

Transistores

- Guía 7 -

Laboratorio 3 – Departamento de Física – FCEyN – UBA
Cátedra Christian Tomás Schmiegelow 2018c2A

Fuentes de tensión y corriente

- El circuito de la figura 1 se denomina *seguidor por emisor*. El transistor tiene una ganancia $\beta = 150$ y $R_E = 100 \Omega$.
 - Describan cómo se relaciona la tensión de salida, V_{out} , con la de entrada, V_{in} , para $V_{EE} < V_{in} < V_{CC}$ ¿En qué rango de valores de V_{in} el circuito responde linealmente a la entrada?
 - Suponiendo que quieren alimentar una resistencia pequeña ($R_L < 50 \Omega$) con una señal proveniente del generador de funciones, ¿cuál sería la máxima potencia que podrían transferir a la resistencia directo desde el generador? ¿y si utiliza un seguidor por emisor con $R_E = R_L$ a la salida del generador? ¿de dónde proviene la energía que se disipa en R_L en cada caso?
 - Calculen la potencia disipada por el transistor y por la resistencia cuando $V_{in} = A \sin(\omega t)$ y se encuentra dentro del rango lineal. ¿Cuánto es el consumo cuando la entrada es nula $A = 0$ (*quiescent current*)?
- En la figura 2 se muestra una fuente de corriente *programable* mediante la tensión de entrada V_{in} . El circuito se alimenta con una tensión $V_+ = 5 \text{ V}$, el transistor posee $\beta = 150$ y $R_E = 100 \Omega$.
 - Determinar la corriente de salida ideal I_{out} (cuando la resistencia de carga $R_L \ll R_E$), en función de V_{in} .
 - Elegir un valor de corriente utilizando el resultado anterior y analizar cómo varía I_{out} en función del valor de R_L .
 - Si se quisiera construir un divisor de tensión resistivo entre V_+ y tierra para fijar el valor de V_{in} ¿qué condición deberían cumplir las resistencias para que la corriente de base no altere el funcionamiento del divisor?

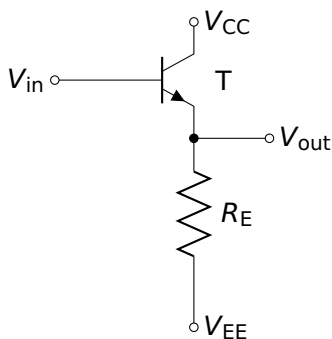


Figura 1: Circuito seguidor de tensión.

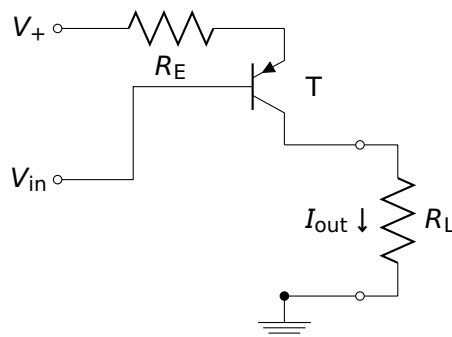


Figura 2: Fuente programable de corriente.

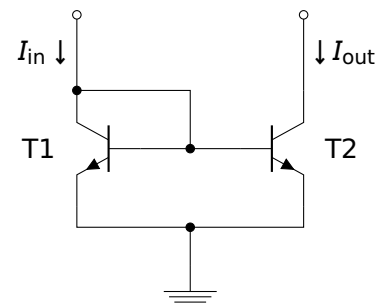


Figura 3: Circuito espejo de corriente.

3. Determinen las impedancias de salida de ambos circuitos estudiados anteriormente (figuras 1 y 2). Discutan estos valores teniendo en cuenta las impedancias de salida de fuentes de tensión y de corriente, reales e ideales.
4. Los circuitos estudiados anteriormente (figuras 1 y 2) pueden construirse utilizando los transistores complementarios (PNP en vez de NPN y viceversa), introduciendo algunas modificaciones. Dibujen las versiones complementarias y analicen en qué difiere su funcionamiento con respecto a la implementación original.
5. *EXTRA*: El circuito de la figura 3 se denomina *espejo de corriente*, dado que su función es limitar la corriente de salida, I_{out} , al mismo valor que la corriente de entrada, I_{in} . Intenten explicar “con los dedos” cómo funciona y piensen en qué situaciones puede resultar útil un circuito como este. Describan dicha situación en términos de las impedancias de la fuente y la carga, y cuál sería el efecto de no utilizar el circuito.

Amplificadores lineales

6. En la figura 4 se muestran dos versiones simples de amplificador tipo *emisor común*. Suponiendo que conocen la ganancia β y que la resistencia dinámica de la juntura base-emisor es despreciable, para ambas versiones
 - a) determinen en qué rango de tensiones de entrada funcionan como amplificador y cuál es el rango de tensiones de salida correspondiente;
 - b) hallen la ganancia de cada amplificador, dV_{out}/dV_{in} . ¿Cómo debe ser la relación R_1/R'_1 para que ambos tengan la misma ganancia?
 - c) Averigüen cuán variable puede ser β (por efecto de la temperatura, al reemplazar un transistor por otro del *mismo modelo*, etc.) y discutan el impacto que tiene sobre la reproducibilidad del circuito en cada caso. Luego analicen la diferencia entre los dos circuitos en términos de realimentación.
7. En la figura 5 se muestra un amplificador de tipo *emisor común* para pequeñas señales.
 - a) Identifiquen la función que cumplen el divisor resistivo formado por R_3 y R_4 , y cada uno de los capacitores.
 - b) Determinen las impedancias de entrada y salida, y la ganancia del amplificador para frecuencias típicas de audio (100 Hz–20 kHz).

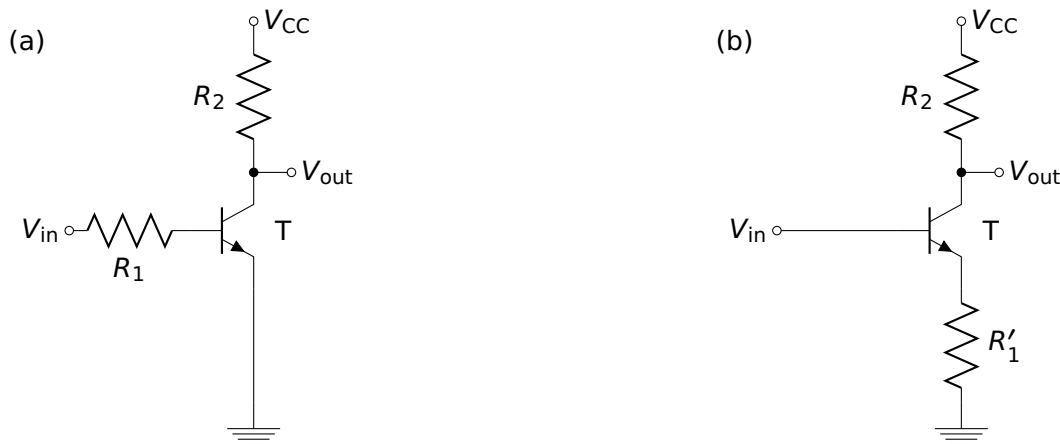


Figura 4: Dos formas básicas del amplificador emisor común.

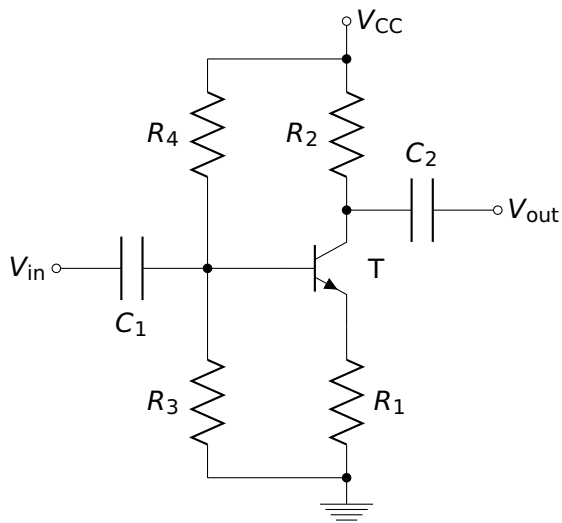


Figura 5: Amplificador emisor común para pequeñas señales. La tensión de alimentación es $V_{CC} = 5 \text{ V}$ y el modelo de transistor, BC548B. Los valores de los demás componentes son: $R_1 = 150 \ \Omega$, $R_2 = 750 \ \Omega$, $R_3 = 6,2 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 24 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 1 \ \mu\text{F}$ y $C_2 = 220 \ \mu\text{F}$.

Circuitos lógicos

8. La familia de circuitos digitales TTL (transistor-transistor logic) codifica cada símbolo binario utilizando dos niveles de tensión: *bajo* (idealmente 0 V, aceptable hasta 0,8 V) corresponde al valor 0 y *alto* (idealmente 5 V, aceptable hasta 2 V). En la figura 6 se muestran tres circuitos que realizan la operaciones lógicas elementales: negación (*NOT*, fig. 6.a), producto (*AND*, fig. 6.b) y suma (*OR*, fig. 6.c). Para cada una de estos circuitos, asumiendo que las entradas solo pueden tomar valores bajos o altos conformes al estándar TTL,
 - a) construyan una tabla con la tensión de salida esperada para cada combinación de las entradas e identifiquen cada una como nivel bajo o alto (tabla de verdad);
 - b) asignen valores a las resistencias para garantizar: (i) que los niveles de salida se encuentren en el rango adecuado en cada caso, (ii) que la impedancia de salida no supere los $500 \ \Omega$ y (iii) que la corriente de entrada sea $< 1,5 \text{ mA}$.

9. Se quiere controlar el encendido/apagado de un motor de corriente continua a partir de una señal lógica TTL, utilizando un transistor como llave. El motor requiere una tensión nominal de 12 V y consume 500 mA.
 - a) Diseñen el circuito especificando el transistor y las resistencias necesarias.
 - b) Averigüen cómo se debe proteger al transistor cuando este controla una carga inductiva, como es el caso de un motor y modifiquen el circuito correspondientemente.

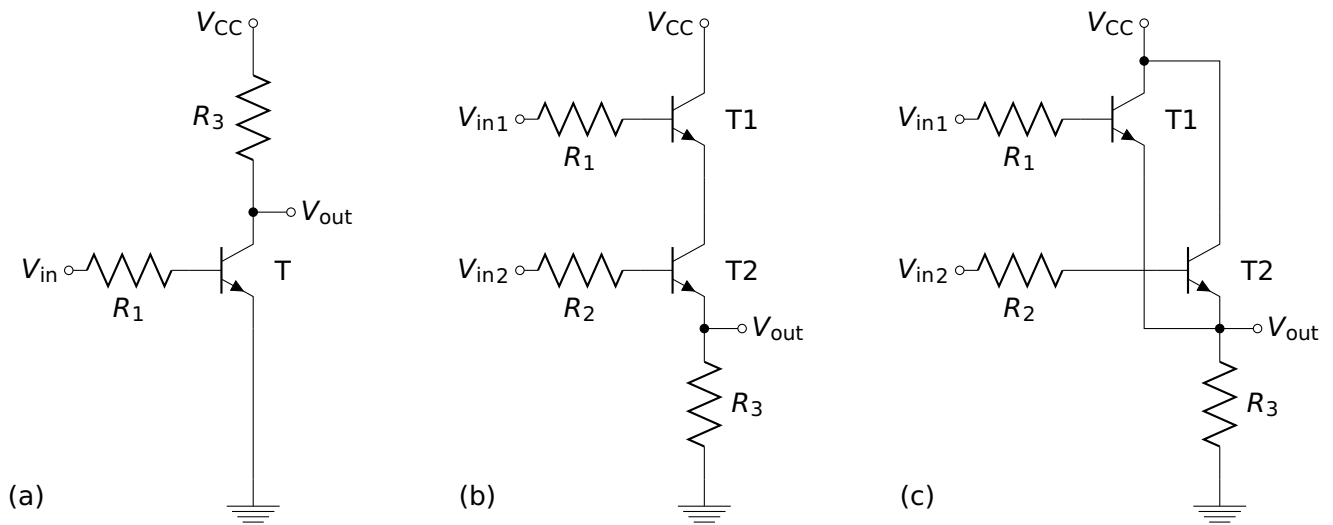


Figura 6: Compuertas lógicas NOT (a), AND (b) y OR (c).

Osciladores

10. El circuito de la figura 7 es un *oscilador de relajación*, también llamado *multivibrador astable*. Este tipo de osciladores se basa en mantener a los transistores operando alternadamente en las regiones de corte y saturación.

- ¿En qué sentido circulan las corrientes por cada capacitor cuando T1 está en saturación y T2 en corte (y viceversa)? ¿Cuál es la tensión de salida V_{out} en cada caso?
- ¿Cómo deben ser las tensiones en las bases de cada transistor para que permanezcan en corte y saturación, respectivamente? ¿En qué momento cambia de estado la salida?
- ¿Qué componentes del circuito determinan los tiempos característicos? ¿Cuánto vale el período? ¿Y el ciclo de trabajo?

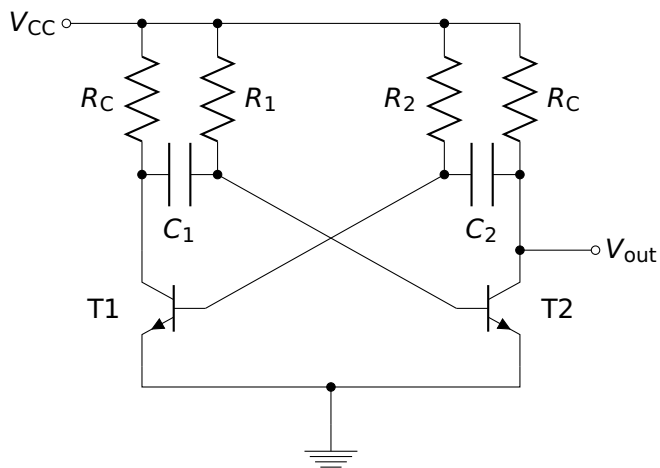


Figura 7: Oscilador de relajación. Ambos transistores son idénticos, con $\beta \sim 10^2$. Las resistencias son $R_1 = R_2 \gg R_C$ y los capacitores, $C_1 = C_2$.