

# Bitácora De Laboratorio De Electrónica Análoga II

## **Elaborado por:**

David Ricardo Martínez Hernández Código: 261931

José Duarte Código: *xxxxxx*, Mechudo

Camilo Cadena Código: *xxxxxx*, Gomelo

## **Electrónica Análoga II**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería  
Bogotá  
2012

# Índice

<b>1. Guía 1: Amplificadores Simples con BJT</b>	<b>3</b>
1.1. Amplificador de Emisor Común	3
1.2. Amplificador Base Común	4
1.3. Amplificador Colector Común	4
1.4. Conclusiones	5
<b>2. Guía 2: Caracterización de Transistores de Efecto de Campo y Amplificadores Básicos</b>	<b>5</b>
2.1. Canal N	5
2.2. Canal P	6
2.3. Caracterización de Transistores de Efecto de Campo	6
2.3.1. Canal N	6
2.3.2. Canal P	6
2.4. Amplificador de Fuente Común	7
2.5. Amplificador de Compuerta Común	7
2.6. Amplificador de Drain Común	7
<b>3. Guía 3: Fuentes y Espejos de Corriente</b>	<b>8</b>
<b>4. Guía 4: Fuente de corriente con MOSFET y amplificador diferencial BJT</b>	<b>8</b>
4.1. Espejo de Corriente Simple con MOSFET	9
4.2. Amplificador Diferencial BJT con carga resistiva	11
4.3. Amplificador Diferencial con Cola Resistiva	11
<b>5. Guía 7: Amplificadores Operacionales</b>	<b>11</b>
5.1. Seguidor de tensión	12
5.2. Amplificador Inversor	12
5.3. Sumador	12
<b>6. Guía 5: Amplificador Mosfet con carga activa y Amplificadores Operacionales</b>	<b>12</b>
6.1. Polarización por realimentación desde el Drenador	12
6.2. Derivador	12
6.3. Integrador	13
6.4. Amplificador No Inversor	14
<b>7. Guía 6: Amplificador Mosfet diferencial con carga activa</b>	<b>14</b>

## Índice de cuadros

1. Tabla de valores tomados para las resistencias	3
2. Tabla de valores tomados para el amplificador en polarización	3
3. Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Emisor Común	3
4. Tabla de valores tomados para la configuración en pequeña señal sin el condensador de desacople	4
5. Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Base Común	4
6. Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Colector Común	4
7. Tabla de valores tomados para las resistencias	5
8. Valores de $V_t$ para los transistores de canal N	6
9. Valores de $k_n$ para los transistores de canal N para una resistencia de 0,986 k $\Omega$	6
10. Valores de $V_t$ para los transistores de canal P	6
11. Valores de $k_p$ para los transistores de canal N para una resistencia de 0,982 k $\Omega$	7

12.	Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Fuente Común . . . . .	7
13.	Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Compuerta Común . . . . .	7
14.	Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Drain Común . . . . .	8
15.	Tabla de valores tomados para las resistencias . . . . .	8
16.	Tabla de valores tomados para el espejo de corriente en polarización . . . . .	8
17.	Tabla de valores tomados para el amplificador diferencial con Carga Resistiva en polarización . . . . .	11
18.	Tabla de valores tomados para el Amplificador Diferencial con Carga Resistiva a pequeña señal . . . . .	11
19.	Tabla de valores tomados para el Amplificador Diferencial con Cola Resistiva a pequeña señal . . . . .	11
20.	Tabla de valores tomados para el Seguidor de tensión . . . . .	12

## Índice de figuras

1.	Gráfica de Resistencia en función de la corriente . . . . .	9
2.	Gráfica de Resistencia en función del voltaje . . . . .	10
3.	Gráfica de Resistencia en función del voltaje Drane-Source . . . . .	10
4.	Simulación Derivador, señal triangular . . . . .	13
5.	Simulación Derivador, señal cuadrada . . . . .	13
6.	Simulación Integrador, señal triangular . . . . .	14
7.	Simulación Integrador, señal Cuadrada . . . . .	14

# 1. Guía 1: Amplificadores Simples con BJT

Dado que la polarización del transistor se encuentra en el archivo adjunto llamado *Prinforme1.doc*, por consiguiente no se muestra que procedimiento se utilizó para caracterizar dichas configuraciones. Para cada configuración se realizó un programa en Matlab para calcular las ganancias, las impedancias tanto de entrada como de salida.

Los valores obtenidos en la práctica fueron los siguientes Cuadro 1:

Elemento	Valor Nominal	Valor Medido
$R_1$	13 K $\Omega$	13,003 K $\Omega$
$R_2$	62 K $\Omega$	61,52 K $\Omega$
$R_C$	2,2 K $\Omega$	2,225 K $\Omega$
$R_E$	0,56 K $\Omega$	0,5136 K $\Omega$

Cuadro 1: Tabla de valores tomados para las resistencias

Los valores de operación del transistor fueron los siguientes

	Voltaje Teórico	Voltaje Práctico	Error
$V_E$	1,132 V	1,375 V	21 %
$V_B$	2,08 V	2,025 V	2,64 %
$V_C$	7,5494 V	7,01 V	7,14 %
$V_{CE}$	6,4124 V	5,653 V	7,63 %

Cuadro 2: Tabla de valores tomados para el amplificador en polarización

## 1.1. Amplificador de Emisor Común

Para determinar la ganancia de esta configuración se realizó un programa llamado *emisor\_BJT.m*, este programa está diseñado para determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias, voltaje Colector-Emisor, Voltaje Early, Corriente de polarización y todos los factores que son necesarios para dicho análisis.

$V_{IN}$	$V_{OUT}$	Ganancia Práctica V/V	Error en la ganancia
8,64 mV <sub>RMS</sub>	1,02 V <sub>RMS</sub>	-118,056	1,64 %
8,94 mV <sub>RMS</sub>	1,07 V <sub>RMS</sub>	-119,687	3,04 %
9,53 mV <sub>RMS</sub>	1,13 V <sub>RMS</sub>	-118,573	2,08 %

Cuadro 3: Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Emisor Común

Para efectuar las mediciones se alimentó el circuito con una señal sinodal de 10 kHz de frecuencia de una amplitud de 20mV (el límite de pequeña señal). La medida tomada en un osciloscopio analógico presentaba un voltaje pico de 2,22 V y además presentaba un desfase de 180° correspondiente a medio periodo.

La ganancia teórica fue de -116,148 V/V. El error puede deberse a múltiples factores como la incertidumbre de los valores nominales de los componentes, variaciones en el beta del transistor, señales de distorsión debidas al generador de señales e interferencia al realizar las mediciones correspondientes.

El límite de la banda media (magnitud de  $1,13 \text{ V} \cdot 1/\sqrt{3} = 0,798 \text{ V}$ ) a una frecuencia de 375,4 Hz, por debajo de la frecuencia medida inicialmente, al subir la frecuencia no varió la magnitud de la salida con las frecuencias que daba el generador.

El siguiente paso en este laboratorio consistió en modificar la configuración eliminando el condensador de desacople presente en el emisor, dando origen a una configuración conocida como emisor degenerado. Al desconectar el condensador de desacople de 47  $\mu\text{F}$  y al aumentar la entrada se observó que la señal no se amplificaba mucho (Cuadro 4)

$V_{IN}$	$V_{OUT}$	Ganancia Práctica V/V
42,7 mV <sub>RMS</sub>	109 mV <sub>RMS</sub>	-2,55269

Cuadro 4: Tabla de valores tomados para la configuración en pequeña señal sin el condensador de desacople

La impedancia de entrada del amplificador fue de 2,39266 K $\Omega$ . La inversión de fase se debe a que al aumentar la tensión de base, disminuye la tensión de salida, al disminuir la tensión de base, aumenta la tensión de salida, además la fuente de corriente establecida por el modelo de transconductancia la fuente de corriente dependiente se encuentra en sentido opuesto a la salida de tensión, esto genera la inversión de fase.

Al desconectar el condensador de desacople de emisor sucedió una caída de tensión, esto se debe a que se perdió la configuración de amplificador de emisor común y se transformo en un amplificador con degeneración.

## 1.2. Amplificador Base Común

Para determinar la ganancia de esta configuración se realizo un programa llamado *base.BJT.m*, este programa esta diseñado para determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias, voltaje Colector-Emisor, Voltaje Early, Corriente de polarización y todos los factores que son necesarios para dicho análisis.

$V_{IN}$	$V_{OUT}$	Ganancia Práctica V/V	Error en la ganancia
10,1 mV <sub>RMS</sub>	50,05 mV <sub>RMS</sub>	25,50	6 %

Cuadro 5: Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Base Común

Siendo la ganancia teórica de 24,06 V/V.

Para 462 mV de entrada dan 446 mV de salida a 10 kHz.

Al desconectar el condensador de desacople de 47  $\mu$ F y al aumentar la entrada se cae el voltaje porque la configuración del transistor ha cambiado y se transformó en una configuración con degeneración.

La impedancia de entrada del amplificador fue de 61,11  $\Omega$ . La inversión de fase se debe al mismo fenómeno que sucede en el amplificador de emisor común.

## 1.3. Amplificador Colector Común

Para determinar la ganancia de esta configuración se realizo un programa llamado *colector.BJT.m*, este programa esta diseñado para determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias, voltaje Colector-Emisor, Voltaje Early, Corriente de polarización y todos los factores que son necesarios para dicho análisis.

$V_{IN}$	$V_{OUT}$	Ganancia Práctica V/V	Error en la ganancia
20 mV <sub>RMS</sub>	17 V <sub>RMS</sub>	0,946	3 %

Cuadro 6: Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Colector Común

Siendo la ganancia teórica de 0,976 V/V.

El límite de la banda media (magnitud de  $1,13 \text{ V} \cdot 1/\sqrt{3} = 0,798 \text{ V}$ ) a una frecuencia de 375,4 Hz, por debajo de la frecuencia medida inicialmente, al subir la frecuencia no varío la magnitud de la salida con las frecuencias que daba el generador.

La impedancia de entrada del amplificador fue de 9,89 K $\Omega$ . No hay inversión de fase en el amplificador de colector común.

## 1.4. Conclusiones

- Se conocieron las diferentes configuraciones para los BJT's, como lo es el emisor común que se utiliza para obtener ganancia de voltaje, el colector común que se utiliza para ganancia de corriente con una impedancia de entrada muy baja y para acople de impedancias, y finalmente el base común que se utiliza para amplificación de voltaje un poco más pequeña que el emisor común pero su ancho de banda es mas elevado.
- Las impedancias de cada amplificador son aprovechadas para realizar conexiones en cascada y así .

## 2. Guía 2: Caracterización de Transistores de Efecto de Campo y Amplificadores Básicos

Dado que la polarización del transistor se encuentra en el archivo adjunto llamado *Prinforme2doc*, por consiguiente no se muestra que procedimiento se utilizo para caracterizar dichas configuraciones. Para cada configuración se realizo un programa en Matlab para calcular las ganancias, las impedancias tanto de entrada como de salida.

Los valores obtenidos en la práctica fueron los siguientes Cuadro 10:

Elemento	Valor Nominal	Valor Medido
$R_1$	470 K $\Omega$	468,6 K $\Omega$
$R_2$	560 K $\Omega$	571,6 K $\Omega$
$R_D$	2,2 K $\Omega$	2,189 K $\Omega$
$R_S$	0,33 K $\Omega$	0,331 K $\Omega$

Cuadro 7: Tabla de valores tomados para las resistencias

### 2.1. Canal N

Dado el montaje de la Guía 2 (Figura 2) es el más adecuado para poder medir el voltaje de encendido  $V_t$ , dado que garantiza que la corriente de Drenador sea 0, esto asegura que  $V_d = V_g$ , tal que:

$$I_D = kn(V_{gs} - V_t)^2 = 0 \quad (1)$$

Como la transconductancia es diferente de 0, la condición quedaría como

$$V_{gs} = V_t = V_d \quad (2)$$

como aún no se ha verificado la hipótesis en la que el transistor se encuentra en saturación, es decir

$$V_{ds} \geq V_{gs} - V_t \quad (3)$$

Para poder medir el parámetro  $k_n$  puede ser fácilmente medido, tomando  $V_{gs} = V_d$  y se puede determinar  $i_d$  por medio de

$$i_d = \frac{V_{dd} - V_d}{R} \quad (4)$$

Finalmente para determinar el valor de  $k_n$  se reemplaza dicha expresión en la ecuación de Shockley dando como resultado

$$k_n = \frac{V_{dd} - V_d}{R(V_d - V_t)^2} \quad (5)$$

## 2.2. Canal P

Dado el montaje de la Guía 2 (Figura 3) es el más adecuado para poder medir el voltaje de encendido  $V_t$ , dado que garantiza que la corriente de Drenador sea 0, esto asegura que

$$V_{sg} = |V_t| \quad (6)$$

El signo de  $V_t$  depende de la naturaleza del dispositivo. Al igual que la demostración del canal N se puede asumir que el transistor se encuentra trabajando en saturación, es decir

$$V_{sd} \leq V_{sg} - |V_t| \quad (7)$$

Para determinar el valor de  $k_p$ , se inicia de la ecuación de Shockley para dispositivos de canal P

$$i_d = k_p(V_{sg} - V_t)^2 \quad (8)$$

Además

$$V_{sg} = V_{dd} - V_d \quad (9)$$

$$i_d = \frac{V_d}{R} \quad (10)$$

Despejando de la ecu (8) y reemplazando se obtiene:

$$k_p = \frac{i_d}{(V_{sg} - |V_t|)^2} = \frac{V_d}{R(V_{sg} - |V_t|)^2} \quad (11)$$

## 2.3. Caracterización de Transistores de Efecto de Campo

### 2.3.1. Canal N

Transistores	$V_{dd}$	$V_d$	$V_t$
3, 4, 5	14,96 V	14,72 V	0,24 V
6, 7, 8	14,96 V	14,70 V	0,26 V
9,10,11	14,96 V	14,71 V	0,25 % V

Cuadro 8: Valores de  $V_t$  para los transistores de canal N

Transistores	$V_{dd}$	$V_d$	$k_n$
3, 4, 5	14,96 V	8,09 V	0,113068
6, 7, 8	14,96 V	14,70 V	0,113191
9,10,11	14,96 V	14,71 V	0,115189

Cuadro 9: Valores de  $k_n$  para los transistores de canal N para una resistencia de 0,986 k $\Omega$

### 2.3.2. Canal P

Transistores	$V_{dd}$	$V_d$	$V_t$
1, 2, 3	12,02 V	10,51 V	1,51 V
10, 11, 12	12,02 V	10,53 V	1,49 V
13, 14, 6	12,02 V	10,52 V	1,5 % V

Cuadro 10: Valores de  $V_t$  para los transistores de canal P

Transistores	$V_{dd}$	$V_d$	$k_n$
1, 2, 3	12,02 V	5,83 V	0,271059
10, 11, 12	12,02 V	5,80 V	0,263,994
13, 14, 6	12,02 V	14,71 V	0,268296

Cuadro 11: Valores de  $k_p$  para los transistores de canal N para una resistencia de 0,982 k $\Omega$

## 2.4. Amplificador de Fuente Común

Para determinar la ganancia de esta configuración se realizo un programa llamado *source\_FET.m*, este programa esta diseñado para determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias, voltaje Drain-Source, Voltaje Early, Corriente de polarización y todos los factores que son necesarios para dicho análisis.

Ganancia Práctica V/V	Error en la ganancia
2,5	4,52 %

Cuadro 12: Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Fuente Común

Siendo la ganancia teórica de .

El error puede deberse a múltiples factores como la incertidumbre de los valores nominales de los componentes, variaciones en el beta del transistor, señales de distorsión debidas al generador de señales e interferencia al realizar las mediciones correspondientes.

La frecuencia de corte fue de  $f_c = 950$  kHz. Al aproximarse a la frecuencia de corte la ganancia empieza a disminuir por que el transistor comienza a recortar la señal por el ancho de banda de dicha configuración, no se puede exceder este limite dado que es un elemento real, además a esta frecuencia tiene otro tipo de operación el cual no conocemos. Relación de impedancias.

## 2.5. Amplificador de Compuerta Común

Para determinar la ganancia de esta configuración se realizo un programa llamado *gate\_FET.m*, este programa esta diseñado para determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias, voltaje Drain-Source, Voltaje Early, Corriente de polarización y todos los factores que son necesarios para dicho análisis.

Ganancia Práctica V/V	Error en la ganancia
2,5	4,98 %

Cuadro 13: Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Compuerta Común

Siendo la ganancia teórica de .

Para darle una explicación al error se llego a la conclusión que fue causado por los mismos problemas que en la configuración de Fuente común.

La frecuencia de corte fue de  $f_c = 575$  kHz.

Relación de impedancias

## 2.6. Amplificador de Drain Común

Para determinar la ganancia de esta configuración se realizo un programa llamado *drain\_FET.m*, este programa esta diseñado para determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias, voltaje Drain-Source, Voltaje Early, Corriente de polarización y todos los factores que son necesarios para dicho análisis.



Ganancia Práctica V/V	Error en la ganancia
2,5	4,01 %

Cuadro 14: Tabla de ganancias para la configuración a pequeña señal Drain Común

Siendo la ganancia teórica de .

Para darle una explicación al error se llego a la conclusión que fue causado por los mismos problemas que en la configuración de Fuente común.

La frecuencia de corte fue de  $f_c = 1,35$  MHz.

Relación de impedancias

### 3. Guía 3: Fuentes y Espejos de Corriente

Dado que la polarización del transistor se encuentra en el archivo adjunto llamado *Prinforme3.doc*, por consiguiente no se muestra que procedimiento se utilizo para caracterizar dichas configuraciones. Para cada configuración se realizo un programa en Matlab para calcular las ganancias, las impedancias tanto de entrada como de salida, el archivo se llama *Simple\_Mirror.m*.

Su respectivo informe se encuentra adjunto en el archivo *Práctica 3*.

### 4. Guía 4: Fuente de corriente con MOSFET y amplificador diferencial BJT

Dado que la polarización del transistor se encuentra en el archivo adjunto llamado *Prinforme4.doc*, por consiguiente no se muestra que procedimiento se utilizo para caracterizar dichas configuraciones. Para cada configuración se realizo un programa en Matlab para calcular las ganancias, las impedancias tanto de entrada como de salida.

Los valores obtenidos en la práctica fueron los siguientes Cuadro 1:

Elemento	Valor Nominal	Valor Medido
$R_1$	13 K $\Omega$	13,003 K $\Omega$
$R_2$	62 K $\Omega$	61,52 K $\Omega$
$R_C$	2,2 K $\Omega$	2,225 K $\Omega$
$R_E$	0,56 K $\Omega$	0,5136 K $\Omega$

Cuadro 15: Tabla de valores tomados para las resistencias

Los valores de operación del transistor fueron los siguientes

$R_L$ k $\Omega$	$V_{R_L}$	$I_{R_L}$ mA	$V_{DS}$ V
0,1011	0,212	2,0969	11,71
0,5215	1,089	2,0882	10,83
0,986	2,043	2,07200	9,87
1,792	3,699	2,06417	8,22
2,139	4,404	2,04952	7,51
3,796	7,78	2,05890	4,124
4,621	9,23	1,99740	2,68
5,4868	10,5	1,91368	1,411
9,75	11,4	1,16923	0,515

Cuadro 16: Tabla de valores tomados para el espejo de corriente en polarización

En base a la figura 3 se asegura que la potencia máxima disipada por el transistor ocurre cuando la resistencia de carga es mínima.

#### 4.1. Espejo de Corriente Simple con MOSFET

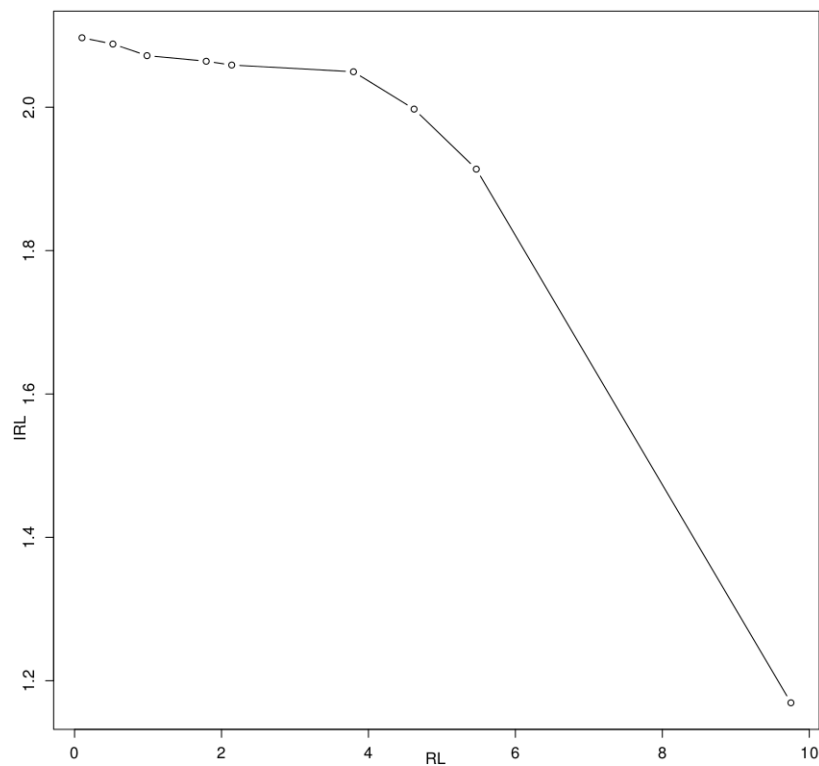


Figura 1: Gráfica de Resistencia en función de la corriente

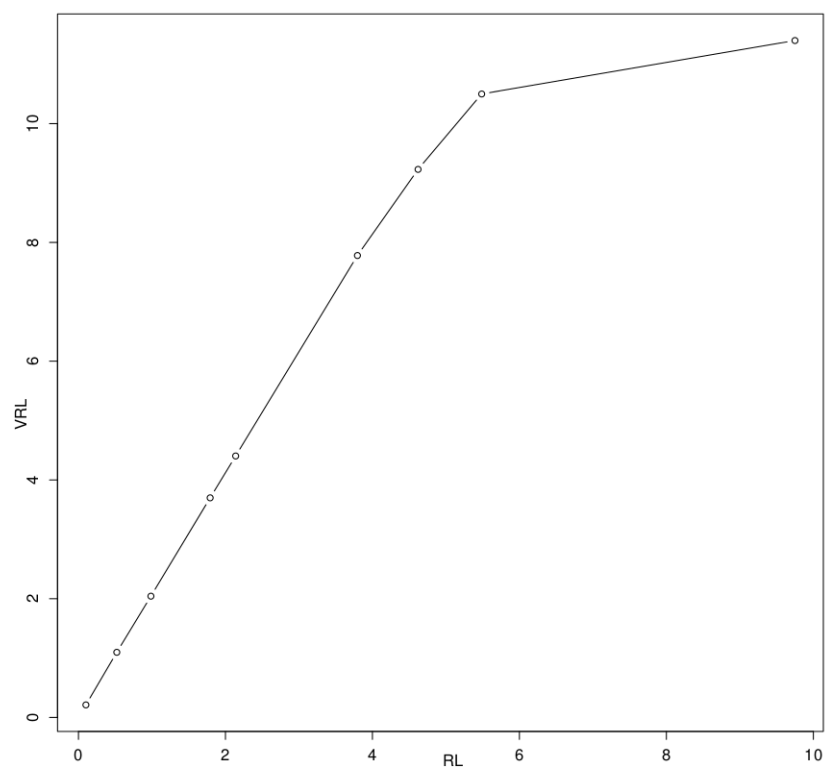


Figura 2: Gráfica de Resistencia en función del voltaje

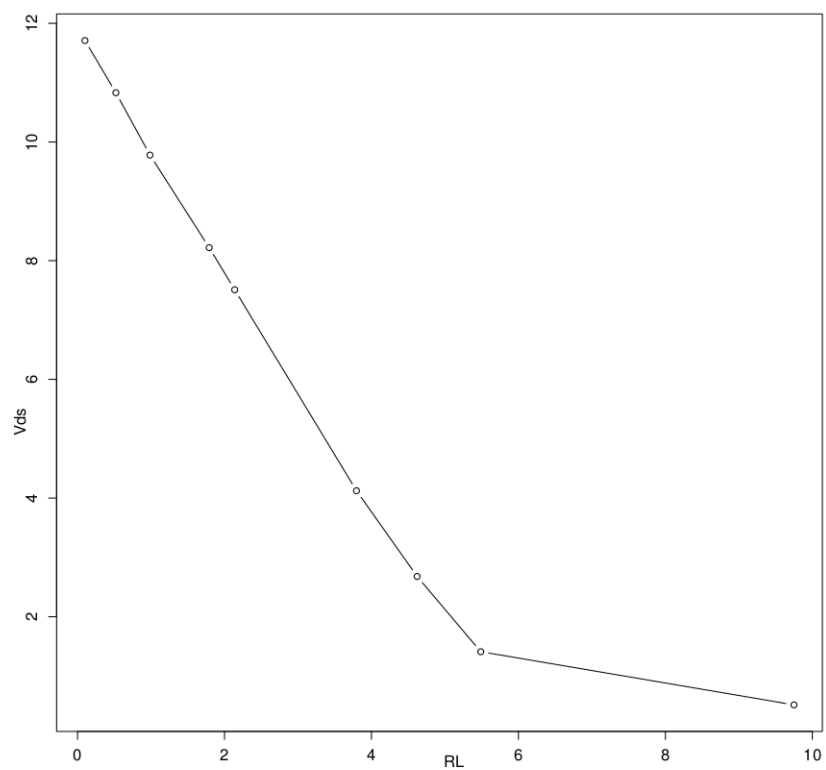


Figura 3: Gráfica de Resistencia en función del voltaje Drane-Source

## 4.2. Amplificador Diferencial BJT con carga resistiva

Para el amplificador diferencial con carga resistiva y cola resistiva se diseño un programa llamado *Differential\_Amplllificator.m*. Los datos de polarización son los siguientes

$R_{C1}$	5,52	$V_{CC}$	14,90
$R_{B1}$	16,3	$V_{CE3}$	4,45
$R_{C2}$	5,52	$V_{CE1}$	9,87
$R_{B2}$	16,15	$V_{CE2}$	8,22
$R_E$	1,47	$V_{C1}$	7,51
$R_Z$	19,6	$V_{C2}$	4,124
$R_L$	0,2347	$V_{E3}$	2,68
$I_{C1}$	1,3677	$I_{C2}$	1,50362

Cuadro 17: Tabla de valores tomados para el amplificador diferencial con Carga Resistiva en polarización

La corriente obtenida a partir de la fuente fue de 2,997 mA.

	Ganancia Práctica	Error
Ganancia Diferencial	97	3,5 %
Ganancia Modo Común	-0,00194	3 %

Cuadro 18: Tabla de valores tomados para el Amplificador Diferencial con Carga Resistiva a pequeña señal

El valor del CMRR fue de 93,706 dB.

El error se debe a que el calculo de la resistencia Norton de la fuente zener no fue hecho con los valores de la corriente, voltaje Early y beta reales del transistor, por el contrario se hizo con los considerados en la hoja de datos.

## 4.3. Amplificador Diferencial con Cola Resistiva

Los valores obtenidos en esta parte fueron muy similares, lo que vario fue la ganancia al modo diferencial y al modo común.

	Ganancia Práctica	Error
Ganancia Diferencial	96	3,8 %
Ganancia Modo Común	-0,6545	3 %

Cuadro 19: Tabla de valores tomados para el Amplificador Diferencial con Cola Resistiva a pequeña señal

El valor del CMRR fue de 43,381 dB.

dados los resultados obtenidos en la práctica al aumentar tener una ganancia menor al modo común se obtiene una mejor señal de salida, esto se puede comprobar al agregar una cola resistiva al diferencial o un carga resistiva.

## 5. Guía 7: Amplificadores Operacionales

El preinforme de esta práctica se encuentra en el archivo adjunto llamado, *preinforme7.doc*, además se realizó un programa en Matlab llamado *OpAm.m*, el cual permite determinar la ganancia para cualquier valor de resistencias.

### 5.1. Seguidor de tensión

Ganancia Práctica	Error
$V_{CC}$ V	$V_S$ V
1,7	1,7
5,4	5,41
7,8	7,8
9,01	9
14,25	14,25
22,8	22,81

Cuadro 20: Tabla de valores tomados para el Seguidor de tensión

El ancho de banda de este seguidor es de: 62 kHz.

La variación que existe entre la salida y la entrada es muy similar, las variaciones de la entrada se ven reflejados en la señal de salida. Por otro lado se observó la respuesta del seguidor a la variación de frecuencia. Dados los resultados se puede concluir que el seguidor de tensión posee un ancho de banda aceptable por su gran respuesta a la variación de frecuencia, por otro lado es muy pequeño el ancho de banda comparado con el ancho de banda del seguidor por emisor.

### 5.2. Amplificador Inversor

En el amplificador inversor el ancho de banda fue de 144 kHz.

En la práctica se implementó una relación de resistencia de 2 a 1 y 10 a 1 entre  $R_2$  y  $R_1$ . Las ganancias que se habían calculado se aproximaban a los resultados experimentales con errores muy bajos. Sin embargo el ancho de banda es mayor en los amplificadores BJT.

### 5.3. Sumador

En esta parte de la práctica se tomó una señal y primero se invirtió mediante un amplificador inversor de ganancia 1, con esta señal y la señal original se alimentó un sumador basado en operacionales cuya salida fue de 0,4 mV, muy cercana a 0. Dado que la salida es mayor a 0 quiere decir que se presentó un error en las ganancias, esto se debe a que no se utilizó el modelo real del operacional y la incertidumbre de las resistencias no se tomó en cuenta.

## 6. Guía 5: Amplificador Mosfet con carga activa y Amplificadores Operacionales

Dado que la polarización del transistor se encuentra en el archivo adjunto llamado *Prinforme5.doc*, por consiguiente no se muestra que procedimiento se utilizó para caracterizar dichas configuraciones. Para cada configuración se realizó un programa en Matlab para calcular las ganancias, las impedancias tanto de entrada como de salida, llamado *reactivo.m*.

### 6.1. Polarización por realimentación desde el Drenador

Esta parte del laboratorio no se pudo realizar dados los problemas presentados de polarización y los elementos de laboratorio no se encontraban en buenas condiciones, se dificultó dicha práctica.

### 6.2. Derivador

Dado que el Integrador se puede construir con condensadores y bobinas dependiendo de la realimentación, aunque es mucho más sencillo realizarlo por medio de condensadores dado que tienen una respuesta al voltaje muy suave, esto

hace que no sea tan brusca la respuesta, cuando se realiza con bobinas se encuentran sistemas de segundo orden, esto hace que se tenga una respuesta sobre-amortiguada, esto se debe a las capacitancias encontradas en la bobina.

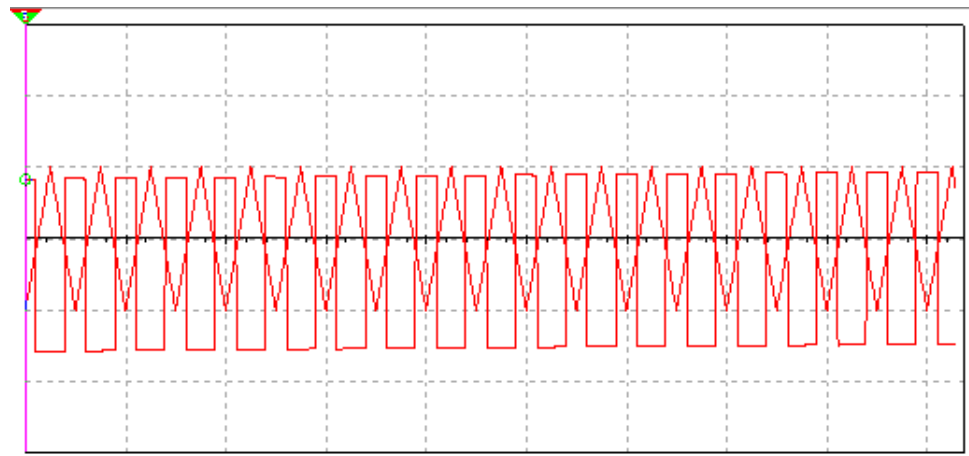


Figura 4: Simulación Derivador, señal triangular

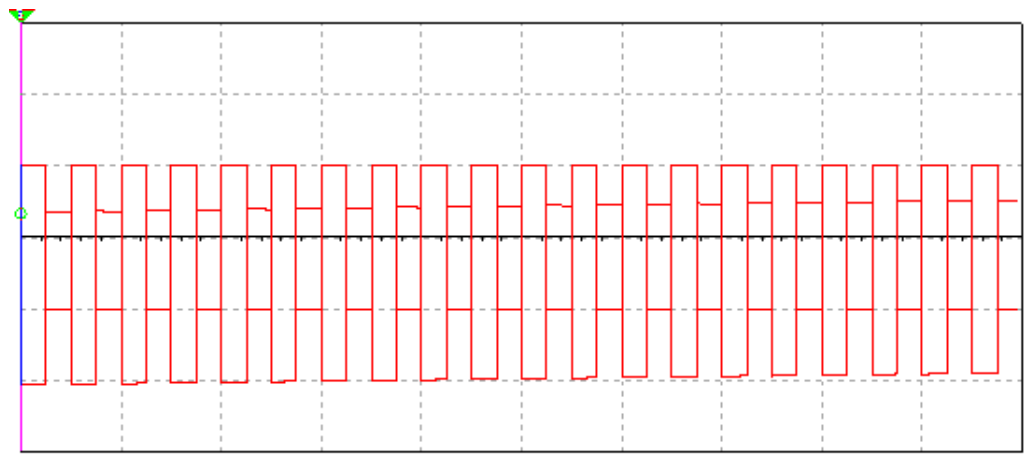


Figura 5: Simulación Derivador, señal cuadrada

### 6.3. Integrador

Dado que el Integrador se puede construir con condensadores y bobinas dependiendo de la realimentación, aunque es mucho más sencillo realizarlo por medio de condensadores dado que tienen una respuesta al voltaje muy suave, esto hace que no sea tan brusca la respuesta.

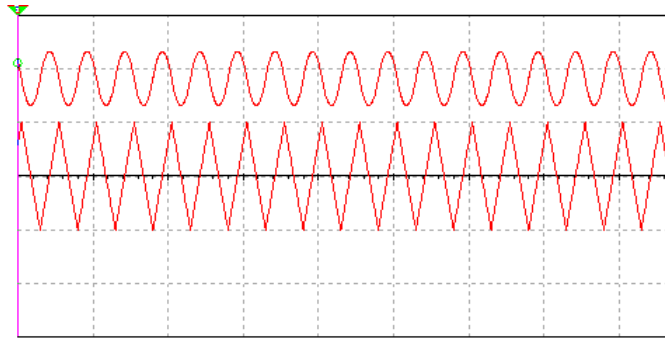


Figura 6: Simulación Integrador, señal triangular

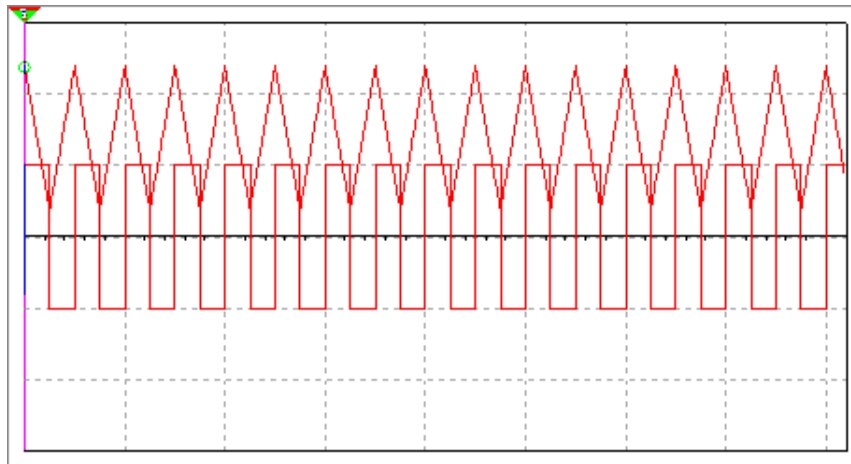


Figura 7: Simulación Integrador, señal Cuadrada

#### 6.4. Amplificador No Inversor

En el laboratorio se utilizaron las resistencias correspondientes lo que generó que la señal de salida estuviera amplificada 10 veces más que la señal de entrada, con la misma fase.

### 7. Guía 6: Amplificador Mosfet diferencial con carga activa

La polarización del amplificador se encuentra en un archivo adjunto llamado *preinforme6.doc*, y también tiene un programa el cual calcula la ganancia para cualquier valor de resistencias llamado *reactivo\_2.m*.

No se pudo realizar la práctica por los problemas presentados en el laboratorio, los elementos se encontraban en mal estado y no se pudo realizar, además el haber quemado el CI alteró los resultados que se esperaban y tuvo que volver a caracterizarlo.

### Referencias

- [1] Jaeger, Richard C. & Blalock, Travis N. «*Microelectronic Circuit Design*». McGraw-Hill, Fourth Edition, 1999.
- [2] Sedra, Adel S. & Smith, Kenneth C. «*Circuitos Microelectrónicos*». Oxford University Press, Cuarta Edición, 1999.