

Trabajo Práctico N° 1

Configuración Darlington

Electrónica I - 2019

Grupo 2:

Francois, Matías
Maselli, Carlos
Müller, Malena
Trozzo, Nicolás

Profesores:

Alcocer, Fernando
Oreglia, Eduardo Victor
Gardella, Pablo Jesús

24 de septiembre de 2019

ÍNDICE

1	Introducción	3
2	Análisis teórico del circuito	4
2.1	Polarización	4
2.2	Modelo incremental	5
2.3	Circuito incremental	5
3	Diseño del circuito	6
4	Mediciones y resultados obtenidos	7
5	Conclusión	8

1. INTRODUCCIÓN

La configuración "Darlington", también conocida como "par Darlington", consiste en dos transistores conectados como se observa en la figura 1.1, con el fin de obtener una mayor ganancia de corriente respecto a la obtenida al emplear un único transistor. En este trabajo se analiza el comportamiento del circuito 1.2 para comprender la utilidad del par Darlington.

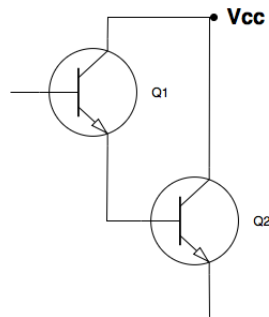


Figura 1.1: Configuración Darlington.

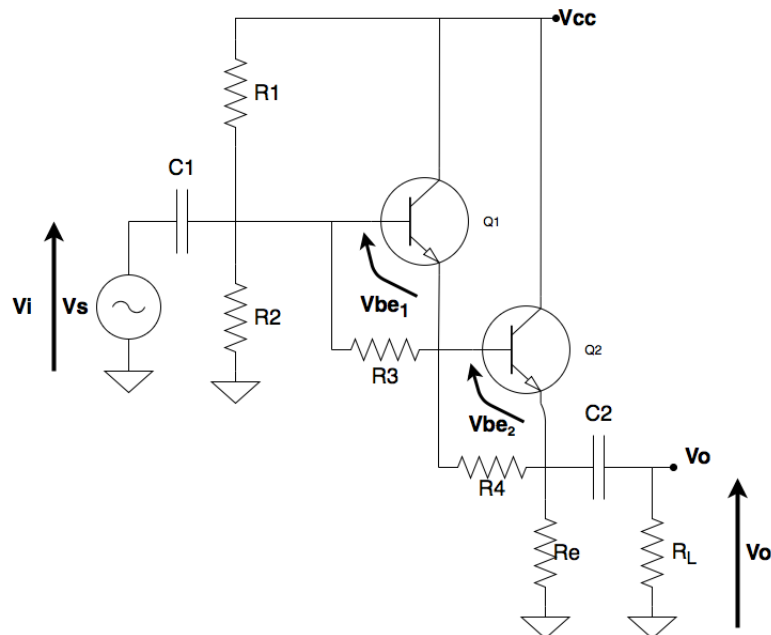


Figura 1.2: Circuito de estudio en este trabajo, implementando un par Darlington.

2. ANÁLISIS TEÓRICO DEL CIRCUITO

A continuación se muestra una imagen del modelo del circuito considerando que los capacitores representan circuitos abiertos, ya que en este caso se trabaja con la señal continua, el mismo se esquematiza con el cálculo del equivalente de thevenin ya realizado entre el nodo de base y tierra.

2.1. POLARIZACIÓN

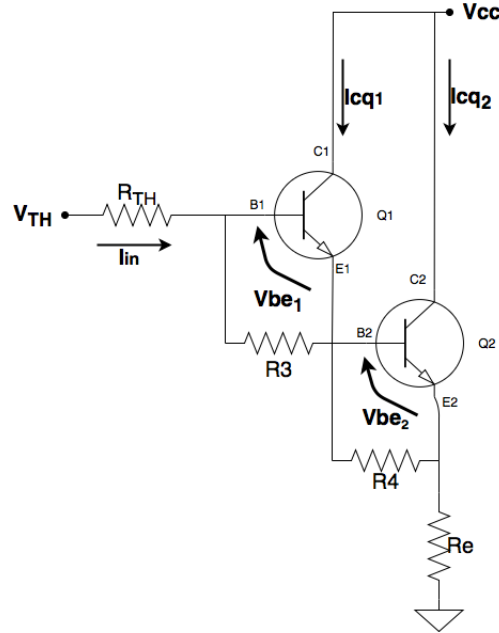


Figura 2.1: Circuito equivalente para el análisis de polarización.

Si se realiza el modelo equivalente de thevenin para los nodos de base y tierra.

$$\begin{cases} V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \\ R_{TH} = R_1 // R_2 \end{cases}$$

A continuación se muestran las ecuaciones correspondientes al análisis de la malla de entrada, el transistor 2, el transistor 1 y el nodo conectado a la base del 2do transistor

$$\begin{cases} ME) V_{th} - I_{B1} R_{th} - V_{BEon1} - V_{BEon2} - R_e(I_{E2} + I_{R4}) = 0 \\ Q_2) I_{E2} = I_{B2}(\beta_2 + 1) \\ Q_1) I_{E1} = I_{B1}(\beta_1 + 1) \\ Nodo) I_{B2} = I_{E1} - \frac{V_{BEon2}}{R_4} \end{cases}$$

Con ellas ecuaciones, resolviendo podremos llegar a las siguientes expresiones para las corrientes de colector de ambos transistores.

$$\begin{cases} I_{cq1} = \frac{V_{th} - V_{BEon1} - V_{BEon2} \left(1 - \frac{R_e \beta_2}{R_4}\right)}{\frac{R_{th}}{\beta_1} + R_e \beta_2} \\ I_{cq2} = V_{th} \frac{1}{\frac{R_{th}}{\beta_1 \beta_2} + R_e \frac{\beta_2 + 1}{\beta_2}} - V_{BEon1} \frac{1}{\frac{R_{th}}{\beta_2} + R_e \beta_1} - V_{BEon2} \left(\frac{\beta_2}{R_4} + \frac{\left(1 - \frac{R_e \beta_2}{R_4}\right) \cdot (\beta_1 + 1)}{\frac{R_{th}}{\beta_2} + R_e \beta_1} \right) \end{cases}$$

Así recorriendo la malla de salida podremos ver que obtenemos las siguientes ecuaciones.

$$\begin{cases} V_{CEQ1} = V_{CC} - V_{BEon2} \left(1 + \frac{R_e}{R_4}\right) - R_e I_{CQ2} \\ V_{CEQ2} = V_{CC} - V_{BEon2} \frac{R_e}{R_4} - R_e I_{CQ2} \end{cases}$$

2.2. MODELO INCREMENTAL

Tenemos que para cada transistor los estimadores tomados son los que se detallan a continuación.

$$\begin{cases} \hat{r}_e = \frac{V_T}{I_{CQ}} \\ \hat{h}_{ie} = (\beta_i + 1) R_{e_i} \\ \hat{g}_m = \frac{1}{R_E} \end{cases} \quad (2.1)$$

De esta forma, para el transistor Q1 se emplean las ecuaciones 2.5 reemplazando i por 1, mientras que para el transistor Q2 se reemplaza i por 2. Así se obtienen los siguientes valores:

Estimadores	Q1	Q2
\hat{g}_m		
\hat{h}_{ie}		
\hat{r}_{ce}		

COMPLE
TABLA d
estimado
res

Tabla 2.1: Estimadores correspondientes al modelo incremental, para los transistores Q1 y Q2.

2.3. CIRCUITO INCREMENTAL

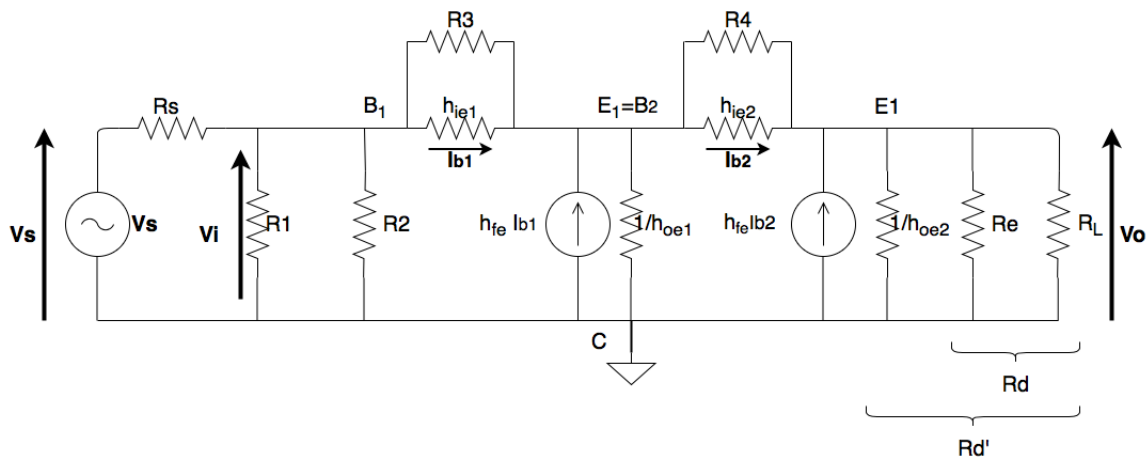


Figura 2.2: Circuito equivalente para el análisis del circuito incremental.

A continuación se muestran las ecuaciones que rigen las reducciones del circuito para facilitar su análisis, las mismas incluyen paralelos de resistencias y pasaje a nivel de corriente.

$$\begin{cases} hfe_2^* = hfe_2 \frac{R_4}{R_4 + hie_2} \\ hie_2^* = hie_2 // R_4 \\ R_d = R_e // R_2 \end{cases}$$

De esta manera las expresiones para las impedancias que se ven a la entrada del primer transistor, del amplificador y del sistema se muestran a continuación.

$$\begin{cases} R_i = hie_1 + (hfe_1 + 1)hie_2^* + (hfe_2^* + 1)(hfe_1 + 1)R_d \\ R_{ia} = R_i // R_{th} \\ R_{is} = R_s + R_{ia} \end{cases}$$

A continuación se muestran dos expresiones halladas que servirán de base para luego facilitar el cálculo de la ganancia del sistema.

$$\begin{cases} \frac{V_o}{ib_2} = R_d(hfe_2^* + 1) \\ \frac{V_i}{V_s} = \frac{R_{ia}}{R_{ia} + R_s} \end{cases}$$

Así la ecuación de la ganancia en tensión del sistema se puede expresar de la siguiente forma.

$$\Delta_{vs} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{ib_2} \cdot \frac{ib_2}{ib_1} \cdot \frac{ib_1}{V_i} \cdot \frac{V_i}{V_s} = R_d(hfe_2^* + 1)(hfe_1 + 1) \frac{1}{R_i} \frac{R_{ia}}{R_{ia} + R_s} \quad (2.2)$$

La ganancia de corriente la podremos expresar como

$$\Delta_i = \frac{I_{Rd}}{ib_1} = (hfe_2^* + 1)(hfe_1 + 1) \quad (2.3)$$

$$\Delta_{is} = \frac{I_{Rd}}{I_{Rs}} \cdot \frac{I_{b1}}{I_{Rs}} = \Delta_i \frac{R_{th}}{R_{th} + R_i} \quad (2.4)$$

$$\Delta'_{is} = \frac{I_{Rl}}{I_{Rs}} = \frac{I_{Rl}}{I_{Rd}} \cdot \frac{I_{Rd}}{I_{Rs}} = \frac{R_e}{R_e + R_2} \Delta_{is} \quad (2.5)$$

Donde Δ_i es la ganancia de corriente, Δ_{is} es la ganancia de corriente del sistema y Δ'_{is} es la ganancia de corriente del sistema sobre la carga.

3. DISEÑO DEL CIRCUITO

4. MEDICIONES Y RESULTADOS OBTENIDOS

5. CONCLUSIÓN