



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Ingeniería en Telecomunicaciones, Sistemas y Electrónica
Departamento de Ingeniería
Sección Electrónica

Electrónica Analógica

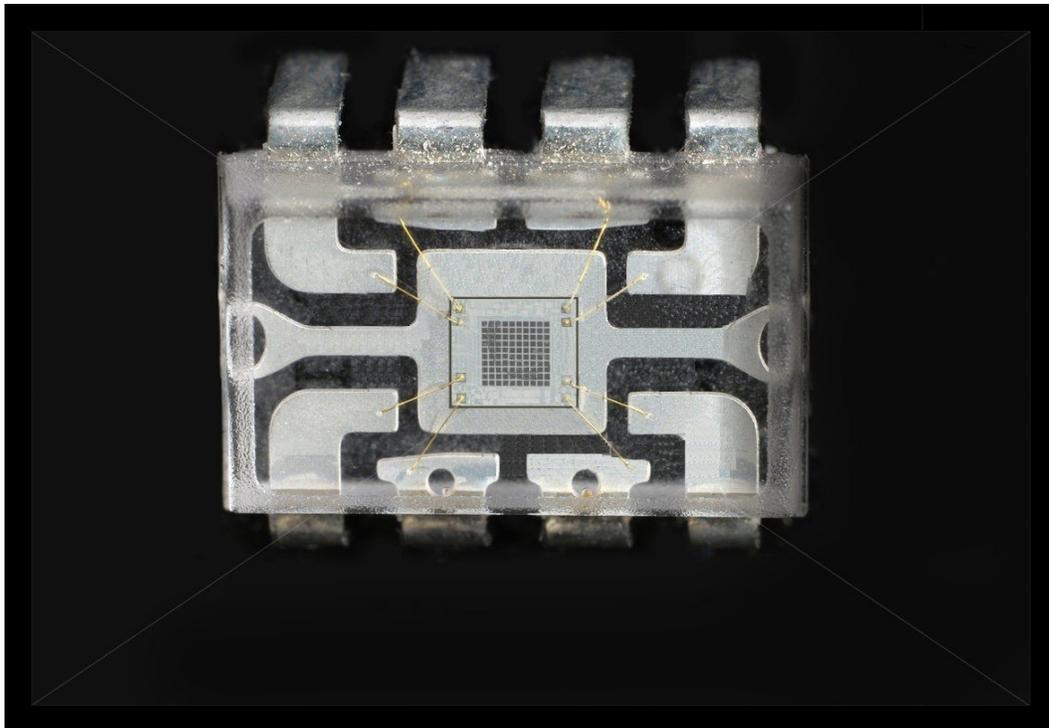
Manual de prácticas de laboratorio

SEMESTRE 2025 - II

Asignatura: Electrónica Analógica

Clave de la carrera 130

Clave de la asignatura 1711



Fecha de Elaboración: Mayo de 2014
Fecha de Modificación: Enero 2025
Autor: Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar
M en I Ángel Hilario García Bacho



ÍNDICE

Índice.		1
Contenido.		2
Reglamento del Laboratorio.		3
Criterios de Evaluación.		5
Práctica 1.	Amplificadores Operacionales I. <i>Tema I de la Asignatura</i>	6
Práctica 2.	Amplificadores Operacionales II. <i>Tema I de la Asignatura</i>	9
Práctica 3.	Amplificador Integrador y Derivador. <i>Tema II de la Asignatura</i>	12
Práctica 4.	Comparadores . <i>Tema III de la Asignatura</i>	15
Práctica 5.	Aplicación de Comparadores. <i>Tema III de la Asignatura</i>	18
Práctica 6.	Convertidor de Voltaje a Corriente y Corriente a Voltaje. <i>Tema II de la Asignatura</i>	20
Práctica 7.	Filtros Activos. <i>Tema IV de la Asignatura</i>	23
Práctica 8.	Rectificadores de precisión. <i>Tema V de la Asignatura</i>	27
Práctica 9.	Osciladores Senoidal. <i>Tema VI de la Asignatura</i>	29
Práctica 10.	Generador de funciones. <i>Tema VI de la Asignatura</i>	31
Bibliografía.		33
Hojas Técnicas.		34



CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

- Al finalizar el curso el alumno conocerá y comprenderá las características y conceptos fundamentales de los amplificadores operacionales (Amp-Op) y será capaz de analizar y diseñar circuitos electrónicos que los contengan, así mismo podrá emplear las herramientas computacionales de simulación.

OBJETIVO DEL LABORATORIO

- Analizar, comprender y aplicar en forma práctica las diferentes respuestas de varias configuraciones de circuitos con Amp-Op considerando las limitaciones de los Amp-Op integrados.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este laboratorio es reforzar en el estudiante los conceptos básicos de la teoría y análisis del amplificador operacional (Amp-Op) que se estudia en la asignatura mediante sesiones semanales de laboratorio. Con esto se espera que el estudiante adquiera un conocimiento práctico en el diseño del Amp-Op así como de ser capaz de resolver, analizar y diseñar circuitos con amplificadores operacionales.

El alumno deberá presentarse a todas las sesiones de laboratorio portando su manual de prácticas, el cual es el documento permanente que mantiene y atestigua correctamente, los expedientes exactos de cada una de las sesiones del laboratorio. Así como todo el material requerido para la realización de la práctica.



	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE M FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA SECCIÓN ELECTRÓNICA
	REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS

El presente reglamento de la sección electrónica tiene por objetivo establecer los el uso y seguridad de laboratorios, condiciones de operación y evaluación, que d y aplicar, estudiantes y profesores en sus cuatro áreas: comunicaciones, control, si 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 tipx
 - 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 se (polaridad de las fuentes de voltaje, multimetros, etc.).
 - k) Hacer cambios en las conexiones o desconectar el equipo estando enx
 - l) Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de trabaj
 - m) Instalar software y/o guardar información en los equipos de cómputo de
 - n) El uso de cualquier aparato o dispositivo electrónico ajeno al propósito p de la práctica.
 - o) Impartir clases teóricas, su uso es exclusivo para las sesiones de labor
2. Es responsabilidad del profesor y de los estudiantes revisar las condicio instalaciones del laboratorio al inicio de cada práctica (encendido, dañax maltratado, etc.). El profesor deberá generar el reporte de fallas de equipx anomalía y entregarlo al responsable de laboratorio o al jefe de sección.
3. Los profesores deberán de cumplir con las actividades y tiempos "cronograma de actividades de laboratorio".
4. Es requisito indispensable para la realización de las prácticax que el estud



6. La evaluación de cada sesión debe realizarse con base en los criterios incluidos en los manuales de prácticas de laboratorio y no podrán ser por el 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 a las prácticas acreditadas con base en los criterios de evaluación.
 - b) **(No Aprobado)** No cumplió con los requisitos mínimos establecidos anteriormente.
 - c) **(No Presentó)** Cuando no asistió a ninguna sesión de laboratorio y no haya entregado actividades previas o reporte alguno.
8. Profesores que requieran hacer uso de las instalaciones de laboratorio para trabajos o proyectos, es requisito indispensable que las soliciten por escrito a la 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 actividad relacionada con los laboratorios (seccion_electronica@cuautitlan.unam.mx).
11. El incumplimiento a estas disposiciones faculta al profesor para que instale al infractor y en caso de resistencia, la suspensión de la práctica.
12. A los usuarios que, por su negligencia o descuido inexcusable, cause daños a los materiales o equipo deberá cubrir los gastos que se generen con motivo de la reposición, indicándose en el reporte de fallas correspondiente.
13. Los usuarios de laboratorio que sean sorprendidos haciendo uso indebido de los materiales, instalaciones y demás implementos, serán sancionados de acuerdo a la legislación universitaria que le corresponda, según la gravedad de la falta.



INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

Los reportes deberán tener la portada que se indica a continuación.

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Ingeniería en Telecomunicaciones, Sistemas y Electrónica

Laboratorio de: _____ Grupo: _____

Profesor (a): _____

Alumno (a): _____

Nombre de Práctica: _____ No de práctica: _____

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

Además, deberán basarse en la siguiente metodología: objetivo(s), equipo, material, procedimiento experimental, cuestionario, conclusiones y bibliografía.

No. de Criterio	Criterio de Evaluación para el laboratorio	Porcentaje
C1	Actividades previas indicadas en el manual de prácticas	30%
C2	Habilidad en el armado de circuitos y funcionalidad	20%
C3	Habilidad para el manejo del equipo e interpretación correcta de lecturas	20%
C4	Reporte entregado con todos los puntos indicados en el manual de prácticas	30%



PRÁCTICA 1. “AMPLIFICADORES OPERACIONALES I”

OBJETIVO

- ❖ Hacer la comparación experimental de la función amplificadora y el control de la ganancia del amplificador operacional (Amp-Op).

INTRODUCCIÓN

Los Amp-Op son dispositivos electrónicos que amplifican señales de voltaje. Son también llamados operacionales porque además de amplificar señales de entrada pueden realizar operaciones sobre ellas tales como: diferenciar, sumar, multiplicar, derivar, integrar, etc. Debido a estas características el Amp-Op es probablemente uno de los dispositivos más popular, capaz de desempeñar muchísimas funciones, que incluyen operaciones tanto lineales como no lineales, sobre señales eléctricas, como son: sistemas de telecomunicación, sistemas de control y medición, sistemas de procesamiento de información, sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, sistemas de control de máquinas eléctricas, control y automatización de sistemas electrónicos, etc.

En esta práctica el alumno se familiarizará con el uso y manejo del Amp-Op y de sus circuitos básicos, se probarán algunas de las características que lo hacen tan utilizado en sistemas electrónicos, su capacidad de amplificar señales, mediante la modificación de la forma de onda de estas. Lo anterior se logra agregando al Amp-Op dispositivos electrónicos externos entre la salida y la entrada, y entre las entradas y las fuentes de señales. Como se observará en los siguientes amplificadores básicos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Encuentre la ecuación de funcionamiento para los circuitos de las figuras 1.1, 1.2 y 1.3, [este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación de los circuitos de las figuras 1.1, 1.2 (de acuerdo con el punto 4 del procedimiento experimental) y 1.3 (de acuerdo con el punto 4 del procedimiento experimental).

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones.
Tableta de conexiones.
2 Resistencia de $100\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.
1 Resistencia de $22\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.
2 Resistencias de $10\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt.
2 Circuitos integrados LM-741

R_1, R_2
 R_3
 R_4, R_5
 IC_1, IC_2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 1.1.

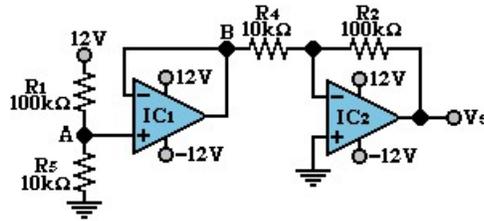


Figura 1.1

- Anote los valores de los puntos A, B, y Vs en la tabla 1.1.

	A	B	Vs
R ₂			
R ₃			

Tabla 1.1

- Cambie la resistencia R₂ por una resistencia R₃ y repita el punto anterior. Anote sus comentarios acerca del resultado obtenido.
- Arme el circuito de la figura 1.2. Con una señal senoidal de 250mV_{pp} y una frecuencia de 1kHz.

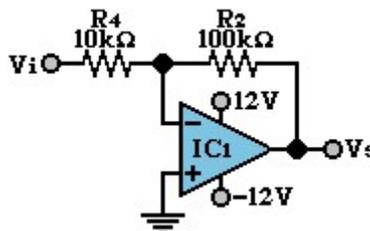


Figura 1.2

- Observe y dibuje las señales Vi y Vs, vistas en el osciloscopio, compárelas y dibújelas, anotando su amplitud y fase.
- Cambia la señal de entrada por una señal cuadrada y triangular y repite el punto anterior.
- Regrese a la señal senoidal e intercambie las resistencias R₂ y R₄ de la figura 1.2. Observe y dibuje Vi y Vs, acotándolas debidamente.
- Ahora cambie R₂ por R₅, de tal forma que las resistencias de entrada y realimentación sean iguales. Observe y dibuje Vi y Vs, acotándolas debidamente.
- Arme el circuito de la figura 1.3. Con una señal senoidal de 250mV_{pp} y una frecuencia de 1kHz.

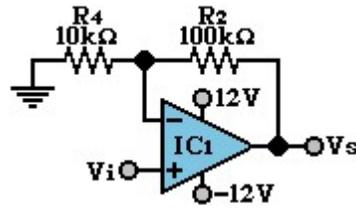


Figura 1.3

10. Repita los puntos 5, 6, 7 y 8.

CUESTIONARIO

1. Porque se conecta IC_1 en la figura 1.1 y en la figura 1.2 no se utiliza.
2. Basándose en las formas de onda obtenidas para V_i y V_s con los circuitos de la figura 1.2 y 1.3, determiné qué configuración son.
3. Compare los resultados teóricos con los obtenidos experimentalmente y explique si existe alguna diferencia. Realice una tabulación para justificar su respuesta.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 2. “AMPLIFICADORES OPERACIONALES II”

OBJETIVO

- ❖ Comprobar experimentalmente la implementación de operadores matemáticos básicos mediante la adición de componentes externos del Amp-Op.

INTRODUCCIÓN

Un amplificador operacional es un elemento de circuito activo, diseñado para realizar operaciones matemáticas básicas, entre ellas la suma y la resta. Por ello, los Amp-Op son muy utilizados en la instrumentación electrónica.

Un Amp-Op sumador es aquel que está diseñado de tal manera que suma las señales de entrada aplicadas para generar una salida única. Es muy simple de construir y la funcionalidad de este Amp-Op es también simple de analizar. Para este propósito, se tienen dos configuraciones: Amp-Op sumador inversor y Amp-Op no inversor.

El Amp-Op en modo diferencial con ganancia controlada, o también conocido como Amp-Op diferencial, amplifica la diferencia entre las dos entradas de voltaje. La no inversora menos la inversora. La ventaja del Amp-Op es que rechaza el ruido en modo común. En este caso, la salida está en función a una ganancia, la cual es proporcional a la relación de resistencias.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Encuentre el voltaje V_1 (mínimo y máximo) y la ecuación de funcionamiento para los circuitos de las figuras 2.1 (IC₃), 2.2 (IC₃), y 2.3 (IC₃), este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.
3. Realizar la simulación de los circuitos de las figuras 2.1 (IC₁ [R_{P1} al 0 y 100%] e IC₃), 2.2 (IC₃), y 2.3 (IC₃) con los valores indicados en la tabla 2.1.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones.
Tableta de conexiones.

4 Resistencias de 10kΩ a ½ watt.	R ₁ , R ₂ , R ₃ y R ₄
3 Circuitos integrados LM-741	IC ₁ , IC ₂ , IC ₃
2 Potenciómetros de 10kΩ	R _{P1} , R _{P2}
4 Resistencias de 18kΩ a ½ watt	R ₅ , R ₆ , R ₇ , R ₈

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 2.1. Ajuste los voltajes de entrada V_1 y V_2 como se indica en la Tabla 2.1. En cada caso mida el voltaje de salida V_s .

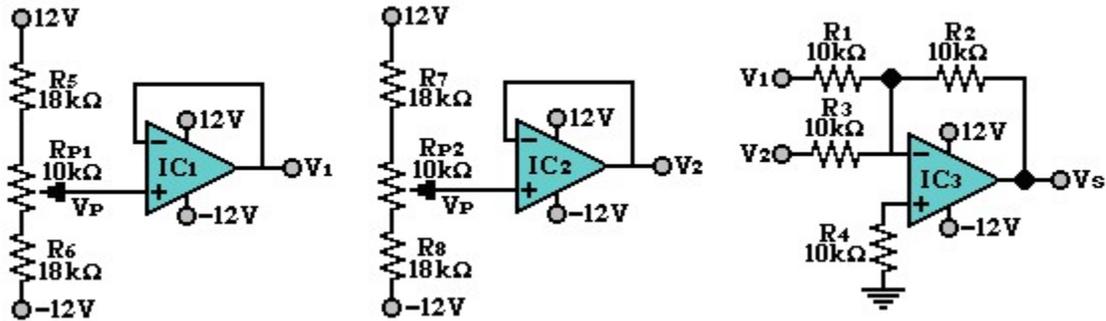


Figura 2.1

V_1 (V)	V_2 (V)	V_s (V) Figura 2.1	V_s (V) Figura 2.2	V_s (V) Figura 2.3
2	1			
2	-1			
1	1			
1	-1			
-1	1			
-1	-1			
-2	1			
-2	-1			

Tabla 2.1

- Arme el circuito de la figura 2.2. Ajuste los voltajes de entrada V_1 y V_2 como se indica en la Tabla 2.1. En cada caso mida el voltaje de salida V_s .

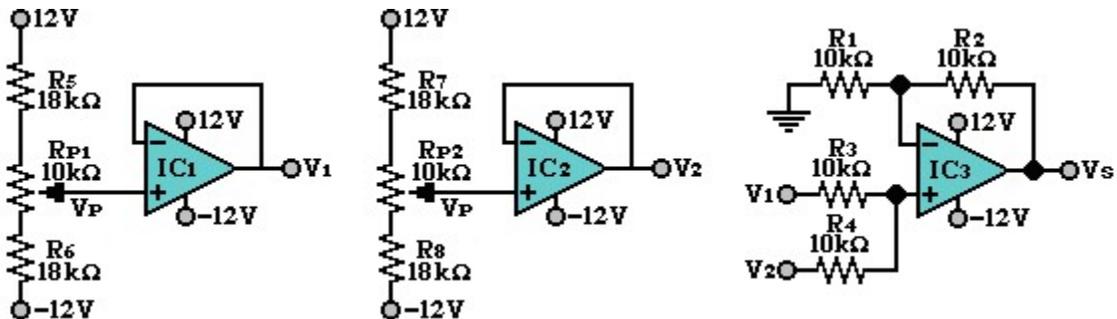


Figura 2.2

- Arme el circuito de la figura 2.3. Ajuste los voltajes de entrada V_1 y V_2 como se indica en la Tabla 2.1. En cada caso mida el voltaje de salida V_s .

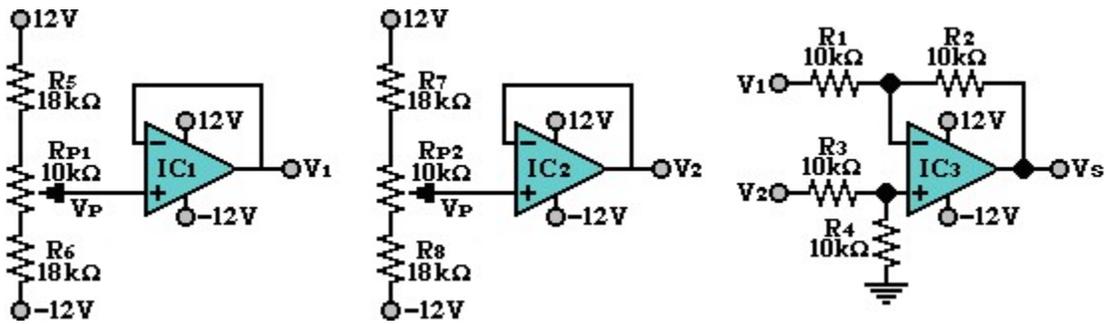


Figura 2.3

CUESTIONARIO

1. Basándose en los resultados de la tabla 2.1, determine qué configuración tienen los circuitos de la figura 2.1 (IC₃), 2.2 (IC₃) y 2.3 (IC₃).
2. Compare los resultados teóricos con los obtenidos experimentalmente y explique si existe alguna diferencia. Realice una tabulación para justificar su respuesta.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 3. “AMPLIFICADOR INTEGRADOR Y DERIVADOR”

OBJETIVOS

- ❖ Observar las características básicas y funcionamiento de los amplificadores integrador y derivador.
- ❖ Observar la función de transferencia de estas configuraciones.

INTRODUCCIÓN

Dos grandes operaciones que se necesitan comúnmente en el procesamiento de señales es calcular u obtener la integral o la derivada de una señal, por lo que las configuraciones son de suma importancia.

El capacitor es uno de los dispositivos pasivos donde su corriente depende de la variación del voltaje que se tenga en él y como el Amp-Op utiliza el control de corrientes para realizar sus operaciones; estos dos dispositivos se pueden conectar de cierta manera, para que el voltaje a la salida sea la integral o la derivada del voltaje de entrada. Los amplificadores integrador y derivador se obtienen del amplificador inversor, cambiando la resistencia de realimentación por un capacitor y en el derivador se cambia la resistencia de entrada.

Con la inclusión del capacitor en cualquiera de los circuitos, sus características de respuesta en frecuencia, magnitud y ángulo de fase son muy especiales, y la forma de la señal a la salida es completamente diferente a la entrada en ciertas señales.

En esta práctica el alumno determinará las características de los amplificadores integrador y derivador, cuando se aplican señales de CD y CA.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Encuentre la función de transferencia para el circuito de la figura 3.1 y calcule la amplitud de la señal de salida si se tuviera una señal de entrada senoidal de 2Vpp a 5kHz.
3. Encuentre la función de transferencia para el circuito de la figura 3.2 y determine la amplitud de la señal de salida, si en la entrada se tiene una señal senoidal de 2Vpp, con 1kHz.

El análisis teórico de los puntos 2 y 3, deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.

4. Realizar la simulación del circuito de la figura 3.1 y 3.2 con la amplitud y frecuencia indicada en los puntos 1 y 4 respectivamente, utilizando señales: senoidal, cuadrada y triangular.
5. Realizar la simulación del circuito (respuesta en frecuencia) de la figura 3.1 y 3.2 indicadas en la tabla 3.1.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

Tableta de conexiones.

- | | |
|--|------------|
| 1 Resistencias de $100\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R_2 |
| 2 Resistencias de $10\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R_1, R_3 |
| 1 Capacitor de 2.2nF a 25V | C |
| 1 Amp-Op LM741 | IC |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 3.1. Con una señal senoidal de $2V_{pp}$ y una frecuencia de 5kHz . Observe y dibuje las señales V_i y V_s , acotándolas debidamente.

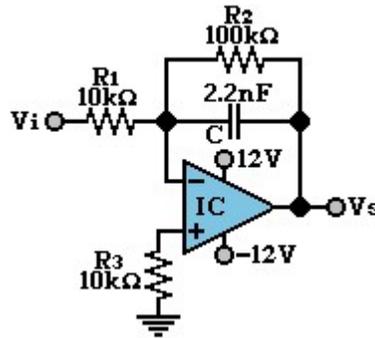


Figura 3.1

- Cambié la señal de entrada V_i por una señal cuadrada y una triangular. Observe y dibuje V_i y V_s , para ambas señales.
- Vuelva a la señal senoidal (punto 1) y llene la tabla 3.1.

F (Hz)	V_i (V_{pp})	Figura 3.1 V_s (V)	Figura 3.2 V_s (V)
10	2		
100	2		
200	2		
300	2		
400	2		
500	2		
1000	2		
2000	2		
3000	2		
4000	2		
5000	2		

Tabla 3.1

- Arme el circuito de la figura 3.2. Con una señal senoidal V_i de 2Vpp, a una frecuencia de 1kHz. Observe y dibuje las señales V_i y V_s , acotándolas debidamente.

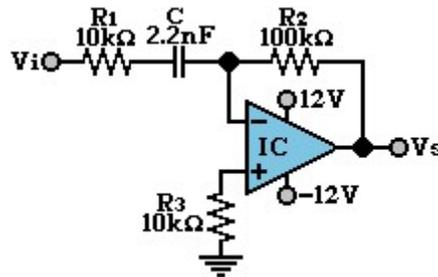


Figura 3.2

- Repita los pasos 2 y 3.

CUESTIONARIO

- ¿Cómo es el voltaje de salida con respecto al voltaje de entrada en magnitud, desfase y forma de onda, cuando se aplican señales senoidales, triangular y cuadrada en los circuitos 3.1 y 3.2? Realice una tabla.
- ¿Qué sucede con el voltaje de salida, cuando se aplica un voltaje de entrada de CD a los circuitos de las figuras 3.1 y 3.2?
- Grafique en forma semilogarítmica, ganancia [dB] vs frecuencia según los valores obtenidos en la tabla 3.1 (con ayuda de algún software en una sola gráfica). Comente sus resultados.
- Si la salida del circuito de la figura 3.1 es la señal de entrada del circuito de la figura 3.2. ¿Qué señal de salida se obtendrá en el circuito de la figura 3.2, si la señal de entrada del circuito de la figura 3.1 es una señal senoidal?
- Realice una tabla que incluya los datos teóricos de los puntos 2 y 3 de las actividades previas y compárelos con los **datos prácticos**.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 4. "COMPARADORES"

OBJETIVO

- ❖ Observar el funcionamiento y determinar las características de los comparadores de malla abierta y de malla cerrada (histéresis) con el Amp-Op.

INTRODUCCIÓN

Un Amp-Op puede ser utilizado para determinar cuál de dos señales en sus entradas es mayor. Basta con que una de estas señales sea ligeramente mayor para que cause que la salida del Amp-Op sea máxima, ya sea positiva o negativa. Esto se debe a que el operacional se utiliza en lazo abierto (tiene ganancia infinita). Existen dos tipos básicos de comparadores:

Comparador No inversor. En este comparador el voltaje de referencia se aplica a la entrada inversora, y la señal a comparar se aplicada a la entrada no inversora. El voltaje de referencia puede ser positivo, negativo o cero voltas. Si la señal a comparar tiene un voltaje superior al voltaje de referencia, la salida será un voltaje igual a V^+ y si la señal de entrada tiene un voltaje inferior a la señal de referencia, la salida será igual a V^- .

Comparador Inversor. En este comparador el voltaje de referencia se aplica a la entrada no inversora, y la señal a comparar será aplicada a la entrada inversora. Si la señal a comparar tiene un voltaje superior al voltaje de referencia, la salida será una tensión igual a V^- y si la señal de entrada tiene un voltaje inferior a la señal de referencia, la salida será igual a V^+ .

En esta práctica el alumno se familiarizará en el uso de los comparadores de malla abierta y de histéresis. Primero se verá la diferencia que existe entre el comparador de malla abierta y de histéresis. A continuación, se aplicará una señal triangular, con esto se determinarán las ventajas y desventajas de cada comparador.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realizar el análisis teórico de la figura 4.1 y 4.2 (de acuerdo con la tabla 4.1) y 4.3 (de acuerdo con el punto 4 del procedimiento) y encuentre el voltaje V_p (mínimo y máximo), [este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la figura 4.3 de acuerdo con los valores de la tabla 4.2.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.
Multímetro.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.
1 Resistencia de $10k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt
4 Resistencias de $8.2k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

R_5
 R_1, R_2, R_3, R_4



- | | |
|--|---------------|
| 1 Resistencia de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt | R_6 |
| 2 Resistencias de 680Ω a $\frac{1}{2}$ watt | R_7, R_8 |
| 2 Potenciómetros de $10k\Omega$ | R_P, R_{P2} |
| 2 Amp-Op LM741 | CI_1, CI_2 |
| 2 LED uno rojo y otro verde | |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 4.1.

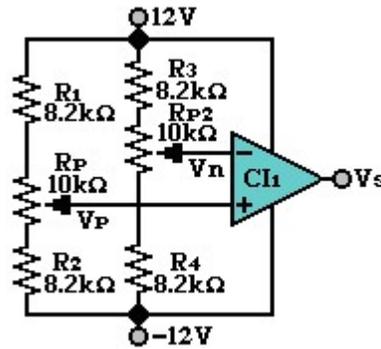


Figura 4.1

- Varié el voltaje V_n y el voltaje V_p de acuerdo con la tabla 4.1, anotá sus resultados en la columna correspondiente. **Nota todo valor de cero es tierra o GND**

V_p (V)	V_n (V)	V_s (V) Fig. 4.1	V_s (V) Fig. 4.2
2.0	4.0		
2.0	2.0		
2.0	0.0		
2.0	-2.0		
2.0	-4.0		
0.0	4.0		
0.0	2.0		
0.0	0.0		
0.0	-2.0		
0.0	-4.0		
-2.0	4.0		
-2.0	2.0		
-2.0	0.0		
-2.0	-2.0		
-2.0	-4.0		

Tabla 4.1

- Arme el circuito de la figura 4.2. Repita el procedimiento anterior.

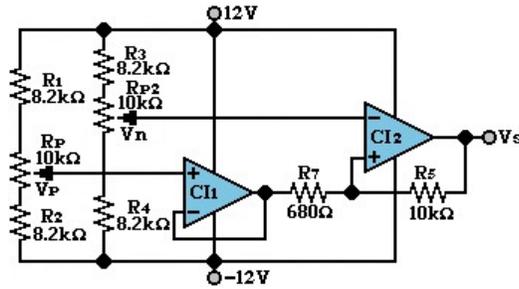


Figura 4.2

4. Arme el circuito de la figura 4.3. Con una señal triangular de $4V_{PP}$ y una frecuencia de 10Hz. Observe y dibuje las señales V_i y V_s , acotándolas debidamente.

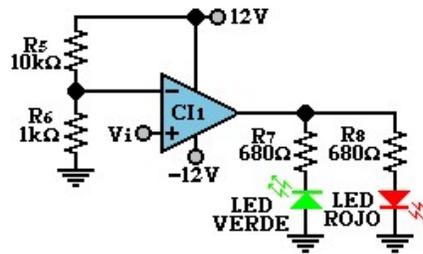


Figura 4.3

5. Con una señal triangular de $4V_{PP}$. Varíe la frecuencia para obtener los tiempos mostrados en la tabla 4.2 anotando en la misma los valores obtenidos.

f (Hz)	t (mS) LED (rojo)	t (mS) LED (verde)
2		
4		
6		
8		
10		
15		

Tabla 4.2

CUESTIONARIO

- De sus comentarios acerca de los resultados de las columnas 3 y 4 de la tabla 4.1.
- ¿Cuáles son los comparadores que se utilizan en esta práctica?
- ¿Qué observó en el paso 5?
- Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos calculados en las actividades previas con los prácticos de los tres circuitos. Coméntelos.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 5. “APLICACIÓN DE COMPARADORES”

OBJETIVOS

- ❖ Observar el funcionamiento del comparador como sistema de control de temperatura.
- ❖ Observar el funcionamiento de un termistor (NTC) como elemento de control.

INTRODUCCIÓN

El comparador tiene una gran variedad de aplicaciones, como son: regenerar señales, sistema de control, convertir señales analógicas en señales de doble estado, comparar señales de CD y muchas más, todas estas tienen un voltaje de referencia.

En esta práctica el alumno se familiarizará con una aplicación típica de los comparadores y un termistor, que permiten convertir los cambios de temperatura en cambios de voltaje. El control automático de temperatura el cual es obvio permite controlar la temperatura dentro de un rango más o menos constante a través de un potenciómetro.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Explicar detalladamente el funcionamiento del circuito de la figura 5.1. [Este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de acuerdo con la tabla 5.1.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.
1 Encendedor de cocina.
1 Resistencia de 47k Ω a ½ watt R₁
1 Resistencia de 10k Ω a ½ watt R₂
1 Resistencia de 1k Ω a ½ watt R₃
1 Resistencia de 680 Ω a ½ watt R₄
1 Potenciómetros de 10k Ω P
1 Diodo 1N4004 D
1 Transistor TIP31 T
1 Amp-Op LM741 CI₁
1 Termistor CWF4B103G3380 con conductor de aluminio NTC
1 LED LED
1 Ventilador de 12Vcd F
1 Relevador SPST o SPDT de 12Vcd K

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 5.1 (coloque el NTC cerca del ventilador de tal forma que lo enfrié).

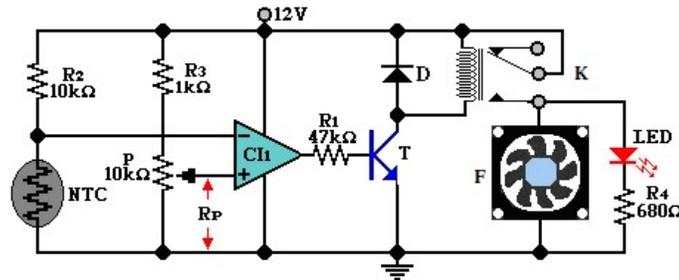


Figura 5.1

2. Mida y anote el voltaje de la entrada inversora. Coloque el potenciómetro aproximadamente a $2k\Omega$ (R_p), y anote el voltaje en la entrada no inversora (V_p) en la tabla 5.1.
3. Caliente el conductor de aluminio del termistor con un encendedor hasta que encienda el ventilador. Anote el valor de la entrada inversora cuando esto suceda (V_n caliente) en la tabla 5.1.
4. Repetir los pasos 2 y 3 para los otros valores de R_p de la tabla 5.1.

R_p ($k\Omega$)	V_p (V)	V_n (V) (Caliente)
2		
3		
4		
5		
6		

Tabla 5.1

CUESTIONARIO

1. ¿Qué tipo de comparador se utiliza en esta práctica?
2. ¿Qué resistencia tiene el termistor cuando el ventilador se encendió (para cada valor de la tabla 5.1)?
3. Utilizando los datos del punto anterior, determine la temperatura de encendido del circuito de la figura 5.1.
4. De acuerdo al voltaje medido en la entrada inversora del punto 2 del procedimiento experimental, ¿A qué temperatura se realizó la práctica?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 6. “CONVERTIDORES DE CORRIENTE A VOLTAJE Y VOLTAJE A CORRIENTE”

OBJETIVO

- ❖ Observar el funcionamiento de los convertidores de voltaje a corriente y corriente a voltaje.

INTRODUCCIÓN

En base a las características casi ideales del Amp-Op, se han desarrollado una gran variedad de circuitos para control, instrumentación, sistemas de audio, transmisión, etc.

Los convertidores de voltaje a corriente y corriente a voltaje, como su nombre lo indica, pueden cambiar directamente un voltaje a una corriente y una corriente en un voltaje. Las características que se obtienen de estos circuitos son bastante estables y precisas. Estos circuitos son utilizados en fuentes de alimentación, en sistemas solares, así como multímetros.

En esta práctica el alumno se familiarizará con el armado de estos circuitos, así como su obtención de las características de cada uno de ellos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realizar el análisis teórico de la figura 6.1 y 6.2, [este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación del circuito de la figura 6.1 y 6.2 de acuerdo con los datos de la tabla 6.1.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.
Multímetro.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.
2 Resistencias de $27k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt
2 Resistencias de $22k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt
2 Resistencias de 220Ω a $\frac{1}{2}$ watt
1 Resistencia de 100Ω a $\frac{1}{2}$ watt
1 Resistencia de 10Ω a $\frac{1}{2}$ watt

R_2, R_3
 R_4, R_5
 R_1, R_6
 R_8
 R_7

- | | |
|--|--------------------|
| 1 Potenciómetro de $5k\Omega$ | R_p |
| 1 Transistor TIP31 | T |
| 1 Diodo zener de $5.1V @ \frac{1}{2}W$ | D_z |
| 3 Amp-Op LM741 | CI_1, CI_2, CI_3 |

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 6.1.

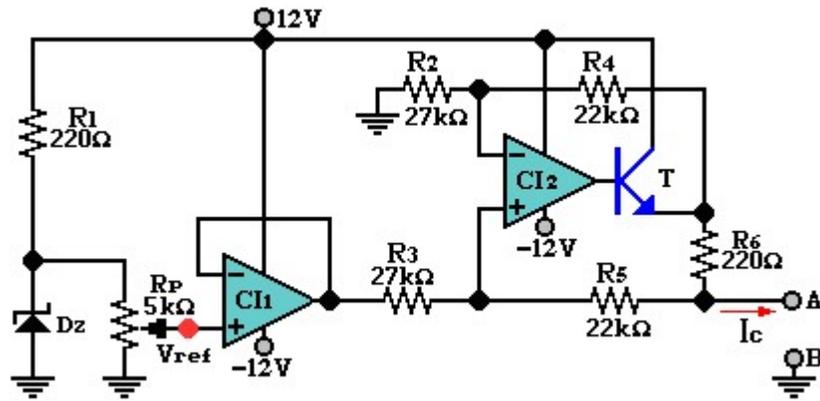


Figura 6.1

- Conecte entre los puntos A y B un multímetro, seleccionándolo en miliamperes.
- Varíe el potenciómetro R_p para obtener los valores de voltaje V_{ref} mostrados en la tabla 6.1 anotando las mediciones de corriente I_c .

V_{ref} (V)	I_c (mA)	V_s (V)	V_s' (V)
0.0			
0.5			
1.0			
1.5			
2.0			
2.5			
3.0			
3.5			
4.0			
4.5			
5.0			

Tabla 6.1

- Sin desarmar el circuito anterior, arme el circuito de la figura 6.2 y acóplelo entre los puntos A y B.

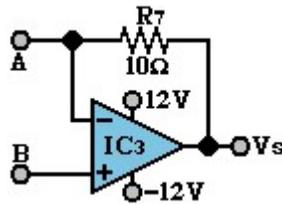


Figura 6.2

4. Varié de nuevo R_p para obtener los valores de V_{ref} mostrados en la tabla 6.1, anotando los valores del voltaje de salida (V_s) en la columna correspondiente.
5. Cambie la resistencia R_7 por una resistencia R_8 y repita el procedimiento del punto anterior para llenar la columna de V_s' .

CUESTIONARIO

1. ¿Son lineales las salidas de los circuitos de la figura 6.1 y 6.2? Justifique su respuesta.
2. ¿Qué función desempeña el seguidor de voltaje en el circuito de la figura 6.1? Explique.
3. ¿Qué tipo de convertidores son los de la figura 6.1 y 6.2?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 7. "FILTROS ACTIVOS"

OBJETIVO

- ❖ Determinar experimentalmente las características de un filtro activo pasa bajas, pasa altas y pasa banda.

INTRODUCCIÓN

Un filtro se puede definir como un dispositivo que es colocado entre las terminales de un circuito eléctrico, para modificar las componentes de frecuencia de una señal. Se clasifican, según la forma de respuesta en frecuencia, el tipo de filtro (pasivo, activo o cristal) y la ganancia en frecuencia.

Los filtros Activos es un conjunto de resistencias, capacitores y un elemento activo (Amplificador Operacional) y se clasifican en cuatro categorías, sobre la base de respuesta en frecuencia y son: filtro pasa bajas (a), filtro pasa altas (b), filtro pasa banda (c) y filtro supresor de banda (d) como se muestra en la figura 7.1.

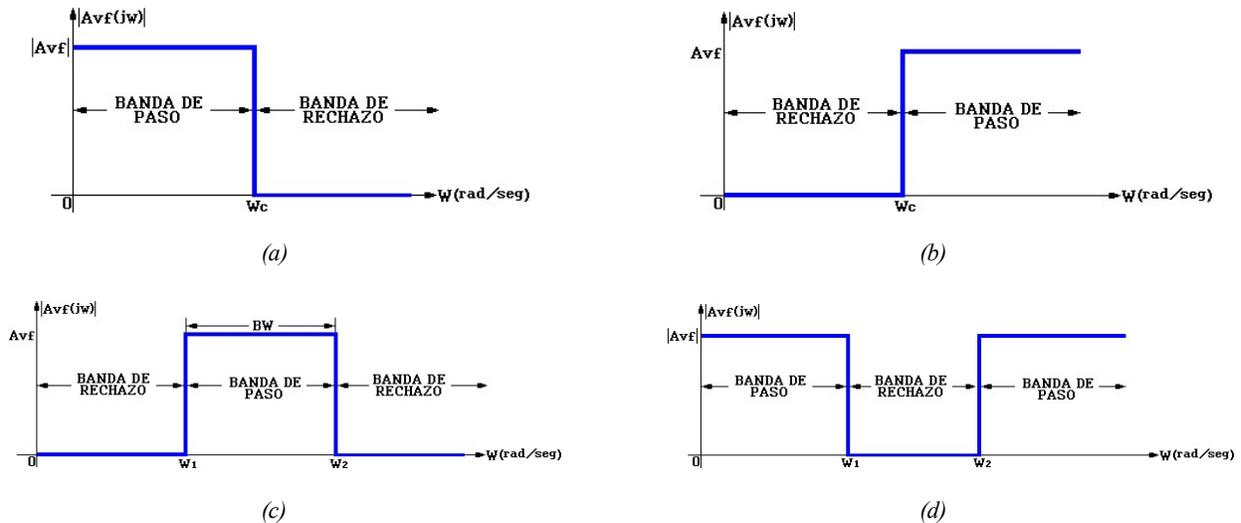


Figura 7.1

En esta práctica el alumno conocerá el funcionamiento de un filtro activo pasa bajas, pasa altas y un filtro pasa banda, así como obtener la frecuencia de corte.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realice el análisis teórico y calcule la frecuencia de corte de la figura 7.2 y 7.3, [este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación de los circuitos de las figuras 7.2, 7.3 y 7.4, de acuerdo con la tabla 7.1 y grafique la respuesta en frecuencia de cada circuito.
4. Obtenga de manera gráfica el ancho de banda del circuito de la figura 7.4 con los datos del punto anterior.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.

1 Resistencia de $82\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_1
3 Resistencias de $18\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_2, R_3, R_4
1 Resistencia de $12\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_5
1 Resistencia de $5.6\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_6
3 Capacitores de 10nF	C_1, C_2, C_3
1 Capacitor de 8.2nF	C_4
1 Capacitor de 3.3nF	C_5
1 Capacitor de 470pF	C_6
2 Amp-Op LM741	IC_1, IC_2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 7.2. Ajuste el generador de funciones con una señal senoidal de $5V_{pp}$ y una frecuencia de 500Hz (elimine el voltaje offset del generador de funciones).

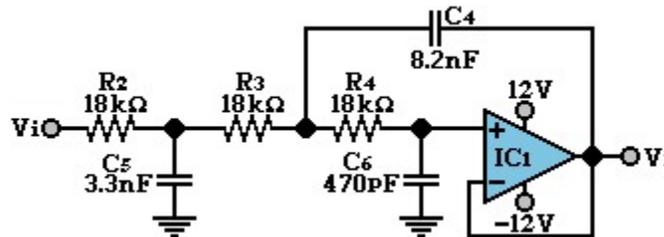


Figura 7.2

2. Con ayuda del osciloscopio observe la señal de entrada y salida del filtro. Dibújelas acotándola debidamente.
3. Haciendo las mediciones y observaciones necesarias llene la tabla 7.1. el valor de V_i en todas las mediciones debe mantenerse en $5V_{pp}$, de ser necesario ajústelo.
4. **No desarme el circuito de la figura 7.2 lo utilizará en la figura 7.4.**
5. Arme el circuito de la figura 7.3. Ajuste el generador de funciones con una señal senoidal de $5V_{pp}$ y una frecuencia de 1kHz (elimine el voltaje offset del generador de funciones).

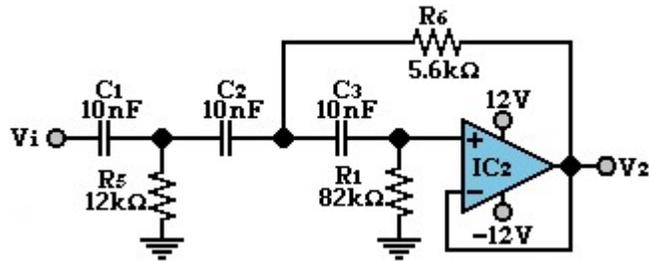


Figura 7.3

6. Con ayuda del osciloscopio observe la señal de entrada y salida del filtro. Dibújelas acotándolas debidamente.
7. Haciendo las mediciones y observaciones necesarias llene la tabla 7.1. el valor de V_i en todas las mediciones debe mantenerse en $5V_{pp}$, de ser necesario ajústelo.
8. Con los circuitos de las figuras 7.2 y 7.3 arme el circuito de la figura 7.4

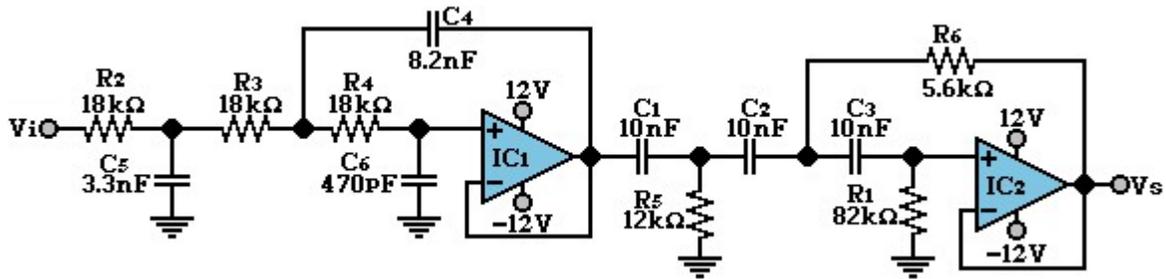


Figura 7.4

9. Haciendo las mediciones y observaciones necesarias llene la tabla 7.1. el valor de V_i en todas las mediciones debe mantenerse en $5V_{pp}$, de ser necesario ajústelo.

F (Hz)	Figura 7.2 V_1 (V)	Figura 7.3 V_2 (V)	Figura 7.4 V_s (V)
100			
200			
300			
400			
500			
600			
700			
800			
1000			
1500			
2000			
2500			
3000			



3500			
4000			
4500			
5000			

Tabla 7.1

CUESTIONARIO

- 1 Grafique en papel semilogarítmico o con ayuda de un software (Respuesta en frecuencia: ganancia [dB] contra frecuencia [décadas]) los resultados obtenidos para cada tipo de filtro de la tabla 7.1.
- 2 En función de la respuesta anterior:
 - a) ¿Cuál es la frecuencia de corte (gráficamente) para los dos primeros filtros?
 - b) ¿Cuál es el ancho de banda (gráficamente) para el filtro pasa banda?
3. ¿Cuál es la diferencia entre la respuesta Butterworth y Chebyshev?
4. ¿Cual es la diferencia entre los resultados teóricos (punto 2 y 4 de la actividad previa) con la respuesta de la pregunta 2 del cuestionario? Realice una tabulación y comente.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 8. "RECTIFICADOR DE PRECISIÓN"

OBJETIVO

- ❖ Observar el funcionamiento del rectificador de precisión de media onda y onda completa.

INTRODUCCIÓN

En los rectificadores de precisión la salida dependerá de la polaridad de la señal de entrada. El rectificador de media onda suprimirá el pulso positivo o negativo de la señal de entrada, dependiendo de la colocación de los diodos el circuito de onda completa acepta ambos pulsos, invirtiendo una de las polaridades, para que la salida sea unipolar.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realizar el análisis y graficar las señales de salida para los circuitos de las figuras 8.1 y 8.2 utilizando una señal senoidal de entrada, este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.
3. Realizar la simulación del circuito 8.1 y 8.2, de acuerdo con el punto (2) del Procedimiento Experimental.

EQUIPO

Osciloscopio.
Generador de funciones.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

Tableta de conexiones.

7 Resistencias de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

2 Diodos 1N4448

2 Amp-Op LM741

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$

D_1, D_2

IC_1, IC_2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 8.1.
2. Alimente el circuito con una señal senoidal de $2V_{pp}$ y varié la frecuencia con los siguientes valores: 10, 100, 1k, 10k y 50kHz. Anote sus comentarios y dibuje las formas de onda obtenidas para las frecuencias de 1kHz y 50kHz.

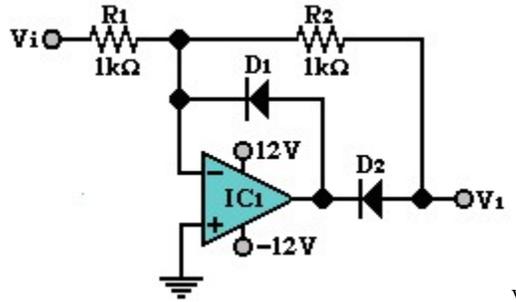


Figura 8.1

3. Sin desarmar el circuito anterior, complete el circuito de la figura 8.2.

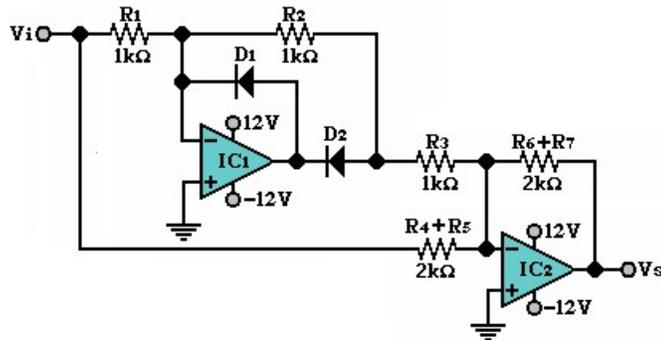


Figura 8.2

4. Repita el procedimiento del punto 2.
5. Invierta la polaridad de los diodos de la figura 8.1 y con una señal de entrada senoidal a una frecuencia de 1kHz y 2Vpp, observe y dibuje las señales de salida de V_1 y V_s , anotando sus observaciones.

CUESTIONARIO

1. Si se conecta un filtro pasa bajas a la salida del rectificador de onda completa, que se obtiene a la salida del filtro.
2. ¿Qué sucede cuando se invierten los diodos en el circuito de la figura 8.1? ¿por qué?
3. ¿Por qué se utilizan los rectificadores de precisión en lugar del diodo común para rectificar señales pequeñas?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 9. “OSCILADORES SENOIDAL”

OBJETIVO.

- ❖ Determinar las características de funcionamiento del oscilador puente de Wien y del oscilador por desplazamiento de fase.

INTRODUCCIÓN.

La realimentación puede ser negativa o positiva. Cuando la realimentación es negativa, el amplificador se hace más estable, con una pérdida resultante de ganancia. Sin embargo, cuando se aplica realimentación positiva, en la mayoría de las condiciones se hace inestable y comienza a oscilar. Un circuito oscilador es aquel que proporciona una señal de salida que varía constantemente en el tiempo.

Un oscilador es un circuito que produce una oscilación propia de frecuencia, forma de onda y amplitud determinadas. En esta práctica, el alumno armara el oscilador puente de Wien y el oscilador por desplazamiento de fase.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realizar el análisis teórico para obtener la frecuencia y ganancia de los circuitos de las figuras 9.1 y 9.2. [este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación de las figuras 9.1 (V_P , V_S) y 9.2 (V_1 , V_S), cuando empiezan a oscilar. Esto se logra variando R_{P1} y R_{P2} respectivamente, hasta alcanzar la ganancia encontrada en el punto anterior.

EQUIPO

Osciloscopio.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

Tableta de conexiones.

1 Resistencia de $82k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_6
1 Resistencia de $3.3k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_7
1 Resistencia de $10k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_8
2 Resistencias de $1.5k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_1, R_2
1 Resistencia de $1.2k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_5
2 Resistencias de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_3, R_4
1 Potenciómetro de $10k\Omega$	R_{P1}
1 Potenciómetro de $1k\Omega$	R_{P2}
3 Capacitores de $10nF$ a $25V$	C_1, C_2, C_3
1 Amp-Op LM741	IC

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 9.1.

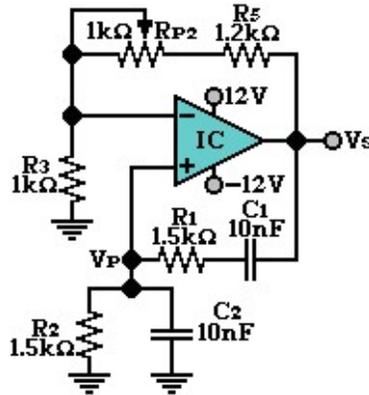


Figura 9.1

2. Ajuste el potenciómetro, R_{P2} , lentamente hasta obtener una señal senoidal a la salida. Mida el voltaje y la frecuencia de oscilación en los puntos V_S y V_P . Dibuje las señales, acotándolas debidamente.
3. Arme el circuito de la figura 9.2.

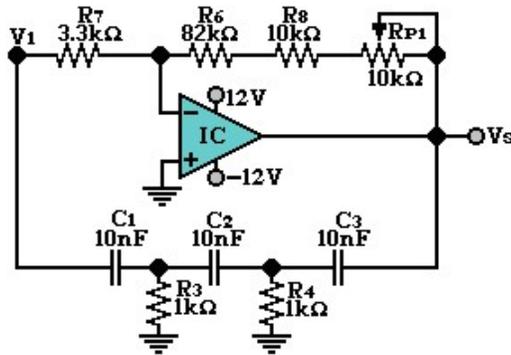


Figura 9.2

4. Ajuste el potenciómetro, R_{P1} , lentamente hasta que aparezca una señal senoidal a la salida. Dibuje el voltaje en cada punto, V_S y V_1 , la frecuencia y el desfase entre las dos señales.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué función tiene el potenciómetro en el circuito de la figura 9.1 y 9.2?
2. Determine la ganancia, práctica de los circuitos de la figura 9.1 y 9.2, compárela con las obtenidas en las actividades previas.
3. ¿Cuál es la diferencia entre el circuito de la figura 9.1 y figura 9.2?
4. Compare las señales de salida de los circuitos de la figura 9.1 y 9.2 con las obtenidas en la simulación de las actividades previas de la práctica y comente sus resultados.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



PRÁCTICA 10. "GENERADOR DE FUNCIONES"

OBJETIVO.

- ❖ Implementar en base a distintas configuraciones de los Amp-Op y otros analógicos un generador de funciones.

INTRODUCCIÓN.

Uno de los dispositivos más utilizado dentro de las prácticas de laboratorio de electrónica es sin duda el generador de funciones. Su utilización se da tanto en el campo los sistemas analógicos como en los sistemas digitales, en la primera simulando una cantidad considerable de fenómenos reales, mientras que, en la segunda, generando señales directas de circuitos secuenciales, por nombrar solo algunas de sus aplicaciones.

Aunque actualmente se pueden encontrar generadores de funciones con una estructura digital interna muy sofisticada, el modo más sencillo para su implementación se basa en elementos analógicos, y de estos el Amp-Op presenta una de las mejores alternativas debido a sus características intrínsecas.

En esta práctica, precisamente el Amp-Op es el elemento que se utiliza para implementar el generador de funciones, el cual es capaz de suministrar señales de onda: triangular, senoidal y cuadrada.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Explique el funcionamiento del circuito, así como las configuraciones que utiliza el circuito de la figura 10.1. [este deberá ser entregado al profesor del laboratorio al inicio de este.](#)
3. Realizar la simulación del circuito.

EQUIPO

Osciloscopio.
Fuente de Voltaje de CD.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.

1 Resistencia de $1M\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_1
1 Resistencia de $470k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_2
1 Resistencia de $100k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_3
1 Resistencia de $82k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_4
1 Resistencia de $15k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_5
1 Resistencia de $10k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_6
1 Resistencia de $8.2k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_7
1 Resistencia de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_8
1 Resistencia de 820Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_9
1 Resistencia de 560Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_{10}
1 Potenciómetro de $1M\Omega$	R_p
2 Capacitores de $4.7nF$ a $25V$	C_1, C_2
4 Diodos 1N4448	D_1, D_2, D_3, D_4

4 Amp-Op LM741

CI₁, CI₂, CI₃, CI₄

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 10.1.

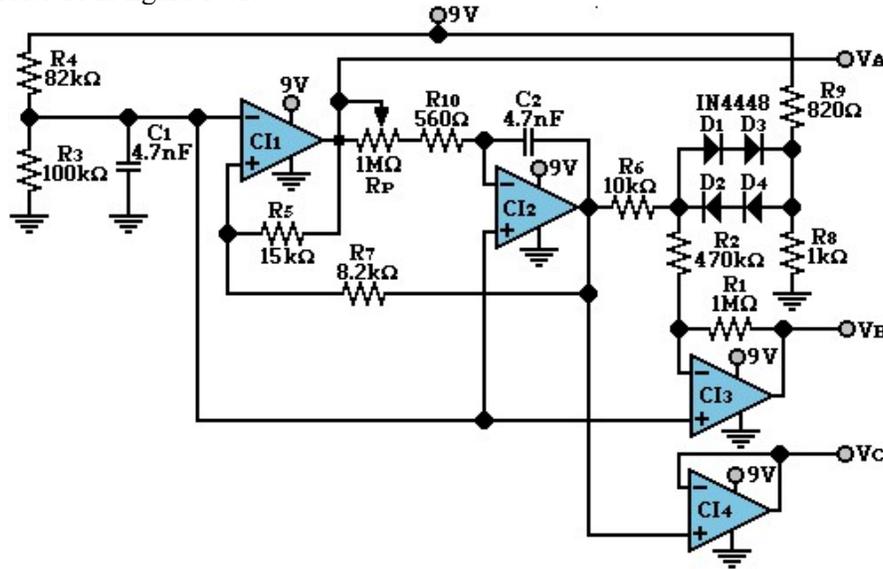


Figura 10.1

- Varíe la posición del potenciómetro para un valor mínimo y un valor máximo. Anote los resultados obtenidos en la tabla 10.1 y anote sus comentarios con respecto a las señales obtenidas.

	Tipo de señal	f _{min}	f _{máx}
V _A			
V _B			
V _C			

Tabla 10.1

- Dibuje las señales en los puntos V_A, V_B y V_C acotándolas debidamente para frecuencias máximas y frecuencias mínimas obtenidas en la tabla 10.1.

CUESTIONARIO

- ¿Qué función tiene el potenciómetro en el circuito de la figura 10.1?
- ¿Qué función tiene los capacitores en el circuito de la figura 10.1?
- En general, que modificaciones haría para mejora el circuito de la figura 10.1
- Compare las señales de salida del circuito de la figura 10.1 con las obtenidas en la simulación de las actividades previas de la práctica y comente sus resultados.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA



APÉNDICE A

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

1. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales, Robert F Coughlin, Frederick F. Driscoll, 5ed. Pearson Educación, México, 1999, 552p
2. Electrónica, Allan R. Hambley, 2ed. Pearson, España, 2001, 903p
3. Dispositivos Electrónicos, Thomas L Floyd, 8ed. Pearson Educación, México, 2008, 1008p
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 and David J. Bates, 7ed. MC Graw-Hill, España, 2007, 964p



APÉNDICE B

HOJAS TÉCNICAS

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.

LM741

Single Operational Amplifier

Features

- Short circuit protection
- Excellent temperature stability
- Internal frequency compensation
- High Input voltage range
- Null of offset

Description

The LM741 series are general purp ers. It is intended for a wide range The high gain and wide range of op superior performance in intergrator, general feedback applications.

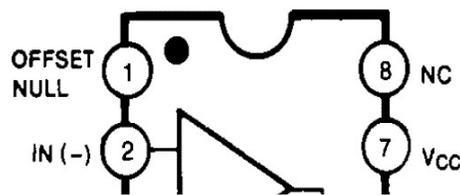
8-DIP



8-SOP



Internal Block Diagram





rt-characteristics for CWF4B103G3380 by Cantherm

Calculating the resistance of a thermistor

B or beta value is the thermal exponent of the NTC thermistor, which is defined as the ratio of the difference between the napierian logarithms of the zero power resistance at two temperatures to the difference between the reciprocals of the two temperatures.

You can calculate the R_{T_2} using this formula: $B = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \left(\frac{R_{T_1}}{R_{T_2}} \right)$

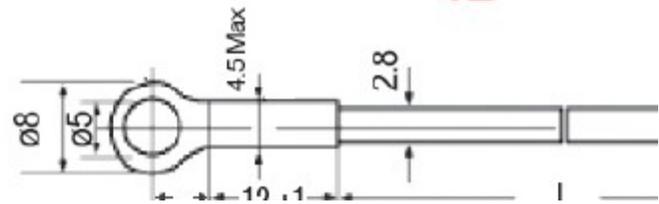
Here:

B = 3380

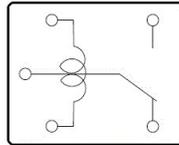
$T_2 = 298.15 \text{ K (} 25^\circ\text{C)}$

$R_{T_2} = 10 \text{ Kohm}$

T_1 and T_2 are expressed in K with $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.15$



$\frac{R_1}{R_{25}}$ $\frac{R_1}{T}$	3KΩ	5KΩ	5KΩ	5KΩ	10KΩ	10K
-30°C	31.70	52.84	63.73	90.83	111.3	127
-25°C	24.75	41.19	48.60	66.65	86.39	97.1
-20°C	19.46	32.44	37.40	49.44	67.74	74.8
-15°C	15.41	25.65	29.03	37.05	53.39	58.0
-10°C	12.29	20.48	22.72	28.03	42.45	45.4
-5°C	9.864	16.43	17.91	21.40	33.89	35.8
0°C	7.974	13.29	14.23	16.48	27.28	28.4
5°C	6.486	10.80	11.39	12.79	22.05	22.7
10°C	5.303	8.839	9.181	9.998	17.96	18.3
15°C	4.362	7.266	7.451	7.879	14.68	14.9
20°C	3.608	6.013	6.085	6.255	12.09	12.1
25°C	3.000	5.000	5.000	5.000	10.00	10.0
30°C	2.507	4.179	4.132	4.024	8.313	8.26
35°C	2.106	3.508	3.434	3.259	6.941	6.85
40°C	1.777	2.962	2.869	2.656	5.828	5.73
45°C	1.507	2.510	2.407	2.177	4.912	4.81
50°C	1.283	2.138	2.032	1.794	4.161	4.06
55°C	1.096	1.826	1.723	1.487	3.537	3.44
60°C	0.9408	1.568	1.467	1.238	3.021	2.93
65°C	0.8106	1.351	1.253	1.036	2.589	2.50
70°C	0.7014	1.169	1.073	0.8717	2.229	2.14
75°C	0.6090	1.014	0.9225	0.7364	1.924	1.84
80°C	0.5303	0.8838	0.7959	0.6248	1.669	1.55
85°C	0.4634	0.7725	0.6887	0.5324	1.451	1.37
90°C	0.4064	0.6774	0.5975	0.4555	1.266	1.19
95°C	0.3570	0.5960	0.5200	0.3900	1.100	1.00



MAIN FEATURE

1. High switching current up to 15A
2. Sugar-Cube relay suitable for va
3. UL, C-UL & TÜV safety standard
4. UL Class F insulation available.
5. Highly adapt to harsh conditions temperature and vibration.
6. Halogen Free series available.
7. Comply with RoHS and REACH
8. In accordance with IEC 60335-1 requirements for home appliance

CONTACT RATING

BOTTOM VIEW

Load Type	RW (DM/DB)	RW (D)	RWH (DM/DB)
Rated Load (Resistive)	12A 120VAC(UL)	12A 120VAC(UL)	12A 250VAC(UL)
	10A 120VAC	10A 120VAC	10A 277VAC(TUV)
	10A 24VDC	10A 24VDC	15A 120VAC
	-	-	15A 24VDC
Contact capacity	-	-	TV-5 120VAC (N/O)*
	-	-	Tungsten (1800W)*
Rated Carrying Current	12A	12A	15A
Max. Allowable Voltage	AC 240V	AC 240V	AC 240V
	DC 110V	DC 110V	DC 110V
Max. Allowable Current	12A	12A	15A
Max. Allowable Power Force	1440VA	1440VA	3000VA
	240W	240W	360W
Contact Material	Ag Alloy	Ag Alloy	Ag Alloy
Contact Form	SPST	SPDT	SPST

*Contact Ma

APPLICATION

Domestic Appliances, Office Machines, Audio Equipment, Coffeepot, Control Units, etc.

PERFORMANCE (AT INITIAL VALUE)

- Contact Resistance 100mΩ Max.@1A,6VDC
- Operate Time 10mSec. Max.
- Release Time 5 mSec. Max.
- Dielectric Strength:
Between Coil & Contact 1,000VAC at 50/60 Hz

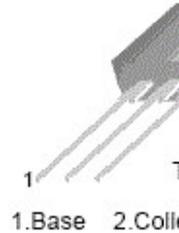
- Temperature Range -30~+
- Humidity Range 45~85
- Coil Temperature Rise 35°C M
- Vibration:
Destruction 10 to 55 to
amplitude |
Malfunction 10 to 55 to
amplitude |
- Shock:
Destruction 1,000 r
Malfunction 100 m/
- Life Expectancy:



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
V_{CB0}	Collector-Base Voltage : TIP31	40
	: TIP31A	60
	: TIP31B	80
	: TIP31C	100
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP31	40
	: TIP31A	60
	: TIP31B	80
	: TIP31C	100
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5
I_C	Collector Current (DC)	3
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5
I_B	Base Current	1
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	2
T_J	Junction Temperature	150
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150

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

Symbol	Parameter	Test Condition	M
$V_{CEO(sus)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	1
	: TIP31		
	: TIP31A		
	: TIP31B		
	: TIP31C		
I_{CEO}	Collector Cut-off Current	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$ $V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$	
	: TIP31/31A		
	: TIP31B/31C		
I_{CES}	Collector Cut-off Current		