{BV_{CEO TIP120}}{1,2} = 50V$	SI
$P_{Dmax} \approx 7W$	$< 65W @ T_C=25^\circ C$	SI (con disipador)

#### Cálculo del disipador



$$R_{THDA} = \frac{T_j - T_a}{P} - R_{THJC} - R_{THCD} = \frac{85^\circ C - 50^\circ C}{7W} - 1,92 \frac{^\circ C}{W} - 0,5 \frac{^\circ C}{W} = 2,6 \frac{^\circ C}{W}$$

Se adopta un disipador ZD-7 de 7,5 cm de largo para cada transistor

### 3) Diseñar el valor de R5 y el circuito de compensación de distorsión de cruce.

En polarización los transistores Q5 y Q6 no entran en conducción, por lo que la corriente de colector de Q2 debe ser la misma que la de colector de Q4 (en realidad hay una pequeña corriente por Q6 ya que por allí se cierra la corriente de R4, pero el efecto en la corriente de colector de Q4 es despreciable)

R5 determina el valor de la fuente de corriente Q4. Este debe ser tal que pueda proveer las corrientes máximas de base de Q5 y Q6

$$I_{Bmax} = \frac{\widehat{I}_L}{h_{FE}} = \frac{2,32A}{1000} = 2,32mA$$

Adoptamos  $I_{CQ4}$  3 o 4 veces mayor que  $I_{Bmax}$ , en este caso  $I_{CQ4} = 10mA$

$$R_5 = \frac{V_{B4} - V_{BE}}{I_{CQ4}} = \frac{1,2V - 0,6V}{10mA} = 60\Omega$$

Adoptamos 56Ω, por lo que  $I_{CQ4} = 10,7mA$

Ahora calcularemos el circuito de distorsión de cruce

Para una corriente de reposo deseada de 30mA la tensión necesaria entre las bases resulta:

$$V_{CE_{Q3}} = 2(V_{BE_{on}} + I_C \cdot 0,39\Omega) = 2(2,5V + 30mA \cdot 0,39\Omega) = 5,02V$$

$$I_{C_{Q3}} + I_{R1,R2} = I_{C_{Q4}} = 10,7mA$$

$$\text{Adoptamos como criterio } I_{C_{Q3}} = I_{R1,R2} = 5,35mA$$

$$R_2 = \frac{V_{CE_{Q3}} - V_{BE}}{I_{R1,R2}} = \frac{5,02V - 0,6V}{5,35mA} = 826\Omega$$

Adoptamos  $R_2 = 820\Omega$ . Con este valor  $R_1 = 111\Omega$ . Esto se implementará con un preset multivuelta de  $200\Omega$  para poder ajustar la corriente de reposo.

#### 4) Verificación del funcionamiento de los transistores Q2 y Q4

En el pico máximo de la señal de salida el transistor Q2 se acerca a la saturación. El valor mínimo de  $V_{CE_{Q2}}$  se produce cuando  $V_{CE_{Q5}}$  es mínimo. Entonces,

$$V_{EC_{Q2min}} = V_{CE_{5min}} - V_{BE_{Q5max}} = 4V - 2,5V = 1,5V$$

Vemos que Q2 no está saturado.

En el caso de Q4,

$$V_{CE_{Q4min}} = V_{EC_{6min}} - V_{EB_{Q6max}} - V_{R5} = 4V - 2,5V - 0,6V = 0,9V$$

El transistor Q4 tampoco llega a la saturación.