



Universidad Nacional Autónoma de México

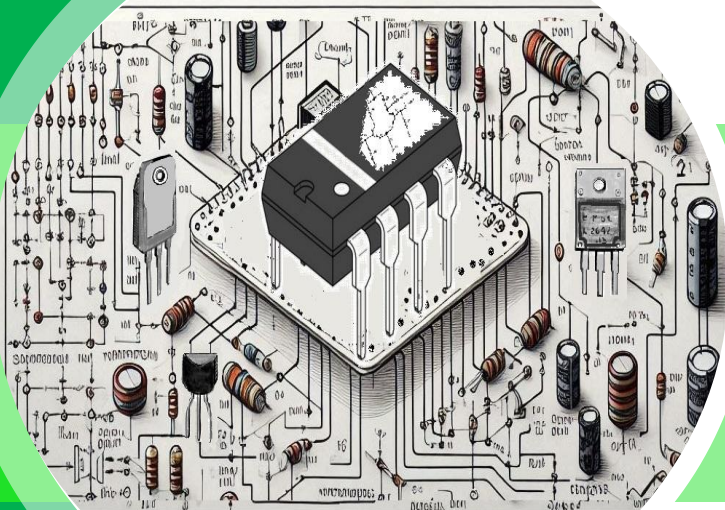
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Departamento de Ingeniería
Sección Electrónica

Asignatura Amplificación de Señales

Clave de la carrera 36

Clave de la asignatura 1625



AMPLIFICACIÓN DE SEÑALES

Manual de Prácticas de Laboratorio

Semestre 2025-2

Fecha de Elaboración: 2025

Fecha de Modificación:

Autor: Ing. Noemi Hernández Domínguez

Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar



ÍNDICE

Índice	1
Contenido	2
Reglamento del Laboratorio	3
Instrucciones para la elaboración del reporte y Criterios de Evaluación	6
Práctica 1. AMPLIFICADOR EMISOR COMÚN. <i>Tema I de la Asignatura</i>	7
Práctica 2. AMPLIFICADOR MULTITETAPA EN ACOPLLO CAPACITIVO. <i>Tema II de la Asignatura</i>	10
Práctica 3. AMPLIFICADOR MULTITETAPA EN ACOPLLO DIRECTO <i>Tema II de la Asignatura</i>	13
Práctica 4. EL AMPLIFICADOR DARLINGTON. <i>Tema II de la Asignatura</i>	18
Práctica 5. AMPLIFICADOR CASCODO. <i>Tema II de la Asignatura</i>	21
Práctica 6. AMPLIFICADOR DIFERENCIAL. <i>Tema II de la Asignatura</i>	24
Práctica 7. REALIMENTACIÓN. <i>Tema III de la Asignatura</i>	28
Práctica 8. TOPOLOGIAS DE REALIMENTACIÓN. <i>Tema III de la Asignatura</i>	31
Práctica 9. RESPUESTA EN FRECUENCIA. <i>Tema IV de la Asignatura</i>	35
Práctica 10. RESPUESTA EN FRECUENCIA EN UN AMPLIFICADOR MULTITERAPA. <i>Tema V de la Asignatura</i>	39
Práctica 11 “AMPLIFICADOR CLASE “A”, ACOPLADO CON TRANSFORMADOR <i>Tema V de la Asignatura</i>	40
Apéndice A	40
Bibliografía	47



CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

- Al finalizar el curso el alumno será capaz de analizar y diseñar amplificadores multietapas de señal pequeña y amplificadores de potencia de diversas configuraciones, empleando transistores bipolares de juntura (TBJ), transistores de efecto de campo (FET) y amplificadores integrados y además comprenderá las diferentes herramientas de análisis empleadas en su diseño.

OBJETIVO DEL LABORATORIO

- El alumno analizará, comprenderá y aplicará en forma práctica las diferentes respuestas de los diferentes tipos de amplificadores, en sus configuraciones básicas y especiales, considerando las limitaciones de los circuitos, enfocándose en los Amplificadores de Señal Pequeña y los Amplificadores de Potencia.

INTRODUCCIÓN

En el estudio de la ingeniería de telecomunicaciones, los amplificadores desempeñan un papel fundamental al potenciar señales eléctricas y electrónicas. En particular, los "Amplificadores de Señal Pequeña" y los "Amplificadores de Potencia" son elementos esenciales en la manipulación de señales. En estas prácticas de laboratorio, los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Sistemas Electrónicos (ITSE) tendrán la oportunidad de comprobar el funcionamiento de circuitos amplificadores.

Los "Amplificadores de Señal Pequeña" son aquellos diseñados para incrementar la amplitud de señales débiles sin distorsionar su forma. Estos componentes son esenciales en la amplificación de señales procedentes de fuentes como micrófonos y sensores, permitiendo que puedan ser procesadas y transmitidas con mayor fidelidad. Durante estas prácticas, los estudiantes explorarán los conceptos clave de ganancia, impedancia de entrada y salida, así como la importancia de mantener una respuesta en frecuencia lineal en este tipo de amplificadores.

Por otro lado, los "Amplificadores de Potencia" desempeñan un papel crucial cuando se requiere amplificar señales a niveles que permitan manejar cargas como altavoces y antenas. Estos amplificadores se caracterizan por su capacidad de manejar corrientes y tensiones elevadas, asegurando que la señal amplificada mantenga su calidad y potencia.

A lo largo de estas prácticas, el alumno adquirirá habilidades prácticas en la manipulación de equipos de medición para interpretar las lecturas correspondientes, relacionadas con ganancia y distorsión en las señales, generadas por los circuitos amplificadores.



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SECCIÓN ELECTRÓNICA
	REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS

El presente reglamento de la sección electrónica tiene por objetivo establecer los lineamientos para el uso y seguridad de laboratorios, condiciones de operación y evaluación, que deberán de conocer y aplicar, estudiantes y profesores en sus cuatro áreas: comunicaciones, control, sistemas analógicos y sistemas digitales.

1. Queda estrictamente prohibido, al interior de los laboratorios
 - a) Correr, jugar, gritar o hacer cualquier otra clase de desorden.
 - b) Dejar basura en las mesas de trabajo y/o pisos.
 - c) Fumar, consumir alimentos y/o bebidas.
 - d) Realizar o responder llamadas telefónicas y/o el envío de cualquier tipo de mensajería.
 - e) La presencia de personas ajenas en los horarios de laboratorio.
 - f) Dejar los bancos en desorden y/o sobre las mesas.
 - g) Mover equipos o quitar accesorios de una mesa de trabajo.
 - h) Usar o manipular el equipo sin la autorización del profesor.
 - i) Rayar y/o sentarse en las mesas del laboratorio.
 - j) Energizar algún circuito sin antes verificar que las conexiones sean las correctas (polaridad de las fuentes de voltaje, multímetros, etc.).
 - k) Hacer cambios en las conexiones o desconectar el equipo estando energizado.
 - l) Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de trabajo.
 - m) Instalar software y/o guardar información en los equipos de cómputo de los laboratorios.
 - n) El uso de cualquier aparato o dispositivo electrónico ajeno al propósito para la realización de la práctica.
 - o) Impartir clases teóricas, su uso es exclusivo para las sesiones de laboratorio.
2. Es responsabilidad del profesor y de los estudiantes revisar las condiciones del equipo e instalaciones del laboratorio al inicio de cada práctica (encendido, dañado, sin funcionar, maltratado, etc.). El profesor deberá generar el reporte de fallas de equipo o de cualquier anomalía y entregarlo al responsable de laboratorio o al jefe de sección.
3. Los profesores deberán de cumplir con las actividades y tiempos indicados en el "cronograma de actividades de laboratorio".
4. Es requisito indispensable para la realización de las prácticas que el estudiante:
 - a) Descargue el manual completo y actualizado al semestre en curso, el cual podrá obtener en (http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/)
 - b) Presente su circuito armado en la tableta de conexiones para poder realizar la práctica (cuando aplique), de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.



- c) Realizar las actividades previas y entregarlas antes del inicio de la sesión de práctica, de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
5. Estudiante que no asista a la sesión de práctica de laboratorio será evaluado con cero.
6. La evaluación de cada sesión debe realizarse con base en los criterios de evaluación incluidos en los manuales de prácticas de laboratorio y no podrán ser modificados. En caso contrario, el estudiante deberá reportarlo al jefe de sección.
7. La evaluación final del estudiante en los laboratorios será con base en lo siguiente:
 - a) **(Aprobado)** Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6 siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas con base en los criterios de evaluación.
 - b) **(No Aprobado)** No cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.
 - c) **(No Presentó)** Cuando no asistió a ninguna sesión de laboratorio o que no haya entregado actividades previas o reporte alguno.
8. Profesores que requieran hacer uso de las instalaciones de laboratorio para realizar trabajos o proyectos, es requisito indispensable que las soliciten por escrito al jefe de sección. Siempre y cuando no interfiera con los horarios de los laboratorios.
9. Estudiantes que requieran realizar trabajos o proyectos en las instalaciones de los laboratorios, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable del trabajo o proyecto. En caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.
10. Correo electrónico del buzón para quejas y sugerencias para cualquier asunto relacionado con los laboratorios (seccion_electronica@cuautitlan.unam.mx).
11. El incumplimiento a estas disposiciones faculta al profesor para que instruya la salida del infractor y en caso de resistencia, la suspensión de la práctica.
12. A los usuarios que, por su negligencia o descuido inexcusable, cause daños al laboratorio, materiales o equipo deberá cubrir los gastos que se generen con motivo de la reparación o reposición, indicándose en el reporte de fallas correspondiente.
13. Los usuarios de laboratorio que sean sorprendidos haciendo uso indebido de equipos, materiales, instalaciones y demás implementos, serán sancionados conforme a la legislación universitaria que le corresponda, según la gravedad de la falta cometida.
14. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de Sección, de acuerdo con los lineamientos generales para el uso de los laboratorios en la Universidad Nacional Autónoma de México.

SECCIÓN ELECTRÓNICA
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cuautitlán Izcalli, Estado de Méx. a 18 de junio de 2024



INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

El reporte de prácticas de laboratorio debe incluir los elementos detallados a continuación:

1. **Portada:** Incluir los siguientes datos

Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Laboratorio de: _____ Grupo: _____

Profesor: _____

Alumno: _____

Nombre de Práctica: _____ No de práctica: _____

Fecha de realización: _____ Fecha de entrega: _____ Semestre: _____

2. **Objetivo (s)** Hay que indicar que se pretende lograr al realizar la práctica.
3. **Introducción:** En esta sección se deberá presentar una breve descripción del contenido del reporte.
4. **Materiales y Equipos:** Enunciar todos los materiales utilizados, así como la descripción de los equipos y herramientas empleadas.
5. **Procedimiento:** Describir los pasos que se siguieron en la práctica, haciendo una interpretación de los resultados utilizando tablas y gráficas, además de las observaciones realizadas durante la práctica, comparar los conceptos teóricos y analizar posibles fuentes de error que pudieron haber afectado los resultados obtenidos.
6. **Cuestionario:** Complementar respondiendo las preguntas que refuerzan el conocimiento práctico.
7. **Conclusiones:** Un resumen de lo aprendido y una evaluación sobre el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio.
8. **Referencias Bibliográficas:** Citas de libros, artículos o recursos que se utilizaron para elaborar la práctica.

No. de criterio	Criterio de Evaluación para el laboratorio	Porcentaje
C1	Actividades Previas indicadas en el manual de prácticas	30%
C2	Armado y funcionalidad de los circuitos	20%
C3	Interpretación correcta de lecturas	20%
C4	Reporte entregado con todos los puntos indicados en el manual de prácticas	30%



PRÁCTICA 1. “EL AMPLIFICADOR BÁSICO (CONFIGURACIÓN EMISOR COMÚN)”

OBJETIVO

➤ Obtener experimentalmente las características de funcionamiento de un amplificador en configuración de emisor común

INTRODUCCIÓN

En esta práctica se obtendrán los valores de IC, IB, VB, VC, VE y VCE, con los que se graficarán las líneas de carga de C.C. y C.A. y el punto de operación del transistor. Se calculará la ganancia de voltaje del amplificador básico en configuración de emisor común y se medirán las impedancias de entrada y salida del circuito.

Se podrá analizar el efecto del capacitor de desvío (bypass), en este tipo de configuración.

El alumno deberá hacer el análisis teórico del circuito de la figura 1.1 antes de realizar la práctica. (Obtenga la β del transistor en las hojas de datos)

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 1.1 con y sin capacitor de desvío, mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio a más tardar al inicio de éste (para el valor de $\beta = h_{fe}$ refiérase al Apéndice B)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 1.1.

EQUIPO

- 1 Fuente de voltaje de C.D. de (0-10V)
- 1 Generador de funciones
- 1 Multímetro
- 1 Osciloscopio.

MATERIAL

Tabla de conexiones

- | | | |
|---|--|--------------|
| 1 | Tabla de conexiones | |
| 3 | Capacitores de 100 μ F a 25V | (CE, CI, CC) |
| 1 | Resistencia de 2.2 k Ω a ½ watt | (R1) |
| 1 | Resistencia de 8.2 k Ω a ½ watt | (R2) |
| 1 | Resistencia de 5.6 k Ω a ½ watt | (R3) |
| 1 | Resistencia de 220 Ω a ½ watt | (RC) |
| 1 | Resistencia de 82 Ω a ½ watt | (RE) |
| 1 | Potenciómetro de 10 K Ω | (RP) |
| 1 | Transistor BC547B ó 2N3904 | (T1) |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito mostrado en la figura 1.1. Alimente en CD con 12v y mantenga el generador de funciones apagado.

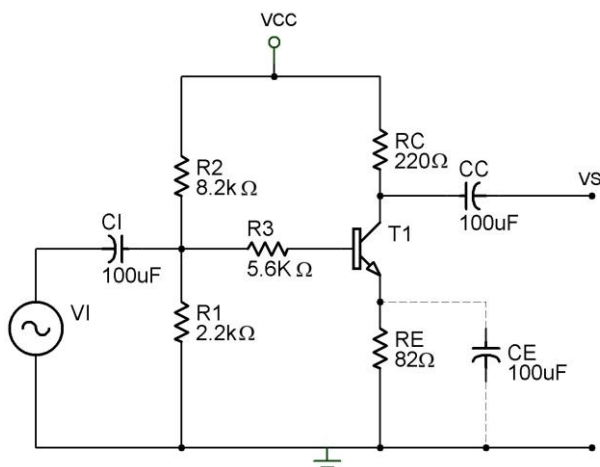


Figura 1.1

2. Mida las condiciones de operación del transistor y colóquelos en la tabla 1.1

Transistor	I_C	I_B	V_B	V_C	V_E	V_{CE}
T1						

Tabla 1.1

3. Encienda el generador de funciones y ajústelo con una señal senoidal de 350 mVpp a una frecuencia de 1KHz (recuerde eliminar el offset).
4. Sin conectar el capacitor Ce, mida con el osciloscopio el voltaje de salida Vs(t). Anote sus valores de amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
5. Observé el ángulo de fase entre Vi(t) y Vs(t). Anote sus observaciones.
6. Conecte el capacitor Ce y mida nuevamente el voltaje de salida Vs(t) anotando su valor (mantenga Vi(t) = 350 mVpp).
7. Sin desconectar Ce, mida y anote los siguientes valores y colóquelos en la tabla 1.2

Transistor	I_C	I_B	V_B	V_C	V_E	V_{CE}
T1						

Tabla 1.2

8. Aumente Vi(t) hasta que se distorsione Vs(t). Mida el valor de Vi(t) y Vs(t) y anote su amplitud de frecuencia y ángulo de fase.
9. Arme el circuito mostrado en la figura 1.2, mantenga Vi(t) = 350 mVpp.

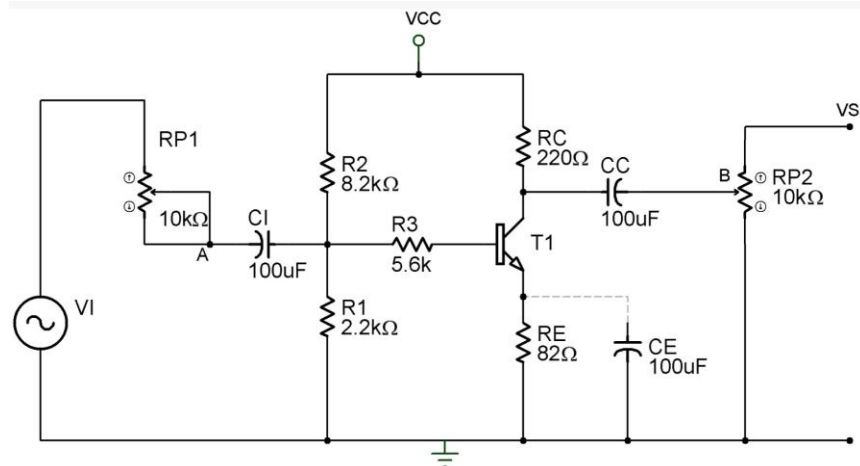


Figura 1.2.

10. Ajuste el potenciómetro para medir en el punto A el valor de $V_I/2$.
11. Desconecte el potenciómetro y mida su resistencia. Esta será la impedancia de entrada del circuito.
12. Conecte el generador directamente en el punto A y ajuste nuevamente $V_i(t)=350\text{mVpp}$.
13. Conecte ahora el potenciómetro en el punto B como lo muestra en la figura 1.2 y ajústelo para que en el punto B se tenga el valor de $V_s(t)$ medido en el punto 6 del desarrollo.
14. Desconecte el potenciómetro y mida su resistencia. Esta será la impedancia de salida del circuito.

CUESTIONARIO

1. En base a los resultados de la práctica:
 - a) Grafique las líneas de carga C.D. y C.A. del circuito de la figura 1.1 y obtenga el punto de operación.
 - b) Calcule la ganancia de voltaje con el capacitor C_e desconectado.
 - c) Calcule la ganancia de voltaje con el capacitor C_e conectado.
2. Compare sus resultados prácticos con los teóricos en CD y coméntelos.
3. ¿Para qué se conecta R_e y C_e ?, explique su respuesta.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PRÁCTICA 2. “AMPLIFICADOR MULTITETAPA EN ACOPLO CAPACITIVO”

OBJETIVO

Analizar experimentalmente un amplificador multitapa en acoplamiento capacitivo utilizando transistores bipolares de juntura, determinando la ganancia de voltaje total y por etapas del amplificador, considerando las características inherentes de los componentes y las limitaciones del circuito.

INTRODUCCIÓN

Cuando las necesidades de ganancia, potencia de salida y respuesta en frecuencia que se desea obtener de un amplificador con un sólo transistor son superiores a lo que puede suministrar éste, es necesario aplicar el concepto de multitapa, Figura 2.1, que consiste en conectar en arreglo de cascada más de un transistor en forma individual, es decir, la señal de salida de la primera etapa se utiliza como entrada de la segunda etapa y así sucesivamente, hasta que las necesidades del diseño se cumplan.

Para conectar estas etapas existen tres métodos básicos, acoplamiento por transformador, acoplamiento capacitivo y acoplamiento directo. Todos tienen propiedades diferentes y pueden usarse en cualquier circuito lineal o no lineal.

En esta práctica se utilizará el acoplo capacitivo, este método conecta dos o más etapas a través de un capacitor como se observa en la Figura 2.1. Cuando un capacitor se utiliza para este propósito, se denomina capacitor de acoplamiento. La ventaja de este método es bloquear la componente de corriente directa de una etapa a otra, permitiendo el paso de la corriente alterna. Una desventaja de este acoplamiento es que el capacitor presenta una reactancia, la cual está en función de la frecuencia, provocando una limitación en el ancho de banda del amplificador.

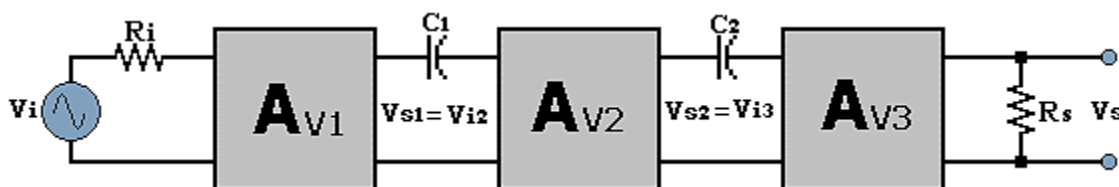


Figura 2.1

La primera etapa, A_{V1} , del amplificador de la Figura 2.1, es la responsable de fijar la impedancia de entrada, luego suele haber una etapa de ganancia (o varias) y una etapa de salida, A_{V3} , fijando la impedancia de salida y suministrando la corriente a la carga.

En esta práctica el alumno obtendrá los puntos de operación de las diferentes etapas que compone el amplificador. Obtendrá también la ganancia de voltaje por etapas mediante la medición de los voltajes de CA a la salida de cada una de las etapas y del voltaje de entrada.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de las Figuras 2.2 y 2.3, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación de los circuitos de las Figuras 2.2 y 2.3.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD
Generador de funciones
Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

- | | |
|--|--------------|
| 1 Resistencia de $4.7\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R1 |
| 1 Resistencia de $15\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R2 |
| 1 Resistencia de $4.7\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R3 |
| 1 Resistencia de $15\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R4 |
| 1 Resistencia de $1\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | RI |
| 2 Resistencias de $2.2\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | RC1 y RC2 |
| 1 Resistencia de $1\text{K}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | RE1 y RE2 |
| 3 Capacitores de $22\mu\text{F}$ a 25V | C1, C2, y C3 |
| 2 Transistores BC557B | T2 y T2 |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 2.2 Con Vi apagado, alimente VEE con -12V, mida y anote los valores de la Tabla 2.1.

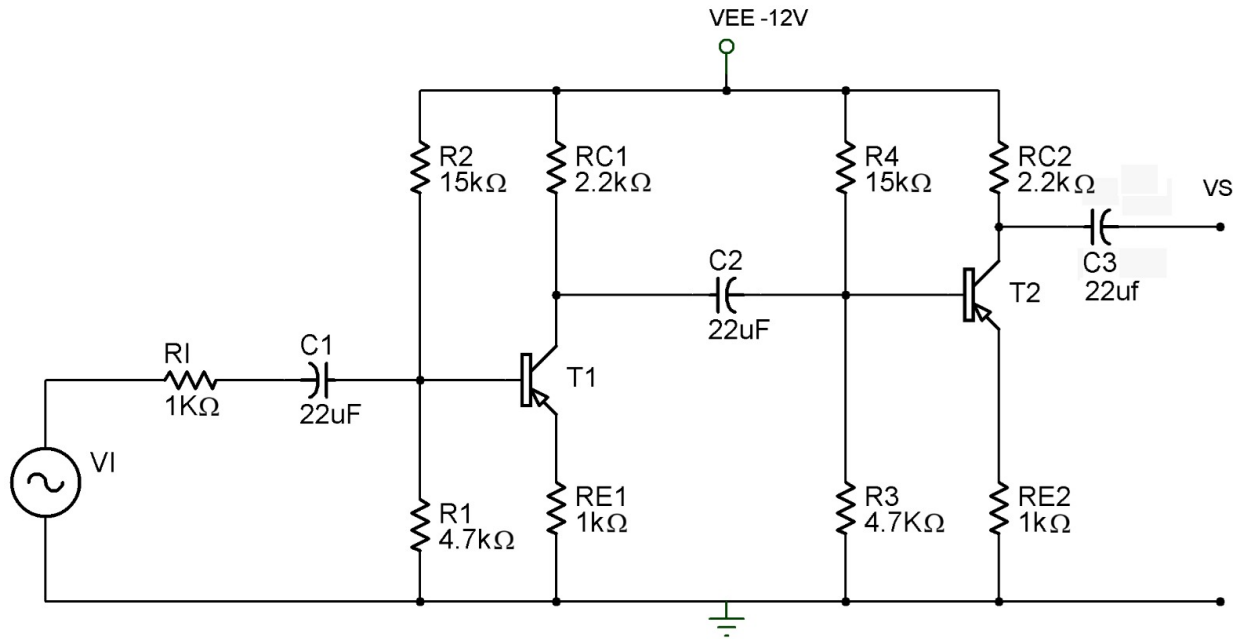


Figura 2.2.

T	I_B (μA)	I_C (mA)	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)
1					
2					

Tabla 2.1

2. Encienda el generador de señales (V_i) y ajústelo con una señal senoidal de 200mV_{pp} y una frecuencia de 4kHz . Mida y dibuje las señales de V_i , $V_{\text{COLECTOR1}}$ y V_s anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
3. Ahora aumente V_i hasta que V_s se empiece a distorsionar. Grafique las señales V_i y V_s anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
4. Cambie la salida V_s al emisor del transistor T_2 , como se muestra en la figura 2.3.

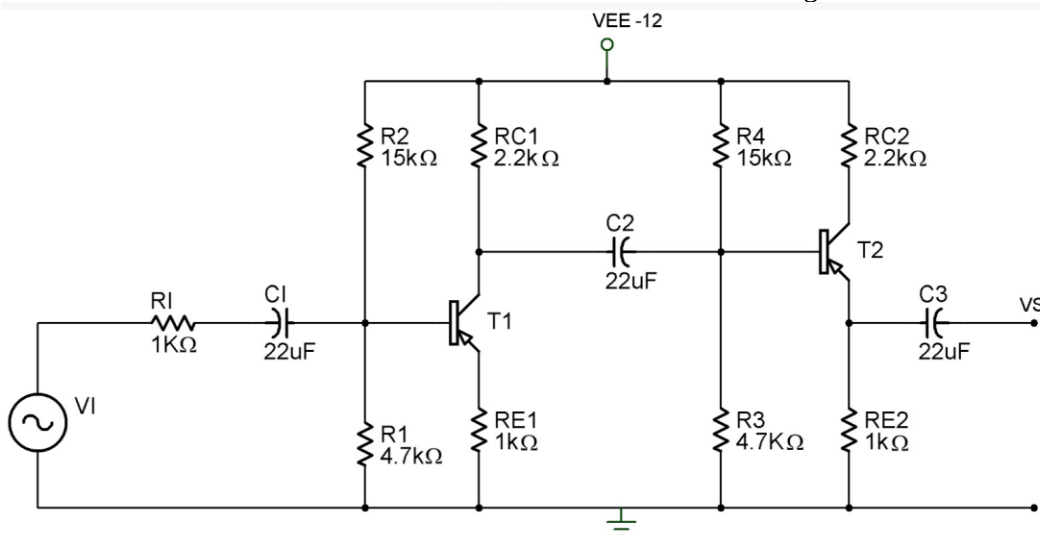


Figura 2.3.

5. Encienda el generador de señales (V_i) y ajústelo con una señal senoidal de 200mV_{pp} y una frecuencia de 4kHz . Mida y dibuje las señales de V_i , $V_{\text{COLECTOR1}}$ y V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
6. Aumente V_i hasta que V_s se empiece a distorsionar. Grafique las señales V_i y V_s anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué los ángulos de fase cambian, en las mediciones de $V_{\text{colector1}}$, con respecto de la señal de entrada V_i ?
2. Compare los puntos 2 y 5 de la práctica y comente sus observaciones.
3. ¿Qué efecto tiene el capacitor de desvío C_3 en el circuito de la Figura 2.3? Explique su respuesta.
4. ¿Qué efecto tiene el capacitor C_2 en el circuito de la Figura 2.3?
5. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos anteriormente calculados con los prácticos en CD. Coméntelos.
6. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos anteriormente calculados con los prácticos en CA. Coméntelos.



CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PRÁCTICA 3. “AMPLIFICADOR MULTITAPTA EN ACOPLO DIRECTO”

OBJETIVO

- Construir con transistores un amplificador multitapa en acoplo directo y determinar su ganancia de voltaje total y por etapas, teniendo en cuenta sus características y limitaciones.

INTRODUCCIÓN

Se denomina multitapa a todos aquellos dispositivos amplificadores que se encuentran constituidos por más de una etapa amplificadora, dichas etapas amplificadoras se conectan utilizando un tipo de acoplamiento. El amplificador de acoplo directo de la Figura 3.1 tiene una buena respuesta en frecuencia ya que no existen elementos de almacenamiento en serie que afecten la señal de salida en baja frecuencia. Una desventaja con respecto al acoplamiento capacitivo es que cualquier desplazamiento en el punto de reposo de una etapa previa (debido a una variación térmica) es amplificado por las etapas siguientes llegando a producir una operación de corte o saturación en las etapas finales del amplificador.

Este acoplamiento se utiliza por lo general en el diseño de circuitos integrados analógicos que están compuestos de diversas etapas acopladas normalmente en directa, cada una con una misión específica.

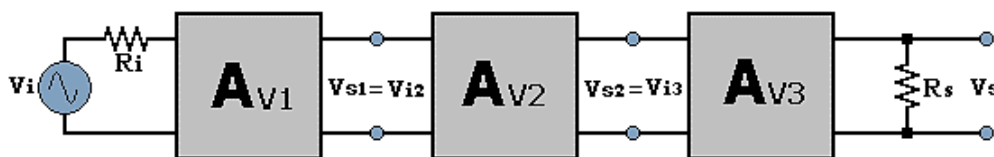


Figura 3.1

La primera etapa del amplificador de la Figura 3.1, A_{V1} , es la responsable de fijar la impedancia de entrada, luego suele haber una etapa de ganancia (o varias) y una etapa de salida, A_{V3} , fijando la impedancia de salida y suministrando la corriente a la carga.

En esta práctica el alumno obtendrá los puntos de operación de las diferentes etapas que compone el amplificador y la ganancia de voltaje. Obtendrá también la ganancia de voltaje por etapas mediante la medición de los voltajes de CA a la salida de cada una de las etapas y del voltaje de entrada.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 3.2, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 3.2.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD
Generador de funciones
Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

- | | |
|--|--------|
| 1 Resistencia de $47k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R2 |
| 2 Resistencias de $10k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R1, R3 |
| 1 Resistencia de $2.2K\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R4 |
| 1 Resistencia de 330Ω a $\frac{1}{2}$ watt | R5 |
| 2 Resistencias de $1K\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R6, R8 |
| 1 Resistencia de 390Ω a $\frac{1}{2}$ watt | R7 |
| 2 Capacitores de $100\mu F$ a 25V | C1, C2 |
| 2 Transistores 2N3904 | T1, T2 |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 3.2. Con el generador de funciones (V_i) apagado y la fuente de voltaje ajustada a 15 V, mida con un multímetro las condiciones de operación en CD y anote los valores que se indican en la Tabla 3.1.

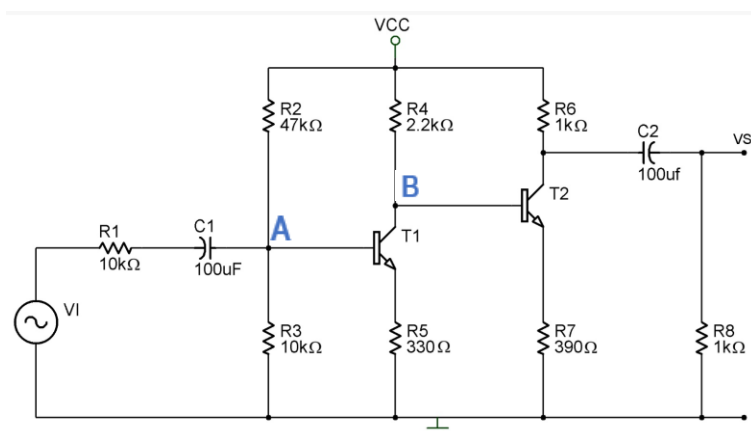


Figura 3.2

T	I_B (μA)	I_C (mA)	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)
1					
2					

Tabla 3.1

- Encienda V_i y ajústelo con una señal senoidal de $200mV_{pp}$ a una frecuencia de 4kHz.
- Mida y dibuje el voltaje en el punto A, el punto B y la salida V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
- Quite el capacitor $C2$ y conecte directamente la resistencia $R8$ a la terminal del colector y mida nuevamente V_s . (Para este punto coloque el acoplamiento del osciloscopio en VCD).
- Mida el voltaje de salida V_s , indicando amplitud, frecuencia y ángulo de fase. Anote sus comentarios respecto de la señal obtenida en el punto 4.
- Arme nuevamente el circuito de la figura 3.2, colocando el capacitor $C2$ y la resistencia $R8$ en la terminal del emisor del transistor $Q2$.
- En acoplo de CA. Mida el voltaje de salida V_s , indicando amplitud, frecuencia y ángulo de fase.



CUESTIONARIO

1. Con los valores obtenidos en la práctica, calcule:
 - a) β_1 y β_2 .
 - b) Δv_1 , Δv_2 y Δv total.
2. ¿Qué finalidad tienen los amplificadores en cascada?
3. ¿Qué efecto se tendría en el amplificador de la Figura 3.2 si existiera un capacitor de desvío en el transistor T_1 ? Justifique su respuesta.
4. Respecto al ángulo de fase ¿cómo es V_s con respecto a V_i ? ¿ V_s con respecto al punto B? y ¿el punto B con respecto al punto A? Justifique su respuesta.
5. ¿Qué función tiene el capacitor C_2 ?
6. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos anteriormente calculados con los prácticos en CD. Coméntelos.
7. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos anteriormente calculados con los prácticos en CA. Coméntelos.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

PRÁCTICA 4. “AMPLIFICADOR DARLINGTON”

OBJETIVO

- Obtener los valores de CD y CA en un amplificador Darlington típico para, con base en esos datos, determinar el funcionamiento del amplificador.

INTRODUCCIÓN

Hay muchas razones para utilizar transistores con ganancia de corriente muy alta, y aunque están disponibles en un solo encapsulado, por lo general es mejor construirlo con dispositivos discretos. Esto le da una mayor flexibilidad y permite crear configuraciones que están optimizadas para una tarea específica.

Para crear un transistor con una alta ganancia de corriente basta conectar dos o más transistores de tal manera que el colector de corriente de la primera etapa sea amplificado por la segunda etapa, llamado configuración Darlington. Por lo tanto, si dos transistores tienen una ganancia de corriente (β o h_{fe}) de 50, los dos transistores conectados entre sí pueden dar una ganancia de corriente de 2,500.

Un par Darlington consta de dos transistores de la misma polaridad. Un Darlington NPN tendrá dos transistores NPN conectados como se muestra en la Figura 4.1a, y en un Darlington PNP se utilizan dos transistores PNP conectados como se muestra en la Figura 4.1b.

El alumno comprobará en esta práctica que la corriente del emisor I_{E1} es igual a la corriente de la base I_{B2} . Comprobará las diferencias que existen entre las corrientes de los colectores y que los voltajes colector--emisor, V_{CE} , de ambos son casi iguales, y la manera de limitar el flujo de corriente en un amplificador Darlington.



Figura 4.1.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de las Figuras 4.2, 4.3 y 4.4 con y sin capacitor de desvío, mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.
3. Realizar la simulación de los circuitos de las Figuras 4.2, 4.3 y 4.4.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD
Generador de funciones
Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

1	Resistencia de $100\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R1
1	Resistencia de $56\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R2
2	Resistencias de 220Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R3, R4
1	Resistencia de 100Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R5
1	Capacitor de $22\mu\text{F}$ a 25V	C1
1	Capacitor de $100\mu\text{F}$ a 25V	C2
1	Transistor TIP31A	T1
1	Transistor TIP31C	T2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Con V_i apagado, arme el circuito de la Figura 4.2. Alimente VCC con 12V, después mida y anote los valores que se indican en la Tabla 4.1.

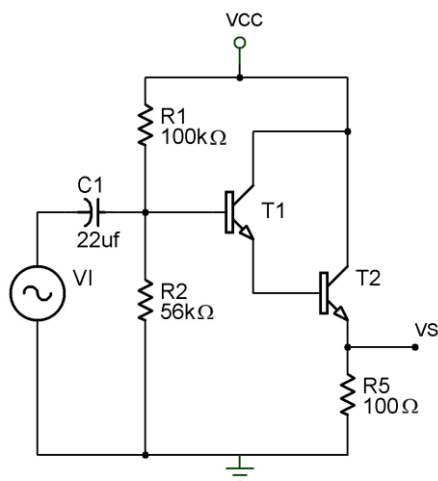


Figura 4.2

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μA)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 4.1

- Encienda V_i y ajústelo con una señal senoidal de 800 mV_{PP} a una frecuencia de 1kHz. **Mantenga estos valores para toda la práctica.** Mida y dibuje el valor de las señales que se indican en la Tabla 4.2., anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.

V_{B1} (V)	V_{B2} (V)	V_S (V)

Tabla 4.2

- Con V_i apagado arme el circuito de la Figura 4.3, después mida y anote los valores que se indican en la Tabla 4.3.

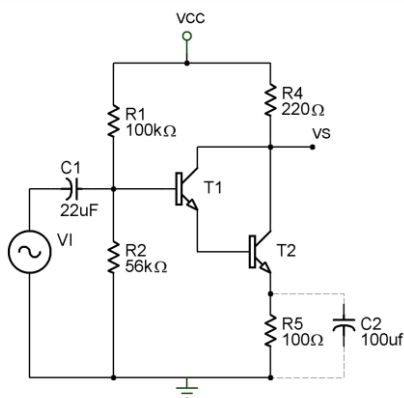


Figura 4.3

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 4.3

4. Encienda V_i y sin conectar C_2 mida y dibuje las señales V_i y V_s con los valores de la Tabla 4.4.
5. Conecte C_2 , mida y dibuje nuevamente V_i y V_s con los valores de la Tabla 4.4.

Sin C_2		Con C_2	
V_i (V)	V_s (V)	V_i (V)	V_s (V)

Tabla 4.4

6. Con V_i apagado, arme el circuito de la figura 4.4, después mida y anote los valores que se indican en la Tabla 4.5.

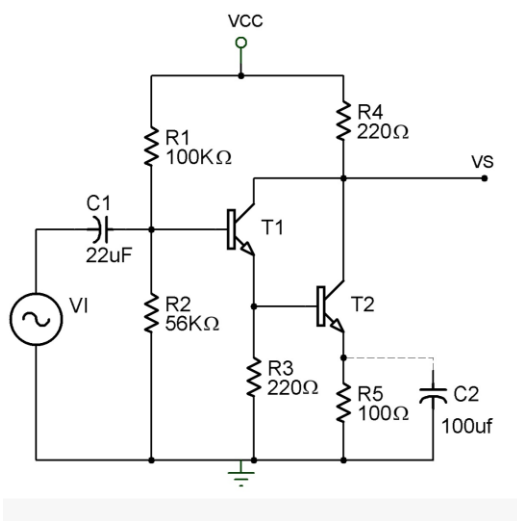


Figura 4.4



T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 4.5

7. Encienda V_i y sin conectar C_2 mida y dibuje V_i y V_s con sus valores en la Tabla 4.6.
8. Conecte C_2 mida y dibuje nuevamente V_i y V_s con sus valores en la Tabla 4.6.

Sin C_2		Con C_2	
V_i (V)	V_s (V)	V_i (V)	V_s (V)

Tabla 4.6

CUESTIONARIO

1. Con los datos obtenidos en la práctica, calcule, para los circuitos de las Figuras 4.2, 4.3 y 4.4
 - a. β_1 , β_2 y la β equivalente del amplificador.
 - b. Δv_1 , Δv_2 y Δv total.
2. ¿Por qué la salida de voltaje del circuito de la figura 4.2, no cambió con respecto de la entrada?
3. ¿Qué finalidad tiene el conectar la resistencia R_3 en el Darlington? Justifique su respuesta.
4. Sugiera 3 aplicaciones con el amplificador Darlington.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA



PRÁCTICA 5. “AMPLIFICADOR CASCODO”

OBJETIVO

Observar y comprender el funcionamiento del amplificador cascodo como desviador de nivel, analizando su capacidad para ajustar y estabilizar niveles de señal en la salida.

INTRODUCCIÓN

Una aplicación típica del amplificador cascodo es utilizarlo para producir un desplazamiento de nivel. Esta configuración es utilizada en amplificadores de circuitos integrados como etapa de salida para limitar o eliminar el nivel de voltaje de CD en éste, ampliando su ancho de banda.

El alumno podrá observar mediante el armado del circuito amplificador que el transistor T_3 es una fuente de corriente que proporciona una corriente independiente de los otros dos transistores, forzando que la corriente que proporciona el transistor T_2 en configuración colector común sea igual a la corriente T_3 , lo que hace que el amplificador cascodo actúe como un desviador de nivel y produzca 0 volts de CD a la salida del amplificador.

También podrá verificar que el voltaje V_{c3} es igual al voltaje de salida V_s , donde existe una señal de corriente alterna amplificada y desfasada 180° con respecto a la señal de entrada.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 5.1, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 5.1.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD
Generador de funciones
Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

- | | |
|---|------------|
| 1 Resistencia de $1M\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R2 |
| 1 Resistencias de $560k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | RS |
| 2 Resistencias de $100k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R1, RS |
| 1 Resistencia de $56k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | RS |
| 1 Resistencia de $15k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R6 |
| 1 Resistencia de $12k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | RS |
| 1 Resistencia de $3.3k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R5 |
| 1 Resistencia de $1.8k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R8 |
| 2 Resistencias de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R4, R7 |
| 1 Potenciómetro de $15k\Omega$ | R3 |
| 3 Transistores 2N3904 | Q1, Q2, Q3 |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la Figura 5.1. Ajuste V_i con una señal senoidal de 500mVpp y una frecuencia de 3kHz.
2. Varíe el potenciómetro hasta obtener una medición en el colector del transistor Q_3 0Vcd con el multímetro en CD.

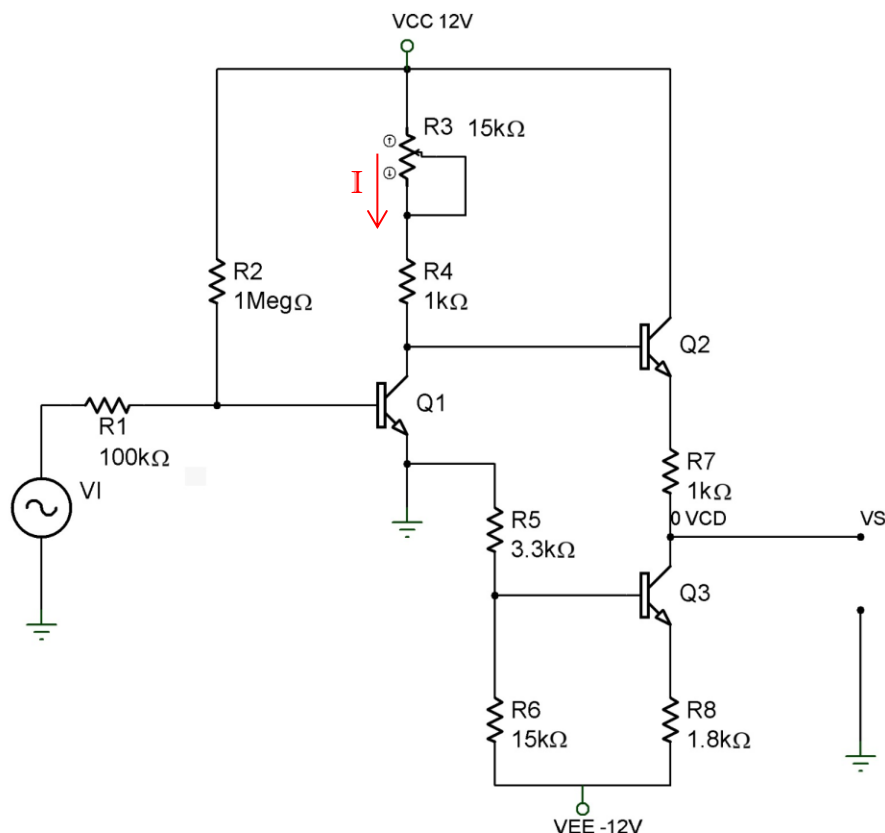


Figura 5.1

3. Apague V_i , mida y anote los valores que se indican en la Tabla 5.1.

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					
3					

Tabla 5.1

4. Encienda V_i , mida y anote las señales V_s y V_i con su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
5. Conecte la resistencia de carga en el circuito de la Figura 5.1 (colector del transistor 3 y a tierra) variándola con los valores indicados en la Tabla 5.2, mida para cada una el voltaje de salida y determiné la ganancia de voltaje para cada caso.



R_S	V_S	Δv
560k Ω		
100k Ω		
56k Ω		
12k Ω		

Tabla 5.2

CUESTIONARIO

1. ¿Por qué el voltaje V_S de corriente directa es igual a cero volts?
2. Comente los resultados de la Tabla 5.2.
3. ¿Qué función realiza el transistor Q_3 en el circuito? Indique qué papel juega en los circuitos integrados.
4. Mencione dos aplicaciones prácticas del Amplificador Desviador de Nivel.
5. Comente si hubo variaciones en los resultados prácticos comparados con los teóricos.



PRÁCTICA 6. “AMPLIFICADOR DIFERENCIAL”

OBJETIVOS

- Obtener, a partir de datos experimentales las características del amplificador diferencial, la ganancia de voltaje a modo común, a modo diferencial y la relación de rechazo a modo común (CMRR).

INTRODUCCIÓN

La configuración del amplificador diferencial es de extrema importancia ya que es usado como un bloque básico en la construcción de muchos amplificadores realimentados y en la mayoría de los amplificadores lineales de circuitos integrados. La función de un amplificador diferencial es, en general, amplificar la diferencia entre dos señales de entrada. La necesidad de un amplificador de este tipo surge en muchas mediciones físicas y de instrumentación, donde se requiere una respuesta desde CD hasta varios mega Hertz y éste es precisamente el rango de funcionamiento del amplificador diferencial.

Para poder determinar el funcionamiento del amplificador diferencial es necesario conocer sus parámetros más importantes, como La ganancia de voltaje a modo común, la ganancia a modo diferencial y la CMRR. La CMRR es una relación que nos indica qué tan bueno es un amplificador diferencial.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 6.1, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 6.1.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD

Generador de funciones

Multímetro

Osciloscopio

MATERIAL

- | | | |
|---|--|--------------------|
| 1 | Resistencia de 12k Ω a ½ watt. | R4 |
| 4 | Resistencias de 10k Ω a ½ watt | R1, R2, RB1, RB2 |
| 1 | Resistencia de 5.6k Ω a ½ watt | R3 |
| 4 | Resistencias de 1.2k Ω a ½ watt | RS1, RS2, RC1, RC2 |
| 1 | Resistencia de 1k Ω a ½ watt | RE3 |
| 1 | PRE-SET de 220 Ω | RP |
| 2 | Capacitores de 22 μ F a 25V | CC1, CC2 |
| 3 | Transistores BC547A | T1, T2, T3 |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 6.1.

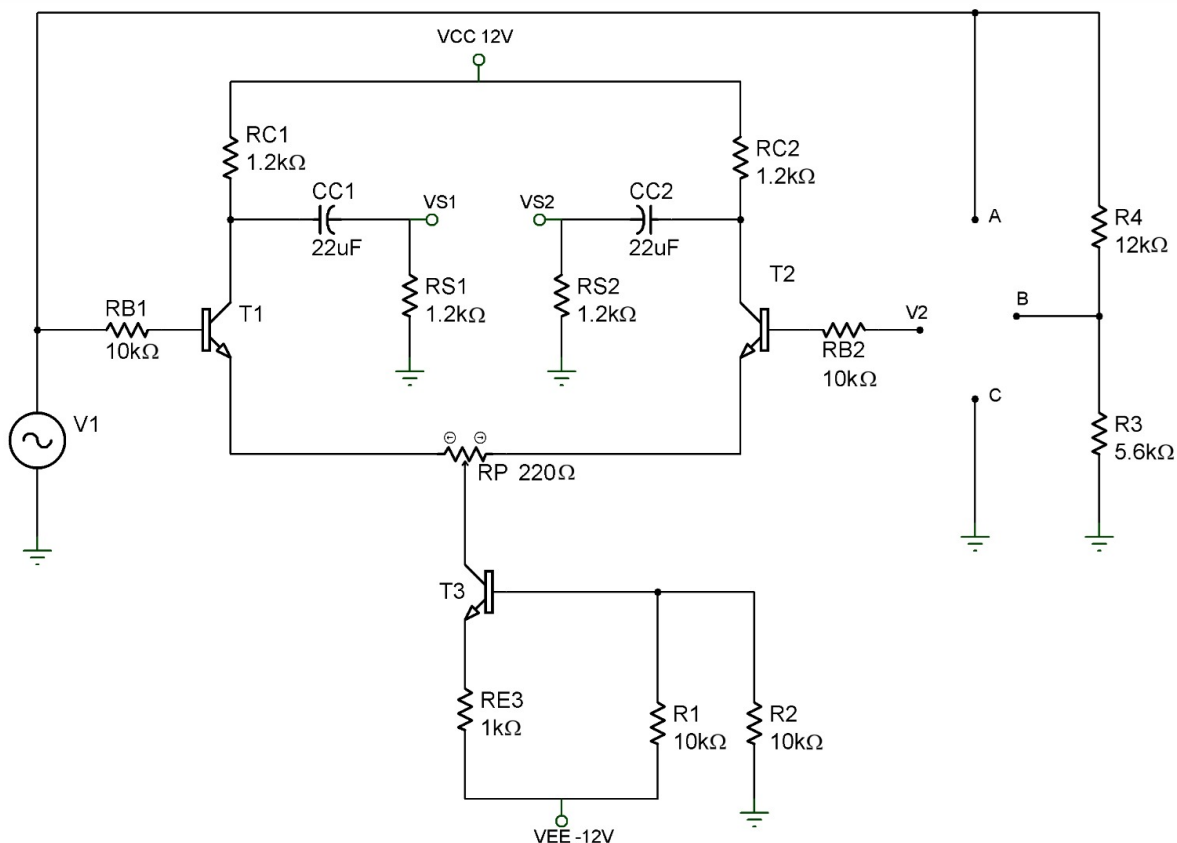


Figura 6.1

- Con V_1 apagado y el interruptor cerrado en el punto A, mida y anote los valores indicados en la Tabla 6.1.

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)	β
1						
2						
3						

Tabla 6.1

- Ajuste V_1 con una señal senoidal de 400mVpp, a una frecuencia de 5kHz. (Mantenga estos valores para toda la práctica).



4. Varíe el PRE-SET (R_p) hasta que las corrientes I_{E1} e I_{E2} sean iguales y anote los valores que se indican en la Tabla 6.2.

T	V_{CE} (V)	I_C (mA)
1		
2		

Tabla 6.2

5. Encienda V_1 y el interruptor en el punto A, mida, dibuje y anote los valores indicados en la Tabla 6.3.

V_1 (V)	V_2 (V)	V_{S1} (V)	V_{S2} (V)

Tabla 6.3

6. Cerrando ahora el interruptor en el punto B, mida, dibuje y anote los valores indicados en la Tabla 6.4.

V_1 (V)	V_2 (V)	V_{S1} (V)	V_{S2} (V)

Tabla 6.4

7. Cierre ahora el punto C. Mida, dibuje y anote los valores indicados en la Tabla 6.5.

V_1 (V)	V_2 (V)	V_{S1} (V)	V_{S2} (V)

Tabla 6.5

CUESTIONARIO

- ¿El transistor funcionó efectivamente como una fuente de corriente en la configuración en la que se encontraba? Justifique su respuesta.
- Realice una tabla comparativa de los resultados prácticos de la fuente de corriente.
- Con los valores obtenidos durante el desarrollo de la práctica calcule:
 - La ganancia de voltaje a modo común
 - La ganancia de voltaje a modo diferencial
 - La relación de rechazo a modo común
- Diga como aumentar el CMRR.



PRÁCTICA 7. “REALIMENTACIÓN”

OBJETIVOS

- El alumno podrá comprobar la ganancia de malla cerrada en un circuito de acoplo directo.
- Comprobar el margen de funcionamiento lineal de un amplificador realimentado.

INTRODUCCIÓN

En los amplificadores con transistores pueden presentarse características no lineales como distorsión, ruido, efectos de temperatura, inestabilidad, etc. Para evitar hasta donde sean posible estos efectos no lineales se usan las propiedades de la realimentación negativa o degenerativa.

La realimentación negativa tiene el efecto de estabilizar el amplificador, aumentar el ancho de banda disminuyendo con esto la ganancia, reducir la distorsión y los ruidos. Se pueden modificar las impedancias de entrada y salida aumentando o disminuyendo según se desee.

La realimentación positiva o regenerativa aumenta la ganancia y reduce el ancho de banda, así como la estabilidad del amplificador. Generalmente se utiliza para osciladores.

Existen cuatro conexiones básicas en los amplificadores realimentados. Los cuales se clasifican dependiendo de si la señal de salida que se muestrea es una corriente o un voltaje y de si la señal realimentada es una corriente o un voltaje, estas configuraciones básicas son realimentación serie--paralelo, serie-serie, paralelo-serie y paralelo-paralelo.

El alumno podrá determinar con esta práctica los efectos que se tienen cuando la realimentación se hace con acoplo directo, además, comprobará el efecto que se obtiene en los amplificadores realimentados al desconectar el elemento de realimentación.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 7.1, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 7.1.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD

Generador de funciones

Multímetro

Osciloscopio

MATERIAL

- | | |
|---|----|
| 1 Resistencia de 100k Ω a ½ watt | R1 |
| 1 Resistencia de 330k Ω a ½ watt | R2 |
| 1 Resistencia de 5.6k Ω a ½ watt | R3 |

2	Resistencias de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R4, R9
1	Resistencia de $1.8k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R5
1	Resistencia de $1.5k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R6
1	Resistencia de $10k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R7
1	Resistencia de 470Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R8
1	Capacitor de $100\mu F$ a 25V	C1
1	Capacitor de $47\mu F$ a 25V	CF
3	Transistores 2N3904	T1, T2, T3

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la Figura 7.1.

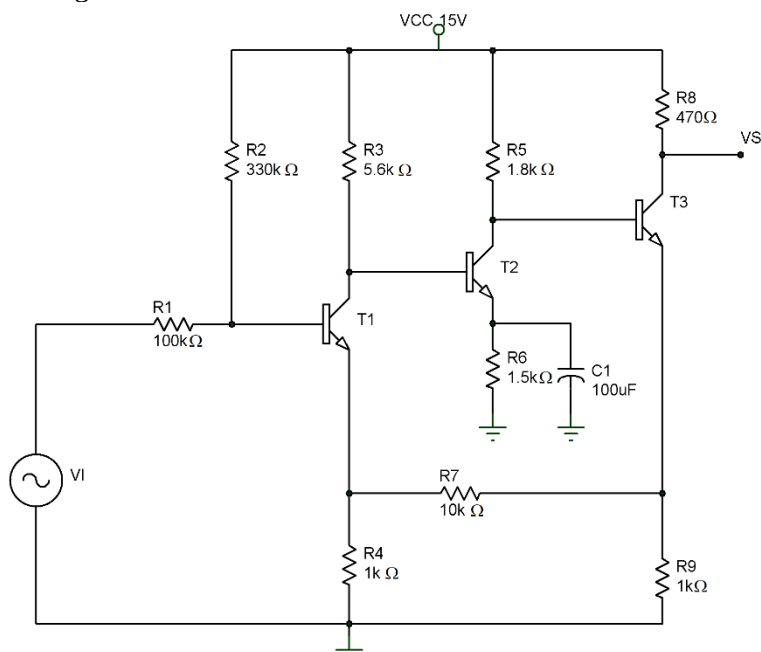


Figura 7.1

- Con V_i apagado, mida y anote los valores que se indican en la Tabla 7.1.

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μA)	I_C (mA)
1					
2					
3					

Tabla 7.1

- Ajuste V_i con una señal senoidal de 300mVpp y una frecuencia de 1kHz, alimente el circuito y observe la respuesta del amplificador, dibuje V_i y V_s anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
- Sin realimentación (desconecte la resistencia R7) y con V_i apagado, anote los valores que se indican en la Tabla 7.2.



T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					
3					

Tabla 7.2.

5. Sin realimentación, encienda V_i , mida y dibuje V_i y V_s anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
6. Conecte nuevamente la realimentación y encendiendo V_i , mida V_s para los diferentes valores de V_i , llene la Tabla 7.3 anotando sus observaciones y el valor de la ganancia.

V_i	V_s	OBSERVACIONES	Δv
300mVpp.			
400mVpp.			
500mVpp.			
1.0Vpp			

Tabla 7.3.

7. Dibuje V_s para el máximo valor de entrada V_i , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.

CUESTIONARIO

1. En qué consiste la realimentación.
2. ¿Qué tipo de realimentación es?
3. ¿Qué características tiene esta realimentación?
4. Con base en las mediciones de la tabla 7.3.
¿Cuál es el punto máximo de ganancia sin distorsión?
5. Si el capacitor se quitara del emisor de transistor T2, ¿qué cambios se producirían en el circuito?
Explique su respuesta.
6. Como son las impedancias de salida y entrada del circuito de la figura 7.1, comente su respuesta.



PRÁCTICA 8. “TOPOLOGÍAS DE REALIMENTACIÓN”

OBJETIVOS

- El alumno podrá comprobar los efectos que produce la ganancia de malla abierta y la ganancia de malla cerrada.
- El alumno analizará las diferentes topologías con realimentación y sus propiedades.

INTRODUCCIÓN

Los circuitos de acoplo directo con realimentación directa, resistiva o elementos activos (transistores bipolares, transistores de efecto de campo, etc.) se utilizan mucho en la construcción de circuitos integrados, a diferencia de los circuitos de acoplo capacitivo, como elemento de realimentación, los cuales bajan la respuesta en frecuencia. En la construcción de circuitos, el tamaño que ocupa el capacitor con respecto al transistor es relativamente grande, por esto y otras consideraciones se utilizan circuitos de acoplo directo.

El alumno podrá determinar, en este circuito realimentado, los puntos de operación de los transistores, la ganancia de voltaje del amplificador sin realimentación y la ganancia de voltaje del mismo amplificador con realimentación; con estos datos obtenidos, el alumno determinará los efectos que produce la realimentación negativa en los amplificadores.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 8.1, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 8.1.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD

Generador de funciones

Multímetro

Osciloscopio

MATERIAL

1	Resistencia de $150\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.	R4
1	Resistencia de $120\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R1
1	Resistencia de $15\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R3
1	Resistencia de $1.8\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R5
1	Resistencia de $1.5\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R2
1	Resistencia de 560Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R6
1	Resistencia de 470Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R7
2	Capacitores de $470\mu\text{F}$ a 25V	C2, C3
1	Capacitor de 220nF a 25V	C1
2	Transistores 2N3904	Q1, Q2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 8.1.
2. Con V_i apagado mida y anote los valores indicados en la Tabla 8.1.

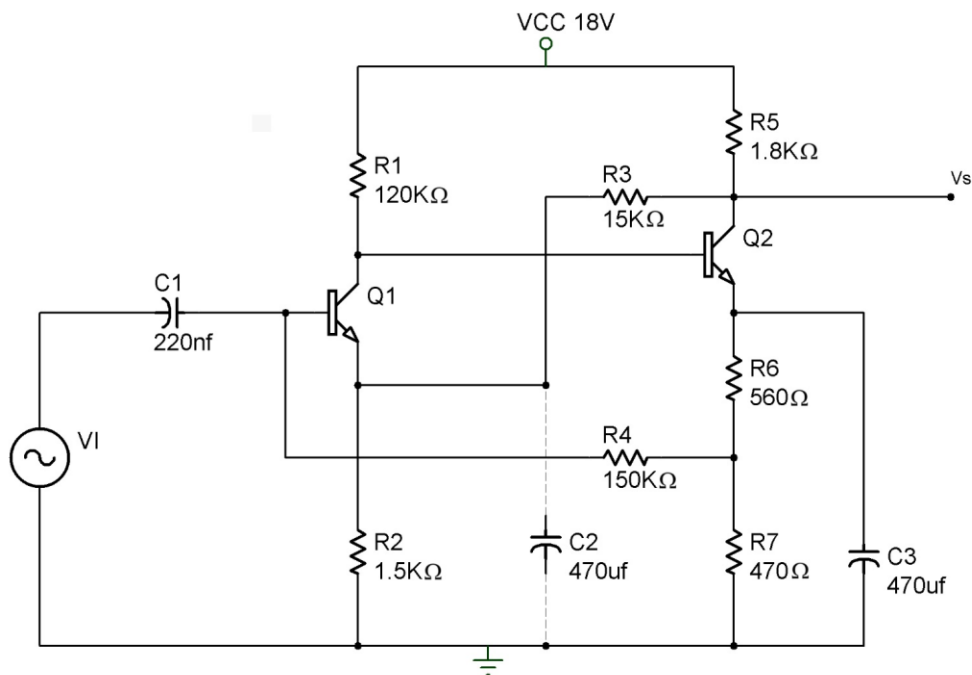


Figura 8.1

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 8.1

3. Ajuste V_i con una señal senoidal de 250mVpp y una frecuencia de 1kHz Encienda V_i , mida y dibuje las señales de entrada V_i y salida V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
4. Sin realimentación (desconecte la resistencia R_3), anote los valores indicados en la Tabla 8.2. (Con V_i apagado).

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 8.2

5. Ajuste V_i con una señal senoidal de 250mVpp y una frecuencia de 1kHz Encienda V_i , mida y dibuje las señales de entrada V_i y salida V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.



6. Conecte nuevamente la realimentación y encienda V_i , mida y dibuje V_s para los diferentes valores de V_i , llene la Tabla 8.3 anotando sus observaciones y el valor de la ganancia.

V_i	V_s	OBSERVACIONES	Δv
250mVpp.			
500mVpp.			
1.0Vpp.			
1.5Vpp.			

Tabla 8.3

7. Desconecte el capacitor de desvío C_2 del emisor del transistor Q_2 y conéctelo en el emisor del transistor Q_1 .
8. Ajuste V_i con una señal senoidal de 250mVpp y una frecuencia de 1kHz, alimente el circuito y mida las señales en V_i y V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
9. Con V_i apagado anote los valores que se indican en la Tabla 8.4.

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 8.4

CUESTIONARIO

- ¿Qué efecto tendría en el circuito de la Figura 8.1 que el capacitor C_2 estuviera en corto?
- Si el capacitor de desvío C_2 está conectado en el emisor del transistor Q_2 , ¿qué tipo de configuración es, ¿qué realimenta y qué muestrea?
- Si el capacitor de desvío C_2 está conectado en el emisor del transistor Q_1 , ¿qué tipo de configuración es, ¿qué realimenta y qué muestrea?
- Si existiera un capacitor de desvío en el emisor del transistor Q_1 y en el emisor del transistor Q_2 , ¿qué tipo de configuración es?
- ¿Cómo son las impedancias de entrada y salida cuando el capacitor C_2 se encuentra en el emisor del transistor dos? ¿Y cuando está en el emisor del transistor uno?
- ¿Qué efecto produce en el circuito el tener una doble realimentación en CD? Explíquelo.



PRÁCTICA 9. “RESPUESTA EN FRECUENCIA”

OBJETIVO

- Determinar la respuesta en frecuencia de un amplificador emisor común, sus características y limitaciones.

INTRODUCCIÓN

La respuesta en frecuencia de un amplificador describe la facilidad con que el amplificador reproduce una gama o margen de frecuencias. A causa del precio y otras consideraciones prácticas, al diseñarse un amplificador debe de especificarse el margen de frecuencias en el que trabaja (ancho de banda).

Una característica importante de un amplificador es el voltaje de salida en cada una de las frecuencias comprendidas en un ancho de banda para un nivel dado de la señal de entrada. Estas características se pueden determinar utilizando un generador senoidal con frecuencia variable y un osciloscopio para observar y medir la señal de entrada y salida del amplificador. Posteriormente se podrá calcular la ganancia en cada rango de frecuencia.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 9.1, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 9.1.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD
Generador de funciones
Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

1	Resistencia de 18k Ω a ½ watt.	R2
1	Resistencia de 3.9k Ω a ½ watt	R1
1	Resistencia de 2.2k Ω a ½ watt	R6
1	Resistencia de 1.5k Ω a ½ watt	R3
1	Resistencia de 220 Ω a ½ watt	R4
1	Resistencia de 33 Ω a ½ watt	R5
1	Capacitor de 470 μ F a 25V	C4
1	Capacitor de 22 μ F a 25V	C3
1	Capacitor de 22 μ F a 25V	C2
1	Capacitor de 10 μ F a 25V	C1
1	Transistor 2N3904 o BC547B	Q1

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 9.1
2. Con V_i apagado, mida y anote los valores que se indican en la siguiente tabla.

V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)

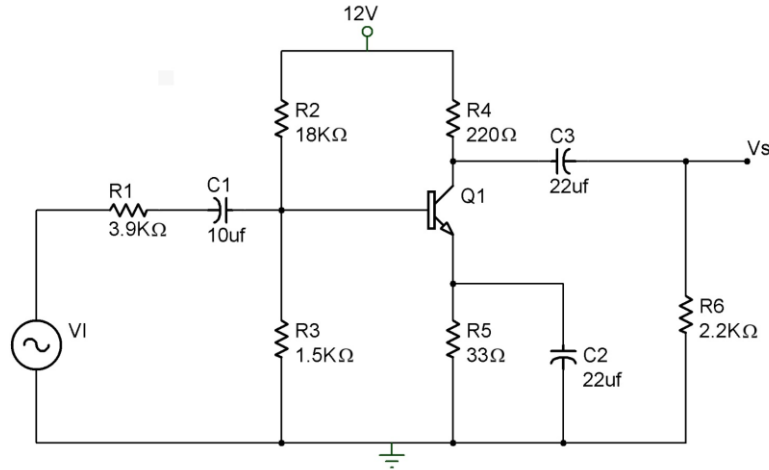


Figura 9.1

3. Encienda V_i , ajústelo con una señal senoidal de 200mVpp y una frecuencia de 1kHz mida y dibuje las señales en V_i y V_s , anote su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
4. Haciendo las mediciones y observaciones necesarias, llene la Tabla 9.1. El valor de V_i en todas las mediciones debe mantenerse en 200mVpp, de ser necesario ajústelo.

FRECUENCIA (Hz)	V_i (mV)	V_s (V)	OBSERVACIONES
40	200		
60	200		
80	200		
100	200		
200	200		
400	200		
600	200		
800	200		
1,000	200		
3,000	200		
9,000	200		
12,000	200		
20,000	200		
50,000	200		
100,000	200		

Tabla 9.1



5. Cambie el capacitor de desvío C_3 por C_4 y repita los pasos 3 y 4, llene ahora la Tabla 9.2.

FRECUENCIA (Hz)	V_i (mV)	V_s (V)	OBSERVACIONES
40	200		
60	200		
80	200		
100	200		
200	200		
400	200		
600	200		
800	200		
1,000	200		
3,000	200		
9,000	200		
12,000	200		
20,000	200		
50,000	200		
100,000	200		

Tabla 9.2

CUESTIONARIO

1. Con los valores obtenidos en la práctica, calcule β .
2. Calcule la ganancia de voltaje para cada una de las mediciones efectuadas en la Tabla 9.1 y 9.2.
3. Grafique, en papel semilogarítmico, la relación Δv en dB con respecto del ángulo ω según los datos obtenidos durante el desarrollo de la práctica para las Tablas 9.1 y 9.2.
4. ¿Qué efecto, con respecto a la frecuencia, producen los capacitores de acoplo y desvío del circuito de la Figura 9.1?
5. ¿Por qué es importante conocer la respuesta en frecuencia en un amplificador?
6. Compare los resultados de las Tablas 9.1 cuando el capacitor es de $22\mu\text{F}$ con los de la Tabla 9.2, cuando el capacitor es de $470\mu\text{F}$. Comente sus resultados.

PRÁCTICA 10. “RESPUESTA EN FRECUENCIA EN UN AMPLIFICADOR MULTITETAPA”

OBJETIVO

- Observar la respuesta en frecuencia de un amplificador multitapa en acoplo capacitivo, así como el ancho de banda de operación.

INTRODUCCIÓN

Otro tipo de acoplamiento es el acoplo capacitivo, este método conecta dos o más etapas a través de un capacitor como se observa en la Figura 10.1. La respuesta en frecuencia se ve afectada por más de tres capacitores que tiene un amplificador con un solo transistor, limitando el ancho de banda.

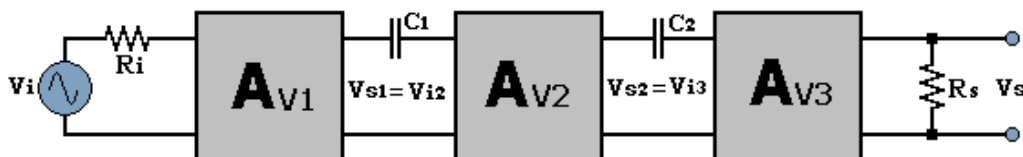


Figura 10.1

Una característica importante de un amplificador es el voltaje de salida en cada una de las frecuencias comprendidas en un ancho de banda para un nivel dado de la señal de entrada. Estas características se pueden determinar utilizando un generador senoidal con frecuencia variable y un osciloscopio para observar y medir la señal de entrada y salida del amplificador. Posteriormente se podrá calcular la ganancia en cada rango de frecuencia.

En esta práctica el alumno obtendrá la ganancia de voltaje de un amplificador de dos etapas con acoplo capacitivo a una frecuencia determinada del diseño. Podrá observar en esta práctica el comportamiento del circuito a diferentes frecuencias.

Obtendrá también la ganancia de voltaje por etapas mediante la medición de los voltajes de CA a la salida de cada una de las etapas y del voltaje de entrada.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 10.2, [mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 10.2.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD
Generador de funciones
Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

- | | |
|--|------------|
| 1 Resistencia de $1\text{M}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt. | R2 |
| 2 Resistencias de $470\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R7, R8 |
| 3 Resistencias de $100\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R3, R4, R9 |
| 2 Resistencias de $10\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R1, R5 |
| 2 Resistencia de $1\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R10, R11 |
| 1 Resistencia de 470Ω a $\frac{1}{2}$ watt | R6 |
| 2 Capacitores de $100\mu\text{F}$ a 25V | C3, C5 |
| 3 Capacitores de $22\mu\text{F}$ a 25V | C1, C2, C4 |
| 2 Transistores 2N3904 | T1, T2 |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 10.2 y no conecte aún los capacitores C3 y C5. No encienda aún V_i
- Mida y anote los valores de voltaje y corriente que se indican en la Tabla 10.1.

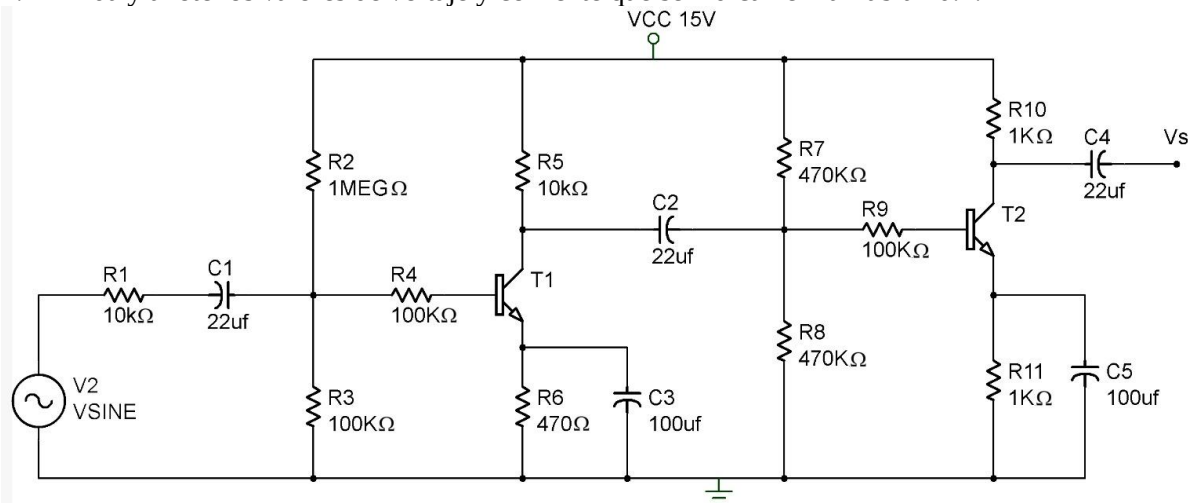


Figura 10.2

T	V_C (V)	V_E (V)	V_{CE} (V)	I_B (μA)	I_C (mA)
1					
2					

Tabla 10.1

- Ajuste V_i con una señal senoidal de 200mVpp y una frecuencia de 1kHz .
- Mida y dibuje las señales en V_i , $V_{\text{COLECTOR1}}$ y V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.
- Haciendo las mediciones y comentarios en relación el ángulo de fase llene la columna correspondiente a $V_s(V)$ sin capacitor en la Tabla 10.2. El valor de V_i en todas las mediciones debe mantenerse en 200mVpp , de ser necesario ajústelo.



Frecuencia (Hz)	V_i (mV)	V_s (V) sin cap	Comentarios	$V_s(V)$ con cap	Comentarios
40	200				
60	200				
80	200				
100	200				
200	200				
400	200				
600	200				
800	200				
1,000	200				
3,000	200				
9,000	200				
12,000	200				
20,000	200				
50,000	200				
100,000	200				

Tabla 10.2

6. Repita las mediciones anteriores conectando ahora los capacitores C3 y C5, y llene la columna $V_s(V)$ con capacitor y comente sus resultados

CUESTIONARIO

1. Con los valores obtenidos en la práctica, calcule:
 - a) β_1 y β_2 .
 - b) Δv_1 , Δv_2 y Δv total.
2. Respecto al ángulo de fase, ¿cómo es V_s con respecto a V_i ?, ¿ V_s con respecto a V_{C1} ? y ¿ V_{C1} con respecto a V_i ? Justifique su respuesta.
3. Grafique, en papel semilogarítmico, la relación $\Delta v/\omega$ según los datos obtenidos durante el desarrollo de la práctica para la Tabla 10.2.
4. En función de la gráfica ¿cuál es el rango de frecuencia del ancho de banda que se obtiene en la gráfica sin capacitores de emisor?
5. En función de la gráfica ¿cuál es el rango de frecuencia del ancho de banda que se obtiene en la gráfica con capacitores de emisor?
6. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos anteriormente calculados con los prácticos en CD. Coméntelos.

PRÁCTICA 11. “AMPLIFICADOR DE POTENCIA CLASE “B” Y CLASE “AB” SIMETRÍA COMPLEMENTARIA”

OBJETIVOS

- Observar el comportamiento del amplificador clase “B” y clase “AB” en simetría complementaria.
- Observar el efecto de la distorsión de cruce.
- Observar el comportamiento del amplificador clase “AB” simetría complementaria.
- Observar el efecto de la distorsión de cruce en configuración clase “AB”.
- Construir un amplificador de potencia clase “AB” simetría complementaria con etapa excitadora.

INTRODUCCIÓN

Cuando se desea diseñar un amplificador de potencia lo primero que se debe de considerar son las diferentes clases de amplificadores de potencia que existen (clase A, clase B, y clase AB) y que en función de sus características se puede diseñar un amplificador de potencia con una eficiencia adecuada y práctico en su operación con un mínimo de componentes.

En un amplificador clase “B” Push-Pull (en contra fase) se utilizan dos transistores complementarios un transistor NPN y un transistor PNP para llevar a cabo la operación de contrafase. En estos amplificadores la entrada del transistor está polarizado de modo tal que, en ausencia de una señal excitadora, no exista flujo de corriente por el circuito de salida, o sea, el transistor está en corte (apagado), esto tarda aproximadamente 0.7V así que existe una pequeña cantidad de tiempo en la que el transistor no amplifica la señal. Este tiempo de retraso de polarización puede causar distorsión de cruce, como se observa en la gráfica de la Figura 11.1. Sin embargo, hay una manera de evitar la distorsión de cruce utilizando un amplificador clase “AB” en la cual los transistores funcionan en la región activa aun cuando la señal de entrada, V_i , sea pequeña.

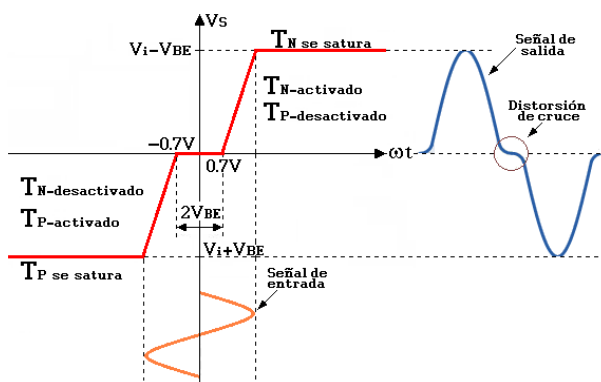


Figura 11.1

En el amplificador clase “AB” los transistores están polarizados de tal manera que nunca se apagan. Se mantienen polarizados por dos diodos que permiten el paso de una pequeña cantidad de corriente en el colector aun cuando no exista señal en la entrada. Esto significa entonces, que el transistor requiere estar encendido por más de la mitad de un ciclo de la onda de entrada, pero mucho menos que un ciclo completo de operación.



ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de la Figura 11.4, mismo que deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de éste.
3. Realizar la simulación del circuito de la Figura 11.2, 11.3 y 11.4.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD

Generador de funciones

Multímetro

Osciloscopio

MATERIAL

1	Resistencia de $100\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.	R1
1	Resistencia de $15\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.	R2
1	Resistencia de $10\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R3
2	Resistencias de $3.9\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R4, R5
1	Resistencias de $1\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.	R6
2	Resistencia de 100Ω	R7
1	Capacitor de $1000\mu\text{F}$ a 25V	C2
1	Capacitor de $10\mu\text{F}$ a 25V	C1
1	Transistor TIP41C	T1
1	Transistor TIP42C	T2
1	Transistor 2N3904	T3
2	Diodos 1N4004	D1, D2
1	Reproductor de audio con entrada de 3.5mm	

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 11.2
2. Ajuste V_i con una señal senoidal de 8Vpp a una frecuencia de 1kHz.
2. Con V_i apagado mida y anote con un multímetro los valores de la Tabla 11.2.
3. Encienda V_i , mida y dibuje las señales en V_i y V_s con su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.

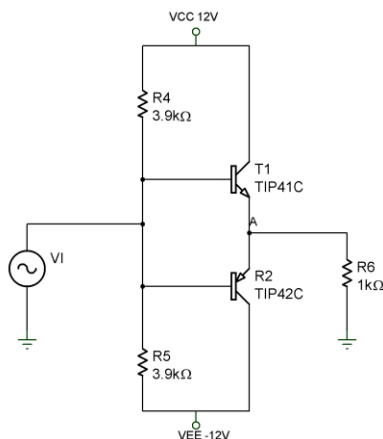


Figura 11.2

T	V_B (V)	V_E (V)	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)
1						
2						

Tabla 11.1

- Sustituya, en el circuito de la Figura 11.2, la resistencia $R_6 = 1\text{k}\Omega$ por una resistencia $R_3 = 10\text{k}\Omega$ y repita el paso anterior
- Repita el paso anterior utilizando ahora una resistencia de $100\text{k}\Omega$.
- Apague la fuente de alimentación.
- Haga los siguientes cambios de la Figura 11.2 como se muestra en la Figura 11.3. Ajuste V_i con una señal senoidal de 8V_{pp} a una frecuencia de 1kHz .

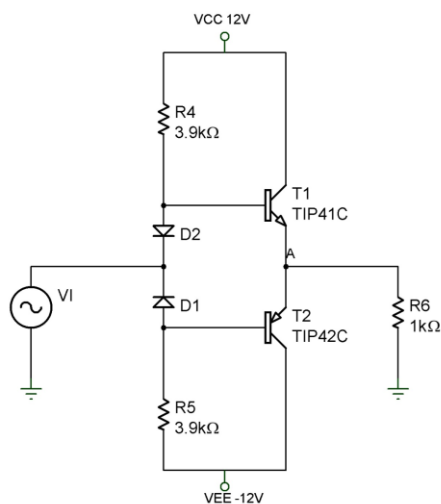


Figura 11.3

8. Con V_i apagado mida y anote con un multímetro los valores de la Tabla 11.2.

T	$V_B(V)$	$V_E(V)$	$V_{BE}(V)$	$V_{CE}(V)$	$I_B(\mu A)$	$I_C(mA)$
1						
2						

Tabla 11.2

9. Encienda V_i , mida y dibuje las señales en V_i y V_s , anotando su amplitud, frecuencia y ángulo de fase.

10. Ajuste V_i con una señal senoidal de 8Vpp a una frecuencia de 1kHz.

11. Arme como se muestra en la Figura 11.4

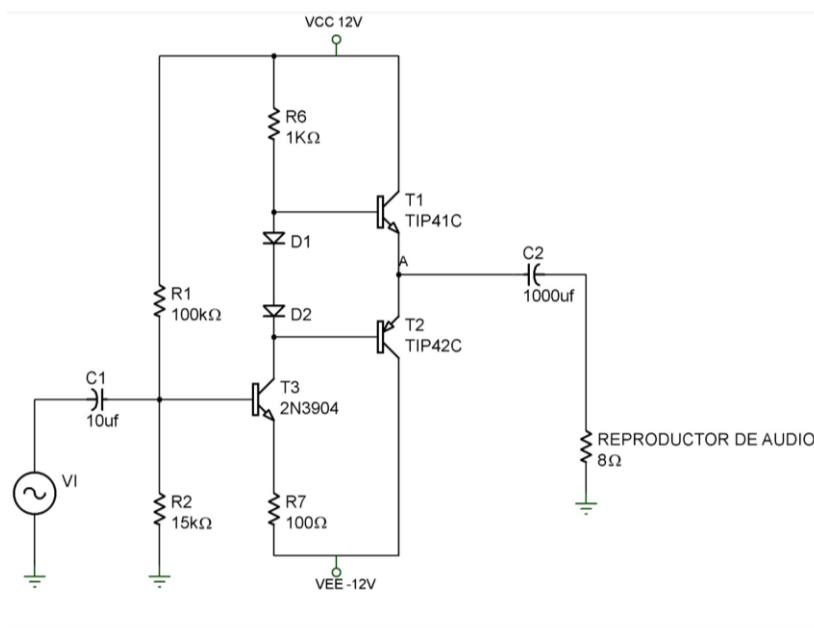


Figura 11.4

12. Con V_i apagado mida y anote con un multímetro los valores mostrados en la Tabla 11.3.

T	$V_B(V)$	$V_E(V)$	$V_{BE}(V)$	$V_{CE}(V)$	$I_B(\mu A)$	$I_C(mA)$
1						
2						
3						

Tabla 11.3

13. Intercambie el generador de señales, V_i , por un radio y la resistencia R_6 por una bocina de 8Ω. Encienda el radio, sintonízelo en cualquier estación, compare y dibuje la señal de entrada con la señal de salida. Comente sus observaciones.



CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es el motivo por el cual se da la distorsión de cruce?
2. ¿Qué efecto se produce al colocar los diodos entre las bases de los dos transistores 11.3?
3. ¿Cuál es la diferencia que existe entre los pasos 3, 4 y 5? Comente sus resultados.
4. En términos de funcionamiento, ¿cuál es la función de los diodos en el circuito 11.4?
5. ¿Por qué la señal de salida tiene casi la misma amplitud de la señal de entrada en los circuitos 11.2 y 11.3?
6. Si estos son amplificadores de potencia, ¿qué otra magnitud eléctrica varía si el voltaje permanece casi constante?
7. Compare la eficiencia teórica con la eficiencia práctica de la Figura 11.4.



REFERENCIAS

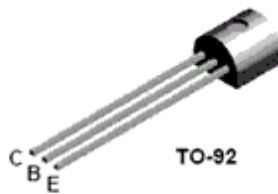
1. Circuitos Microelectrónicos Análisis y Diseño, Muhammad H. Rashid, Thomson, México, 2002, 1112p.
2. Dispositivos Electrónicos, Thomas L Floyd, 8ed. Pearson Educación, México, 2008, 1008p.
3. Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados, Donald L. Schilling, Charles Belove, 3ed. McGraw Hill Interamericana editores, 1995, 963p.
4. Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Robert L Boylestad, Louis Nashelsky, 10ed. Pearson Educación, México, 2009, 894p.
5. Principios de Electrónica, Albert Malvino, David J. Bates, 7ed. Mc Graw Hill. México, 2007, 964p.



HOJAS TÉCNICAS

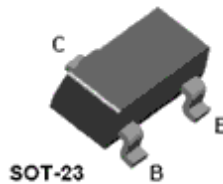


2N3904



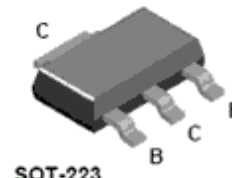
TO-92

MMBT3904



SOT-23
Mark: 1A

PZT3904



SOT-223

NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

Absolute Maximum Ratings*

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{CB0}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I_C	Collector Current - Continuous	200	mA
T_J, T_{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.

2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

ON CHARACTERISTICS*

h_{FE}	DC Current Gain	$I_C = 0.1 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 1.0 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$		0.2 0.3	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$	0.65	0.85 0.95	V V

* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."

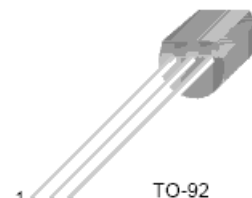
** Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.6 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 mm².



BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



1. Collector 2. Base 3. Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : BC546	80	V
	: BC547/550	50	V
	: BC548/549	30	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : BC546	65	V
	: BC547/550	45	V
	: BC548/549	30	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage : BC546/547	6	V
	: BC548/549/550	5	V
I_C	Collector Current (DC)	100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

Electrical Characteristics $T_a=25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30V, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		90	250	mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		200	600	mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10mA, I_B=0.5mA$		700		mV
		$I_C=100mA, I_B=5mA$		900		mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5V, I_C=2mA$	580	660	700	mV
		$V_{CE}=5V, I_C=10mA$			720	mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE}=5V, I_C=10mA, f=100MHz$		300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB}=10V, I_E=0, f=1MHz$		3.5	6	pF
C_{ib}	Input Capacitance	$V_{EB}=0.5V, I_C=0, f=1MHz$		9		pF
NF	Noise Figure : BC546/547/548	$V_{CE}=5V, I_C=200\mu A$		2	10	dB
		$f=1KHz, R_G=2K\Omega$		1.2	4	dB
		: BC549		1.4	4	dB
		: BC550		1.4	3	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800



TIP31 Series(TIP31/31A/31B/31C)

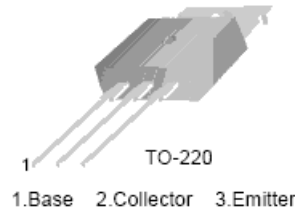
Medium Power Linear Switching Applications

- Complementary to TIP32/32A/32B/32C

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40	W
P_C	Collector Dissipation ($T_A=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$



Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP31	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	40		V
	: TIP31A		60		V
	: TIP31B		80		V
	: TIP31C		100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP31/31A	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
	: TIP31B/31C	$V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP31	$V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31A	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31B	$V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31C	$V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$	25		
		$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$	10	50	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 3\text{A}, I_B = 375\text{mA}$		1.2	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$		1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 500\text{mA}$	3.0		MHz

* Pulse Test: $PW \leq 300\mu\text{s}$, Duty Cycles $\leq 2\%$



MOTOROLA SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by TIP41A/D

Complementary Silicon Plastic Power Transistors

... designed for use in general purpose amplifier and switching applications.

- Collector-Emitter Saturation Voltage —
 $V_{CE(sat)} = 1.5 \text{ Vdc (Max) @ } I_C = 6.0 \text{ Adc}$
- Collector-Emitter Sustaining Voltage —
 $V_{CEO(sus)} = 60 \text{ Vdc (Min) — TIP41A, TIP42A}$
 $= 80 \text{ Vdc (Min) — TIP41B, TIP42B}$
 $= 100 \text{ Vdc (Min) — TIP41C, TIP42C}$
- High Current Gain — Bandwidth Product
 $f_T = 3.0 \text{ MHz (Min) @ } I_C = 500 \text{ mAdc}$
- Compact TO-220 AB Package

*MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	TIP41A TIP42A	TIP41B TIP42B	TIP41C TIP42C	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	80	100	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CB}	60	80	100	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EB}	5.0			Vdc
Collector Current — Continuous Peak	I_C	6 10			Adc
Base Current	I_B	2.0			Adc
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	65 0.52			Watts W/ $^\circ\text{C}$
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	2.0 0.016			Watts W/ $^\circ\text{C}$
Unclamped Inductive Load Energy (1)	E	62.5			mJ
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +150			$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	62.5	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.92	$^\circ\text{C/W}$

(1) $I_C = 2.5 \text{ A}$, $L = 20 \text{ mH}$, $P.R.F. = 10 \text{ Hz}$, $V_{CC} = 10 \text{ V}$, $R_{BE} = 100 \Omega$.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

REV 1

© Motorola, Inc. 1995

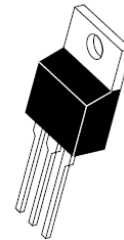


MOTOROLA

NPN
TIP41A
TIP41B*
TIP41C*
PNP
TIP42A
TIP42B*
TIP42C*

*Motorola Preferred Device

**6 AMPERE
POWER TRANSISTORS
COMPLEMENTARY
SILICON
60-80-100 VOLTS
65 WATTS**



**CASE 221A-06
TO-220AB**



1N4001 THRU 1N4007

1.0 AMP SILICON RECTIFIERS



FEATURES

- * Low forward voltage drop
- * High current capability
- * High reliability
- * High surge current capability

MECHANICAL DATA

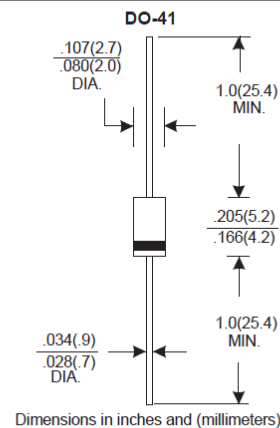
- * Case: Molded plastic
- * Epoxy: UL 94V-0 rate flame retardant
- * Lead: Axial leads, solderable per MIL-STD-202, method 208 guaranteed
- * Polarity: Color band denotes cathode end
- * Mounting position: Any
- * Weight: 0.34 grams

VOLTAGE RANGE

50 to 1000 Volts

CURRENT

1.0 Ampere



MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Rating 25°C ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

TYPE NUMBER	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current								
.375" (9.5mm) Lead Length at Ta=75°C	1.0							A
Peak Forward Surge Current, 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method)	30							A
Maximum Instantaneous Forward Voltage at 1.0A	1.0							V
Maximum DC Reverse Current Ta=25°C	5.0							μA
at Rated DC Blocking Voltage Ta=100°C	50							μA
Typical Junction Capacitance (Note 1)	15							pF
Typical Thermal Resistance RθJA (Note 2)	50							°C/W
Operating and Storage Temperature Range Tj, Tstg	-65 — +150							°C

NOTES:

1. Measured at 1MHz and applied reverse voltage of 4.0V D.C.
2. Thermal Resistance from Junction to Ambient .375" (9.5mm) lead length.