

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica

Prelaboratorio N^o 5: Realimentación

Emerson Warhman
C.I. 25.795.480
5 de enero de 2025

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Analizar el efecto de la Realimentación en el comportamiento de un amplificador.

1.2. Objetivos Específicos

1. Reconocer que la Realimentación negativa reduce la ganancia y a cambio ofrece:
 - Mayor independencia del valor de la ganancia del amplificador base.
 - Disminución de la impedancia de salida.
 - Aumento de la impedancia de entrada.
 - Aumento del ancho de banda.
 - Mejoramiento de la linealidad del amplificador.

2. Cálculos

1. Realimente negativamente el amplificador base a través de la entrada diferencial adecuada. Mediante un divisor de tensión R_f y R_s .

2. Para el amplificador Realimentado, determine: Puntos de operación de los elementos activos, el modelo dinámico del amplificador y su respuesta en frecuencia, utilizando la entrada libre del diferencial como entrada.

Para realizar los cálculos es necesario conocer los parámetros del amplificador base, los cuales ya fueron determinados en las prácticas anteriores y son los siguientes:

Transistor	I_b [μA]	I_c [μA]	V_{CE} [V]
Q_1	2,65	620,00	7,79
Q_2	2,65	620,00	7,79
Q_3	10,03	2370,00	2,27
Q_4	1,31	302,36	1,24
Q_5	1,52	350,00	9,99
Q_6	2,33	350,00	9,99

Cuadro 1: Puntos de operación del amplificador base

La figura 1 muestra el modelo dinámico del amplificador base. Cuyos parámetros son los mostrados en la tabla 2.

Parámetro	Valor
Z_d	43,99 [$k\Omega$]
Z_o	12,13 [Ω]
A_b	300
f_L	69,61 [Hz]
f_H	11,00 [kHz]

Cuadro 2: Valores de los parámetros dinámicos del amplificador Realimentado

Ahora calculamos los parámetros del amplificador realimentado negativamente.

para la impedancia de entrada Z_i tenemos:

$$Z_i = R_s = 3,3k\Omega$$

Y la impedancia de salida viene dada por la expresión:

$$Z_o = \frac{R_o}{A/(1 + \frac{R_f}{R_s})}$$

Por lo tanto el valor de Z_o es:

$$Z_o = 0,137\Omega$$

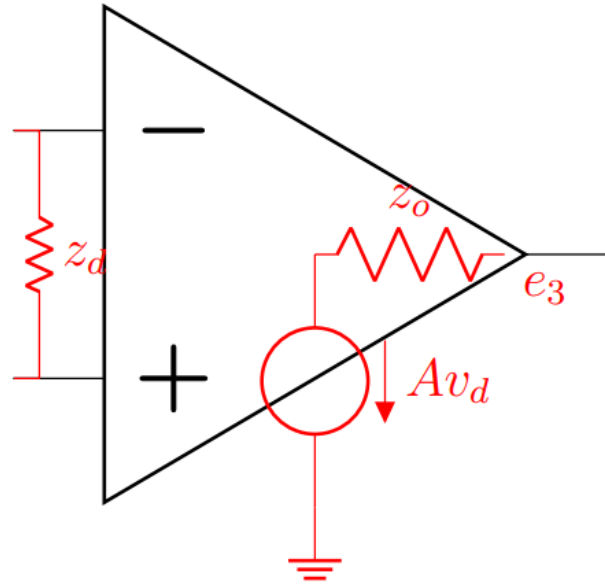


Figura 1: Modelo dinámico del amplificador base

El valor de la ganancia de la realimentación negativa es:

$$A_{fb} = -\frac{R_f}{R_s} = -\frac{11k\Omega}{3,3k\Omega} = -3,33$$

Y debido a que $A \Rightarrow \infty$ en el amplificador base, el valor de la ganancia de la realimentación negativa es:

$$A = -\frac{1}{\beta}$$

despejando β de la expresión anterior, tenemos:

$$\beta = -\frac{1}{A} = -\frac{1}{-3,33} = 0,333$$

Para encontrar las frecuencias de corte inferior utilizamos la expresión:

$$f_{Lf} = \frac{f_{Lb}}{1 + A_b}$$

entonces:

$$f_{Lf} = \frac{69,61Hz}{1 + 49,54} = 1,37Hz$$

Para hallar la frecuencia de corte superior utilizamos la expresión:

$$f_{Hf} = f_{Hb} \cdot (1 + A_b)$$

Por lo tanto:

$$f_{Hf} = 11kHz \cdot (1 + 49,54) = 555,94kHz$$

Ahora, para el amplificador realimentado positivamente, procedemos a calcular la ganancia:

$$A_{fb} = 1 + \frac{R_f}{R_s} = 1 + \frac{11k\Omega}{3,3k\Omega} = 4,33$$

La impedancia de entrada con realimentación positiva es:

$$Z_i = \frac{Z_d \cdot A_b}{1 + \frac{R_f}{R_s}} = \frac{43,99k\Omega \cdot 300}{1 + \frac{11k\Omega}{3,3k\Omega}} = 3,05M\Omega$$

Y la impedancia de salida con realimentación positiva es igual a la impedancia de salida de realimentación negativa:

$$Z_o = 0,137\Omega$$

3. Simulaciones

La figura 2 muestra el circuito del amplificador realimentado negativamente construido en multisim.

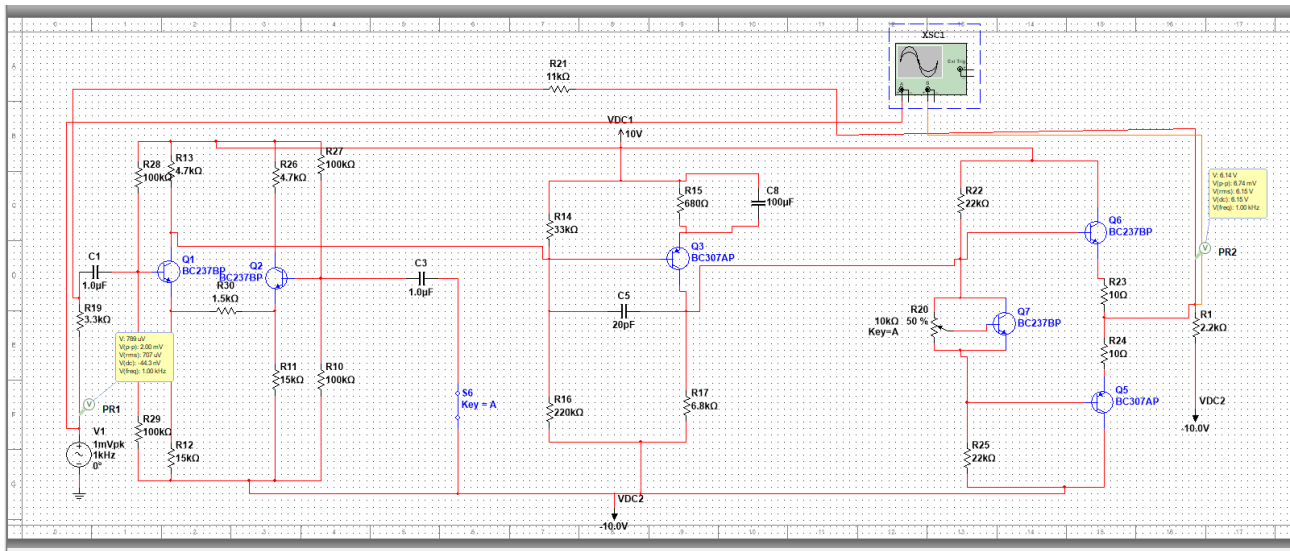


Figura 2: Circuito amplificador con realimentación negativa

En la figura 3 podemos observar una ganancia de aproximadamente 3,3 que coincide con la ganancia de los cálculos.

En la figura 4 podemos observar un aumento en el ancho de banda con realimentación negativa. Podemos observar que las frecuencias de corte coinciden con los calculados previamente.

La figura 5 muestra la construcción del circuito del amplificador realimentado positivamente.

La ganancia de este amplificador se puede observar en la figura del 6 y podemos observar que coincide con la ganancia calculada anteriormente de 4.33. Sin embargo podemos observar que despues de un tiempo la ganancia cambia y toma la forma mostrada en la figura 7.

Podemos observar la respuesta en frecuencia del amplificador realimentado positivamente en la figura 8.

La figura 9 muestra el circuito del amplificador con realimentación positiva y negativa con condensador.

La ganancia este amplificador se puede observar en la figura 10.

La respuesta en frecuencia del amplificador se puede observar en la figura 11.

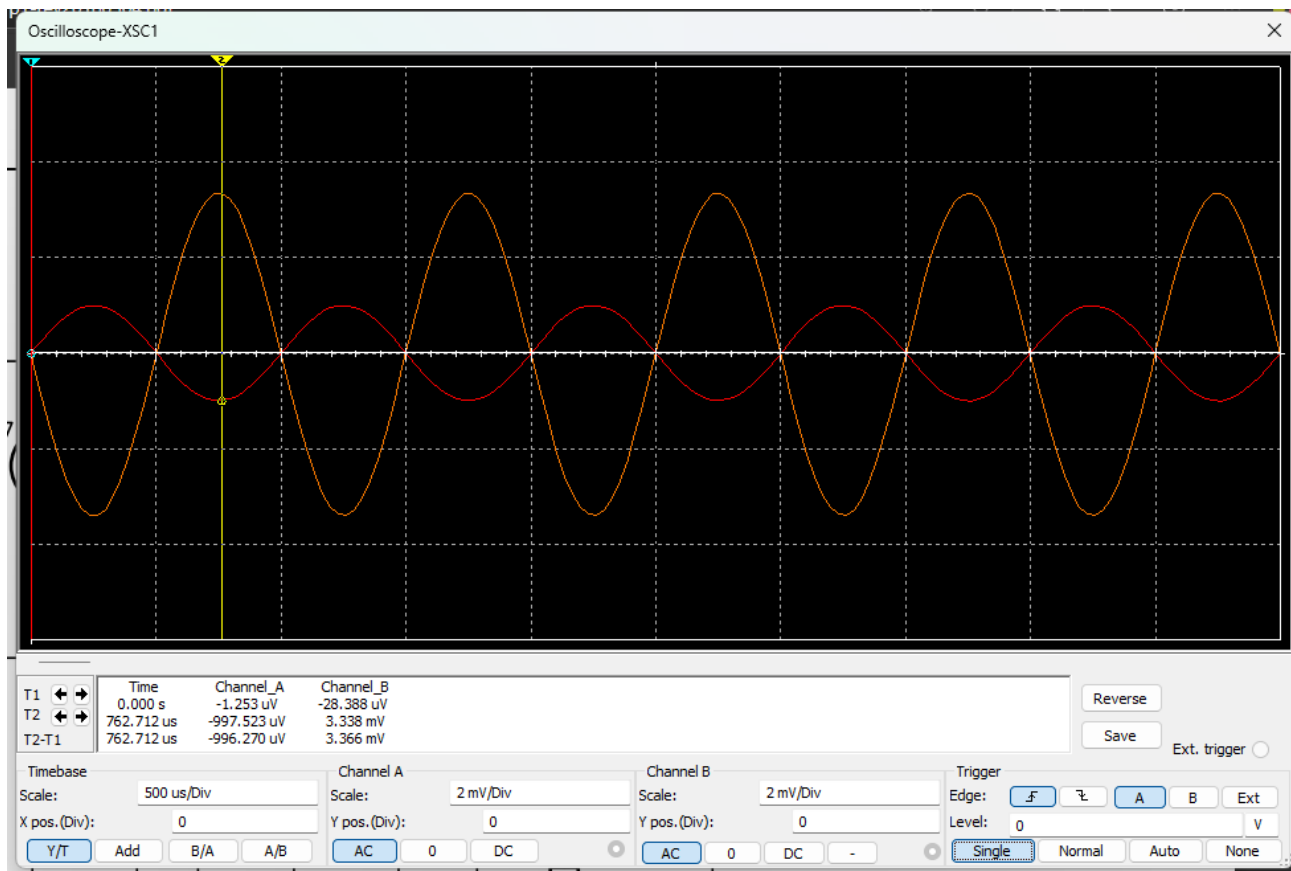


Figura 3: Ganancia de la realimentación negativa

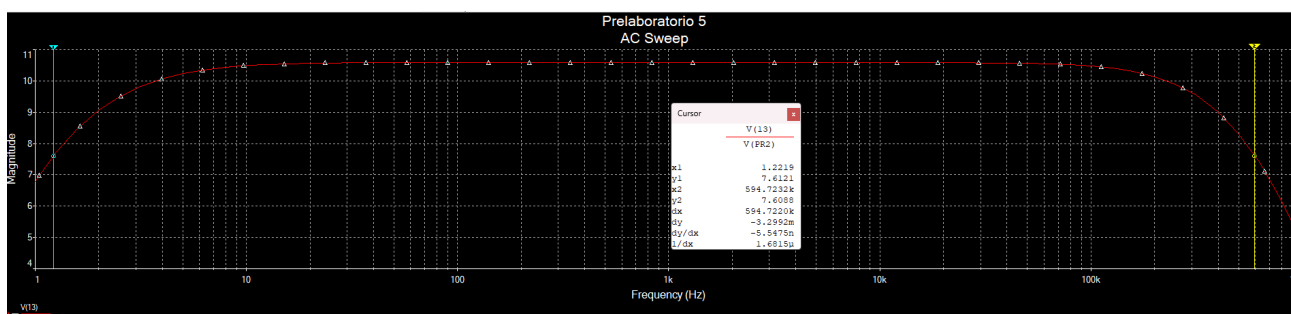


Figura 4: Respuesta en frecuencia del amplificador realimentado negativamente

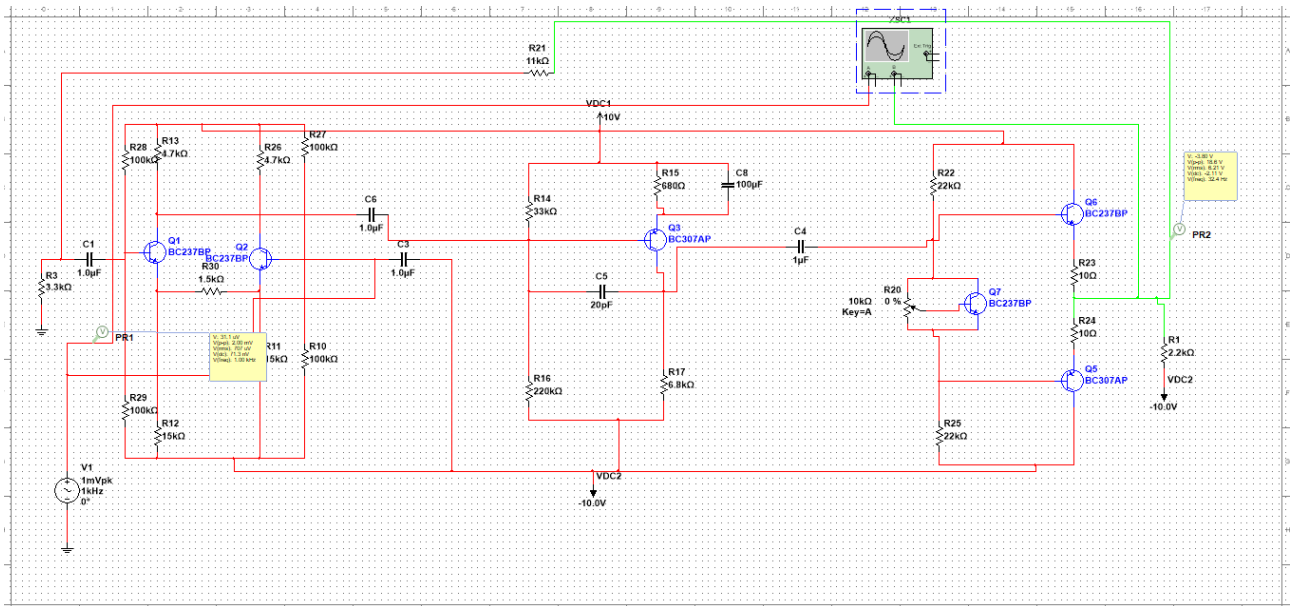


Figura 5: Circuito de realimentación positiva sin condensador

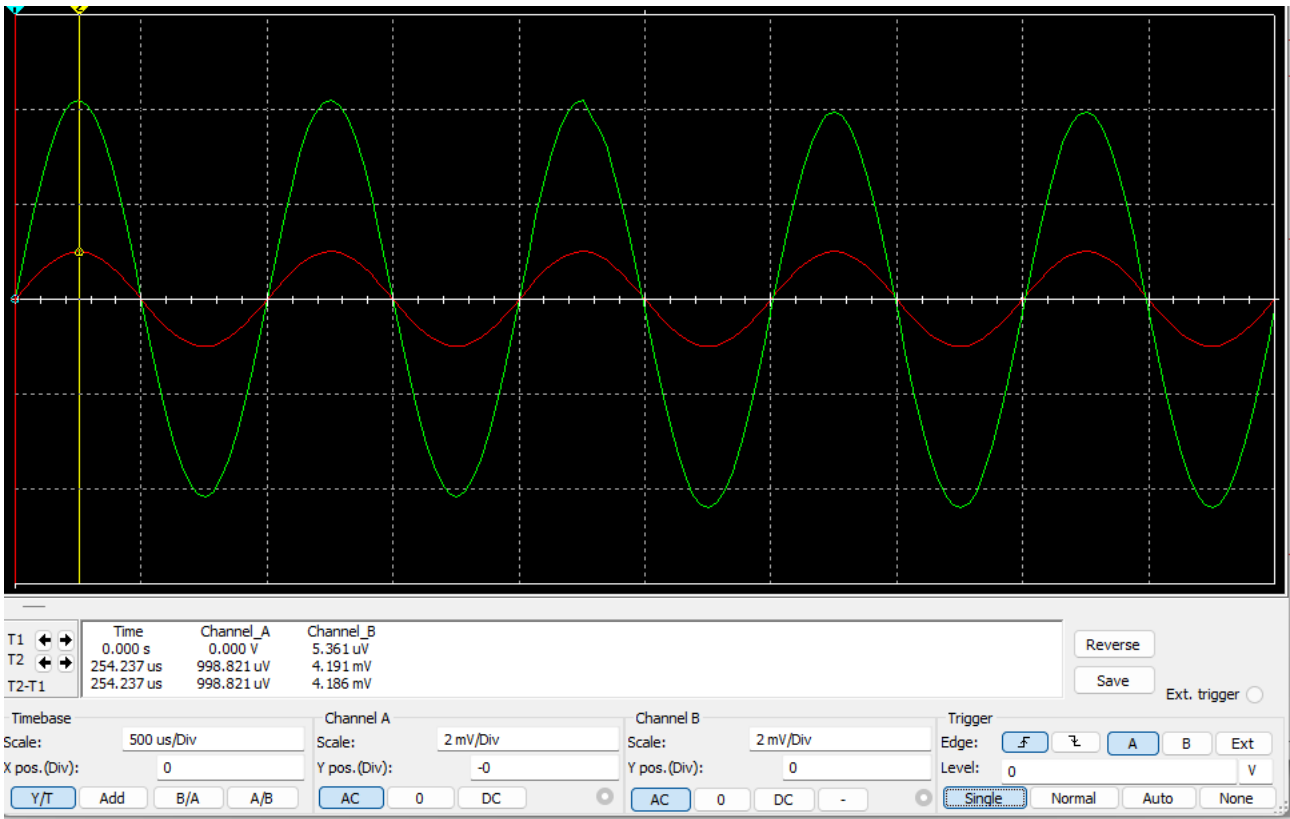


Figura 6: Ganancia del circuito de realimentación positiva sin condensador

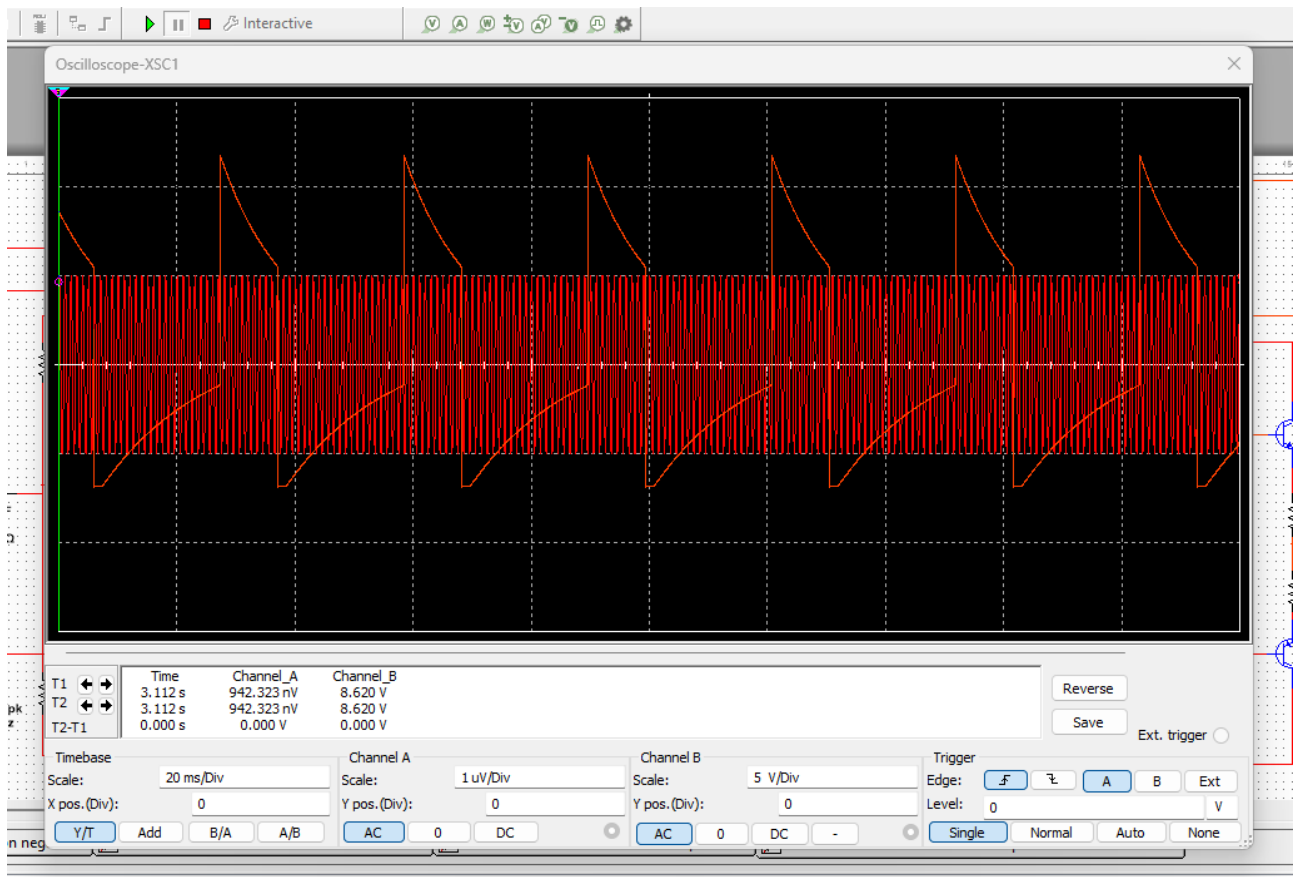


Figura 7: Ganancia del circuito de realimentación positiva sin condensador despues de unos segundos



Figura 8: Respuesta en frecuencia del amplificador con Realimentación positiva sin condensador

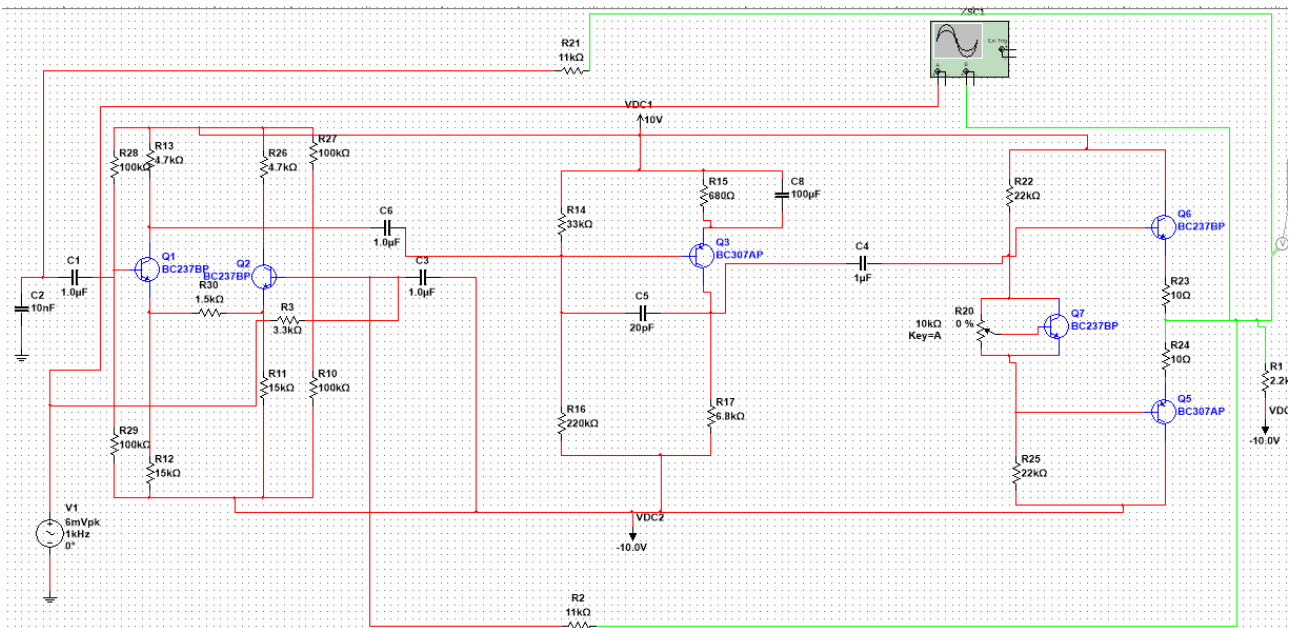


Figura 9: Circuito con realimentación positiva y negativa

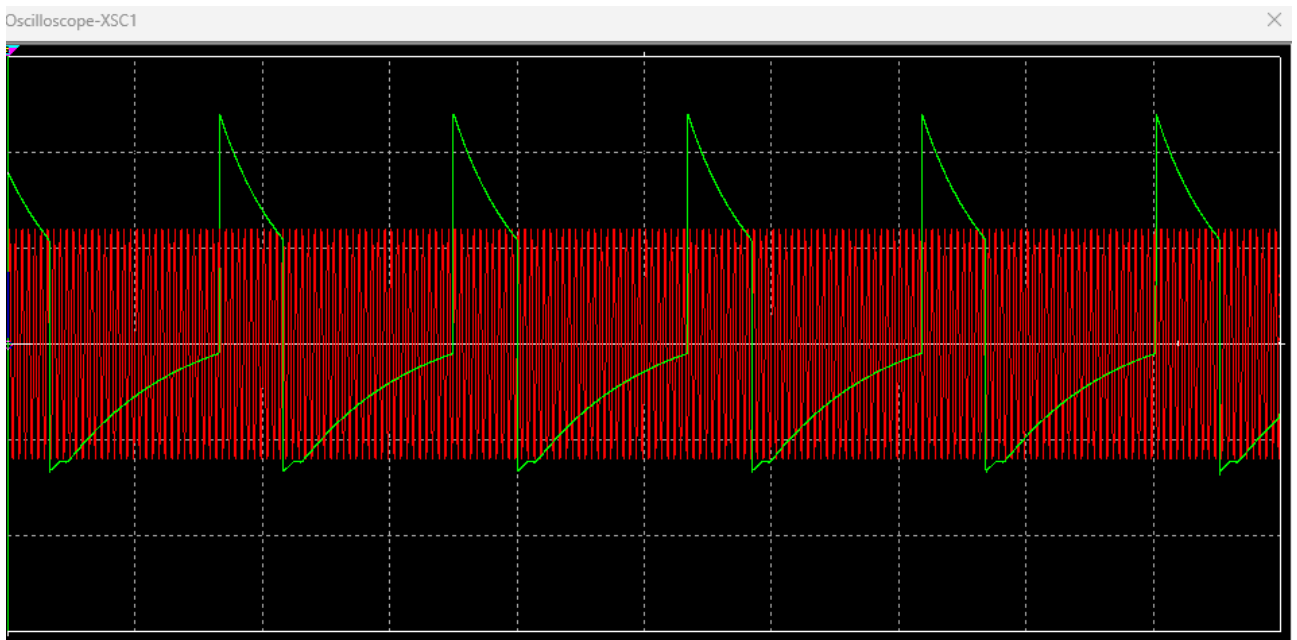


Figura 10: Ganancia con realimentación positiva y negativa

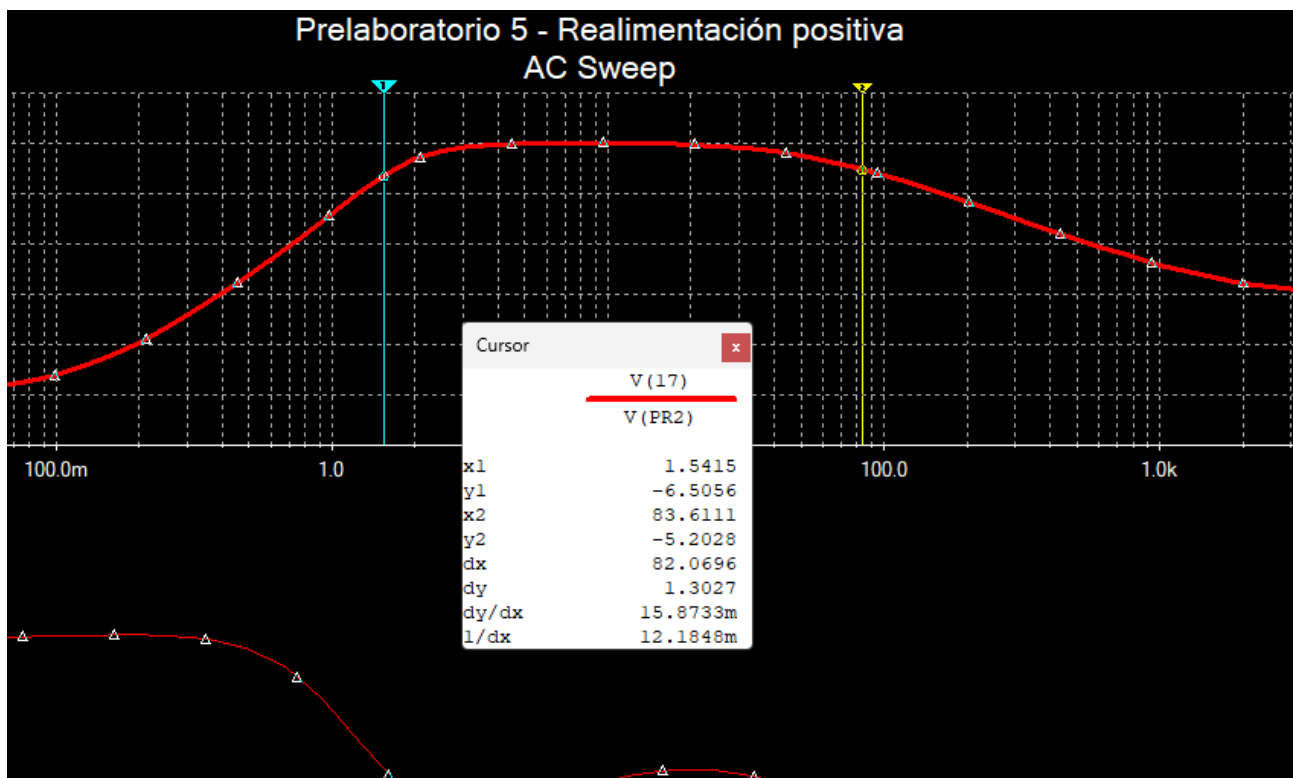


Figura 11: Circuito con realimentación positiva y negativa

4. Metodología

En la práctica de laboratorio se realizará el siguiente procedimiento:

1. Se realiza el montaje del amplificador base (sin realimentación).
2. Se tomarán las mediciones de los puntos estáticos de operación de los elementos activos sin haber conectado la fuente AC.
3. Con la fuente AC conectada, se medirá la impedancia de salida e impedancia de entrada utilizando las resistencias patrón $R_{pi} = 43k\Omega$ y $R_{po} = 10\Omega$.
4. Se medirá la ganancia a frecuencias medias midiendo el voltaje de entrada y el voltaje de salida.
5. Se medirán las frecuencias de corte calculando $\frac{A}{0,707}$ y ajustando la frecuencia del generador de ondas hasta que la medición del voltaje de salida coincida con el valor calculado tanto para bajas frecuencias como para altas frecuencias.
6. Se ajustará la polarización de la etapa de potencia para convertirla en una clase C y se tomará foto del efecto crossover en la señal de salida.
7. Se realimentará el amplificador base con una red divisor de tensión con las resistencias $R_s = 3,3k\Omega$ y $R_f = 11k\Omega$. Se observará el efecto crossover y se tomará una fotografía.
8. Para el amplificador realimentado negativamente se determinará las impedancias de entrada y de salida, la ganancia a frecuencias medias, las frecuencias de corte superior e inferior utilizando la misma metodologías que en los pasos 3 a 5.
9. Se medirá la respuesta en frecuencia tomando un muestreo variando la frecuencia del generador a valores cercanos a las frecuencias de corte y a la frecuencia de máxima amplitud.
10. Se conectará la realimentación positiva conectando además una conexión con otra resistencia $11k\Omega$ y el condensador de $10nF$ y se tomará una fotografía.