

300617  
17  
2g



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS PLANES DE PRACTICAS  
PARA LAS MATERIAS DE ELECTRONICA EN LA  
ESCUELA DE INGENIERIA DE U.L.S.A.

T E S I S            P R O F E S I O N A L  
Que para obtener el título de :  
INGENIERO            MECANICO            ELECTRICISTA  
Con            área            principal            en  
ELECTRONICA            Y            COMUNICACIONES  
P r e s e n t a :  
FRANK            ALPHONSE            LIMA            CAMARGO

México, D.F.

1989

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

### Introducción

#### CAPITULO I

### Características y Alcances de los Temarios de las Materias Relacionadas con el Laboratorio .

- 1) Introducción a la Electrónica.
- 2) Electrónica Básica.
- 3) Dispositivos Electrónicos.
- 4) Electrónica Analógica.
- 5) Amplificación de Señal.

1 - 7

#### CAPITULO II

### Características y Funcionamiento del Laboratorio de Electronica en la Escuela de Ingeniería de U.L.S.A.

- 1) Descripción .
- 2) Material y Equipo.

8 - 14

#### CAPITULO III

### Fijación de Restricciones y Objetivos de Diseño de las Prácticas .

- 1) Objetivos de Diseño
- 2) Análisis del Material y Equipo.
- 3) Anteproyecto del Laboratorio.
- 4) Plano del Laboratorio.
- 5) Incremento de Material y Equipo.
- 6) Modificaciones al Sistema Actual.
- 7) Ventajas

16 - 26

## CAPITULO IV

### Diseño y Desarrollo de las Prácticas .

28 - 87

- 1) El Diodo
- 2) Circuitos Recortadores.
- 3) Circuitos Dobladores.
- 4) Circuitos Multiplicadores.
- 5) Transistor Bipolar de Juntura.
- 6) Circuitos de Polarización de los TBJ'S.
- 7) Transistor de Efecto de Campo.
- 8) Amplificador con Emisor Común.
- 9) Amplificador con Colector Común.
- 10) Amplificador con Base Común.
- 11) Amplificador a Pequeña Señal.
- 12) Amplificador de Audio Push Pull.
- 13) Multivibradores
- 14) El Par Diferencial.
- 15) El Amplificador Operacional.
- 16) El Regulador Serie.
- 17) El Regulador Monolítico de Tres Terminales.
- 18) Oscilador por Desplazamiento de Fase .
- 19) El Timor 555
- 20) Rectificador Controlado de Silicio SCR.
- 21) Compuertas Lógicas DTL y HTL.

## CAPITULO V

### Resultados Experimentales .

89 - 118

### Conclusiones

119 - 120

### Bibliografía

121 - 122

## INTRODUCCION

La ciencia es la gran aventura del Género Humano .  
Gracias a ella el hombre ha aprendido a dominar la tierra , a derrotar a todos sus enemigos y competidores , a construir músculos y cerebros más poderosos que los suyos .

Cada generación ve más cambios y la curva de éstos parece ascender cada vez más rápidamente ; Precisamente éstos cambios se han hecho más perceptibles en el Campo de la Electrónica .

En su parte más fundamental , la Electrónica es el estudio y aplicación de diferentes maneras de los electrones .

El progreso en este campo es muy notable ya que ha permitido , al hombre conocer desde lo más pequeño hasta lo más grande , y de esto nos damos cuenta en la mejoría de todos los procedimientos industriales , el Campo de la Comunicación de la Medicina y hasta del Alimenticio .

Durante este siglo hemos pasado de utilizar grandes válvulas al vacío hasta los diminutos circuitos integrados . O sea que en un período de 50 años se ha desarrollado la máxima tecnología y por tanto la Electrónica más que cualquier otra ciencia .

Su utilidad no se limita y por el contrario cada vez su campo de aplicación se extiende más ; Por el constante crecimiento de la Electrónica y la necesidad de tener el máximo aprovechamiento y rendimiento de la Carrera de Ingeniería Electrónica , fue lo que me condujo a desarrollar un Plan de Prácticas y proponer una serie de modificaciones para el Laboratorio .

Es tal la importancia de conocer las características y aplicaciones de los elementos por sí solos , que de no hacer lo la simplificación y miniaturización de los años actuales y de los venideros se volvería difícilmente comprensible .

Tenemos el caso de un Circuito Integrado , que es un arrojio de componentes principalmente transistores , diodos y resistencias contenidas en una pequeña pieza monolítica de silicón en la que pueden haber cientos de componentes , por ello, si no se conocen los componentes , menos factible será

comprender como funciona un cuadrado de silicón de 5 cm o menos .

Para el desarrollo de éste trabajo , se analizó primeramente todas y cada una de las materias que tienen relación directa con la Electrónica y en base a ello ubicar donde iniciar , esto con la finalidad de poder hacer la comprobación Teórico - Práctica de lo aprendido en clase y que es la base fundamental de la existencia del Laboratorio .

Cada práctica aquí integrada representó un estudio minucioso para saber que contamos con el material y equipo suficiente para que el alumno pueda obtener el máximo conocimiento del elemento que se trate .

No se buscó dar un alto grado de dificultad a cada práctica , sino su enfoque fue meramente didáctico , en cuanto a su constitución , características y aplicaciones más directas , como se podrá constatar en cada una de ellas .

Por otro lado se hizo un análisis sobre la ubicación , dimensiones , capacidad y horario de trabajo del Laboratorio , así como de los materiales y equipo que lo conforman.

Me percaté de las ventajas y desventajas que ofrece el sistema actual y me permito sugerir algunas modificaciones que van desde el remozamiento del mismo hasta aumentos de equipo y materiales como más adelante puede apreciarse.

I

**CARACTERISTICAS Y ALCANCES  
DE LOS TEMARIOS  
DE LAS MATERIAS  
RELACIONADAS CON EL  
LABORATORIO**



MATERIAS RELACIONADAS

CON EL

LABORATORIO

- a) Introducción a la Electrónica
- b) Electrónica Básica
- c) Dispositivos Electrónicos
- d) Electrónica Analógica
- e) Amplificación de Señal
- f) Electrónica de Potencia
- g) Otras

# DISPOSITIVOS ELECTRONICOS

## Temas :

- 1) Introducción
- 2) Conceptos de Física de Semiconductores .
- 3) El Diodo, Semiconductor y Modelos .
- 4) El Transistor de Efecto de Campo .
- 5) El Transistor Bipolar de Juntura .
- 6) Amplificador Operacional .
- 7) Reguladores de Tensión .

El objetivo global será que el alumno se familiarice con el análisis de Circuitos Electrónicos Básicos , considerando el modelado y las limitaciones de los dispositivos para así comprender el funcionamiento de los sistemas electrónicos y saber aplicarlos .

En lo que se refiera a cada uno de los temas, citaremos :

### El Diodo :

Deberán conocerse todos aquellos circuitos electrónicos básicos que contienen diodos, saber cuando se trate de circuitos Rectificadores, Recortadores, Fijadores, Multiplicadores de Tensión, Compuertas Lógicas y Demoduladores de A.M.

Tener conocimiento y aplicación de las Curvas Características de los Diferentes Tipos de Diodos y el Zener como Regulador de Tensión .

### El Transistor de Efecto de Campo (FET) :

El alumno deberá conocer la estructura, funcionamiento y las Curvas Características ; los diferentes modelos y la forma de Polarización .

Al conocer los diferentes modelos, saber su aplicación y funcionamiento .

Conocer el Mosfet como elemento de conmutación.

Realización del Amplificador Básico .

En el Laboratorio se manejarán circuitos electrónicos que contengan Fets , polarizaciones y diversas aplicaciones

que el alumno desarrolle .

#### El Transistor Bipolar de Juntura (TBJ) :

El alumno conocerá :

La estructura, funcionamiento y Curvas Características .

Polarización : Los diferentes modelos como el Inversor ó compuertas lógicas .

Realizará el Amplificador Básico .

Al conocer el TBJ y el FET sabrá diferenciar los Campos de Aplicación, se buscará implementar circuitos con TBJ ó Fet y encontrar sus igualdades y diferencias .

Dentro del laboratorio el alumno manejará los tres tipos de polarización y deberá realizar una aplicación para cada uno de ellos . Sabrá como se aplican los TBJ'S PNP y NPN, desarrollará prácticas sobre Pares Complementarios Darlington, Cascada, es decir, el manejo de los TBJ'S en los diferentes requerimientos .

#### El Amplificador Operacional (OP-AMP) :

El alumno conocerá el Modelo Ideal : el funcionamiento y estructura : hará análisis de los circuitos lineales, Inversor, no Inversor, sumador, diferencial, Integrador, derivador, convertidores de voltaje a corriente y viceversa, OP-Amps en cascada etc.

El conocimiento del Amplificador Operacional permitirá al alumno manejarlo de acuerdo a sus necesidades, sabrá que las diferentes conexiones harán del operacional un diferente dispositivo en cuanto a aplicación se refiere. Se realizará el análisis de circuitos no lineales, rectificador de precisión, amplificadores logarítmicos y comparadores .

En el laboratorio, se manejará al operacional en sus diversas formas, tratando que se visualicen los diferentes modelos .

### Reguladores de Tensión :

Como parte importante en todo circuito, analizaremos los reguladores básicos .  
Conoceremos: el regulador serie , los reguladores integrados considerando sus limitaciones y los aplicaremos en fuentes de poder .  
La Fuente de Poder será desarrollada por el alumno ya que es parte fundamental en todo equipo .  
Deberá calcular y desarrollar en el laboratorio una fuente para distintas aplicaciones . Se armarán de las más elementales e inestables hasta las más reducidas, precisas y complejas .

### Otros Dispositivos :

Dentro de este marco buscaremos que el alumno conozca los dispositivos que antecedieron a los modernos, por que todavía se utilizan algunos y también presentaremos los últimos desarrollos para que conozcan las estructuras y funcionamientos .  
Veremos tubos al vacío, SCR, Triac's y Dispositivos Opto - Electrónicos .  
Al finalizar estos temas estamos seguros que todo alumno conocerá, sabrá utilizar y podrá desarrollar circuitos con estos dispositivos .

## ELECTRONICA ANALOGICA

### Temas :

- 1) El Amplificador Operacional
- 2) Comparadores
- 3) Funciones No Lineales
- 4) Amplificadores Especiales
- 5) Osciladores
- 6) Sistemas de Conversión A/D y D/A
- 7) Mallas de Fase encadenada

El objetivo de esta materia será que el alumno sea capaz de analizar y aplicar algunas técnicas de diseño de los subsistemas más importantes que integran los sistemas electro-analógicos, considerando las limitaciones de los dispositivos y las impuestas por la aplicación. Desglosando cada uno de los temas :

### **Amplificador Operacional (OP-AMP) :**

El alumno aunque sólo familiarizado con el caso ideal y algunos modelos, conocerá la otra faceta de los operacionales. No idealidades, Ancho de Banda, Slew-Rate, Ruido, Compensaciones y Corrimientos por Temperatura. Especificaciones del fabricante para aplicarlas a nuestros requerimientos . Circuitos de Compensación, Filtros Activos etc. En el laboratorio, analizaremos las no idealidades y veremos su forma de corrección .

### **Comparadores :**

El alumno conocerá y aplicará el Comparador de Voltaje Ideal

y real; manejo de las especificaciones del fabricante y sus aplicaciones .

Analizaremos en el laboratorio los diferentes tipos de comparadores, su construcción, manejo y utilidad .

#### Funciones No Lineales :

Buscamos que el alumno comprenda el funcionamiento de algunos elementos que realizan funciones no lineales. Dispositivos Logarítmicos y de Transconductancia . Aplicaciones como Multiplicadores, Moduladores Exponenciador y extractor de Raíces .

#### Amplificadores Especiales :

El alumno tendrá presente la utilización de Amplificadores especiales para aplicaciones específicas .

como son : el planteamiento de algunas aplicaciones especiales, Amplificadores Programables, Amplificadores de instrumentación y Amplificadores de Aislamiento .

#### Osciladores :

Se buscará que el alumno conozca, analice y aplique técnicas de diseño de circuitos osciladores más comúnmente empleados , como lo son :

Osciladores Senoidales, criterio de oscilación, limitaciones de Amplitud, Osciladores RC y LC .

Osciladores de Cristal y como Generadores de Funciones .

#### Sistemas de Conversión A/D y D/A :

El alumno conocerá las técnicas de Análisis y Diseño de Convertidores A/D y D/A .

Las necesidades de la Conversión; Circuito Muestreador-Sujetador; Convertidor D/A; consideraciones de muestreo

cuantización y codificación ; Convertidores A/D ; Multiplexores ; Arreglos para la conversión de varias señales y Aplicaciones .

**Mallas de Fase Encadenada (PLL) :**

El alumno comprenderá el funcionamiento básico y las aplicaciones de los PLL'S ; su principio de operación y componentes ; sus parámetros característicos y modelos ; Aplicaciones .

II

CARACTS. Y FUNCIONAMIENTO  
DEL LABORATORIO DE  
ELECTRONICA EN LA  
ESCUELA DE  
INGENIERIA DE  
U. L. S. A.



## CARACTERISTICAS Y FUNCIONAMIENTO

### DEL

### LABORATORIO

Dentro de nuestra Universidad, además de haber un gran número de laboratorios y talleres , se cuenta con un Laboratorio de Electrónica, el cuál se encuentra ubicado dentro del complejo de talleres de la Escuela de Ingeniería .

Situado en la planta baja , ha logrado cubrir las necesidades de la Carrera de Ingeniería Electrónica , que fundamentalmente es el poder realizar la comprobación práctica de lo teóricamente visto en clase .

Actualmente el laboratorio da 32 horas semanales de servicio, de las cuales, la mayor parte se asignan para grupos en forma permanente semestral por lo que las horas libres de utilización son mínimas, haciendose necesario el incrementarlas .

La superficie que tiene es de 64 metros cuadrados y en ella tenemos siete mesas de trabajo , pizarrón , gabinetes, escritorio , cómodas e interruptores y contactos de alimentación .

La forma en que funciona el Laboratorio es la siguiente : El acceso no se restringe a nadie, siempre y cuando se entienda que van a trabajar y a criterio del encargado . Ahí , los alumnos que realizarán algún tipo de práctica llenan la hoja de requisición de material ( como más adelante lo detallamos). Presentan ésta hoja acompañada de su credencial vigente al encargado que a su vez entregará únicamente lo requisado . Si en dado momento el alumno hubiese olvidado algo , deberá de anotar ese material en la requisición .

Si ésta práctica se realizara en período considerado para el grupo , el alumno dispondrá de aproximadamente una hora , de lo contrario dispondrá del tiempo que le limite el encargado.

Dentro del Laboratorio contamos con un Coordinador ,que es quien se encarga de distribuir los tiempos de grupos y períodos libres de ocupación , solicitar expansión de área ,material y equipo ,etc.

Cuenta con un equipo de trabajo integrado por los profesores, que recurren directamente a él, un almacenista y un ayudante ( Técnico Didáctico ).

Este equipo es variable en el aspecto de que como se pueden delegar responsabilidades a otras personas ,también muchas veces una persona realiza doble función .

Las personas que se encuentran en el horario del laboratorio normalmente son el almacenista y el técnico didáctico quienes son prácticamente responsables .

Su función es la de atender y auxiliar de la mejor manera a los alumnos , ayudarlos y en dado momento enseñarlos y orientarlos .

Una vez terminada la práctica ,el alumno tiene la obligación de recoger y entregar el material y equipo en el estado en que se le entregó , En caso de haber un grave deterioro el encargado puede detener la credencial hasta que se repare de alguna manera el daño .

Precisamente ,el coordinador, cuida que la existencia de material se mantenga en ciertos niveles y cuando éstos son rebazados por algunos elementos ,sean resistencias,transistores diodos,condensadores etc.(que son los más usuales) él turna su requisición al Depto. de Compras que se encarga de proveer el material .

Normalmente ,este Depto. tiene un presupuesto al cuál, el coordinador se debe sujetar y para lo cual hace una estimación del consumo anual del material .

En el caso de requerir Equipo , éste no se considera dentro del presupuesto de materiales y aquí el coordinador señala características, precio aproximado y un probable proveedor .

Anexo al Laboratorio de Prácticas encontramos el Laboratorio de Impresos , en el que el alumno puede cortar su placa cobrizada, imprimirla, revelarla y perforarla .

Es decir , el alumno trae consigo el negativo del circuito que piensa armar ; ese se monta sobre la placa de cobre ya sensibilizada , en la prensa de vacío y la Lámpara de Arco se encargará en un corto tiempo de imprimirlo en la placa . Posteriormente , mediante los líquidos de revelado y fijación quedan las pistas impresas y con el Cloruro Férrico eliminamos aquellas zonas inútiles ; Se lava y una vez seca nuestra tableta está lista para ensamblarse . Aquí, como en todo el Laboratorio el Técnico Didáctico siempre estará en la mejor disposición para auxiliarnos .

El Laboratorio de Electrónica , dadas sus características, da servicio a otros Laboratorios. Algunos de ellos son el de Lógica Digital , el de Electricidad, Control , Comunicaciones , etc, incluso prestando equipo por tiempos semestrales a algunos de ellos, tal es el caso del Laboratorio de Comunicaciones de UNAM que tiene Analizador de Espectro y Osciloscopio del laboratorio. Así mismo , se auxilia y ayuda a alumnos de otras facultades , como Química , Cibernética etc.

Por ello , éste laboratorio mantiene una población de aproximadamente doce profesores y seiscientos alumnos que al menos una vez a la semana lo frecuentan .

Durante las últimas semanas del ciclo semestral son muy frecuentes los proyectos finales, pues la gran mayoría de ellos, desde su preparación hasta el momento de su funcionamiento se desarrollan también aquí , con todas las facilidades y apoyo que cada uno de ellos implica .

Cuenta también con un gran número de Manuales , Diagramas Folletos, Revistas y todo tipo de información que tiene relación directa con la Electrónica .

Así pues ,puede observarse la gran actividad que existe en el Laboratorio y el porqué , como se verá en el siguiente capítulo , de acrecentarlo .

La siguiente hoja nos muestra una Hoja de Requisición que a continuación detallo :

Los espacios 1,2,3 y 4 , como se da cabida a muchos alumnos , nos especificará del Taller, Proyecto y Materia que se trata , así como de quien la dirige, esto con la finalidad de un control .

Los espacios 6,7 y 10 se refieren al alumno quien deberá asentar los datos con veracidad .

En los espacios 8 y 9 se anotarán la descripción y cantidad de material y equipo a utilizarse .

El espacio 11 será llenado conforme el almacén lo crea conveniente y en caso de algo especial ( Equipo o Material ) se solicitará la autorización del coordinador .



El Material y Equipo que se encuentra disponible es el siguiente:

DESCRIPCION	CANTIDAD
Osciloscopio de 100 MHz . 5 entradas y 12 trazos.	3
Osciloscopio de 20 MHz y doble trazo	11
Osciloscopio de 10 MHz y un trazo .	5
Generadores de Radio Frecuencia .	5
Generadores de Audio Frecuencia.	5
Generadores de Audio Frecuencia de Precisión .	9
Generadores de Audio Frecuencia RC.	5
Fuentes de Alimentación C.D.	
0 - 30 volts y 0 - 3 Ampéres.	10
0 - 60 volts y 0 - 15 Ampéres.	2
0 - 30 volts y 0 - 6 Ampéres.	5
Triples	5
Fuentes de Alimentación C.A.	
0 - 3.5 KVA	3
0 - 160 volts y 0.5 Ampéres .	1
Multímetros Digitales	15
Multímetros Analógicos	5
Frecuencímetros	11
Milivoltímetros Verdaderos (RMS)	13
Medidores Automáticos de Distorsión	3
Analizador de Espectro	4
Microprocesadores	10
Punto de Medición LRC	1
Amplificadores de Potencia (25 watts)	3
Osciloscopio con memoria de 20 MHz	1
Graficador X - Y	1

Contamos además con un gran número de Semiconductores como lo son :

- \* TRANSISTORES
  - NPN y PNP
  - De Baja Señal. Uso General y Baja Frecuencia
  - De Mediana Potencia
  - De Alta Potencia
- \* FETS
  - Canal N
- \* CIRCUITOS INTEGRADOS
  - TTL'S y CMOS
- \* AMPLIFICADORES OPERACIONALES
- \* SCR'S
- \* CAPACITORES
  - Microlíticos
  - De Papel y Poliéster
- \* RESISTENCIAS
- \* DIODOS
  - Rectificadores
  - Emisores de Luz

Contamos también con los implementos necesarios como son :  
Cautines, Soldadura, Pinzas, Alambres y Cables etc.  
Tenemos Manuales de Apoyo y Respaldo, a la mano, para que el alumno pueda consultarlos continuamente .  
En el laboratorio de Circuito Impreso contamos con :

- Lámpara de Arco
- Prensa de Vacío
- Horno Centrifugo
- Cizalla
- Tina de Lavado
- Líquidos de Sensibilización y Revelado

**III**

**FIJACION DE RESTRICCIONES  
Y OBJETIVOS DE  
DISEÑO DE LAS  
PRACTICAS**



En el capítulo anterior , hemos visto , las Características Actuales del laboratorio ,su funcionamiento y el material con que contamos .

Ya que el Objetivo que se persigue es el de dar al alumno todo lo necesario para que obtenga el máximo de conocimientos en este capítulo definiremos los objetivos particulares, las restricciones actuales y la posible forma de solucionarlas .

Se plantea como necesario que todo lo que el alumno aprende en el salón o estudiando lo pueda canalizar, por medio del Laboratorio en algo tangible, útil y práctico.

Lo que con esto se busca es que su conocimiento no permanezca estancado o poco claro, sino que por el contrario, despierte y aclare sus inquietudes y tenga esta repercusión en su futuro.

Los objetivos que están planteados en las Prácticas son de índole particular ,ya que en cada una de ellas trato que se exprima lo máximo posible del o los elementos en experimentación. Algunas de ellas son muy extensas y se debe a que se tratará de enseñar las distintas aplicaciones que puede tener un elemento. Es por ello que al hablamos del Diodo, dentro de nuestras prácticas tenemos desde como determinar las Curvas Características, como se deben leer de un manual hasta saber aplicarlos en distintos circuitos y sobre todo su uso práctico. De la misma manera se han planteado los objetivos de todas las prácticas.

El Objetivo de Diseño de las Prácticas se debe :

Al existir un Manual de Prácticas ,permite una secuencia lógica de las mismas y no la libre ocurrencia del profesor para hacer una tal o cual práctica.

Al profesor le ayuda de manera tal que puede evaluar fácilmente al alumno, aclarar posibles dudas o corregir el mal desarrollo ya que de antemano conoce la práctica.

El alumno ,por su parte, podrá avanzar cuanto desee, organizarse para desarrollar las mismas y ,también ,estudiarlas con anterioridad .

Al mismo tiempo, como permite libertad al alumno, se descongestiona el Laboratorio.

Pensando siempre que el alumno que entre a trabajar tenga a su alrededor todo lo necesario para su Práctica y no pierda tiempo en la búsqueda de material, dado que la función del laboratorista es buscar el Mayor Aprovechamiento y el Mayor Rendimiento en el menor tiempo .me permito mencionar lo que por análisis o estudio de Hojas de Material tiene mayor utilización o demanda .

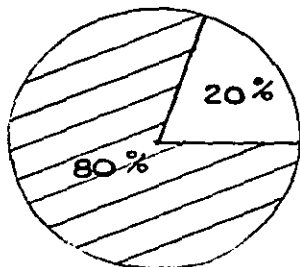
EQUIPO	# HOJAS DE MATERIAL	CANTIDAD SOLICITADA	
		No.	%
Multímetro Digital	50	44	88
Osciloscopio	50	36	72
Fuentes de Alimentación	50	40	80
Varíac	50	5	10
Generadores	50	22	44
Protoboard	50	27	54
Frecuencímetros	50	5	10
Voltímetro RMS	50	2	4

Hacemos notar que esta fue una selección al Azar de Hojas de Material de distintas Prácticas .

Cuando se trata de Prácticas similares sucedo lo siguiente:

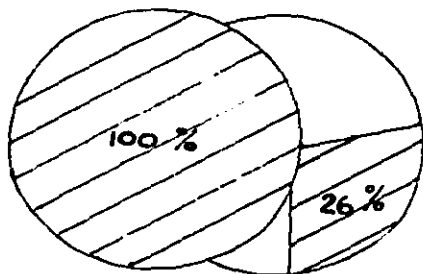
Osciloscopios	10	8	80
Fuentes de Alimentación	10	10	100
Generadores	10	6	60
Protoboards	10	10	100
Multímetro Digital	10	10	100

## GRAFICAS



( 8 - 10 )

Osciloscopios de Doble Trazo 20 MHz.



( 10 -10 )

( 19 - 15 )

Fuentes de alimentación

0-30 volts : 0-3 AMP.

Si observamos la Gráfica de Osciloscopios :  
Tenemos 11 de los cuáles se utilizan en 10 prácticas 8 , esto es un 80 %. Si pensamos en un salón (25 personas), que va a realizar una práctica, sólo la mitad de las personas podrán revisar o checar su circuito en una sesión de 2 horas o tendremos que compartir 45 minutos cada alumno un osciloscopio ya que :

22 hrs. osciloscopio    %    25 personas

- 52 minutos cada uno

si descontamos el tiempo de entrega de material desde la primera persona hasta la veinticincoava tendremos de 30 a 35 minutos para utilizarlo .

Por lo antes descrito propongo un incremento en número de oscilos copios tal que al menos el 75 % del salón tenga el equipo ; esto sería tener 19 osciloscopios, un incremento de 8 unidades .

Con respecto a las Fuentes de Alimentación :

La gráfica es bastante explícita, ya que muestra que para cada práctica al menos se requiera de una fuente ,por ello al solo existir 12 fuentes, sólo podrán utilizarse por 12 personas y como en el caso anterior, refiriendonos a un solo grupo, resulta que sólo la mitad podrá trabajar en un período de dos horas . Por ello me permito hacer notar la necesidad de duplicar el número de fuentes existentes .

Adentrándonos, como lo hemos hecho, con el equipo de laboratorio nos percatamos de la necesidad de incrementar parcial o totalmente el equipo .

Considero que no tiene objeto continuar desglosando cada aparato ya que caeríamos en una repetición; por el contrario, invito a que se revisen las existencias (aquí anotadas), se observen y se comparen en relación a un grupo de 25 personas que quisieran utilizarlo .

Cierto es que hay equipo de un uso más continuo que otro, que hay equipo muy fino y delicado que por lo mismo no se presta al alumno (No sabe usarlo ni se le enseña); entonces es también equipo fuera de uso general .

La solución que actualmente se está dando es la de que la práctica se realice en grupos de dos y tres personas. ¿Qué sucede? Lo de siempre, hay uno de los integrantes que se percató de todos los detalles y los soluciona por sí mismo, mientras que otro ni siquiera sabe donde tiene que hacer conexiones .

Por ello , si queremos que nuestros compañeros o alumnos tengan un mayor conocimiento, que no exista pretexto para que realicen sus prácticas o simplemente que puedan aclarar una inquietud, propongo lo siguiente :

- \* Aumentar el Area del Laboratorio que actualmente cuenta con 64 metros cuadrados, de los cuales sólo son utilizados las siete mesas de trabajo de 2.20 mt X 0.70 mt. esto es :

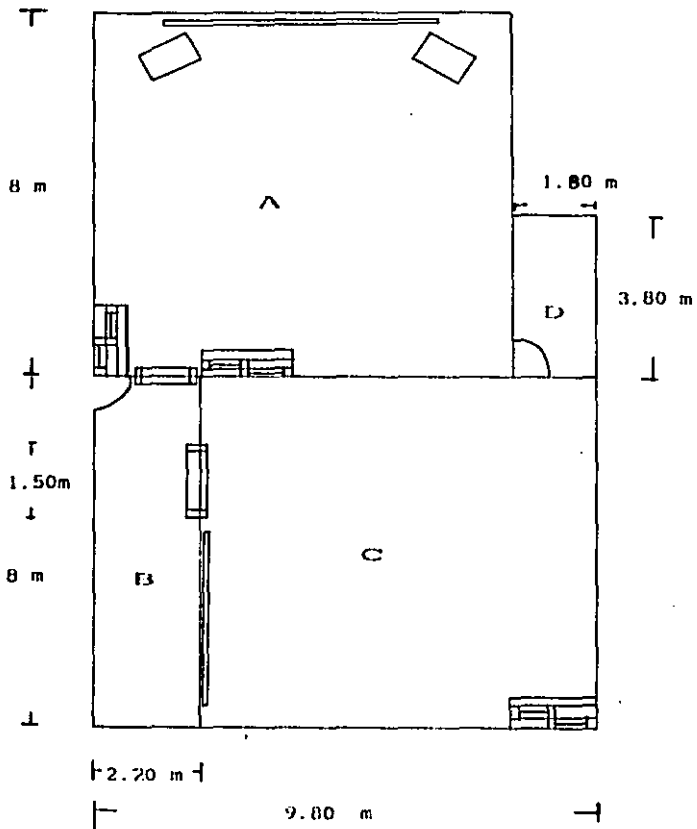
$$10.78 \text{ m}^2 \quad / \quad 25 \text{ personas} \quad = \quad 0.43 \text{ m}^2$$

espacio bastante reducido que por lo menos debe ser de 0.80 m<sup>2</sup>.

Por ello muestro en la siguiente hoja un ANTEPROYECTO del LABORATORIO DE ELECTRONICA , en el que se aprecia se modifica el área actual para dar lugar a 4 nuevas áreas :

- A**    Zona Abierta  
En ella se tendrán asignados los horarios para grupos en forma permanente semestral, existiendo horas libres de utilización.
  
- B**    Almacen  
Todo el material y equipo se concentrará aquí .  
Contará con dos Ventanas de Servicio.
  
- C**    Zona Abierta
  
- D**    Laboratorio de Circuitos Impresos

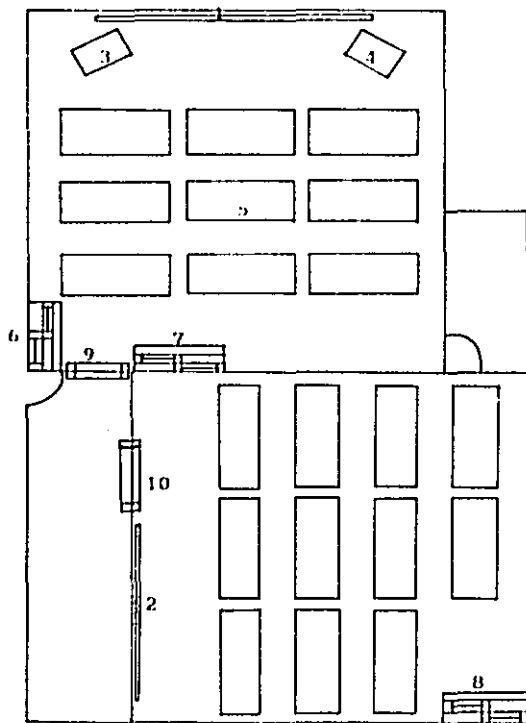
PLANO DEL  
LABORATORIO



esc 1:100

## Plano del Laboratorio

( UBICACION DE LAS MESAS DE TRABAJO )



- 1 y 2 - PIZARRONES
- 3 y 4 - MONITORES DE TV
- 5 - MESAS DE TRABAJO
- 6, 7, 8 - PUERTAS CORREDIZAS
- 9 y 10 - VENTANAS DE SERVICIO

Al decir Zona Abierta , se refiere al Area que permanecerá abierta todo el tiempo y en la que el alumno podrá permanecer mientras lo desee.

\* Incremento del Material y Equipo .

El porcentaje de aumento está tomado en base al equipo existente.

DESCRIPCION	UNIDADES	%
Osciloscopio Doble Trazo	9	75
Generadores de Audio Frecuencia	6	50
Puentes de Alimentación	10	100
Multímetros Digitales	5	33
Analizador de Espectro	4	100
Graficador X - Y	4	400

\* Modificación al Sistema Actual Vigente en el Laboratorio.

Como es de suponerse, al incrementar el área, se ha diseñado lo siguiente :

- 1º El uso de la Zona Abierta 'A' exclusivamente para de demostración de prácticas.  
Pensando en que todos se percatan de la demostración, se tratará de implementar el uso de Cámara y Monitores de Circuito Cerrado . (Ver Anteproyecto)
- 2º Como se ha pensado en un paquete de prácticas, el alum no recibirá para cada serie de prácticas los componen tes básicos, es decir, transistores, Op-Amps, C.I.'s, etc y al terminar cada serie entregará el Material, en per fectas condiciones, para que se le entroquen los compo



## 2º (continúa)

mentos de la serie subsecuente de prácticas .

El equipo y los demás semiconductores se obtendrán presentando la hoja de requisición y credencial vigentes en las Ventanas de Servicio.

Lo anterior podrá realizarse a cualquier hora ya que se podrá trabajar en la Zona Abierta 'C' y en la 'A' en horas libres.

- 3º Pensando en la revisión y reciclaje del material se plantea que al momento de que el alumno entregue su material, sea verificada la correcta operación de los componentes ; para esto ,en el almacén se tendrán Aparatos de Prueba (JIGS), que lo determinarán y que en caso contrario el alumno no podrá recibir el siguiente material hasta no haber reparado lo él o los componentes dañados .
- Así se logrará siempre mantener un control efectivo del material en buen estado.

Ya que los Jigs determinarán la correcta operación de los componentes y presuponiendo que los alumnos saben su forma de operación ,propongo que estos los realicen los alumnos ,ya sea en forma espontánea o por asignación de la materia .

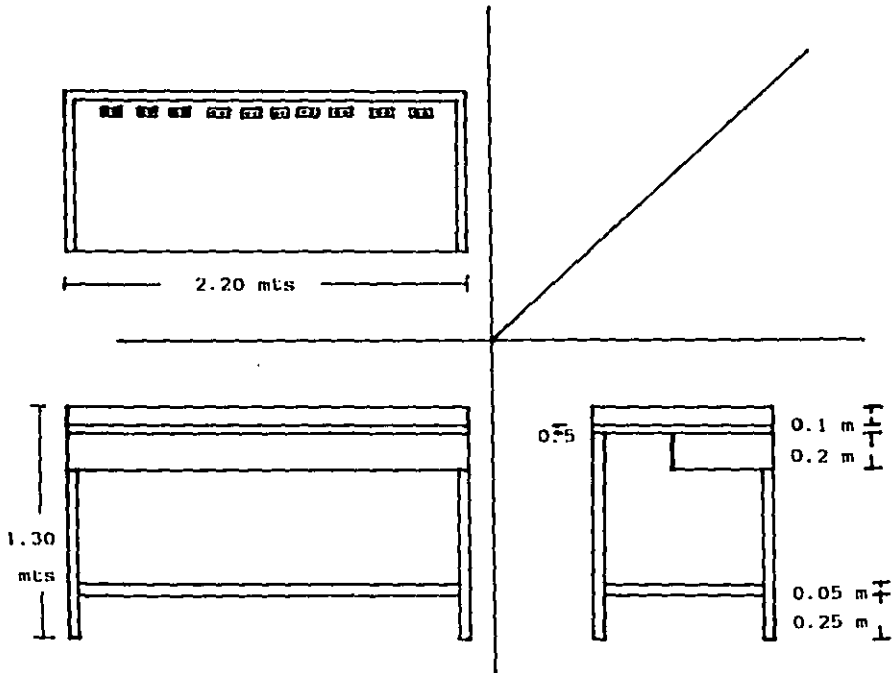
### \* Ventajas que ofrecen las Modificaciones .

- Un mayor espacio podrá permitir el acceso a un mayor número de alumnos.
- El uso de Zona Abierta permitirá mayor tiempo de utilización .
- El uso de Monitores de Televisión logrará que los alumnos observen con más claridad y detalle la demostración evitándose los amontonamientos por falta de visibilidad.
- La entrega del paquete de material, dado que el alumno, ya tendrá todas las series de prácticas, le permitirá

- avanzar cuanto lo desee, le irá creando un sentido de responsabilidad y al Almacén le permitirá tener control del material sin guardar aquello inservible, que mejor dará cabida a más material.
  
- 4º Habrá un Encargado General del Laboratorio auxiliado por dos personas que estarán para ayudar o aclarar, así como para supervisar el desarrollo de cada práctica . Estas personas podrán ser de Servicio Social, Semestres Avanzados o Profesores .
  
- 5º El Laboratorio deberá permanecer abierto el horario de labores de la Escuela de Ingeniería .
  
- 6º El Laboratorio está sujeto al Reglamento de Laboratorios y Talleres de U.L.S.A.

Lo que anteriormente propongo, es en base a lo que me parece y es tratando sólo de buscar que se logre el máximo aprovechamiento de lo que tenemos a nuestro alcance, por ello sugiero que también se tratara de implementar el Sistema para el Laboratorio de Circuitos Lógicos.

DISEÑO DE MESA  
PARA EL  
LABORATORIO



ESCALA 1 : 25

IV

**DISEÑO Y DESARROLLO  
DE LAS  
PRACTICAS**

## EL DIODO

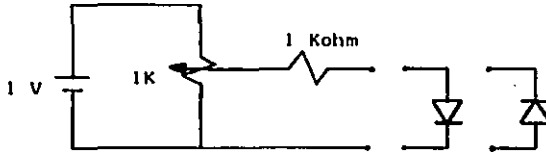
### Objetivos :

- \* Conocer las diversas regiones de operación de un diodo ideal y reconocer las limitaciones del diodo real .
- \* Conocer aplicaciones prácticas del diodo.

### Procedimiento :

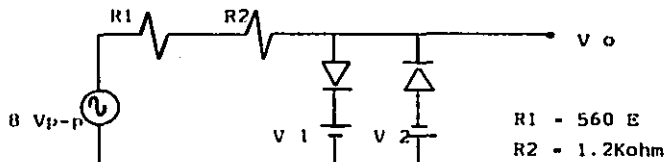
Armar el siguiente circuito del cual se obtendrán - las mediciones de Voltaje del Diodo (directa e inversa) y Corriente del diodo (en ambos casos). Posterior a llenar las tablas, graficar los valores obtenidos. En la misma gráfica se dibujará una Curva Característica Ideal compare.

CIRCUITO 1



Arme el circuito 2 ; Compare en el osciloscopio  $V_x$  con  $V_o$  variando  $V_1$  y  $V_2$ . Llene una tabla con los valores obtenidos y grafique la Característica de Transferencia. Obsérvela en el osciloscopio (frec. 100 Hz).

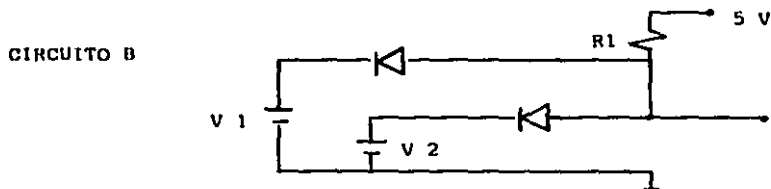
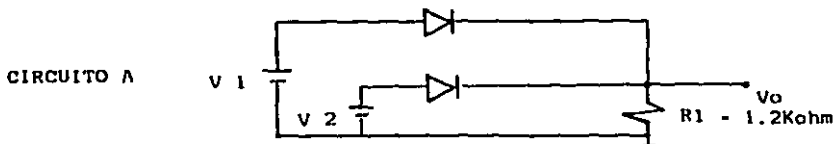
CIRCUITO 2



Como siguiente inciso ,arme los Circuitos A y B .

En base al comportamiento de los diodos :

- \* Deduzca la Tabla de Verdad
- \* Diga a que Configuración pertenece
- \* La función de cada uno
- \* Mida los voltajes correspondientes  $V_o$  para cada combinación .



Material y Equipo :

Tablilla Protoboard

Multímetro

Generador de Funciones

Resistencias a  $\frac{1}{4}$  watt

Osciloscopio

Fuentes de Tensión c.d.

Rectificadores de 1 A.

Resolver :

- a) Enuncie diferencias entre Diodo de Silicio y Germanio.
- b) ¿ Cómo se define Polarización Directa e Inversa?
- c) Comente las gráficas  $V_d$ - $I_d$  y su comparación con la Curva Ideal .
- d) ¿Qué nos indica la Característica de Transferencia ?
- e) Anote sus comentarios .

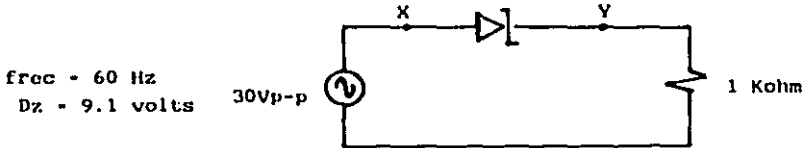
## DIODO ZENER

### Objetivos :

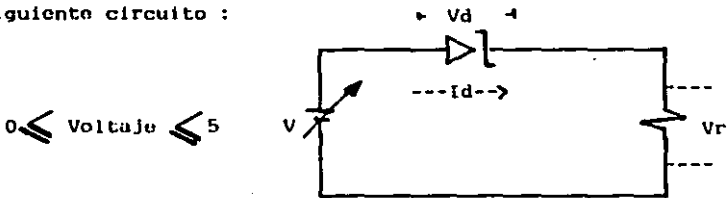
- Analizar la Característica Estática y Dinámica
- Obtener el Tiempo de Recuperación
- Obtener la Tensión Inversa de Ruptura

### Procedimiento :

Arme el siguiente circuito; Observe y Grafique la - Característica Estática del Diodo indicando el valor de ruptura. (Conecte los canales del osciloscopio según la figura.)



Como segunda parte analizaremos el comportamiento del diodo de acuerdo a la magnitud y tipo de polarización basándonos en el siguiente circuito :



Tabular :

$V$ ,  $V_d$ ,  $I_d$ ,  $V_r$  y grafique las Curvas para Polarización Directa e Inversa . ( Recuerde que  $I_d = V_r/R$  )

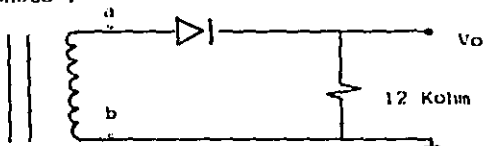
## CIRCUITOS RECORTADORES

### Objetivo :

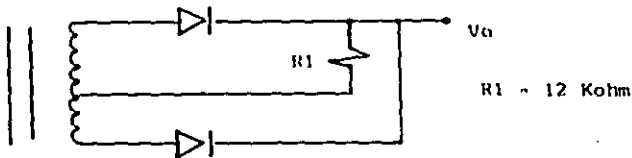
- \* Conocer algunas aplicaciones de los diodos

### Procedimiento :

Arme el siguiente circuito, observe en el osciloscopio lo que sucede, dibuje los voltajes  $V_{ab}$  y  $V_o$  y comente lo observado ; Anote .



Hagamos lo mismo del circuito anterior para el siguiente circuito: ¿Qué observó ? Anote.



Con lo visto anteriormente, arme ahora un circuito que suprima los ciclos positivos. ¿Cómo debe ser la Resistencia de carga con respecto a la Resistencia en serie con el generador ?

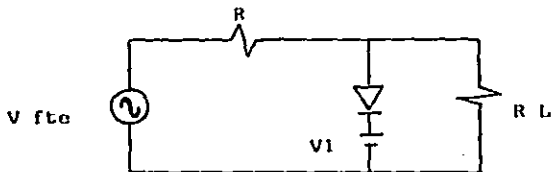
- ¿ Qué otro nombre recibe el Recortador Positivo?
- ¿ Qué sucede si hay inversión del diodo ?



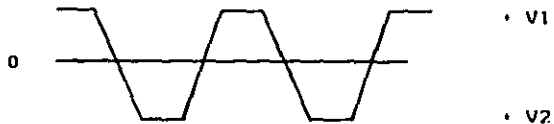
### Recortador Polarizado

¿ Qué se logra con un circuito de éste tipo ?

Arme el siguiente circuito :



- ¿Qué sucede si el voltaje de la fuente es mayor que  $V_1$  ?
- Después de lo observado, arme un circuito de Recorte Polarizado que mantenga la siguiente señal de salida .



Anote sus comentarios .

## CIRCUITOS RECORTADORES

### Objetivo :

- \* Analizar el funcionamiento de cada uno de los diferentes tipos de circuitos recortadores polarizados ( Clippers).

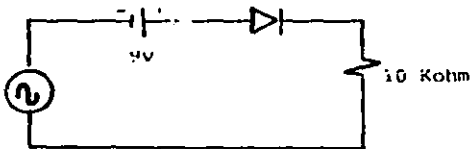
### Procedimiento :

Armar los tres tipos de recortadores, cada uno en su modalidad serie o paralelo, según los siguientes diagramas. A cada uno de ellos se les aplicará una señal mediante el Generador de Funciones, con las sigs. caracts.: 32 Vp-p, frec. 150 Hz y forma de onda triangular. Una vez armado se analizará en el osciloscopio y de cada uno de los circuitos : Voltaje de Entrada, Voltaje de Salida y la relación entre ambos.

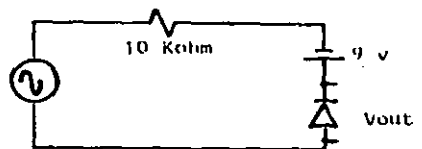
### Circuitos :

#### Recortador Negativo Polarizado

Serie

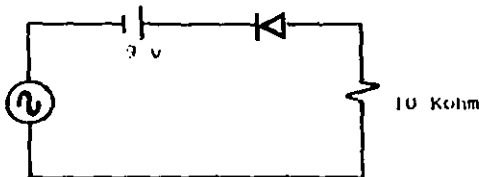


Paralelo

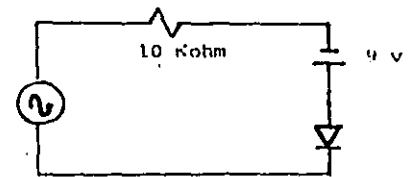


#### Recortador Semi-Positivo

Serie

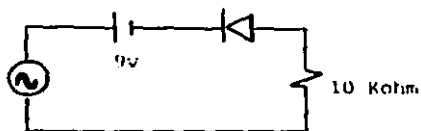


Paralelo

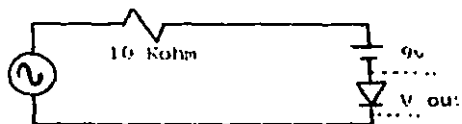


Circuitos :**Recortador Positivo Polarizado**

Serie



Paralelo

Material y Equipo .

Osciloscopio  
 Protoboard  
 Rectificador 1 Amp.

Generador de funciones  
 Batería de 9 V.  
 Resistencia a ½ W.

Dibujar formas de onda observadas en el osciloscopio.

Resolver :

- Cuál es el objeto de utilizar un recortador polarizado?
- Resume la operación del circuito recortador Negativo Polarizado.
- Anote sus comentarios y conclusiones.

## CIRCUITOS DOBLADORES

### Objetivo :

- Analizar el comportamiento del Circuito Empalmador ( CLAMPER )

### Procedimiento :

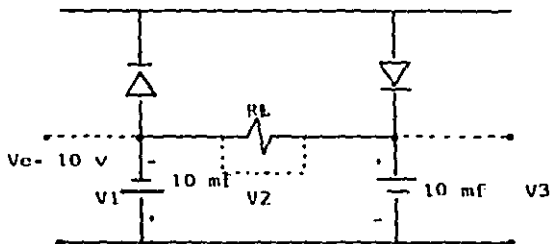
Arme el siguiente circuito y sin colocar la resistencia de carga mida  $V_1, V_2$  y  $V_3$  .

Posteriormente coloque  $R_1 = 100$  ohms y mida  $V_2$  .

Ahora coloque  $R_1 = 1$  kohm y mida los voltajes ,

¿ Qué sucede ?

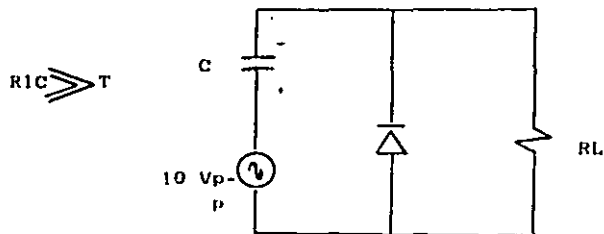
CIRCUITO 1



Como segunda parte , arme el Circuito 2 bajo la condición :

- Empalmo Perfecto arriba del nivel 0 volts

CIRCUITO 2



Resolver :

- Describe el funcionamiento del circuito
- ¿Fue el empalme perfecto ?  
Si no sucedió, ¿ A qué lo atribuyes ?
- Explique el comportamiento de un circuito Fijador de Nivel .

Material y Equipo :

Tablilla Protoboard  
Osciloscopio  
Resistencias a  $\frac{1}{2}$  watt

Multimetro  
Rectificador 1 A.

## CIRCUITOS MULTIPLICADORES

### Objetivos :

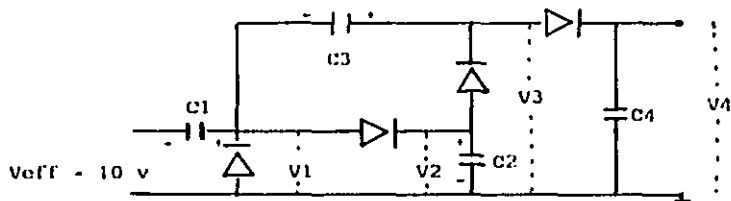
- \* Determinar como se logra la Multiplicación de Tensión.
- \* Conocer las propiedades y Fenómenos .

### Procedimiento :

Armar el siguiente circuito e ir midiendo los voltajes subsecuentes V1, V2, V3 y V4.

- \*\*\* Las medidas se efectuarán con la carga que representa el multímetro .

CIRCUITO 1



Verifiquo los voltajes on el osciloscopio .

- ¿ Qué sucede con la forma de onda ?
- ¿Cuál es la función de los capacitores ?

### Material y Equipo :

Tablilla Protoboard  
Osciloscopio  
Rectificador 1 A.

Multímetro  
Generador de funciones  
Capacitores 10 mF

## TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNTURA

### Objetivos :

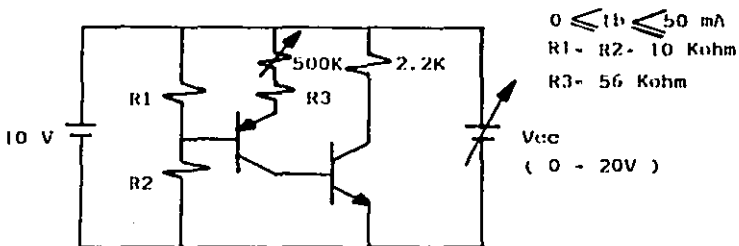
- \* Conocer experimentalmente las características del Transistor Bipolar de Juntura .
- \* Tener conocimiento del manejo de gráficas
- \* Determinar experimentalmente las Curvas Características

### Procedimiento :

Teniendo dos Transistores y con la ayuda del multímetro . el alumno comprobará si se trata de un NPN ó PNP.

Para la obtención de las Curvas Caracts., armar el siguiente circuito :

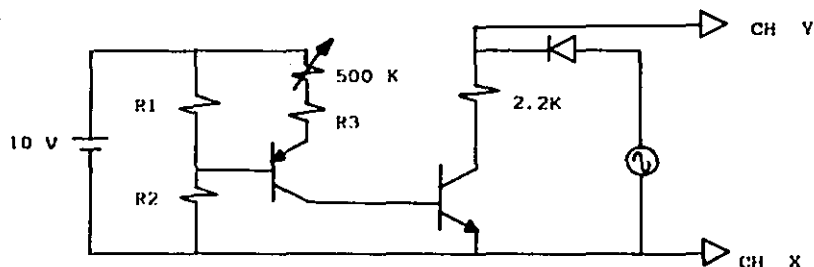
CIRCUITO 1



Para cada valor de  $I_b$ , variar  $V_{cc}$  y medir el valor de  $I_c$  y  $V_{ce}$ . Esos valores deberán tabularse y a partir de ellos se construirá la gráfica  $I_c$  vs  $V_{ce}$ .

Modificamos el circuito para observar las curvas en el osciloscopio. Ajuste el Generador en amplitud y frecuencia . Para obtener la Curva de Base , utilice el Circuito 1 , del cual para cada valor de  $I_b$  deberá medirse un voltaje  $V_{be}$ . Tabule y Grafique.

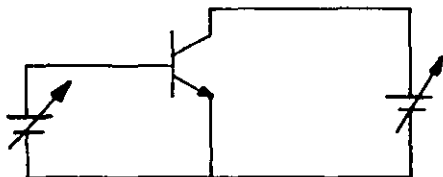
### CIRCUITO 1 MODIFICADO



En base al Circuito 2 obtenga la corriente de colector para los diferentes valores de corriente de base. Con esos valores calcule  $\beta$ . mantenga  $V_{ce}$  constante - 10 volts.

Tabule :  $I_b, I_c$  y  $\beta$  ; grafique  $\beta$  vs  $I_c$ .

### CIRCUITO 2



### Material y Equipo :

Transistor PNP  
Fuente de Tensión  
Multímetro  
Resistencias  $\frac{1}{2}$  watt  
Tablilla Protoboard

Transistor NPN  
Osciloscopio  
Generador de Funciones  
Rectificador 1 A.  
Control Preset

### Resolver :

a) Dibuje el circuito correspondiente y describa la



Resolver : (continúa)

- a) forma de comprobar si se trata de un NPN ó de un PNP .
- b) Encuentra diferencias en lo observado en el osciloscopio y lo obtenido punto a punto de las Curvas Características.
- c) ¿ Cómo es la gráfica de la Curva  $I_b-V_{be}$  ?  
¿ Tiene alguna similitud con la del diodo ?  
Explique.
- d) En base al Circuito 2 , ¿ Qué ocurre con la ganancia ?
- e) Exponga sus conclusiones sobre la práctica y comente la utilidad del transistor .

## CIRCUITOS DE POLARIZACION de los TBJ'S

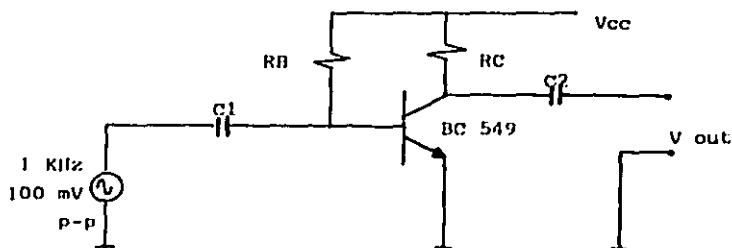
### Objetivos :

- \* Diseño y Análisis de los Circuitos Básicos de Polarización .
- \* Determinar la Ganancia de Voltaje de cada circuito.
- \* Reconocer y Determinar a qué factores se debe su utilización .

### Procedimiento :

Armar cada uno de los cuatro circuitos en base a los Datos y Cálculos efectuados con anterioridad .

### Circuito Polarizador de Base



### Condiciones:

$V_{cc} = 10$  volts,  $\beta = 200$  ,  $I_c = 1$  mA.  $V_{ce} = 1/10 V_{cc}$

En base a las condiciones calcular :

Resistencia de colector y Resistencia de base

Realice las sigs. mediciones :  $I_c$ ,  $I_b$ ,  $V_{ce}$ ,  $V_c$ ,  $V_e$  y  $V_{be}$ .

a) ¿Los valores calculados se asemejan a los medidos?

b) ¿Qué  $\beta$  fue la realmento utilizada ?

### Circuito Polarizador de Base (continúa)

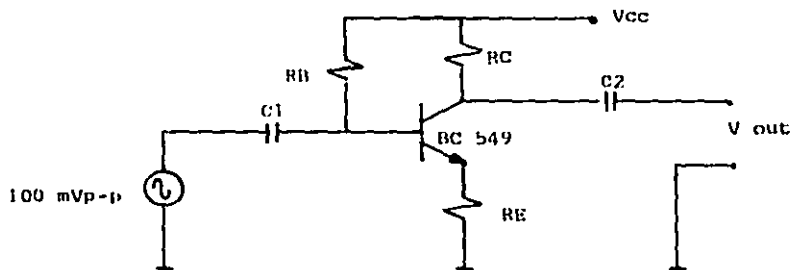
Conecte el osciloscopio, Canal X a la entrada y Canal Y a la salida. ¿Cómo son las formas de onda?

Incremente el voltaje de la señal de entrada paulatinamente.

¿Cómo se comporta la Señal de Salida?

Grafique lo observado y calcule la Ganancia.

### Circuito Polarizador de Emisor



Condiciones :

$V_{cc} = 10$  volts,  $I_c = 1$  mA,  $V_o = 1/10 V_{cc}$ ,  $\beta = \beta$  real

Calcular :

Resistencia de Emisor, Base y Colector.

Medir :

Corriente de base, colector, emisor,  $V_{ce}$ ,  $V_c$ ,  $V_b$ ,  $V_e$  y  $V_{be}$ .

a) ¿Existe alguna diferencia entre lo medido y lo calculado?

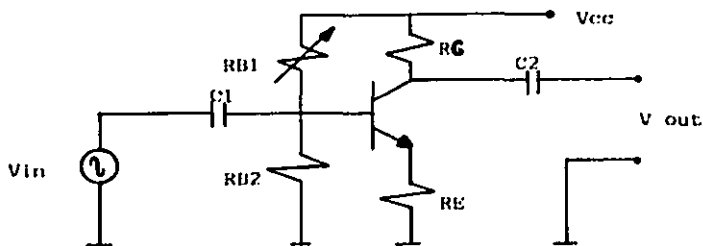
Conecte el osciloscopio y realice igual al circuito anterior. Grafique.

Calcule la Ganancia, ¿Cómo fue con respecto al circuito anterior?

Acerque al circuito una fuente calorífica.

Explique lo que sucede y diga a que lo atribuye.

Circuito de Polarización por  
División de Tensión



Condiciones :

$V_{cc} = 10$  volts,  $I_C = 1$  mA,  $\beta = \beta$  real,  $V_E = 1/10 V_{cc}$ ,  $V_{CE} = 1/2 V_{cc}$

Calcular :

Resistencia de Colector, Emisor,  $R_{B1}$  y  $R_{B2}$ .

Medir :

Corriente de base, colector y emisor,  $V_C$ ,  $V_E$ ,  $V_B$ ,  $V_{BE}$  y  $V_{CE}$  .

¿ Existe alguna diferencia entre lo calculado y lo medido?

De igual manera que los otros circuitos, conecte el osciloscopio, verifique formas de onda y grafíquelas .

¿Cuál fue la Ganancia ?

En relación a los otros circuitos,

¿ Cómo fue éste ?

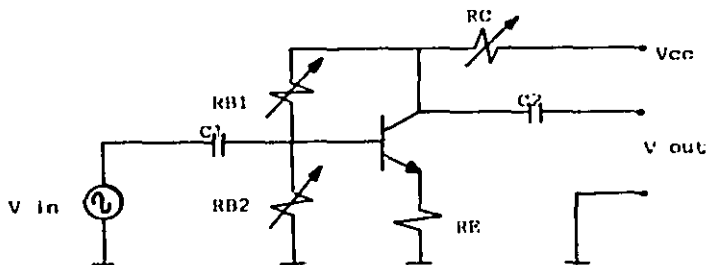
Acerque una fuente de calor . ¿Qué ocurre ?

Anote sus conclusiones .

**Resolver :**

- a) Anote sus comentarios de cada circuito
- b) ¿Cuál es el mejor ? Explique en que fundamenta su criterio .
- c) ¿Qué parámetros afectan más en una polarización ?
- d) Mencione cinco factores a considerar en la polarización de un transistor, sea operante en Clase A o B .
- e) Explique el porqué de cada uno de ellos .
- f) Anote todos sus cálculos .

Circuito de Polarización por  
Retroalimentación del  
Colector



Condiciones :

$V_{cc} = 10$  volts ,  $I_c = 1$  mA ,  $V_{ce} = \frac{1}{2} V_{cc}$  ,  $\beta = \beta$  real

Calcular :

Resistencia de Emisor , Colector ,  $R_{b1}$  y  $R_{b2}$  .

Medir :

Corriente de base, colector y emisor.  $V_c$ ,  $V_o$ ,  $V_b$ ,  $V_{be}$  y  $V_{ce}$ .

¿ Existe diferencia entre lo calculado y lo medido ?

De igual manera que los otros circuitos, conecto el osciloscopio, verifique formas de onda y grafíquelas .

Calcule la Ganancia y compárela con las de circuitos anteriores.

Aunque una fuente calorífica, ¿Qué sucede ?

Material y Equipo :

Tablilla Protoboard  
Generador de Funciones  
Multímetro  
Control Preset  
Capacitor 4.7mf/63v

Osciloscopio  
Fuente de Tensión  
Transistor BC 549B  
Resistencias  $\frac{1}{2}$  Watt

Material y Equipo .

Osciloscopio  
Fuente de Alimentación  
Protoboard  
Transistor BC 549 B  
Resistencias a  $\frac{1}{2}$  Watt

Generador de Funciones  
Multímetro  
Controles Preset  
Capacitores 4.7 mf / 63 v.

Resolver :

- a) ¿ Que parámetros afectan más en una polarización ?
- b) Mencione cinco factores a considerar en la polarización de un transistor, sea operante en Clase A o B.
- c) Explique el porqué de cada uno de ellos.

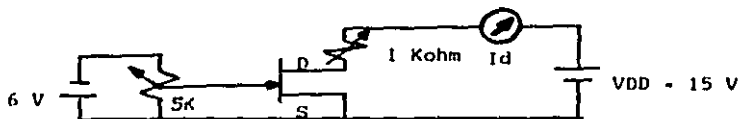
## TRANSISTOR de EFECTO de CAMPO

### Objetivos :

- \* Reconocer experimentalmente los parámetros principales del Transistor de Efecto de Campo.
- \* Determinación experimental de las Curvas Características del FET.

### Procedimiento :

Dado el siguiente circuito, determine las Curvas Caracts.



Haga  $V_{gs} = 0$  volts y determine el valor de  $I_d$ . ¿Cómo se denomina este parámetro ?

Ahora, aumente gradualmente  $V_{gs}$  hasta que  $I_d = 0$ . ¿ Qué valor obtuvo de  $V_{gs}$ , cómo se denomina este parámetro ?

Para determinar las Curvas Características :

fixemos los distintos valores de  $V_{gs}$ , y para cada valor de  $V_d$  tabúlese  $I_d$ . Con los valores obtenidos construya una gráfica que incluya al menos cinco de los valores obtenidos de  $V_{gs}$ .

Con los datos que tiene construya la Curva de Transconductancia.

### Material y Equipo :

Osciloscopio

Fuentes de Tensión

FET

Multímetro

Protoboard

Controles Preset.

### Resolver :

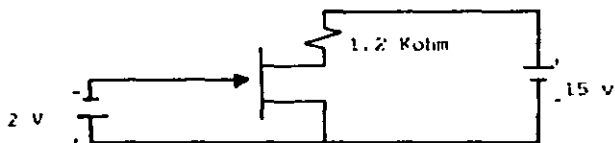
- ¿ A qué se debe el nombre de Efecto de Campo ?
- ¿Cuál es la función de la compuerta ?
- Describa el método que utilizó para observar las Curvas Características en el osciloscopio.
- ¿Cuál es la diferencia fundamental entre los TBJ's y los JFET's ?
- Enumere sus comentarios y conclusiones.



Como segunda parte:

Armaremos el siguiente circuito para tener conocimiento de la Polarización Básica del FET.

CIRCUITO



Grafique con los datos obtenidos que considere necesarios la

Curva Característica de Entrada.

Determine el Punto de Operación y trace la Recta de Carga.

Calcule el Pto. de Operación.

Anote sus cálculos: ¿ Existe alguna diferencia ?

Anote sus conclusiones.

## AMPLIFICADOR con

### EMISOR COMUN

#### Objetivo :

- \* Armar un circuito con Emisor Común, medir y calcular los valores característicos de éste tipo de conexión .

#### Procedimiento :

Arme el siguiente circuito conforme a los elementos indicados; ahora ajuste P1 - 0 ohms y con el potenciómetro P2 se ajusta una tensión tal que la  $I_b$  sea igual a 0.025 mA.

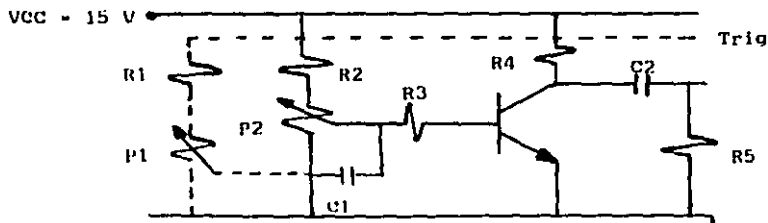
Mida : Voltaje Base-Emisor y Colector-Emisor  
Corriente de Colector

Ahora ajuste con el potenciómetro tal que la  $I_b$  sea igual a 0.05 mA y realice las mismas mediciones .

R1 - 22 Kohm ; R2 - 1 Kohm ; R3 - 4.7 Kohm ; R4 - 220 ohms

R5 - 100 Kohms ; P1-P2- 1 Kohm ; C1-C2- 10 mf

CIRCUITO



Calcule :

Amplificación de Voltaje y Corriente

Resistencia de Base

¿ Qué Amplificación de Potencia logramos ?

II. Conectamos el Generador de Funciones, el Osciloscopio y medimos los voltajes de entrada y salida ;( verificar formas de onda .)

Gradué con el potenciómetro P1 el voltaje de entrada de manera que  $V_1 = 0.05 \text{ V}$  ; con el potenciómetro P2 se ajusta la tensión continua para base de tal forma que la tensión alterna, observada en el osciloscopio, alcance su máximo valor sin que se deforme la onda .

¿ Qué valor alcanzó el voltaje de salida ?

Calcule : Amplificación de Voltaje

III. Cambiamos R4 por 2.2Kohms, ajustamos la tensión de entrada a  $V_1 = 0.02 \text{ V}$  y hacemos la misma operación con el potenciómetro 2.

¿ Qué sucede con la Amplificación y Voltaje de Salida ?

Anote los resultados calculados y medidos .

¿ Qué puede comentar con respecto al comportamiento de la Amplificación hacia la resistencia de colector ?

#### Material y Equipo :

Tablilla Protoboard	Osciloscopio
Generador de Funciones	Puente de Tensión
Resistencias a $\frac{1}{2} \text{ W}$	Multímetro
Transistor BC 549	

#### Resolver :

- Anote sus comentarios sobre el desarrollo .
- Exista defasamiento de la Forma de Onda de entrada con respecto a la de salida ?

## AMPLIFICADOR con

### COLECTOR COMUN

#### Objetivo :

- \* Armar un circuito con Colector Común, medir y calcular los valores característicos de éste tipo de conexión .

#### Procedimiento :

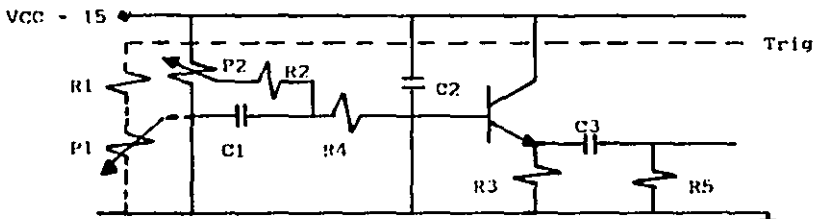
Arme el siguiente circuito y realice los puntos .

R1- 470 E ; R2- 4.7Kohm ; R3- 220E y 2.2Kohm; R4- 100 E; R5 - 100 K

CIRCUITO

P1-P2- 1Kohm

C1-C3- 10 mf; C2-.1 mf



I Coloque la resistencia R3 = 220 ohms y el potenciómetro P1 en la menor resistencia . Con el potenciómetro P2 ajuste la corriente de base a 0.03 mA. Determine por Ley de Ohm la  $I_e$  y compruébala por medición . Mida  $I_c$ ,  $V_{be}$ ,  $V_b$  y  $V_{ce}$  .

II Ahora con el P2 se varía la tensión de manera que  $I_b = 0.05mA$  . Mida  $V_o$ ,  $V_{be}$ ,  $I_e$  y  $V_b$  .

Calcule :  $I_o$ ,  $V_b$  y la Amplificación de Corriente .

Resistencia del Circuito de Base y la Impedancia de Entrada y de Salida .

III Con  $R_3 = 220$  ohms , conecte el Generador de Funciones y mida las tensiones de entrada y salida . Ajuste con  $P_1$  de tal modo que  $V_1 = 4V$ .

Mida el voltaje de salida máximo sin que exista distorsión de la Onda Senoidal . Determine la Ganancia .

IV Ahora, haga  $R_3 = 2.2$  Kohms

¿ Cómo varia la Ganancia con la Resistencia de Emisor ?

¿ Qué valor adquiere la Ganancia ?

¿Cuál es la función del Trigger ?

¿ Cómo es la relación temporal existente entre  $V_1$  y  $V_2$  ?

Material y Equipo :

Tablilla Protoboard  
Generador de Funciones  
Resistencias a  $\frac{1}{2}$  W  
Transistor BC 549

Osciloscopio  
Multímetro  
Fuente de Tensión

## AMPLIFICADOR con

### BASE COMUN

#### Objetivo :

- \* Armar un circuito con Base Común , mida los valores característicos y verifiquelos por medio del cálculo .

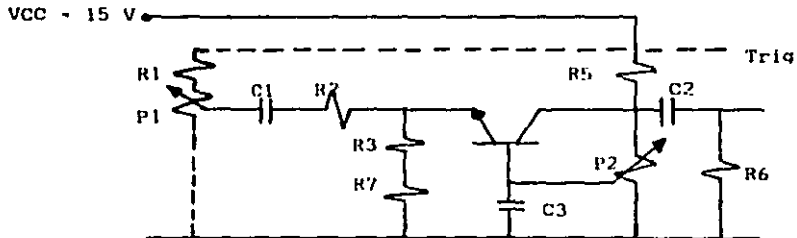
#### Procedimiento :

Arme el siguiente circuito y realice cada uno de los incisos . R1 - 100 ohms ; R2- 470 E; R3- 100 E  
R4- 220 E; R5- 1Kohm; R6- 100K; R7- 10E ; P1·P2- 1K

CIRCUITO

C1- 100 mf

C2-C3- 10 mf



- I Ajuste mediante el potenciómetro P2 la  $I_e = 20 \text{ mA}$  .  
Mida :  $I_c$ ,  $V_{cb}$  y  $V_{be}$  .  
Ajuste nuevamente P2 para que  $I_e = 30 \text{ mA}$  y repita medición.  
A partir de esas diferencias calcule :  
Amplificación de Corriente y Voltaje  
Ganancia en Potencia

- II Conecte el Generador de Funciones y el Osciloscopio .

II Ajuste de tal manera que  $I_e = 25 \text{ mA}$  y que el voltaje de entrada sea de  $20 \text{ mV}$ .

Mida el Voltaje de Salida y calcule como en casos anteriores, (antes de la deformación de onda) la Ganancia o Amplificación Dinámica de Tensión.

Material y Equipo :

Tablilla Protoboard  
Multímetro  
Puente de Tensión  
Transistor BC 549

Osciloscopio  
Generador de Funciones  
Resistencias a  $\frac{1}{2} \text{ W}$

Resolver :

- Anoto los valores calculados y medidos .
- ¿Qué puede comentar con respecto al comportamiento del Amplificador ?
- Después de llenar la siguiente tabla , realice una comparación y exponga sus comentarios .

COLECTOR COMUN

EMISOR COMUN

BASE COMUN

Amplificación  
Estática de  
Tensión .

Amplificación  
Estática de  
Corriente .

Amplificación  
Dinámica de  
Tensión .

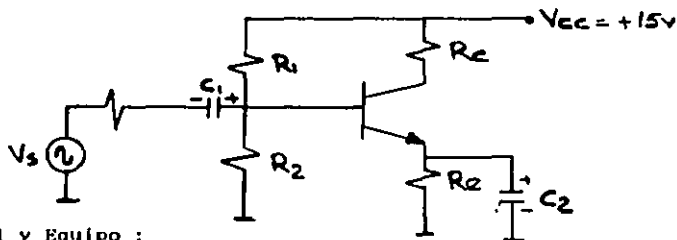
# AMPLIFICADORES A PEQUEÑA SEÑAL

## Objetivo :

- \* Observar el funcionamiento de diversas configuraciones de amplificadores operados a pequeña señal.

## Procedimiento :

Armo el siguiente circuito :



## Material y Equipo :

R1- 470K ohm

Rc-12K ohm

C1-C2-10 mF.

Osciloscopio

Protoboard

R2-120K ohm

Rs-560 ohm

T1- B-200

Multímetro

Resistencias a 1/2W

Re-39K ohm

Vbe-0.65V

Generador de Func.

## Resolver :

- Defina las características del Amplificador.
- Haga el análisis teórico con el capacitor C2 y sin él.
- Determine el Punto de Operación con y sin capacitor C1.
- Calcule AV; Zin; Zout con y sin C2.
- Compare los resultados teóricos con los prácticos.
- Explique diferencias
- Haga las conclusiones que considere pertinentes

II Para el mismo tipo de configuración realice lo siguiente:

- \* Polarice tal que Vce = 7.5 volts o Ic= 2mA.
- \* Calcule Zin; Zout y AV.
- \* Mida si sus valores calculados son ciertos.
- \* ( Modifique las etapas que considere necesarias)
- \* Dibuje el circuito que utilizó.



III

Diseño un amplificador bajo las siguientes características :

$$A_V > 20$$

$$Z_{in} > 10 \text{ Kohm}$$

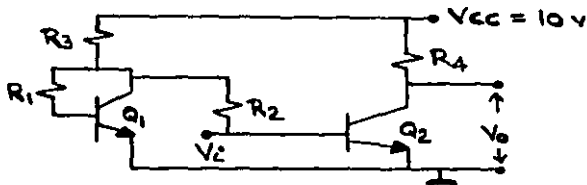
$$\beta \geq 200$$

$$V_{cc} = 15 \text{ volts}$$

Utilice la configuración que más le convenga; explique el por qué de utilizarla y si hiciera modificaciones justificarlas. Anote sus cálculos, mediciones y resultados sobre su diseño; dibuje su circuito final y anote sus conclusiones particulares y dé unas generales.

IV

Armo el siguiente circuito, considere  $\beta=200$  y  $V_{be}=0.7 \text{ v}$ .



- Determine los puntos de operación para Q1 y Q2.
- Determine la Ganancia de Voltaje del circuito .

Material :

$$R1 = R2 = 2.7 \text{ Kohm}$$

$$R3 = 3.9 \text{ Kohm}$$

$$R4 = 2.2 \text{ Kohm}$$

- ¿ Qué tipo de configuración se está utilizando ? Explique.

## El Amplificador de Audio PUSH - PULL

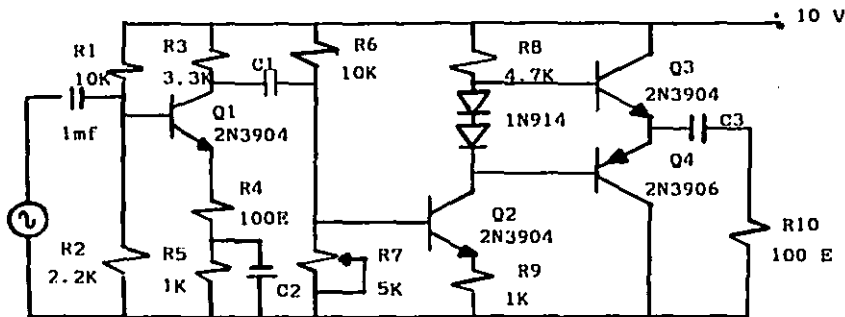
### Objetivo :

- \* Construir un Amplificador de Audio de dos etapas utilizando en la etapa de entrada un Clase A y un Seguidor Emisor en Clase B.

### Procedimiento :

Armo el siguiente circuito y ajusto con P1 para que  $V_e$  de Q3 sea igual a + 5 volts.

### CIRCUITO



Material y Equipo : C1 - 1mF ; C2 - 470 mF ; C3 - 100 mF

Generador de Funciones  
Fuente de Tensión  
Resistencias a  $\frac{1}{2}$  W  
Control Preset  
Osciloscopio

Diodos  
Transistores 2N3904  
2N 3906 o similar  
Multímetro

Desarrollo :

- a) Asuma que la Resistencia de Base de Q2 está ajustada para provocar +5 v en voltaje de emisor de Q3. Calcule y mida todos los Voltajes DC. Complete la tabla 1.
- b) Considere un voltaje de entrada de 4vp-p y frecuencia 1KHZ, B-100. Calcule y mida los voltajes de AC. Tabla 2
- c) Mida el voltaje de salida.
- d) ¿Cómo puede incrementarse éste voltaje ?
- e) Haga las modificaciones y cambios necesarios para incrementarlo. ¿ Cuánto mide ?

Tabla 1  
(Voltajes DC)

Calculado	Medido
B E C	B E C
Q1	
Q2	
Q3	
Q4	

Tabla 2  
(Voltajes AC)

Calculado	Medido
B E C	B E C
Q1	
Q2	
Q3	
Q4	

**Resolver :**

- a) ¿La Reactancia capacitiva de 100 m $\mu$  a 1 KHZ es de ?
- b) ¿La ganancia de voltaje fue de ?
- c) El voltaje de base AC de Q3 fue ligeramente mayor al voltaje de salida. ¿ A qué se debe ?
- d) Explique como trabaja el circuito.
- e) Suponga que un Diodo se cortocircuita. ¿Qué provoca ásto a nuestro circuito ?

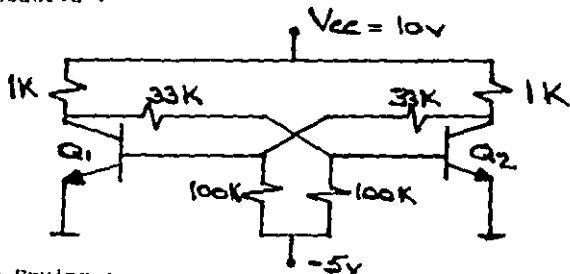
## MULTIVIBRADORES

### Objetivos :

- \* Conocer las Características de los Multivibradores.
- \* Conocer el funcionamiento de cada uno y sus aplicaciones.

### Procedimiento:

Arme el siguiente circuito bajo las características anteriores y resuelva :



### Material y Equipo :

Fuentes de Tensión  
Transistor BC 549B  
Multímetro

Osciloscopio  
Resistencias @ 1/4W.  
Protoboard

### Resolver :

Desarrolle Matemáticamente :

- a) Simetría
- b) ¿Qué sucede en corte y en saturación con  $V_{be}$ ,  $I_{bmin}$ ,  $I_{be}$  y con la Potencia Disipada ?
- c) Si suponemos Q2 en saturación debe cumplirse:  
 $I_3 = I_4 = I_{b2 min}$   
 $I_1 = I_2 = I_{c2sat}$

Verifique estas ecuaciones con valores calculados y medidos.

b) Conforme a los circuitos ya vistos, diseñe un multivibrador mono estable con las siguientes características :

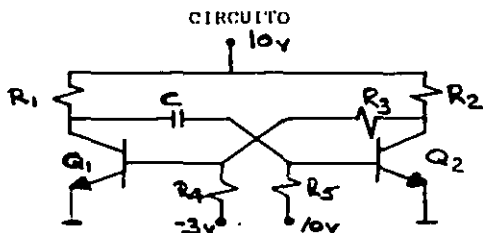
$$V_{cc} = 10 \text{ volts}$$

$$\beta_{min} = 50$$

$$I_{c \text{ sat}} = 10 \text{ mAmp.}$$

Anote los valores calculados para cada parámetro.

Determine ¿Cuál es el valor de la Cte. de Tiempo ?



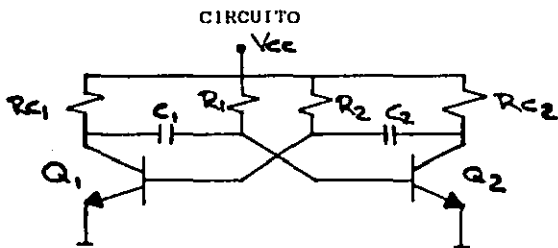
c) Diseñe un Multivibrador Aestable bajo las siguientes características.

$$V_{cc} = -10\text{v}$$

$$I_c = 10\text{mAmp}$$

$$\beta_{min} = 50$$

$$\text{frec. osc.} = 10 \text{ KHz}$$



¿ Cómo opera su circuito ?

## EL PAR DIFERENCIAL

### Objetivos :

- \* Conocer las características más importantes del Amplificador Diferencial.
- \* Conocer el comportamiento del circuito conforme a las variaciones de los distintos parámetros.
- \* Conocer sus usos y aplicaciones.

### Procedimiento :

Armar el circuito de acuerdo al diagrama adjunto ; el generador y el osciloscopio manténgalos desconectados.

Mediante los presets P1 y P2 ajustar el punto de operación de T1 y T2 de tal modo que :  $V_c = 5\text{volts}$  ;  $V_e = 2\text{volts}$ .

Una vez ajustado el punto de operación conecta el generador de funciones en Modo Común con un voltaje de entrada de 50 mvp-p a 500 ó 1000 Hz.

Conecte el osciloscopio a cada una de las salidas.

Realice las modificaciones que considere necesarias para resolver los siguientes incisos.

### Material y Equipo :

Preset de 1kOhm ?	Capacitores 10mf/25v. 2
Transistor BC549 ?	Resistencias a $\frac{1}{2}$ W.
Osciloscopio	Generador de Funciones
Fuente de Tensión	Protoboard

### Resolver :

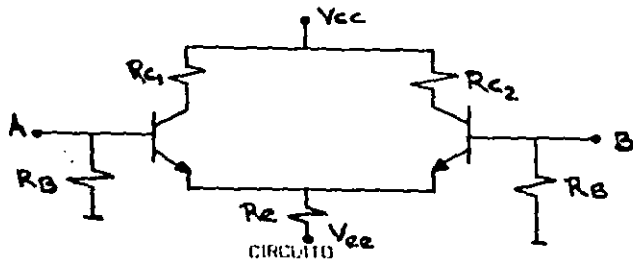
- Con los puntos de operación ajustados diga en qué clase están operando los transistores.
- Con 50 mvp-p en la entrada, calcule los voltajes de salida, mídalos y vea la diferencia de tensión a la salida.
- ¿Qué ocurre cuando aterrizamos la entrada del Transistor ?  
Mida los voltajes de salida y calcule la diferencia de Tensiones.  
Halle la amplificación del circuito cuando trabaja como Amplificador Diferencial.
- Aterrice ahora la entrada A y alimente la B. Realice lo mismo que para el inciso anterior.
- Reduzca las resistencias de colector a 6.8kOhm, ¿Qué sucede ?
- Mida los voltajes de polarización en los colectores, las bases y emisor ;  
¿ Qué diferencias hay ?
- Anote sus conclusiones .

h) Para el siguiente circuito calcule los valores resistivos para :

$V_{CC} = 15$  volts  
 $\beta = 50$

$V_{BE} = -0.7$  volts  
 $V_{CE} = \frac{1}{2} V_{CC}$

$I_{C1} = I_{C2} = 1$  mAmp.



$R1 = R4 = 2k\Omega$

$R2 = R3 = 10k\Omega$

$R5 = R6 = 4k\Omega$

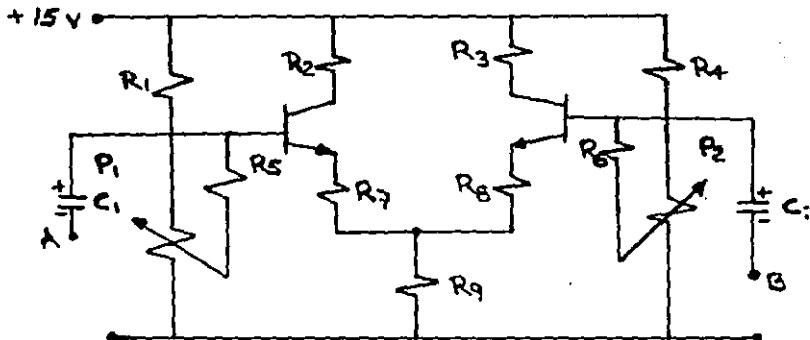
$R7 = R8 = 1k\Omega$

$R9 = 100\Omega$

$R9 = 1k\Omega$

$C1 = C2 = 10\text{ mf}$

$T1 = T2 = BC 549$





## EL PAR DIFERENCIAL CON CARGA DINÁMICA

### Objetivos :

- \* Reconocer las ventajas que implica el tener una Carga Dinámica en un Amplificador Diferencial.
- \* Conocer el funcionamiento del Espejo de Corriente y sus aplicaciones.

### Procedimiento :

Arme el circuito de acuerdo al diagrama anexo. Ajuste la alimentación  $V_{cc} = 15$  volts y  $V_{ee} = -15$  volts. Verifique los valores de la polarización, tanto corrientes como voltajes y anótelos en el diagrama y si existe algo anormal indíquelo.

### Material y Equipo:

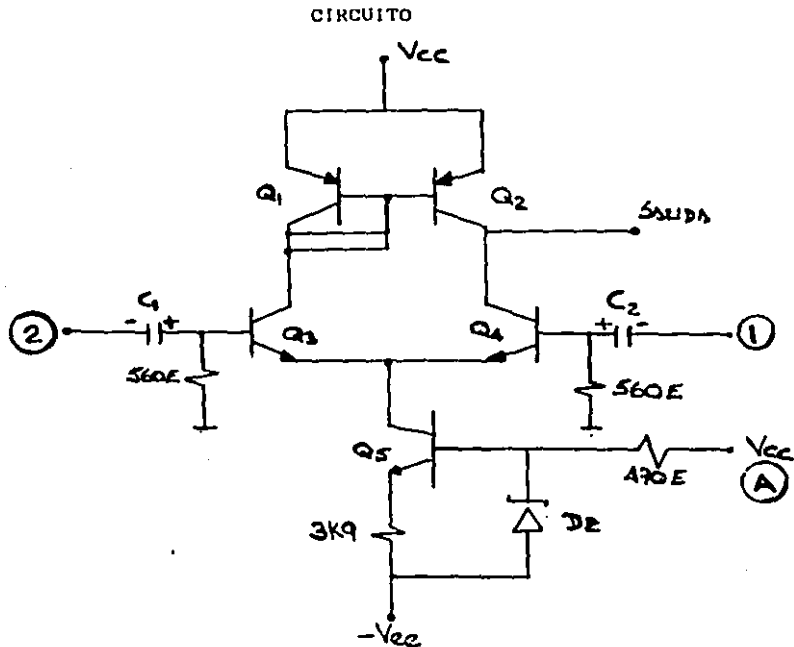
Transistor PNP 2A257 ó equivalentes 2	
Transistor BC 549B 3	Diodo Zener 5.6 v
Resistencias a $\frac{1}{2}$ Watt	Capacitores 10mF/25v
Osciloscopio	Generador de Funciones
Multímetro	Fuentes de Tensión

### Resolver :

En base al circuito los siguientes incisos.

- ¿Qué sucede con la señal en el Par Diferencial y en el Espejo de Corriente ?
- ¿Cómo funciona la Fuente de Corriente Constante ? Evalúela.
- Observe y explique el funcionamiento del Espejo de Corriente.
- ¿Cuál es la función del Diodo Zener ? se puede sustituir. ¿Como?
- Alimente la fuente de corriente conectando el punto 'A' a Tierra. Recalcule el valor de  $R_2$  y evalúe el funcionamiento.

- f) ¿Cuánto miden los voltajes de salida, la ganancia y el valor del Rechazo en Modo Común?
- g) Conecte la fuente de señal en la entrada 1 y la entrada 2 a Tierra. Mida la Salida.
- h) Haga la operación contraria a la especificada en (g).
- i) Calcule y conecte un seguidor emisor a la salida del par diferencial. Efectúe polarización  $I_C = 1\text{mA}$  y carguilo con una resistencia de 10 Kohm. Evalúe la ganancia total en voltaje.
- j) ¿Cuál sería la entrada Inversora y cuál la No Inversora?
- k) Anote sus comentarios y conclusiones.



l) Para el siguiente circuito y bajo las condiciones anotadas ; Calcule :

a) Los valores para  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  y  $R_6$ .

$\beta = 50$                        $I_{c1} - I_{c2} = 100$  microAmp                       $I_5 = 10$  mAmp.

$I_6 = 10.2$  mAmp.  $I_{c3} - I_{c4} = 1$  mAmp.

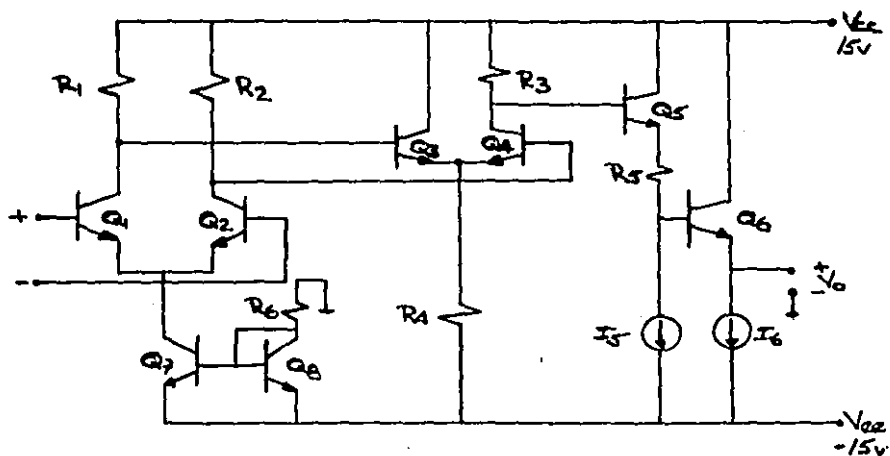
$V_{r1} = V_{r2} = 12$  volts

$V_{r5} = 5.1$  volts

Voltaje de Salida = 0 volts

b) Ganancia en Voltaje.

### CIRCUITO



# EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

## PARTE I

### Objetivos :

- \* Conocer las Características Fundamentales de éste dispositivo y las diferencias que existen entre el Amplificador Operacional Ideal y el Real.
- \* Familiarizarse con el uso y manejo de Circuitos Integrados.

### Procedimiento :

Utilice la información anexa y polarice el Par Diferencial de entrada. Fije  $V_{cc} = 15$  volts.

Mida los voltajes de polarización en la Terminal Inversora, No Inversora y en la Salida.

Configure el Amplificador Operacional como Inversor (Fig 1) y resuelva los Incisos c.d, f y g.

Configure el Amplificador Operacional como No Inversor y resuelva los mismos incisos. (Fig 2)

### Material y Equipo :

Circuito Integrado LM 324 N

( Amplificador Operacional Cuadruple)

Resistencias a  $\frac{1}{2}$  ó  $\frac{1}{4}$  Watt.

Capacitores 10mF/25v.

Fuente de Tensión

Generador de Funciones

Osciloscopio

Multímetro

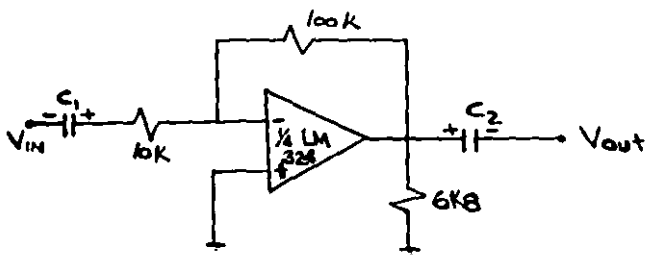
- \* Pida el material requerido para que la polarización cuidada por usted trabaje adecuadamente.

### Resolver :

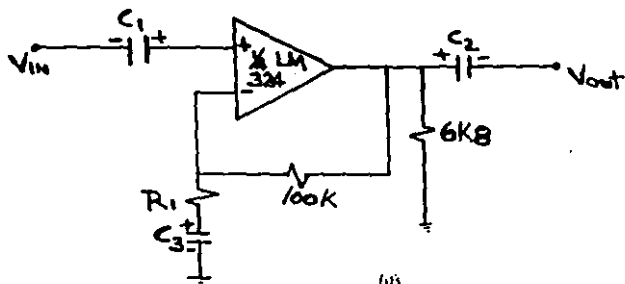
- Compare los voltajes de polarización obtenidos con los calculados; si existe alguna diferencia anótela e interprétela.
- Ajusto la señal de entrada al valor necesario y verifique el recorte simétrico a la salida.
- Ajusto la señal de entrada a 100mVp-p, mida la ganancia.

- d) Verifique la Fase a la Salida y compárela con la entrada. ¿ Qué sucede ? .
- e) Que tan importante es el Offset a la salida y como afecta a la misma.
- f) Mida el Ancho de Banda del Amplificador.
- g) Cambie la resistencia R2 por 680 Kohm ; Mida ahora la Ganancia.
- h) Repita el inciso (f)
- i) Anote sus comentarios y conclusiones.

CIRCUITO 1



CIRCUITO 2



- j) Del Circuito mostrado en el Anexo H, describa el funcionamiento de cada elemento (Ver Diagrama Esquemático)
- k) Calcule y Polarice el LM 324 utilizando dos Fuentes de tensión donde  $V_{cc} = 10$  volts y  $V_{ee} = -10$  volts.
- l) Anote los pasos que siguió para la polarización del inciso anterior, sus criterios, cálculos y comente los problemas o dificultades con que se encontró.

## EL REGULADOR SERIE

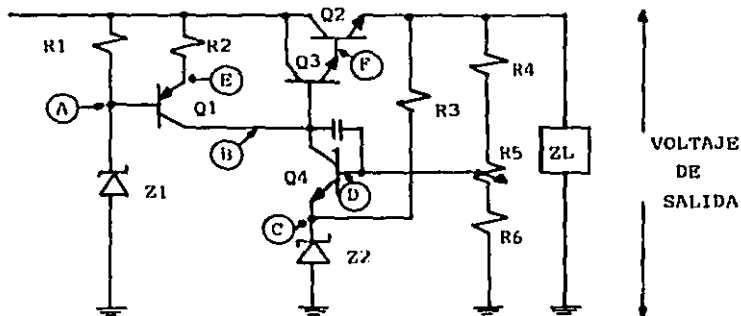
### Objetivos :

- \* Conocer el funcionamiento de cada elemento.
- \* Aplicar su conocimiento para el Diseño de un Regulador Serie .
- \* Evaluar su diseño y su funcionamiento .

### Procedimiento :

Arme el circuito de acuerdo a su diseño y realice todas las anotaciones conforme se piden .

CIRCUITO



**DISEÑO :** Anote los valores que definen su diseño .  
Valor de los siguientes voltajes :

- V entrada (máx) :
- V entrada (mín) :
- V salida :
- I salida (máx) :

DISEÑO : Anote los valores que definen su diseño .

Impedancia de carga (máx) :

Anexando la hoja en la cuál realizó sus cálculos, anote los valores de los voltajes en los siguientes Nodos (TEORICOS)

Va _____	Vb _____
Vc _____	Vd _____
Ve _____	Vf _____

#### ESPECIFICACION DE LOS SEMICONDUCTORES

(Anote el tipo y número de cada uno .)

Q1 _____	B1 _____
Q2 _____	B2 _____
Q3 _____	B3 _____
Q4 _____	B4 _____
DZ1 _____	VZ1 _____
DZ2 _____	VZ2 _____

#### ESPECIFICACION DE LAS COMPONENTES PASIVAS

( Anote el valor de cada una )

R1 _____ ohms	_____ W
R2 _____ ohms	_____ W
R3 _____ ohms	_____ W
R4 _____ ohms	_____ W
R5 _____ ohms	_____ W
R6 _____ ohms	_____ W

#### EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO

- Arme en el laboratorio el circuito
- Lea en cada nodo el voltaje y anótelo .



EVALUACION (cont)

Va \_\_\_\_\_

Vb \_\_\_\_\_

Vc \_\_\_\_\_

Vd \_\_\_\_\_

Ve \_\_\_\_\_

Vf \_\_\_\_\_

V entrada (máx) \_\_\_\_\_

ajusteló a plena carga

V salida \_\_\_\_\_

a plena carga con V entrada (máx)

V salida \_\_\_\_\_

a plena carga con V entrada (mín)

V salida \_\_\_\_\_

en vacío con V entrada (máx)

V salida \_\_\_\_\_

en vacío con V entrada (mín)

Anote el Valor de la Regulación a línea \_\_\_\_\_ %

Anote el Valor de la Regulación a Carga \_\_\_\_\_ %

Anote el Valor de la Eficiencia Obtenida \_\_\_\_\_ %

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.

## REGULADOR MONOLITICO DE TRES TERMINALES

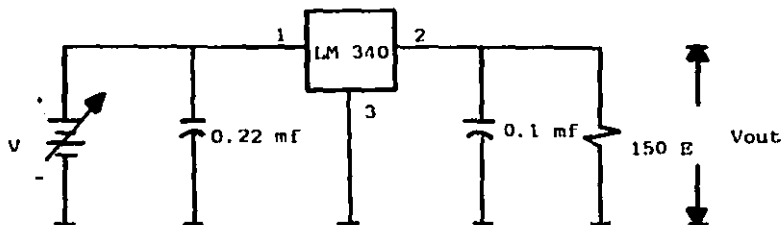
### Objetivo :

Conocer la utilidad y ventaja de usar éste tipo de circuitos integrados.

### Procedimiento :

Una vez armado el circuito A calcule y mida el voltaje de salida para los diferentes voltajes de entrada (tabla 1)

CIRCUITO A

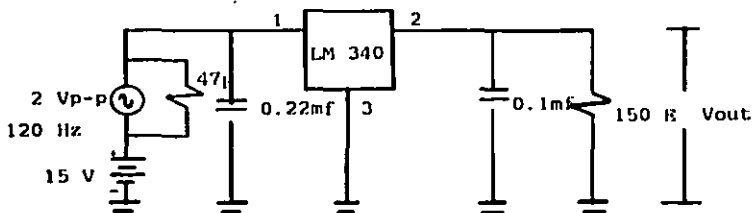


Para el circuito B, ajuste la señal de entrada a 2vp-p y 120 Hz.

Observe en el osciloscopio el rizo que se presenta a la salida. Mida ese voltaje de salida.

Ahora mida y calcule el nivel de rechazo de rizo en decibelios.

### CIRCUITO B

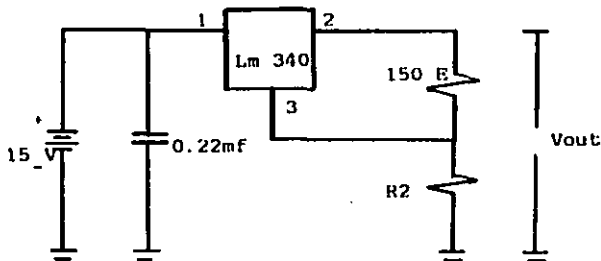


El Circuito C tiene la doble capacidad de funcionar tanto como Regulador de Voltaje como de Corriente .

Calcule y mida los valores de  $V_{out}$  e  $I_{out}$  para los distintos valores resistivos de la Tabla 2 .

Calcule un valor de  $R_2$  tal que produzca un voltaje de salida de 9 volts. Compruébelo .

### CIRCUITO C



#### Resolver :

- Para el Circuito A , ¿ Qué sucede con el voltaje de salida si el voltaje de entrada es mayor a 10 volts ?
- Para el Circuito C. ¿Cuánto mide  $I_{out}$  si  $I_Q = 8mA$  ?

- c) ¿Porqué se usan los capacitores de bypass con un Circuito Integrado Regulador ?
- d) Dé una explicación, después de checar la tabla de características del LM 340, del porqué el mínimo voltaje de entrada debe ser 10.5 v.

Material y Equipo :

Generador de funciones	Osciloscopio
Multímetro	Fuente de tensión
Regulador LM 340	Resistencias a ¼ W.

Tabla 1

$V_{in}$	$V_{out}$
1V	
5v	
10V	
11V	
12V	
13V	
14V	
15V	

Tabla 2

R2	$V_{out}$	$I_{out}$
10 ohm		
22 ohm		
33 ohm		
47 ohm		
68 ohm		

# OSCILADOR POR DESPLAZAMIENTO

## DE FASE.

### Objetivo :

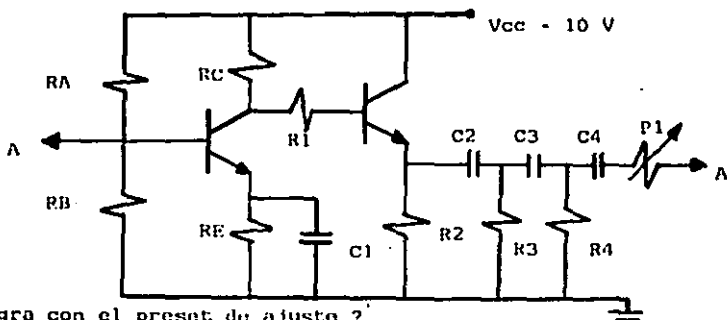
- \* Conocer las características fundamentales de éste oscilador y las partes que lo integran.
- \* Conocer la relación del Criterio de Barkhausen .

### Procedimiento :

En base al siguiente circuito ,Calcule los elementos necesarios para obtener una frecuencia de oscilación de 4 MHz .

- Polarice el Amplificador en Clase A
- Confirme sus voltajes en los nodos
- Verifique que  $AV_{min} > 29$

CIRCUITO



¿ Qué se logra con el preset de ajuste ?

¿ Cuánto mide P1 en el momento de la oscilación ?

Explique el funcionamiento del circuito, anote sus cálculos .

Cambie los capacitores y obtenga al menos tres distintas frecuencias.

Mídalas por el Método de Lissajou y explique como lo hizo .  
Verifíquelas con el Frecuencímetro .

- a) ¿ Qué tipo de Retroalimentación utilizamos ?
- g) Explique en que consiste el Criterio de Barkhausen

Anote sus comentarios .

Material y Equipo :

Fuente de Tensión  
Multímetro  
Generador de Funciones  
Resistencias a ½W

Osciloscopio  
Frecuencímetro  
Transistores  
Capacitores

## EL TIMER 555

### Objetivo :

- \* El alumno conocerá sus características y la ventaja de usar un circuito tan versátil .

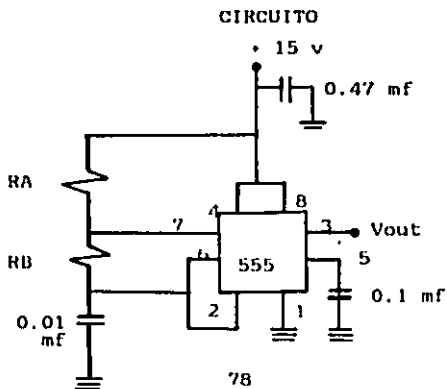
### Procedimiento :

#### El 555 como Multivibrador Astable

- 1) Calcule las frecuencias de operación del Circuito A para los diferentes valores resistivos :

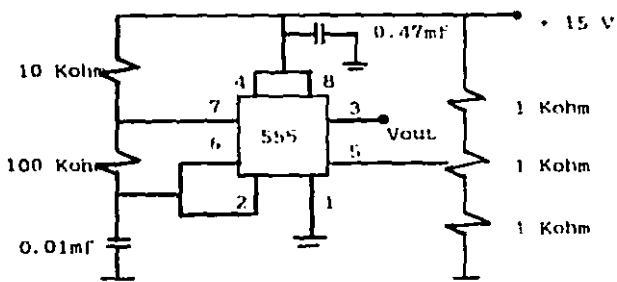
Cuando  $R_A = 10 \text{ Kohm}$  ,  $R_B = 100 \text{ Kohm}$   
 $R_A = 100 \text{ Kohm}$  ,  $R_B = 10 \text{ Kohm}$   
 $R_A = 10 \text{ Kohm}$  ,  $R_B = 10 \text{ Kohm}$

- 2) Observe la salida en el osciloscopio y mida la frecuencia.
- 3) ¿ Cuánto mide la Amplitud de la Onda ?
- 4) Observe el voltaje a través del pto. 6.  
¿ Qué observa ?



## El 555 como Oscilador Controlado por Voltaje

### CIRCUITO

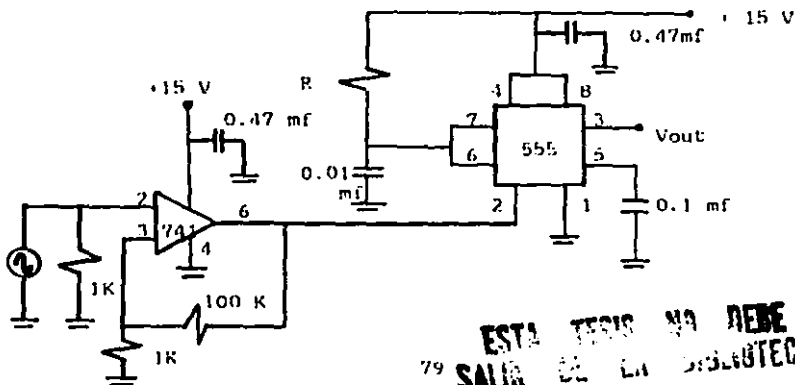


Una vez armado el circuito, observe la salida en el osciloscopio. Ahora varíe el potenciómetro.

- ¿ Qué sucede ?
- ¿ Cuáles fueron los valores máximo y mínimo de frecuencia ?

## El 555 como Multivibrador Monoestable

### CIRCUITO





Este circuito nos muestra como el Schmitt Trigger activa al 555 ; considerando que provoca un pulso ideal ,calcule y mida la amplitud del pulso de salida para los distintos valores de R ( 33 Kohm , 47 Kohm y 68 Kohm .)

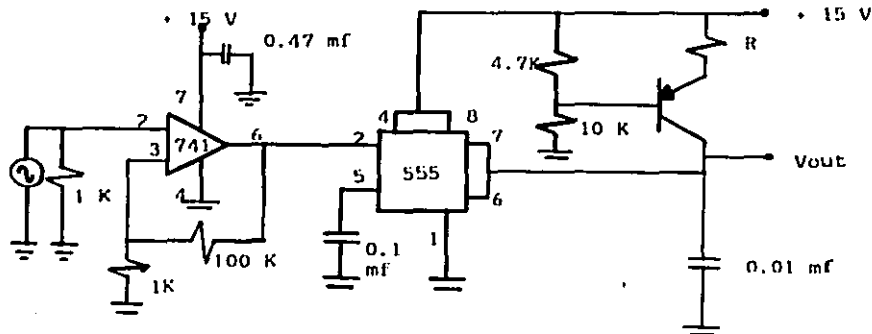
Observe en el punto 6 ,la salida del Schmitt Trigger. Ajuste la frecuencia de entrada en 1 Khz . Ajuste el voltaje de la señal de entrada de tal manera que a la salida del Schmitt se logre un ciclo de operación del 90 %.

### El 555 como Generador de Rampa

Observe el siguiente circuito y calcule la pendiente de la onda de salida para los siguientes valores de R ( 10 Kohm, 22Kohm 33 Kohm )

¿ Cuál es la función de el transistor ?

### CIRCUITO



Una vez armado el circuito y la frecuencia de entrada ajustada a 1 KHz. observe el voltaje de salida .

¿ Es una Rampa Positiva ?

Mida voltaje y tiempo .

Teniendo  $R = 10 \text{ Kohm}$  . calcule el valor de  $C3$  que produce una pendiente de  $15 \text{ V/ms}$  .

Anote sus cálculos ,compruébelos y explique .

Material y Equipo :

Generador de Frecuencias	Osciloscopio
Frecuencímetro	Multímetro
Fuente de Tensión	C.i. 555
C.I. 741	Resistencias a $\frac{1}{2}$ W
Presot 1 Kohm	Capacitores
Transistor	Protoboard

## RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO "SCR"

### Objetivo :

- \* Conocer el funcionamiento , características y aplicaciones del SCR .

### Procedimiento :

Armo el siguiente circuito , conéctelo sin cerrar el switch , con  $V_{cc} = 15$  volts.

¿ Qué sucede ?

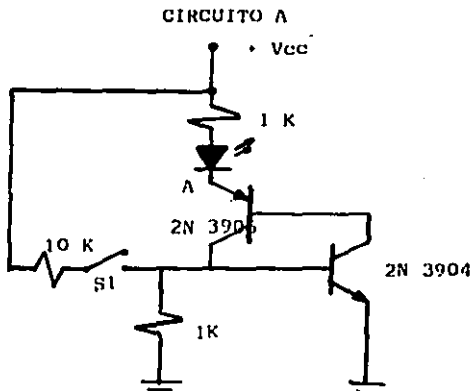
Con el Led apagado, mida el voltaje del Punto A y la corriente a través del Led.

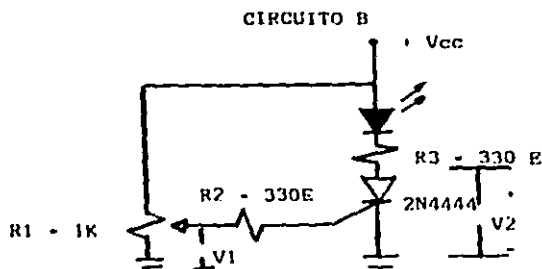
Cierre el switch , ¿ Qué sucede ?

Mida el voltaje del Punto A e Iled.

¿ Qué sucede si abrimos el switch ? Realice las mediciones .

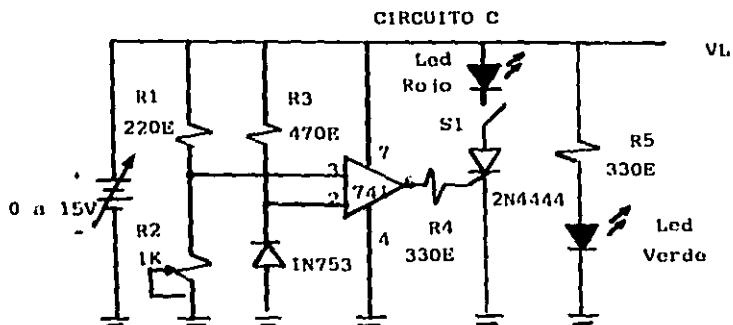
Cuando esté prendido el Led , disminuya el voltaje de la fuente hasta que éste se apague. Incremente el voltaje nuevamente . ¿ Qué sucedió ?





Una vez armado el Circuito B.  $V_{cc} = +15v$   
 verifique que el Led esté apagado ; Calcule y Mida  $V_2$  e  $I_{led}$ .  
 Para cuando encienda el led ,realice las mediciones anteriores.  
 Si el Led se encuentra apagado , Cual es el valor mínimo necesario de  $V_1$  para encenderlo ?

Como tercera parte, arme el siguiente circuito y mantenga  $S_1$  abierto .



Con  $V_{in} = +10$  volts. Que sucede con los Leds ?

 Qué voltaje hay en el Zener ?

Ajuste  $P_1$  hasta tener  $V_{in} = +5.5$  v. Mida  $V_L$  .

Ahora reduzca  $V_{in}$  de manera que  $V_L = +10$  v.

Cierre S1 y aumente Vin de tal forma que encienda el Led rojo y se apague el Led verde .

¿ Qué VL obtuvimos ?

Abriendo el switch , mida VL .

Explique el funcionamiento de éste circuito .

Material y Equipo :

Osciloscopio

Fuente de Tensión

Diodo Zener

SCR 2N4444

C.I. 741

Potenciómetro 1Kohm

Multímetro

Leds verde y rojo

Transistor 2N 3904 .

2N 3906 o similar

Resistencias a  $\frac{1}{2}$  W

Protoboard

# COMPUERTAS LOGICAS

## DTL Y HTL

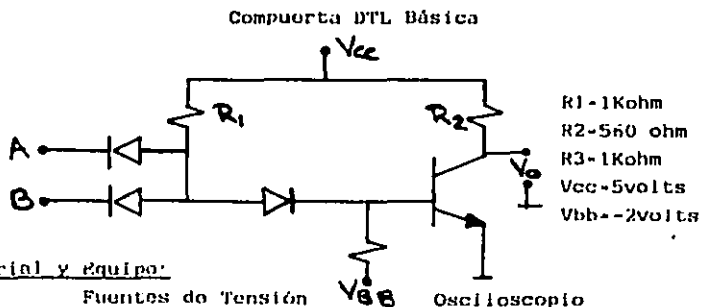
### Objetivos :

- \* Obtener la Característica de Transferencia y su dependencia con la Carga.
- \* Obtener el Margen de Ruido
- \* Describir limitaciones, ventajas y desventajas de éste tipo de compuertas .
- \* Obtener las principales características de Entrada y Salida.

### Procedimiento :

Arme cada uno de los siguientes circuitos y determine en forma experimental y calculado los siguientes incisos :

- Función de Transferencia. ( Observe y Grafique)
- Margen de Ruido y "Swing Lógico"
- Voltajes y corrientes de Entrada y Salida en ámbos estados.
- Potencia de Disipación.



### Material y Equipo:

Fuentes de Tensión

Multímetro

Rectificadores 1 Amp.

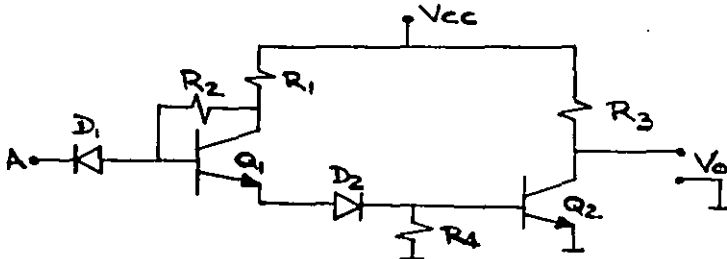
85

Osciloscopio

Resistencias @ 1/4W

Transistor BC 549B

Compuerta DTL Modificada



R1-1.5Kohm

R2-2.7Kohm

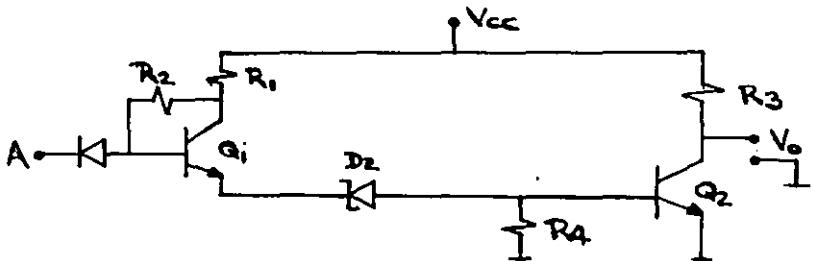
R3-560 ohm

R4-4.7Kohm

Vcc= 5volts

Describe el funcionamiento de D2.

Compuerta HTL



R1-3.3Kohm

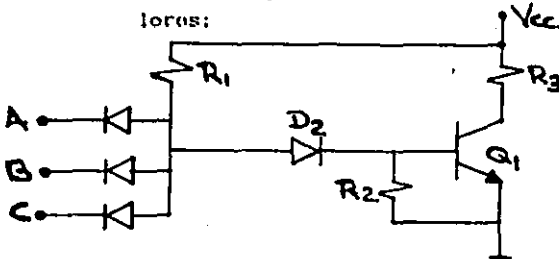
R2-12Kohm

R3-15Kohm

R4-4.7Kohm

DZ-5.1Volts

Para el siguiente circuito considere los siguientes valores:



Vcc-5.0 volts

Vbe(sat)-0.65v

Vce(sat)-0.2v

R2- 10Kohm

Resuelva :

- a) Determine el Ancho de Transición para caso ideal.
- b) Calcule niveles de ruido para un Fanout =1
- c) Como sugiere modificar el circuito para incrementar NML, .
- d) Realice sus conclusiones para cada circuito.



V

**RESULTADOS**

**EXPERIMENTALES**

# EL DIODO

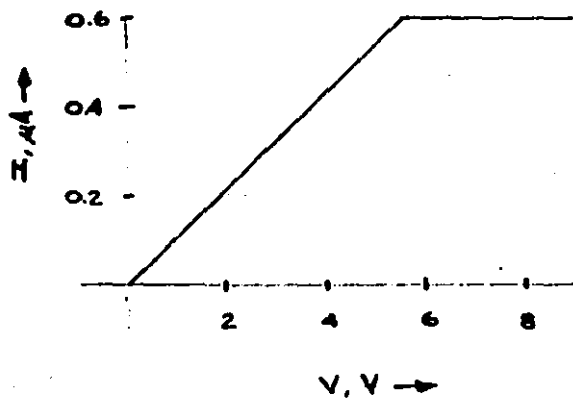
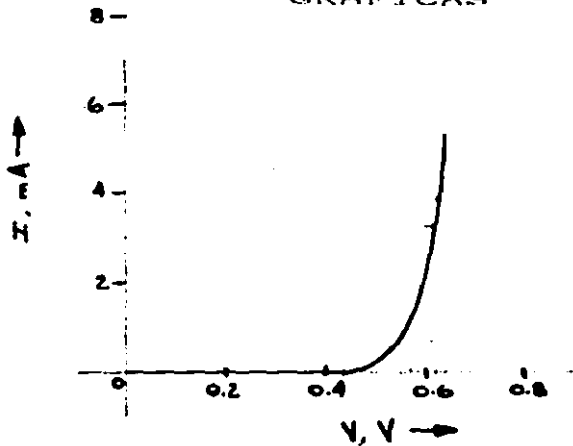
## DIRECTA

<u>VD</u>	<u>ID</u>	
		[ $\mu A$ ]
0	0	
0.25	0.7	
0.39	22.9	
0.44	78.6	
0.45	104	
0.48	165	
0.50	260	
0.53	506	
0.54	658	
0.57	1.155	mA
0.62	3.35	"
0.64	5.32	"

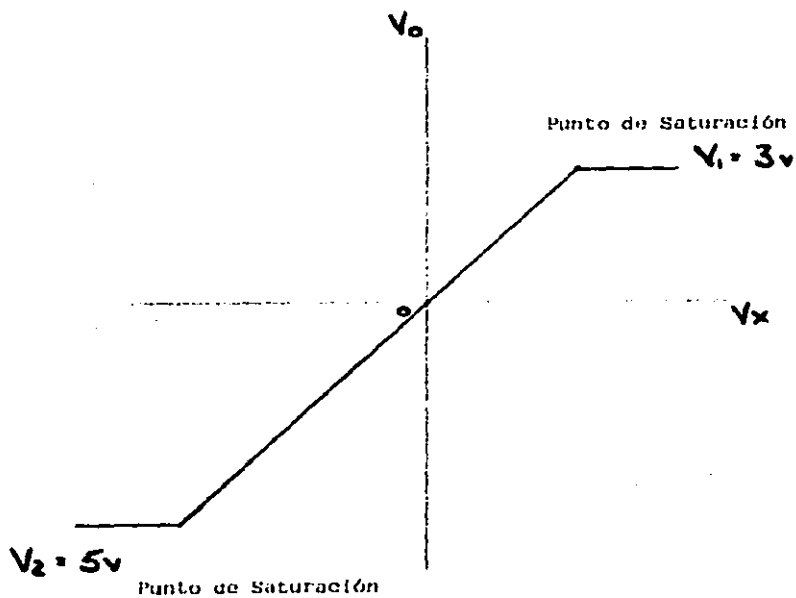
## INVERSA

<u>VD</u>	<u>ID</u>	
		[ $\mu A$ ]
0	0	
0.294	0	
0.958	0.1	
1.747	0.2	
2.37	0.2	
3.12	0.3	
3.67	0.4	
4.09	0.4	
4.6	0.5	
5.41	0.6	
6.02	0.6	
6.24	0.6	

GRAFICAS



## CARACTERISTICA DE TRANSFERENCIA



La Función de Transferencia nos indica :

la relación entre el valor de entrada y salida .  
Idealmente es una recta, y si observamos la gráfica nos damos cuenta que para trabajo ideal los valores deben ser :

$$V1 = 3 \text{ volts y } V2 = 5 \text{ volts}$$

Si los ubicamos en esos valores estamos en nivel de saturación y consecuentemente deja de ser Edo. Ideal para ser Nivel Fijo de Funcionamiento .

\*\*\*

Los Circuitos A y B realizan funciones digitales, lo que se deduce a partir de su comportamiento como lo muestran las Tablas de Verdad .

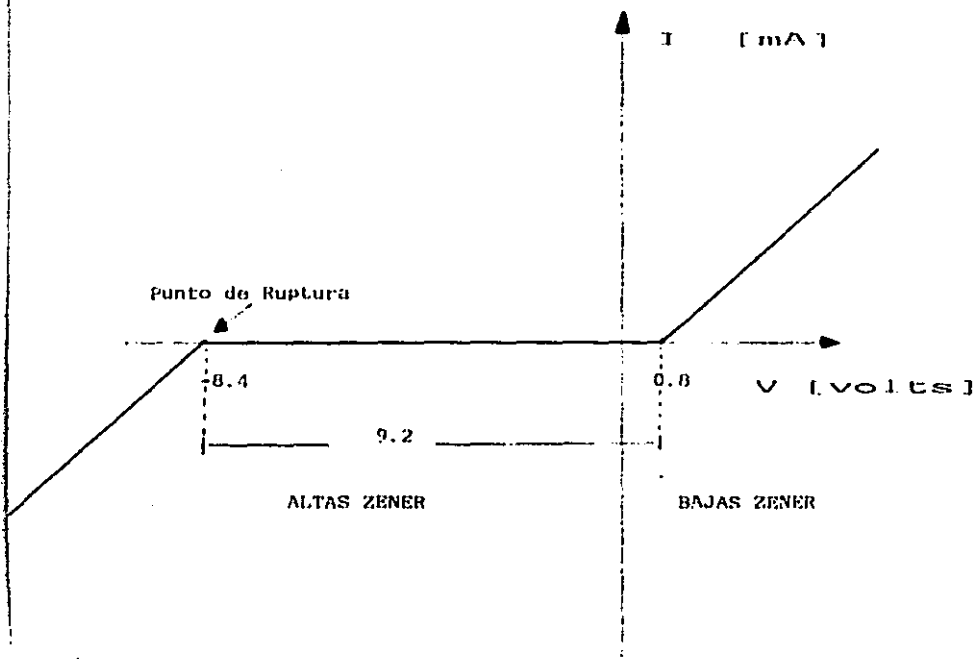
	V1	V2	Vo	Voltaje
CIRCUITO	0	0	0	0
A	0	1	1	4.18
	1	0	1	4.18
	1	1	1	4.18

Como se observa, con tener voltaje aplicado en cualquier entrada exista un voltaje de salida, por ello se trata de una Compuerta 'OR'.

	V1	V2	Vo	Voltaje
CIRCUITO	0	0	0	0
B	0	1	0	0
	1	0	0	0
	1	1	1	4.25

Para tener un voltaje de salida, deben alimentarse las dos entradas, se trata de una Compuerta 'AND'

# CARACTERISTICA ESTATICA



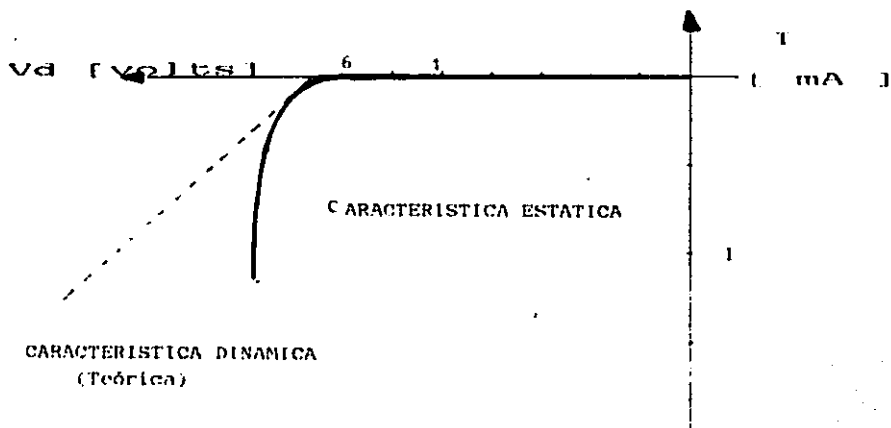
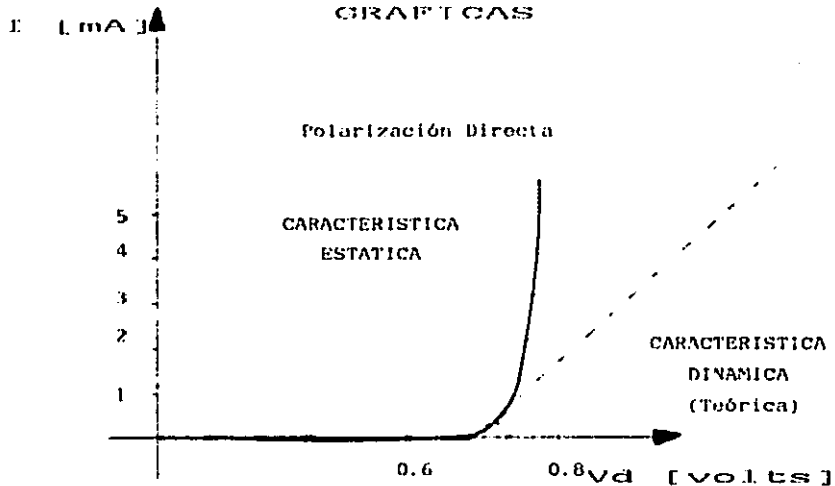
POLARIZACION DIRECTA

V	Vd	Id	V1
0	0	0	0
0.1	0.1	0	0
0.3	0.3	0	0
0.5	0.5	0	0
0.7	0.64	100 A	0.06
1.0	0.68	300 "	0.31
2.0	0.72	1.3 mA	1.28
3.0	0.74	2.2 "	2.27
4.0	0.75	3.2 "	3.25
5.0	0.76	4.2 "	4.24

POLARIZACION INVERSA

V	Vd	Id	V1
[-]			
1	1	0	0
2	2	0	0
3	3	0	0
4	4	0	0
5	5	0	0
6	6	0	0
7	7	0	0
8	8	0	0
9	8.63	370 A	-0.07
10	8.67	1.3 mA	-1.33

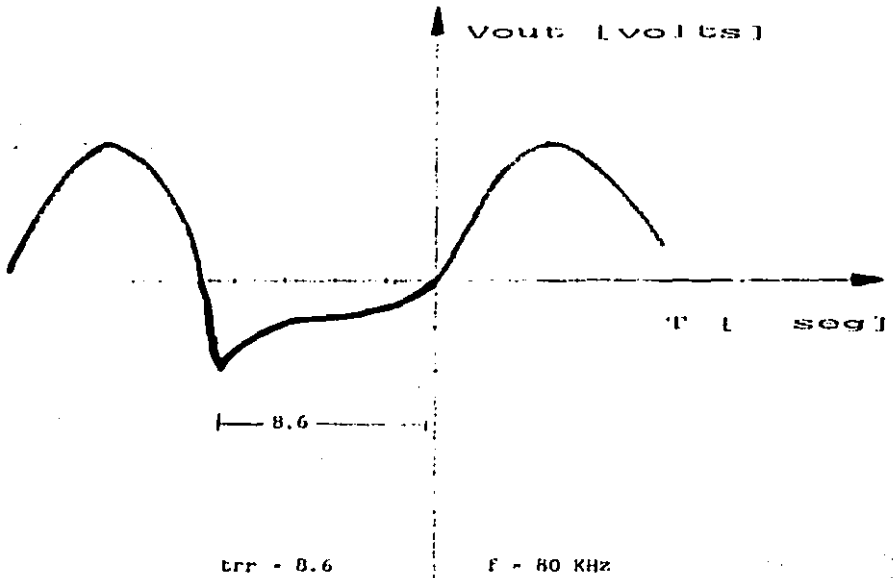
# GRAFICAS



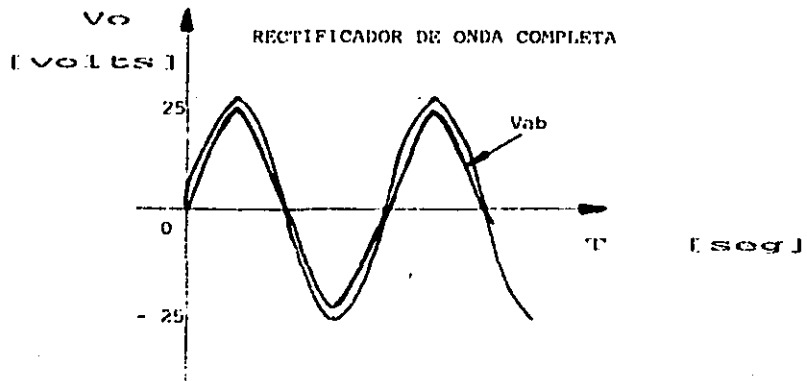
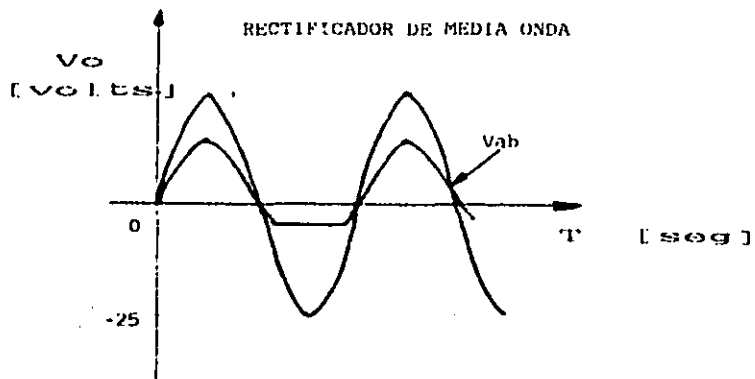


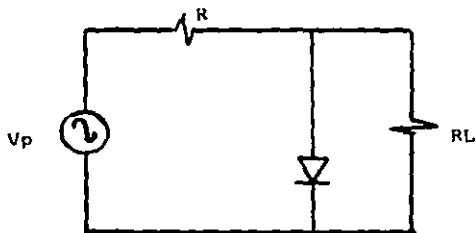
# GRAFICA

## TIEMPO DE RECUPERACION

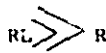


## GRAFICAS





$$V_{sal} = \frac{RL}{R + RL} V_p$$

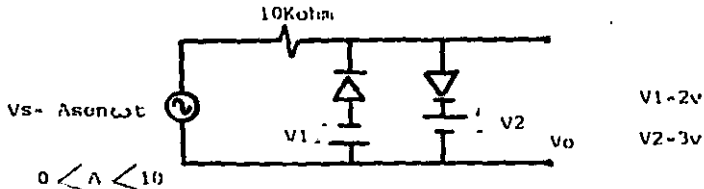


- \* Limitador Positivo
- \* Si invertimos el diodo será un Recortador Negativo.
- \* Con un circuito en serie, batería - diodo, se logra aumentar o recorrer el nivel positivo o negativo que se desee.

Observe y Responda :

- \* El diodo actúa idealmente, como circuito cerrado y el voltaje de salida es igual al voltaje  $V_1$ .
- \* El diodo se abre y el circuito se convierte en un divisor de tensión.

El voltaje de salida suprime toda la señal mayor al nivel  $V_+$ .



#### CIRCUITO DOBLADOR DE VOLTAJE.

Una vez armado el circuito y con  $V_{in} = 5 V_{p-p}$  se obtuvo a la salida  $10.8 V_{pp}$ .

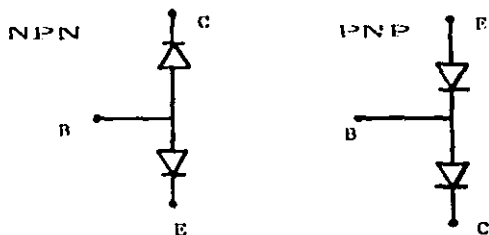
Esto se debe a que al ocurrir el semiciclo positivo se carga  $C1$ , al semiciclo negativo por medio de  $D2$  se descarga  $C1$  y carga  $C2$ , al siguiente semiciclo se carga  $C1$  y cuando éste se descarga con  $D1$  y  $D2$ , también se descarga  $C2$ , por lo que tenemos dos voltajes que se descargan simultáneamente sobre  $R1$ , provocándose el Doble de Voltaje.

#### CIRCUITO EMPALMADOR (CLAMPER)

Durante el semiciclo negativo del voltaje de entrada, el diodo conduce y el capacitor se carga. Al aparecer el semiciclo positivo el diodo se abre y el capacitor permanece cargado para que al momento del semiciclo negativo éste se descargue y levante el nivel positivamente.

\* El circuito Fijador de Nivel agrega una componente de voltaje directo a la señal de entrada.

### TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNTURA



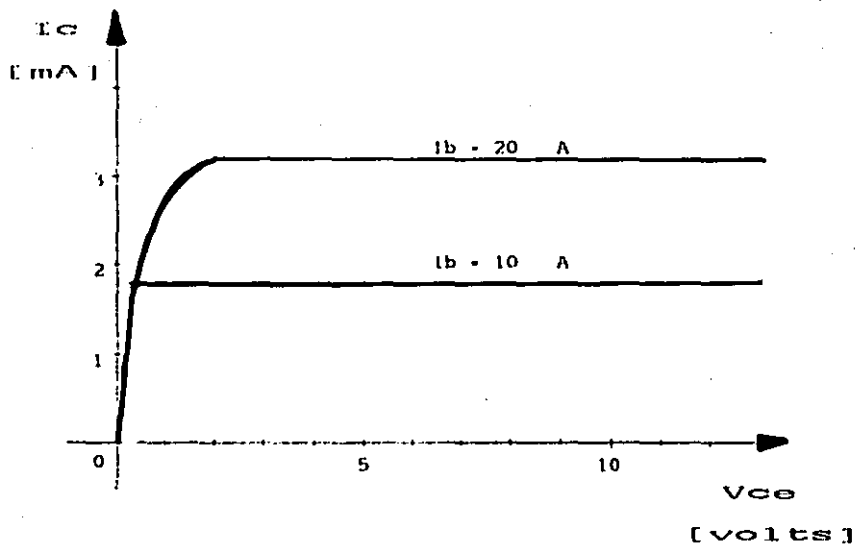
En el caso del NPN, la resistencia de Base a Tierra es mucho mayor a la de emisor.

Si el colector tiene menor resistencia que el Emisor se trata de un PNP.

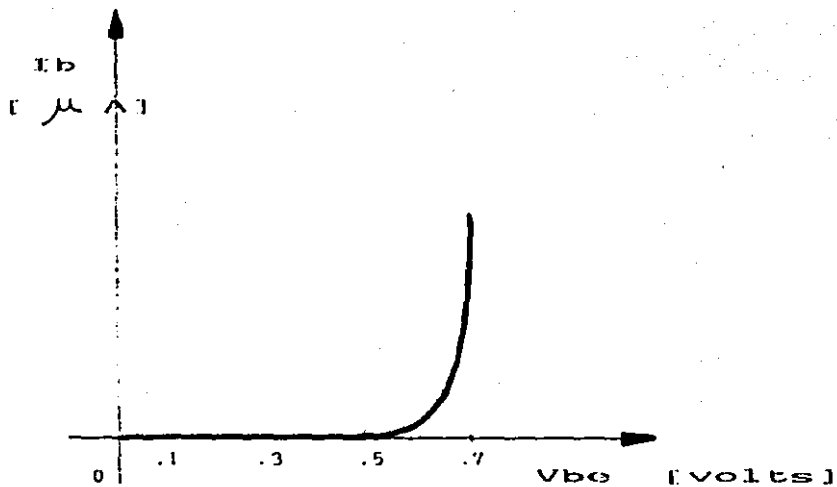
$I_b = 10 \text{ A}$			$I_b = 20 \text{ A}$	
VCC	$I_c$ [mA]	Vce	$I_c$ [mA]	Vce
0	0.061	0.04	0.04	0.03
2.5	0.840	0.12	0.28	0.09
5	1.790	0.34	0.53	0.13
7.5	1.800	3.05	0.84	0.17
10	1.800	5.24	2.57	0.94
12.5	1.810	7.74	3.20	3.24
15.0	1.810	10.23	3.20	5.45
17.5	1.910	12.83	3.20	8.05
20.0	1.810	15.37	3.20	10.25

# GRAFICA

## CURVA CARACTERISTICA



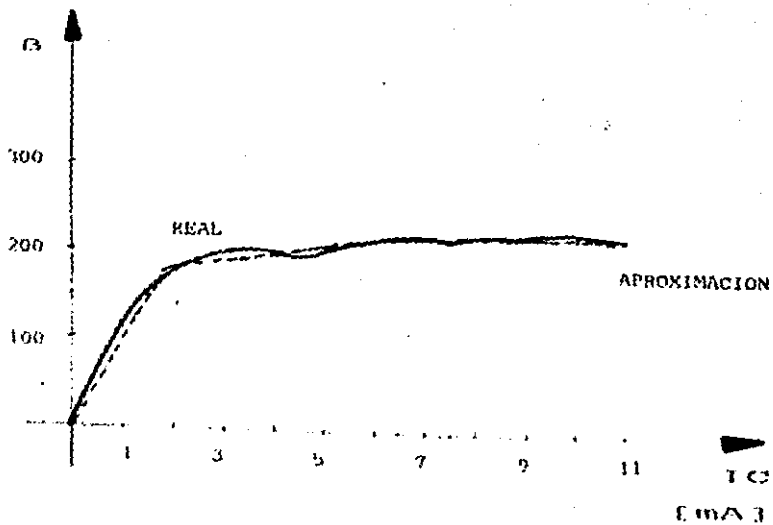
## GRAFICA



Existe similitud con la Curva Característica del Diodo debido a que la sección BASE - EMISOR es un diodo.

# GRAFICA

IC -  $\beta$





VCE	I <sub>b</sub>	I <sub>c</sub>	$\beta$
10	10	1.71	171
10	15	3.13	208.6
10	20	4.0	200
10	25	5.17	206.8
10	30	6.45	215
10	35	7.46	213.14
10	40	8.73	218.25
10	45	10.1	224.4
10	50	11.1	222

VOLTS       $\mu$ A      mAmp

POLARIZACION DE TBJ'S

a)  $\beta = 200$      $I_c = 1 \text{ mA}$      $V_{cc} = 10 \text{ V}$      $V_{ce} = 1/10 V_{cc}$

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c} = \frac{10 - 5}{1 \times 10^{-3}} = 5000 \text{ } \approx 4.7 \text{ Kohms}$$

$$I_b = \frac{I_c}{\beta} = \frac{1 \times 10^{-3}}{200} = 5 \times 10^{-6} \text{ Amp.}$$

$$R_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{I_b} = \frac{10 - 0.7}{5 \times 10^{-6}} = 1.86 \text{ Mohms}$$

$$R_b = 2.2 \text{ Mohms}$$

	VALOR MEDIDO	VALOR CALCULADO
$I_b$	4.1 $\mu\text{A}$	5 $\mu\text{A}$
$I_c$	1.07 mA	1 mA
$V_c$	5.0 v	5 v
$V_e$	0 v	0 v
$V_b$	0.63 v	0.7 v
$V_{be}$	0.63 v	0.7 v
$V_{cc}$	5 v	5 v
$\beta$	200	261

- 1) Las formas de onda son de distinta magnitud y defasadas en  $90^\circ$ .
- 2) A medida que se aumenta el voltaje de entrada crece la señal de salida hasta que se llega a saturar

$$AV = V_{out} / V_{in} = 19 \text{ V} / 100 \text{ mV} = 190$$

$$b) \quad I_c = 1 \text{ mA} \quad V_{cc} = 10 \text{ v} \quad V_e = 1/10 V_{cc} \quad \beta = 261$$

$$R_E = \frac{V_E}{I_C} = \frac{1 \text{ v}}{1 \text{ mA}} = 1 \text{ Kohm}$$

$$R_C = \frac{V_{cc} - (V_{ce} + V_e)}{I_C} = \frac{10 - (5 + 1)}{1 \text{ mA}} = 4000 = 3.9 \text{ Kohm}$$

$$I_b = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1 \text{ mA}}{261} = 3.83 \mu\text{A}$$

$$R_B = \frac{V_{cc} - (V_{be} + V_e)}{I_B} = \frac{10 - (1 + 0.7)}{3.83 \mu\text{A}} = 2.166 \text{ Mohms} \approx 2.2 \text{ M ohms}$$

VALOR MEDIDO

VALOR CALCULADO

$I_b$	3.9 $\mu\text{A}$	3.83 $\mu\text{A}$
$I_c$	1.06 mA	1.0 mA
$V_c$	6.29 v	6.0 v
$V_e$	0.96 v	1.0 v
$V_b$	1.58 v	1.7 v
$V_{be}$	0.62 v	0.7 v
$V_{ce}$	5.33 v	5 v

Diferencia en magnitud y defase de  $90^\circ$ .

El circuito se desestabiliza al acercarle fuente de calor.  
Menor Ganancia

$$A_V = V_{out} / V_{in} = 0.4 \text{ V} / 100 \text{ mV} = 4$$

$$c) I_c = 1 \text{ mA} \quad \beta = 261 \quad V_{ce} = 1/2 V_{cc}$$

$$\text{Suponemos } V_e = 1/10 V_{cc} = 1 \text{ volt}$$

$$R_E = V_e / I_c = 1 \text{ v} / 1 \text{ mA} = 1 \text{ Kohm}$$

$$R_C = \frac{(V_{cc} - V_{ce} - V_e)}{I_c} = \frac{(10 - 5 - 1)}{1 \text{ mA}} = 3.9 \text{ Kohm}$$

$$R_{B1} = \frac{(V_{cc} - V_b) \beta}{20 I_c} = \frac{(10 - 1.7) 261}{20 \text{ mA}} = 108 \text{ Kohm}$$

$$R_{B2} = \frac{V_b}{19 I_b} = \frac{1.7(261)}{19 (1 \text{ mA})} = 22 \text{ Kohm}$$

VALOR MEDIDO

VALOR CALCULADO

$V_c$	3.88 v	4 v
$V_e$	0.94 v	1 v
$V_b$	1.61 v	1.7 v
$V_{be}$	0.62 v	0.7 v
$V_{ce}$	5.30 v	5.0 v

Muy pequeña diferencia, existe defase y distinta magnitud.

$$A_V = V_{out} / V_{in} = 0.4 \text{ v} / 100 \text{ mV} = 4$$

$$d) V_{cc} = 10 \text{ v} \quad I_c = 1 \text{ mA} \quad V_{ce} = 1/2 V_{cc}$$

$$V_e = 1/10 V_{cc} = 1 \text{ v}$$

$$R_E = \frac{V_e}{I_c} = \frac{1 \text{ v}}{1 \text{ mA}} = 1 \text{ Kohm}$$

$$I_b = 1 \text{ mA} / 261 = 3.83 \mu\text{A}$$

$$I_2 = 3.83 \mu\text{A} \times 21 = 80.43 \mu\text{A}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d) } RB2 &= \frac{1.7 \text{ v}}{3.83 (20)} = 22 \text{ Kohm} \\
 RB1 &= \frac{(10 - 1.7)}{12} = \frac{8.3}{80.43} = 100 \text{ Kohm} \\
 RC &= \frac{-(V_e + V_{ce}) + V_{cc}}{1 \text{ mA}} = \frac{4 \text{ v}}{1 \text{ mA}} = 3.9 \text{ Kohm}
 \end{aligned}$$

	VALOR MEDIDO	VALOR CALCULADO
Vc	1.02 v	1 v
Ve	1.64 v	1.7v
Vb	5.81 v	6.0v
Vbe	0.62 v	0.7v
Vce	4.92 v	5.0v

Si  $V_{in} = 10 \text{ mVp-p}$       Frecuencia = 1 KHz

$V_{out} = 340 \text{ mVp-p}$

$AV = V_{out} / V_{in} = 340/100 = 3.4$

Este circuito es el más estable .

## TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO

\*\*\*

Para  $V_{GS} = 0 \text{ v}$  ,  $I_D = 11 \text{ mA}$

a éste parámetro se lo denomina  $I_{DSS}$ .

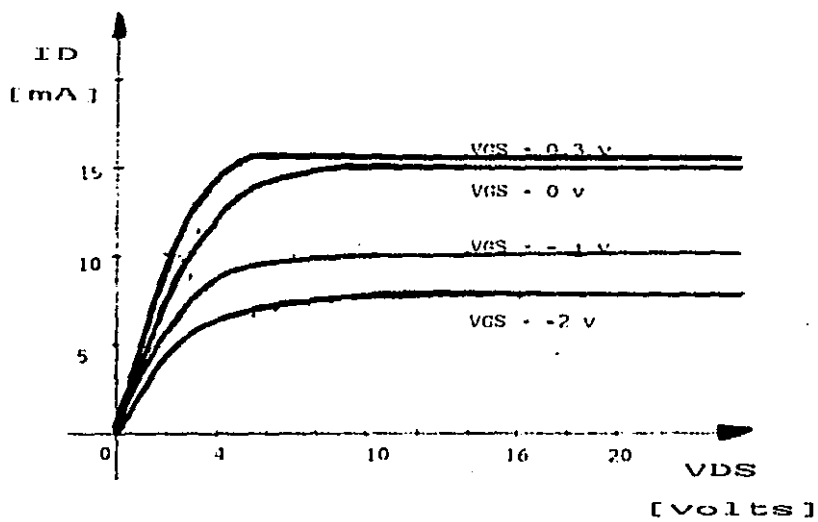
Cuando  $I_D = 0 \text{ mA}$ ,  $V_{GS} = -5.31 \text{ v}$ ,

éste parámetro es  $V_P$  y se lo denomina Voltaje de Estrangulamiento.

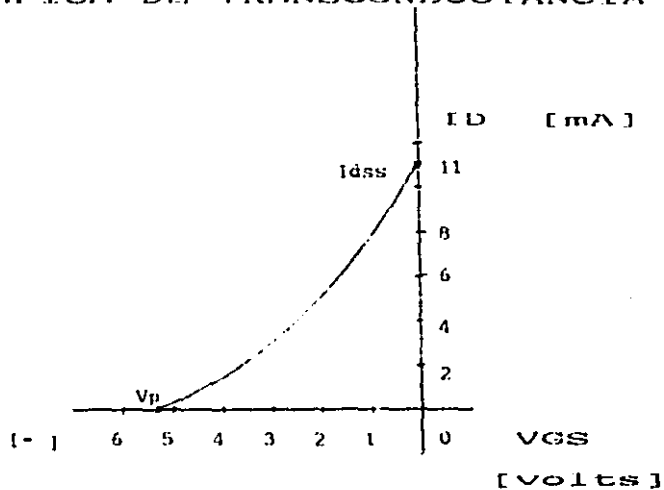
\*\*\*

VGS = 0.3v		VGS = 0 v	
Vds[v]	Id[mA]	Vds[v]	Id[mA]
1.93	10	2.60	9.80
2.06	10	3.29	12.0
2.17	10	5.54	14.0
3.0	13	7.35	14.5
4.11	14	9.35	15.0
5.30	15.8	12.42	15.0
6.19	15.8	14.66	15.0
7.16	16.0		
13.74	16.0		
VGS = -1v		VGS = -2v	
Vds[v]	Id[mA]	Vds[v]	Id[mA]
2.96	9.20	5.5	7.1
4.96	9.90	6.17	7.25
5.80	9.90	7.72	7.40
6.96	10.0	8.54	7.50
9.96	10.50	9.56	7.60
14.0	10.50	10.23	7.60
		14.58	7.70

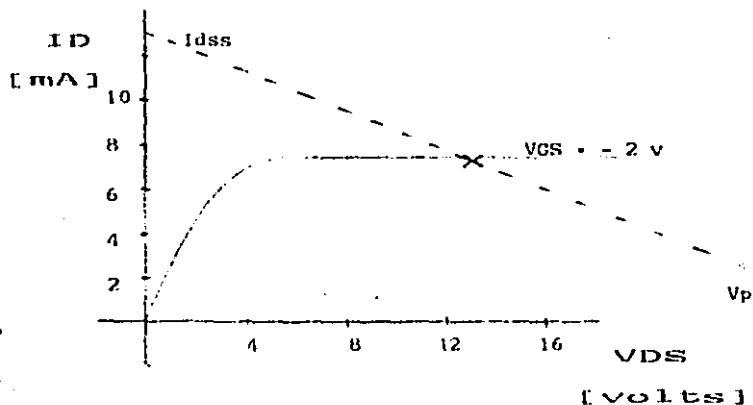
CARACTERISTICA LINEAL DE  
SALIDA



# GRAFICA DE TRANSCONDUCTANCIA



## VALORES MEDIDOS



$I_{DSS} = 12.5$  mA

$V_p = -5.31$  v

PTO. DE OPERACION :  $I_d = 7.6$  mA ,  $V_{ds} = 12.69$  v



### AMPLIFICADOR CON EMISOR COMUN

Como  $R_4 = 220 \text{ ohm}$  e  $I_b = 25 \mu\text{A}$

$V_{be} = 0.56 \text{ v}$  ,  $I_c = 18.40 \text{ mA}$  ,  $V_{ce} = 11 \text{ v}$

Para  $I_b = 50 \text{ A}$

$V_{be} = 0.59 \text{ v}$  ,  $I_c = 32 \text{ mA}$  ,  $V_{ce} = 8 \text{ v}$

$$A_1 = \frac{(32 - 18.4) \text{ mA}}{(50 - 25) \mu\text{A}} = \frac{13.6 \text{ mA}}{25 \mu\text{A}} = 544$$

$$R_B = \frac{0.59 - 0.56}{25 \mu\text{A}} = \frac{.03}{25 \mu\text{A}} = 1.2 \text{ Kohm}$$

$$A_V = \frac{(11 - 8) \text{ v}}{0.59 - 0.56} = \frac{3 \text{ v}}{0.03} = 100$$

$$A_P = A_V \times A_1 = 100 \times 544 = 54.4 \times 10^3$$

Para  $V_1 = 50 \text{ mV}$  ,  $V_{out} = 4.8 \text{ volts}$

$$A_V = V_{out} / V_{in} = 4.8 / 50 \text{ mV} = 96$$

Cuando  $R_4 = 2.2 \text{ Kohm}$  ,

$V_1 = 20 \text{ mV}$  ,  $V_{out} = 6.24 \text{ volts}$

$$A_V = 6.24 \text{ v} / 20 \text{ mV} = 312$$

Aumentaron Ganancia y Voltaje de Salida.

Al aumento de Resistencia de Colector, Aumenta la Ganancia de voltaje .

## AMPLIFICADOR CON COLECTOR COMUN

Como  $R_3 = 220 \text{ ohms}$  e  $I_b = 30 \mu\text{A}$   
 $V_e = 4.40 \text{ v}$

$I_e = 4.4 \text{ v} / 220 \text{ ohms} = 20 \text{ mA}$   
 $I_e \text{ medida} = 21.2 \text{ mA}$

$V_{be} = 0.63 \text{ v}$                        $V_b = V_{be} + V_e = 0.63 + 4.40$   
 $V_b = 5.03 \text{ volts}$

Cuando  $I_b = 50 \text{ A}$  ,  $V_e = 6.54 \text{ v}$

$I_e = 6.54 \text{ v} / 220 \text{ ohms} = 29.73 \text{ mA}$   
 $I_e \text{ medida} = 28.84 \text{ mA}$

$V_{be} = 0.61 \text{ v}$                        $V_b = V_{be} + V_e = 0.61 + 6.54$   
 $V_b = 7.15 \text{ volts}$

$A_1 = \frac{(28.84 - 21.2) \text{ mA}}{(50 - 30) \mu\text{A}} = 382$

$R_B = \frac{0.63 - 0.61}{20 \mu\text{A}} = 1 \text{ Kohm}$

$R_{in} = R_b + R_{be} + (R_e \times 382) = 85.14 \text{ Kohms}$

$R_{sal} = \frac{R_{in}/A_1 \times R_e}{R_{in}/A_1 + R_e} = 222.65 \text{ ohms}$

Para  $R_3 = 220 \text{ ohms}$  y  $V_{in} = 4 \text{ volts}$   
 $V_{out} = 3.96 \text{ v}$   
 $A_V = V_{out}/V_{in} = 3.96 / 4 = 0.99 \quad 1$

Cuando  $R_3 = 2.2 \text{ Kohm}$ ,  $V_{in} = 4 \text{ V}$  ;  $V_{out} = 4.2 \text{ v}$   
 $A_V = V_{out}/V_{in} = 4.21 / 4 = 1.05 \quad 1$

Si aumenta la Resistencia de Emisor ,aumenta la ganancia

cia, aunque siempre se mantiene muy cercana a 1 .  
 Con ayuda del Trigger se observa que no hay inversión  
 de fase de  $V_{in}$  con respecto a  $V_{out}$ .

#### AMPLIFICADOR DE BASE COMUN

Para  $I_e = 20 \text{ mA}$  :  $I_c = 20 \text{ mA}$ ,  $V_{cb} = 7.48\text{v}$ ,  $V_{be} = 0.71\text{v}$

Para  $I_e = 30 \text{ mA}$  :  $I_c = 30 \text{ mA}$ ,  $V_{cb} = 4.51\text{v}$ ,  $V_{be} = 0.69\text{v}$

$$A_I = \frac{(30 - 20) \text{ mA}}{(30 - 20) \text{ mA}} = 1 \qquad A_V = \frac{(7.48 - 4.51) \text{ v}}{(0.71 - 0.69) \text{ v}} = 148.5$$

$$A_P = A_V \times A_I = 148.5$$

Para  $I_e = 25 \text{ mA}$  :

$V_{in} = 20 \text{ mV}$  ,  $V_{out} = 2.85 \text{ v}$

$$A_V = V_{out} / V_{in} = 2.85 / 20 \text{ mV} = 142.5$$

## MULTIVIBRADORES

El circuito es simétrico de simple observación .

$$I_{c \text{ sat}} = V_{cc}/R_1 = 10 \text{ mA}$$

De la condición de corte :

$$V_{be} = \frac{(V_{ce \text{ sat}})(R_3) - (V_b)(R_2)}{R_2 + R_3}$$

$$V_{ce \text{ sat}} = 0.3 \text{ v}$$

$$V_{be} = -1.02 \text{ v}$$

De la condición de Saturación :

$$I_{b \text{ min}} = \frac{V_{cc} - V_{be \text{ sat}}}{R_1 + R_2} - \frac{V_{be \text{ sat}} + V_b}{R_3}$$

$$V_{be \text{ sat}} = 0.7 \text{ v}$$

$$I_{b \text{ min}} = 216.53 \mu\text{A}$$

$$\beta = 46.2$$

$$P_{ot} = 0.1 \text{ watts}$$

Si Q2 en Saturación,  $I_3 = I_4 + I_{b2}$

$$I_3 = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_1 + R_2} = 273.53 \mu\text{A}$$

$$I_4 = \frac{V_{be} + V_b}{R_3} = 57 \mu\text{A}$$

$$I_{b2} = 216.53 \mu\text{A}$$

Para I1 - I2 - Ic2

$$I1 = \frac{Vcc - Vce}{R1} = 9.7 \text{ mA}$$

$$I2 = \frac{Vcc + Vb}{R2 + R3} = 39.8 \text{ } \mu\text{A}$$

$$\therefore IC2 = 9.66 \text{ mA}$$

## EL PAR DIFERENCIAL

- a) Los transistores están operando en Clase B .
- b)  $V_{in} = 100 \text{ mVp-p}$  ; Frec. = 1 KHz ;  $V_{out} = 0.44$
- c) Cuando  $V_{in2} = 0V$        $V_{in1} = 100m \text{ Vp-p}$   
 $V_{out1} = 3.6 \text{ Vp-p}$        $V_{out2} = 4.2 \text{ Vp-p}$   
Diferencia entre ambas  $0.6 \text{ V}$        $AV = 5$
- d)  $V_{out1} = 4.1 \text{ Vp-p}$   
 $V_{out2} = 3.6 \text{ Vp-p}$   
Diferencia entre ambas  $0.5$  ,       $AV = 5$
- e) Los capacitores a la entrada tienen la función de eliminar ruido y componentes de directa .
- f) Si los capacitores son distintos se presenta un defasamiento de la onda a la salida .
- g)  $V_{in} = 100 \text{ mVp-p}$   
 $V_{out1} = 44 \text{ mV}$        $V_{out2} = 48 \text{ mVp-p}$   
Lo que sucede al reducir las resistencias es reducción de la ganancia ,ya que ahora la diferencia es de  $4 \text{ mV}$  y .  
 $AV = .04$   
Aterrizando t1 :  $V_{out 1} = 0.43 \text{ v}$        $V_{out 2} = 0.39 \text{ V}$   
Aterrizando t2 :  $V_{out 1} = 0.48 \text{ V}$        $V_{out 2} = 0.44 \text{ V}$

## EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL.

c)  $V_{in} = 100 \text{ mVp-p}$   
 $AV = 10$

$V_{out} = 10 \text{ Vp-p}$

d) Se presenta un defasamiento de  $180^\circ$ . Frec = 1 KHZ

Para el circuito 2

c)  $V_{in} = 100 \text{ mVp-p}$   
 $AV = 1.12$

$V_{out} = 112 \text{ mVp-p}$

d) No hay defasamiento  $0^\circ$ . Frec = 1KHZ

## CONCLUSIONES

Como ha podido observarse , a lo largo de éste trabajo se manejaron aspectos muy importantes para el crecimiento y desarrollo de la Carrera de Ingeniería Electrónica .

Se dividió en cinco capítulos con el fin de poder de tallar y analizar de una forma más particular cada aspecto . Durante la primera parte se analizaron las materias que se cursan actualmente y su relación directa con el Laboratorio , esto con el objetivo de poder realizar toda comprobación teórica de manera práctica . En ese momento nos adentramos en lo que es el Laboratorio .

Dentro del laboratorio se realizó un estudio bastante extenso , en el cuál conocimos cantidad de material y equipo existente, si es suficiente o no y en que proporción podrían aumentarse ciertos productos .

Dos aspectos son fundamentales para poder lograr nuestro objetivo : Funcionalidad del lugar y el Stock de Material .

Por ello , dentro del tercer capítulo , se profundizó en analizar desde el sistema que actualmente se usa ,sus pros y contras, si el espacio, tiempos de uso ordinario etc. eran los apropiados y en base a ello se realizaron algunas propuestas.

En cuanto al diseño de las Prácticas, conté con una gran cantidad de material, ya que con el desarrollo que tiene en estos momentos la Electrónica, cada día existen nuevos productos, criterios , etc.pero nos concretamos a explotar al máximo lo más tangible y que es precisamente el material con que contamos en el laboratorio .

Así pues, cada práctica ,busca que el alumno conozca las características y aplicaciones más comunes del elemento que se trata.



Con las modificaciones propuestas , se puede permitir que el alumno que quiera adentrarse o experimentar otras facetas lo pueda realizar.

También el tratar de manejar un paquete de prácticas, ayuda a que si el alumno quiere avanzar no tenga motivo para no hacerlo.

El último capítulo ,es el resultado de las prácticas que no por ello las obliga al resultado, ya que en muchos casos se presentan varias alternativas.

A la vez que es un trabajo muy interesante , considero que es una forma de obtener el máximo de aprovechamiento y rendimiento de lo que el Laboratorio nos ofrece .

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Millman - Halkias  
Integrated Electronics  
Mc Graw Hill 1972
  
- 2) Grinich - Jackson  
Introduction to Integrated Circuits  
Mc Graw Hill 1975
  
- 3) Instituto Mexicano del Petróleo  
Manual de Prácticas de Electrónica Básica  
Aplicada .  
1983
  
- 4) Malvino , Albert Paul  
Experiments 4, Electronic Principles  
Mc Graw Hill 1984
  
- 5) Malvino , Albert Paul  
Principios de Electrónica  
Mc Graw Hill 1982

- 6) Forrest . M. Mims  
Engineer's Notebook  
Radio Shack 1979
  
- 7) Apuntes de Electrónica  
ULSA y UAM.
  
- 8) Linear Data Book  
National Semiconductor  
1982
  
- 9) Manual de Semiconductores  
ECC y SK  
1985

## DIODOS DE USO GENERAL

(EN ORDEN ASCENDENTE DE TENSION DE RUPTURA)



DISP. TIPO No	V <sub>V</sub> (V) MIN	I <sub>R</sub> (mA) MAX	$\Delta$	V <sub>F</sub> (V)	V <sub>I</sub> (V) MAX	$\Delta$	I <sub>F</sub> (mA)	C (pF) TIPICA	t <sub>rr</sub> (ns) TIPICO	P <sub>d</sub> (mW)	ENCAPSU- LADO
F-2	15	100	$\Delta$	1.0	1.0	$\Delta$	100	—	—	—	DO-35
F-1	20	100	$\Delta$	1.5	1.0	$\Delta$	100	—	—	—	DO-35
FDH66D	55	100	$\Delta$	4.0	1.0	$\Delta$	100	1.3	4.0	500	DO-35
FDH6DD	75	100	$\Delta$	5.0	1.0	$\Delta$	200	1.3	4.0	500	DO-35
1N914	100	5000	$\Delta$	7.5	1.0	$\Delta$	10	4.0	4.0	500	DO-35
1N914 A	100	5000	$\Delta$	7.5	1.0	$\Delta$	20	4.0	4.0	500	DO-35
1N914 B	100	5000	$\Delta$	7.5	1.0	$\Delta$	100	4.0	4.0	500	DO-35
1N414B	100	5000	$\Delta$	7.5	1.0	$\Delta$	10	4.0	4.0	500	DO-35
1N414B	100	5000	$\Delta$	7.5	1.0	$\Delta$	10	2.0	4.0	500	DO-35
FDH44D	125	100	$\Delta$	7.5	1.2	$\Delta$	200	1.1	30.0	500	DO-35
FDH40D	200	100	$\Delta$	15.0	1.0	$\Delta$	200	1.1	30.0	500	DO-35

## DIODOS DE CAPACITANCIA VARIABLE



DISP. TIPO No	V <sub>V</sub> (V) MIN	I <sub>R</sub> (mA) MAX	$\Delta$	V <sub>F</sub> (V)	C (pF) MIN MAX	C ENC. MED. MIN	C $\pm$ 0.1V C $\pm$ 4.0V	C $\pm$ 2V C $\pm$ 12V	P <sub>d</sub> (mW)	ENCAPSU- LADO
RF102D	15	350	$\Delta$	1.2	8.0 12.0	350	2.0	1.5	350	DO-35

## DIODOS RECTIFICADORES

(EN ORDEN ASCENDENTE DE TENSION INVERSA)



DISP. TIPO No	V <sub>R</sub> (V) MIN	I <sub>R</sub> (mA) MAX	V <sub>F</sub> (V) MAX	$\Delta$	I <sub>F</sub> (A)	V <sub>FM</sub> (V) MAX	$\Delta$	I <sub>0</sub> (A)	ENCAPSU- LADO
1N4001	50	10	1.1	$\Delta$	1.0	1.6	$\Delta$	1.0	DO-41
1N4002	100	10	1.1	$\Delta$	1.0	1.6	$\Delta$	1.0	DO-41
1N4003	200	10	1.1	$\Delta$	1.0	1.6	$\Delta$	1.0	DO-41
1N4004	400	10	1.1	$\Delta$	1.0	1.6	$\Delta$	1.0	DO-41

## GUIA DE SELECCION DE DIODOS ZENER



TENSION ZENER Vz (V)	DISIPACION DE POTENCIA		
	500mW	500mW	1W
3.3	1N746	—	1N4728
3.6	1N747	—	1N4729
3.9	1N748	—	1N4730
4.3	1N749	—	1N4731
4.7	1N750	—	1N4732
5.1	1N751	—	1N4733
5.6	1N752	—	1N4734
6.2	1N753	—	1N4735
6.8	1N754	—	1N4736
7.5	1N755	—	1N4737
8.2	1N756	—	1N4738
9.1	1N757	—	1N4739
10	1N758	—	1N4740
11	—	—	1N4741
12	1N759	—	1N4742
13	—	1N964	1N4743
15	—	1N965	1N4744
16	—	1N966	1N4745
18	—	1N967	1N4746
20	—	1N968	1N4747
22	—	1N969	1N4748
24	—	1N970	1N4749
27	—	1N971	1N4750
30	—	1N972	1N4751
33	—	1N973	1N4752

PORCENTAJE DE TOLERANCIA			
SERIES	SUFLJO		
	NINGUNO	A	B
1N746/59	10	5	—
1N964/73	—	10	5
1N4728/52	10	5	—

BC549  
BC550

## SILICON PLANAR EPITAXIAL TRANSISTORS

90°N transistors in plastic TO 92 variants, primarily intended for low noise input stages in tape extenders, hi fi amplifiers and other audio frequency equipment.

### CHECK REFERENCE DATA

		BC549	BC550
Collector-emitter voltage ( $V_{BE} = 0$ )	$V_{CES}$ max	30	50 V
Collector-emitter voltage (open base)	$V_{CEO}$ max	30	45 V
Collector current (peak value)	$I_{CM}$ max	200	200 mA
Total power dissipation up to $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$	$P_{tot}$ max	500	500 mW
Junction temperature	$T_j$ max	150	150 $^\circ\text{C}$
Base signal current gain	$h_{fe}$	240	240
$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 1\text{ kHz}$		800	800
Transition frequency	$f_T$	300	300 MHz
$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$			
Roll-off figure at $R_L = 2\text{ k}\Omega$	$F$	1,4	1,4 dB
$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$		4	3 dB
$f = 20\text{ Hz to }15\text{ kHz}$	$F$	1,2	1 dB
$f = 1\text{ kHz}; S = 200\text{ Hz}$	$V_n$	-	0,125 $\mu\text{V}$
$f = 10\text{ Hz to }50\text{ Hz}$ (equivalent noise voltage)			

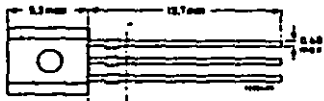
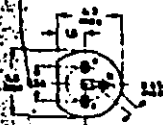
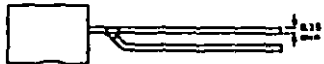
### Mechanical Data

Dimensions in mm

TO-92 variant

Dimensions:

19200 (locking clip)



Dimensional paper 15 mm x 10 mm is recommended

July 1977

**BC549**  
**BC550**

**RATINGS** Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 131)

Voltage			BC549		BC550	
			BC549	BC550	BC549	BC550
Collector-base voltage (open emitter)	$V_{CB}$	max.	30	50	V	
Collector-emitter voltage ( $V_{CE}$ ) = 0	$V_{CES}$	max.	30	50	V	
Collector-emitter voltage (open base)	$V_{CEO}$	max.	30	45	V	
Emitter-base voltage (open collector)	$V_{EB}$	max.	5	5	V	

**Current**

Collector current (I <sub>C</sub> )	$I_C$	max.	100	mA
Collector current (peak value)	$I_{CM}$	max.	200	mA
Emitter current (peak value)	$-I_{EM}$	max.	200	mA
Base current (peak value)	$I_{BM}$	max.	200	mA

**Power dissipation**

Total power dissipation up to $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$	$P_{TOT}$	max.	500	mW
--	-----------	------	-----	----

**Temperature**

Storage temperature	$T_{stg}$		-65 to +150	$^\circ\text{C}$
Junction temperature	$T_j$	max.	150	$^\circ\text{C}$

**THEMAL RESISTANCE**

From junction to ambient in free air	$R_{th j-a}$	=	0.25	$^\circ\text{C}/\text{mW}$
From junction to case	$R_{th j-c}$	=	0.15	$^\circ\text{C}/\text{mW}$

BC549  
BC550

**CHARACTERISTICS**

$T_j = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified

**Collector cut-off current**

$I_B = 0; V_{CE} = 30\text{ V}$   
 $I_B = 0; V_{CE} = 30\text{ V}; T_j = 150^\circ\text{C}$

$I_{CBO} < 15\text{ nA}$   
 $I_{CBO} < 5\text{ }\mu\text{A}$

**Base-emitter voltage**

$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$   
 $I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$V_{BE} \text{ TYP. } 600\text{ mV}$   
 $580\text{ to }700\text{ mV}$   
 $V_{BE} < 770\text{ mV}$

**Saturation voltage  $V_{CEsat}$**

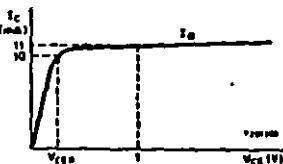
$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$   
 $I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$

$V_{CEsat} \text{ TYP. } 90\text{ mV}$   
 $< 250\text{ mV}$   
 $V_{BEsat} \text{ TYP. } 700\text{ mV}$   
 $V_{CEsat} < 200\text{ mV}$   
 $600\text{ mV}$   
 $V_{BEsat} \text{ TYP. } 900\text{ mV}$

**Base voltage**

$I_C = 10\text{ mA}; I_B = \text{value for which}$   
 $I_C = 11\text{ mA at } V_{CE} = 1\text{ V}$

$V_{CERK} \text{ TYP. } 300\text{ mV}$   
 $< 600\text{ mV}$



**Collector capacitance at  $f = 1\text{ MHz}$**

$I_B = 0; V_{CE} = 10\text{ V}$

$C_c \text{ TYP. } 2.5\text{ pF}$   
 $< 4.5\text{ pF}$

**Emitter capacitance at  $f = 1\text{ MHz}$**

$I_B = 0; V_{BE} = 0.3\text{ V}$

$C_e \text{ TYP. } 9\text{ pF}$

**Transition frequency at  $f = 15\text{ MHz}$**

$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$f_T \text{ TYP. } 300\text{ MHz}$

$V_{BE}$  decreases by about  $2\text{ mV}/^\circ\text{C}$  with increasing temperature.

$V_{CERK}$  decreases by about  $1.7\text{ mV}/^\circ\text{C}$  with increasing temperature.



**BC549  
BC550**

**CHARACTERISTICS** (continued)

$T_j = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise specified

Small signal current gain at  $f = 1\text{ MHz}$

$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$h_{fe}$

BC549

BC550

240

240

min

min

Noise figure at  $R_g = 2\text{ k}\Omega$

$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$f = 30\text{ Hz to }15\text{ kHz}$

F

typ.

1.4

1.4

dB

$f = 1\text{ MHz}; B = 20\text{ Hz}$

F

typ.

1.2

1

dB

Base-emitter noise slope at  $R_g = 2\text{ k}\Omega$

$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$f = 10\text{ Hz to }5\text{ kHz}; T_{amb} = 25^\circ\text{C}$

$V_n$

max.

-

0.135  $\mu\text{V}$

D.C. current gain

$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$h_{FE}$

typ.

150

270

$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$

$h_{FE}$

typ.

200

420

h parameters at  $f = 1\text{ MHz}$  (common emitter)

$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$

Input impedance

$h_{ie}$

typ.

3.2

6

$\text{k}\Omega$

Reverse voltage transfer ratio

$h_{re}$

typ.

3

3

$10^{-4}$

Small signal current gain

$h_{fe}$

typ.

240

450

Output admittance

$h_{oe}$

typ.

30

60

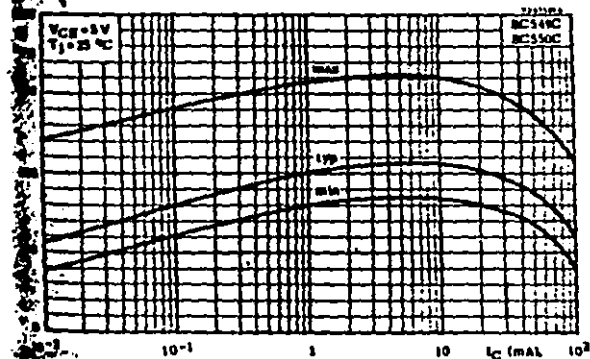
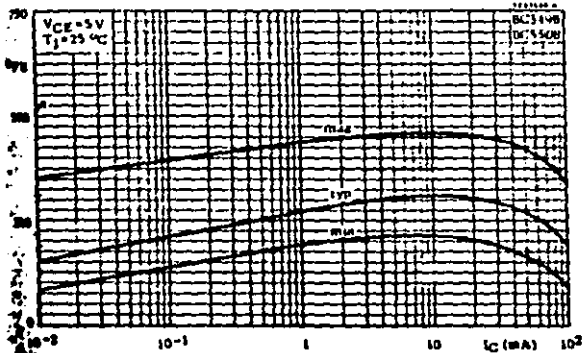
$\mu\text{A}/\text{V}$

min

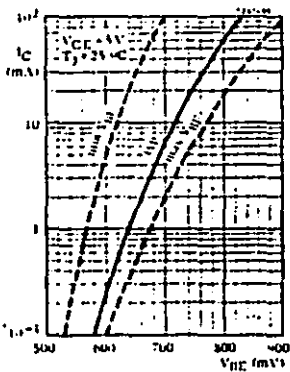
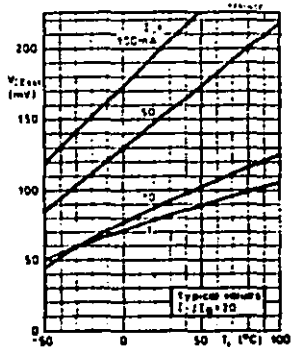
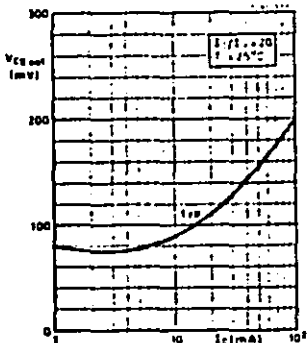
110

$\mu\text{A}/\text{V}$

BC549  
BC550

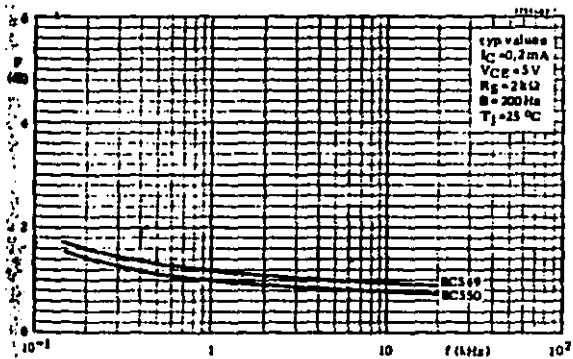
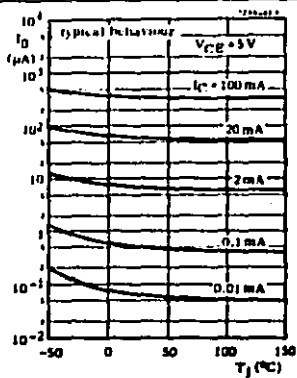


BC549  
BC550

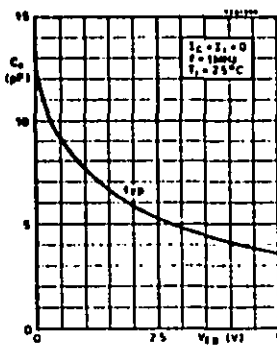
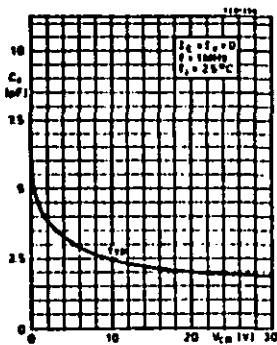
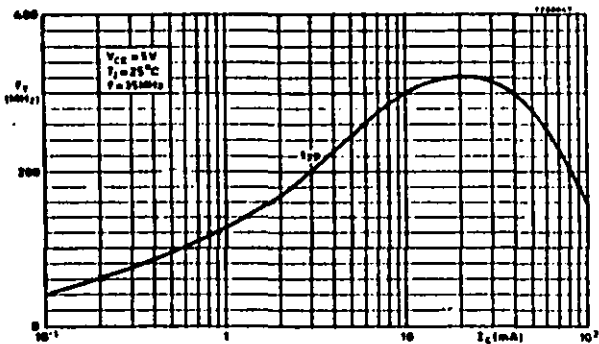


October 1973

BC549  
BC550



BC549  
BC550



LM124/LM224/LM324, LM124A/  
LM224A/LM324A, LM2902



## Operational Amplifiers/Buffers

### LM124/LM224/LM324, LM124A/LM224A/LM324A, LM2902 Low Power Quad Operational Amplifiers

#### General Description

The LM124 series consists of four independent high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5 Vdc power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional +15 Vdc power supplies.

#### Unique Characteristics

- In the linear mode the input common mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

#### Advantages

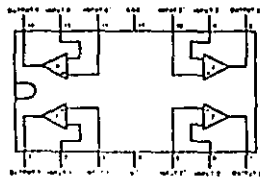
- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows direct sensing near GND and  $V_{OUT}$  and goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

#### Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large ac voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz
- Wide power supply range  
Single supply 3 Vdc to 30 Vdc  
Dual supplies  $\pm 1.5$  Vdc to  $\pm 15$  Vdc
- Very low supply current drain (800 A) — essentially independent of supply voltage (1 mA/700 amp at  $\pm 5$  Vdc)
- Low input biasing current (temperature compensated) 45 nA dc
- Low input offset voltage and offset current 2 mV dc, 5 nA dc
- Input common mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0 Vdc to  $V^+ - 1.5$  Vdc

#### Connection Diagram

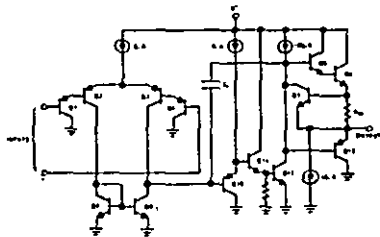
Dual to Line Package



Order Number: LM124J, LM124AJ,  
LM224J, LM224AJ, LM324J,  
LM324AJ or LM2902J  
See NS Package J14A

Order Number: LM324N, LM324AN  
or LM2902N  
See NS Package N14A

#### Schematic Diagram (Each Amplifier)



# Absolute Maximum Ratings

Symbol Description

15 Maximum Allowable Voltage

Maximum Voltage

Power Dissipation (Notes 1)

15 Maximum Allowable Power

15 Maximum Allowable Current

15 Maximum Allowable Temperature

15 Maximum Allowable Storage Temperature

15 Maximum Allowable Junction Temperature

15 Maximum Allowable Lead Temperature

LM224A/LM224/LM224A  
LM224A/LM224/LM224A

LM224

10 VDC to 110 VDC

35 VDC

0.5 W (Pb-Free) to 2 W (Pb)

1 A to 2 A

150°C to 200°C

175°C to 200°C

200°C to 250°C

250°C to 300°C

250°C to 300°C

20 VDC to 110 VDC

35 VDC

0.5 W (Pb-Free) to 2 W (Pb)

1 A to 2 A

150°C to 200°C

150°C to 200°C

200°C to 250°C

200°C to 250°C

250°C to 300°C

Apply Current (V<sub>OUT</sub>) = 0.5 V (Pb-Free) to 1.5 V (Pb)

Maximum Temperature Range

LM224A/LM224A

LM224/LM224A

LM224/LM224A

Temperature Range

Lead Temperature (Soldering)

Lead Temperature (Soldering)

Lead Temperature (Soldering)

LM224A/LM224/LM224A  
LM224A/LM224/LM224A

LM224

0 V to 10 V

25 V to 100 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

LM224

0 V to 10 V

25 V to 100 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

50 V to 125 V

# Electrical Characteristics (V<sub>I</sub> = 15.0 VDC, Note 4)

ELC

PARAMETER	CONDITIONS	LM224A			LM224			LM224A			LM224/LM224			LM224			UNITS	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Input Offset Voltage	T <sub>A</sub> = 25°C (Note 5)	1	2		1	2		1	2		1	2		1	2		mVDC	
Input Bias Current (Note 6)	V <sub>I</sub> = 15.0 V, T <sub>A</sub> = 25°C	20	50		20	50		20	50		20	50		20	50		nADC	
Input Offset Current	V <sub>I</sub> = 15.0 V, T <sub>A</sub> = 25°C	2	10		2	10		2	10		2	10		2	10		nADC	
Input Common-Mode Voltage Range (Note 7)	V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, T <sub>A</sub> = 25°C	0	V <sub>I</sub> - 1.5		0	V <sub>I</sub> - 1.5		0	V <sub>I</sub> - 1.5		0	V <sub>I</sub> - 1.5		0	V <sub>I</sub> - 1.5		VDC	
Supply Current	R <sub>L</sub> = 100 Ω, V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 0 VDC R <sub>L</sub> = 100 Ω, V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 10 VDC Clear Full Temperature Range	1.5	3		1.5	3		1.5	3		1.5	3		1.5	3		mADC	
Load Regulation	V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, I <sub>OUT</sub> = 100 mA, V <sub>OUT</sub> = 10 VDC, T <sub>A</sub> = 25°C	0	0.1		0	0.1		0	0.1		0	0.1		0	0.1		mADC	
Quiescent Voltage Source	V <sub>I</sub> = 15.0 V, T <sub>A</sub> = 25°C, I <sub>OUT</sub> = 100 mA	0	V <sub>I</sub> - 0.8		0	V <sub>I</sub> - 0.8		0	V <sub>I</sub> - 0.8		0	V <sub>I</sub> - 0.8		0	V <sub>I</sub> - 0.8		VDC	
Common-Mode Rejection Ratio	CMR, T <sub>A</sub> = 25°C	70	85		70	85		70	85		70	85		70	85		dB	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR, T <sub>A</sub> = 25°C	65	100		65	100		65	100		65	100		65	100		dB	
Amplitude Modulation	f = 10 kHz to 20 kHz, T <sub>A</sub> = 25°C	120			120			120			120			120			dB	
Common-Mode Error	Typical Reference																mV	
Distortion	THD	V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 10 VDC, T <sub>A</sub> = 25°C	20	40		20	40		20	40		20	40		20	40		dBc
	THD	V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 10 VDC, T <sub>A</sub> = 25°C	10	20		10	20		10	20		10	20		10	20		dBc
	THD	V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 10 VDC, T <sub>A</sub> = 25°C	12	50		12	50		12	50		12	50		12	50		dBc
	THD	V <sub>I</sub> = 15.0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 0 VDC, V <sub>OUT</sub> = 10 VDC, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>I</sub> = 100 mVDC	40	60		40	60		40	60		40	60		40	60		dBc



LM124/LM224/LM324, LM124A/  
LM224A/LM324A, LM2902

LM124/LM224/LM324, LM124A/  
LM224A/LM324A, LM2902

Electrical Characteristics (Continued)

PARAMETER	EXPLANATION	LM124A			LM224A			LM324A			LM124 (LM224)			LM324			LM2902			UNITS		
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX			
Input Offset Voltage	None for $V_{OS}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mV		
Input Offset Voltage Drift	$V_{OS}$ vs $T$	0	20	0	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	$\mu V/^\circ C$	
Input Offset Current	None for $I_{OS}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nA	
Input Offset Current Drift	$I_{OS}$ vs $T$	0	100	0	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100	nA/ $^\circ C$	
Input Common-Mode Voltage Range (Note 1)	$V_{ICM} = 30 V_{CC}$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	0	$V_{CC}/2$	V
Input Signal Swing	$V_{IS} = 15 V_{CC}$ (For $I_{CM} = 0$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V <sub>PP</sub>	
Output Voltage Swing	$V_{OS} = 15 V_{CC}$ (For $I_{CM} = 0$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V <sub>PP</sub>	
$V_{OH}$	$V_{OH} = 15 V_{CC}$ (For $I_{CM} = 0$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V <sub>PP</sub>	
$V_{OL}$	$V_{OL} = 15 V_{CC}$ (For $I_{CM} = 0$ )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V <sub>PP</sub>	
Output Current	None	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	mA	
Gain	$V_{OH} = 15 V_{CC}$ , $V_{OL} = 15 V_{CC}$	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	V/V
Gain	$V_{OH} = 15 V_{CC}$ , $V_{OL} = 15 V_{CC}$	10	14	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	V/V
Distortion at Input	None for $V_{THD}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	%
Distortion	None for $V_{THD}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	%

Note 1: For operation at high temperatures, the LM324/LM324A, LM2902 must be derated from its +125°C maximum junction temperature and a thermal impedance of 175 K/W must be applied for the device under test. For operation at low temperatures, the LM124/LM124A, LM224/LM224A, and LM2902 must be derated from its +125°C maximum junction temperature. The derating is the total of all the amplifiers in the system operating, where possible, to allow the amplifier to operate in its linear mode. The derating is the total of all the amplifiers in the system operating, where possible, to allow the amplifier to operate in its linear mode. The derating is the total of all the amplifiers in the system operating, where possible, to allow the amplifier to operate in its linear mode.

Note 2: Spurious results from the output to  $V_{OH}$  can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum pulsed current is approximately 40 mA, independent of the magnitude of  $V_{OH}$ . At values of output voltage in excess of 15 V<sub>CC</sub>, a maximum short-circuit current can occur that causes thermal destruction. Distortion distortion is a result of thermal distortion at all amplitudes.

Note 3: The input current will not exist when the voltage at any of the input leads is 0 V or negative. It is due to the finite base-emitter junction of the input PNP transistor (on some models) and thereby a small input current of 10 nA. In addition to this finite current, there is also a total PNP base-emitter current from the IC chip. This current is an input to the output circuit of the test setup to be the  $V_{OH}$  voltage level for the amplifier. For the time duration that the input is 0 V or negative, this is not the case and normal output states will be present when the input output voltage goes negative, which means no input current from the IC chip.

Note 4: Charge time constants are  $V_{OH} = 15 V_{CC}$  and  $V_{OL} = 15 V_{CC}$ , unless otherwise stated. With the LM224/LM224A, all compensation types are assumed to be 2% (for  $V_{OH} = 15 V_{CC}$ ), the LM124/LM124A compensation type is assumed to be 1% (for  $V_{OH} = 15 V_{CC}$ ), and the LM2902 compensation type is assumed to be 1% (for  $V_{OH} = 15 V_{CC}$ ).

Note 5:  $V_{OH} = 15 V_{CC}$ ,  $V_{OL} = 15 V_{CC}$ . The input common-mode range is  $V_{ICM} = 30 V_{CC}$ .

Note 6: The structure of the input circuit at the input of the PNP output stage. The constant is dependent on the state of the output on its feedback charge state on the input leads.

Note 7: The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative for more than 0.5 V for 2% (for  $V_{OH} = 15 V_{CC}$ ). The input and the common-mode voltage range  $V_{ICM} = 15 V_{CC}$  that means no input current to the IC chip.

Note 8: This is the property of external components, hence that coupling of the input signal to the output signal is dependent on the external parts. This typically can be observed in the type of response obtained in high-frequency.

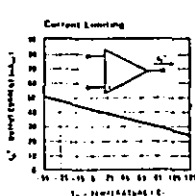
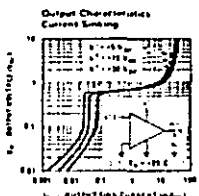
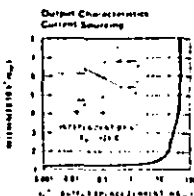
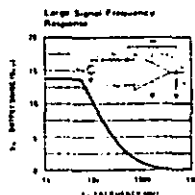
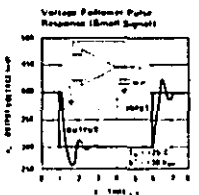
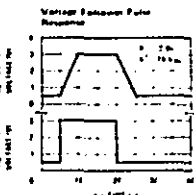
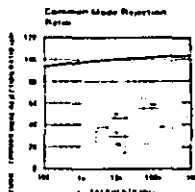
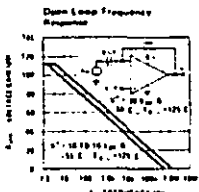
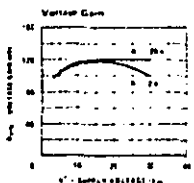
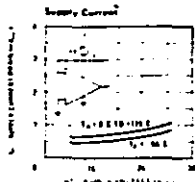
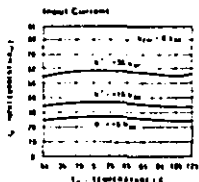
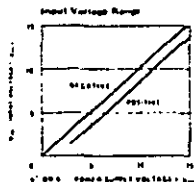
172

typical



# Typical Performance Characteristics

LM124/LM224/LM324, LM129A/  
LM224A/LM324A, LM2902





## Voltage Regulators

LM140A/LM140/LM340A/LM340 Series  
3-Terminal Positive Regulators

## General Description

The LM140A, LM140, LM340A, LM340I series of positive 3-terminal voltage regulators are designed to provide superior performance as compared to the previously available 78XX series regulator. Computer programs were used to optimize the electrical and thermal performance of the packaged IC which results in outstanding ripple rejection, superior line and load regulation in high power applications (over 150W).

With these advances in design, the LM340 is now quoted to have line and load regulation that is a factor of 7 better than previously available devices. Also, all regulators are guaranteed at 1A, 105A output current. The LM140A, LM340A (precision) output voltage tolerance,  $\pm 2\%$  along with 0.01% V line regulation and 0.1% A load regulation.

Current limiting is included to limit excessive output currents to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over limiting the temperature.

Considerable effort was expended to make the LM140 X A series of regulators easy to use and minimize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The entire LM140A, LM140, LM340A, LM340I series of regulators is available in the metal TO-3 power package and the LM340A, LM340I series is also available in the TO-220 plastic power package.

For output voltages other than 5V, 12V, and 15V, the LM112 series provides an output voltage range from +12V to +57V.

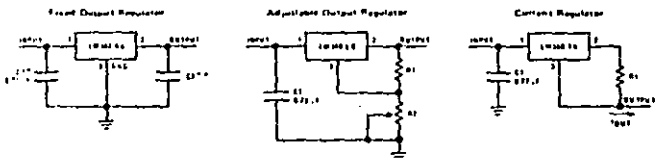
## Features

- Complete specifications at 1A load
- Output voltage tolerances of  $\pm 2\%$  at  $T_c = 25^\circ\text{C}$  and  $\pm 4\%$  over the temperature range (LM140A, LM340A)
- Fixed output voltages available 5, 12, and 15V
- Line regulation of 0.01% of  $V_{OUT}$  V/VIN at 1A load (LM140A, LM340A)
- Load regulation of 0.1% of  $V_{OUT}$  A/A LOAD (LM140A, LM340A)
- Internal thermal overload protection
- Internal short circuit current limit
- Output transistor safe area protection
- 100% thermal limit burn in
- Special circuitry allows start-up even if output is pulled to negative output IC supply

LM140 Series Package and Power Capability

DEVICE	PACKAGE	RATED POWER DISSIPATION	DESIGN LOAD CURRENT
LM140	TO-3	20W	1.5A
LM340	TO-3	75W	1.5A
LM140I	TO-220	75W	1.5A
LM340I	TO-220	75W	0.75A
LM340	TO-220	75W	0.75A
LM140L	TO-29	7W	0.1A
LM340L	TO-29	12W	0.1A

## Typical Applications



The output of the regulator is loaded for 100mA for the 5V and 12V outputs.

\* A thermal node thermal impedance is provided for stability. It must be taken into account when the thermal node is used.

$$V_{OUT} = 5V + 15V \cdot R1 + 10I \cdot R2$$

$$5V \cdot R1 + 3I \cdot R2 \text{ (load regulation } I_L = 1A)$$

$$(R1 = R2 = 1K; I_L = 1A \text{ for LM340)}$$

$$I_{OUT} = \frac{V_{Z2} - V_{Z1}}{R1} + I_0$$

$$I_0 = 1.5 \text{ mA over line and load changes}$$

## Absolute Maximum Ratings

Input Voltage ( $V_{IO}$ = 5V, 12V, 15V)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T <sub>st</sub> )	-55°C to +125°C
LM140A/LM140L	0°C to +70°C
LM340A/LM340	
Maximum Junction Temperature	
TO 3 Package R, AC	150°C
TO 220 Package T	125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 10 Seconds)	
TO 3 Package R, AC	300°C
TO 220 Package T	250°C

## Electrical Characteristics LM140A/LM340A (Note 2)

$V_{IO}$  = 14V ± 5%,  $V_{IN}$  = 150°C (LM140A) or 0°C &  $V_{IN}$  = 125°C (LM340A) unless otherwise specified

PARAMETER	CONDITIONS	OUTPUT VOLTAGE				UNITS				
		5V	12V	15V	25V					
V <sub>O</sub> Output Voltage	$V_{IO} = 25^\circ\text{C}$	4.9	5	11.75	12	12.75	15.7	15	15.3	V
	$V_{IO} = 150^\circ\text{C}$ , $I_{IN} = 10 \times I_A$ V <sub>IN</sub> & V <sub>IO</sub> & V <sub>OUT</sub>	4.8	5.2	11.5	12	12.5	12.4	15.6	15.6	V
V <sub>O</sub> Load Regulation	$I_{IN} = 50\text{ mA}$	17.5	V <sub>IN</sub> ± 2%	116.0	V <sub>IN</sub> ± 2%	117.0	V <sub>IN</sub> ± 30%	117.0	V <sub>IN</sub> ± 30%	mV
	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	17.5	V <sub>IN</sub> ± 2%	116.0	V <sub>IN</sub> ± 2%	117.0	V <sub>IN</sub> ± 30%	117.0	V <sub>IN</sub> ± 30%	mV
V <sub>O</sub> Line Regulation	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	3	10	4	18	4	22	4	22	mV/V
	Over Temperature	17.3	V <sub>IN</sub> ± 2%	116.5	V <sub>IN</sub> ± 2%	117.0	V <sub>IN</sub> ± 30%	117.0	V <sub>IN</sub> ± 30%	V
V <sub>O</sub> Load Regulation	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	4	9	10	10	10	10	10	10	mV
	Over Temperature	18.4	V <sub>IN</sub> ± 12%	116.4	V <sub>IN</sub> ± 20%	120.4	V <sub>IN</sub> ± 25%	120.4	V <sub>IN</sub> ± 30%	mV
V <sub>O</sub> Load Regulation	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	10	25	12	32	12	25	12	25	mV
	Over Temperature	2V mA & $I_{IN} = 150\text{ mA}$	15	19	19	21	19	21	19	mV
V <sub>O</sub> Quiescent Current	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	25	60	75	75	75	75	75	75	mV
	Over Temperature	6	6	6	6	6	6	6	6	mA
V <sub>O</sub> Quiescent Current Change	$V_{IO} = 14 \pm 5\%$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	mA
	$I_{IN} = 10 \times I_A$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	mA
V <sub>O</sub> Output Noise Voltage	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$ , 10 Hz to 100 kHz	20	75	90	90	90	90	90	90	µV
	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$ , $T_{st} = 100^\circ\text{C}$ , $I_{IN} = 1A$ or $I_{IN} = 100\text{ mA}$ , $I_{IN} = 500\text{ mA}$	68	60	72	60	70	60	68	68	dB
V <sub>IN</sub> Input Rejection	Over Temperature	68	61	61	60	60	60	60	60	dB
	V <sub>IN</sub> & V <sub>IO</sub> & V <sub>OUT</sub>	19.4	V <sub>IN</sub> ± 1%	115.4	V <sub>IN</sub> ± 2%	116.5	V <sub>IN</sub> ± 25%	116.5	V <sub>IN</sub> ± 25%	V
R <sub>O</sub> Output Resistance	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$ , $I_{IN} = 1A$	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	Ω
	Short Circuit Current	8	16	16	19	19	19	19	19	mA
R <sub>th</sub> Thermal Resistance	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	2.4	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	°C/W
	Average T <sub>st</sub> (T <sub>st</sub> )	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	°C/W
V <sub>IN</sub> Input Voltage Required for Maximum Regulation	$T_{st} = 25^\circ\text{C}$	0.8	-1.5	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	mV/°C
	Over Temperature	7.3	11.2	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	V

Note 1: The maximum junction temperature is 150°C for package R, AC; typically 125°C for package T.  $T_{st}$  is junction to case and 25°C is case to ambient. Thermal resistance is 1°C/W for package R, AC and 1.5°C/W for package T.

Note 2: All electrical characteristics are measured with a capacitor across the input of 0.22 µF and a capacitor across the output of 0.1 µF. All electrical characteristics are measured with a pulse width of 10 µs and a pulse rate of 100 pulses per second. The duty cycle is 50%. Output voltage change due to change in temperature must be taken into account separately.

LM140A/LM140/  
LM340A/LM340 Series

**Electrical Characteristics LM140** (Note 2:  $-55^{\circ}\text{C} < T_j < +150^{\circ}\text{C}$  unless otherwise noted)

OUTPUT VOLTAGE		5V	12V	15V	Units			
INPUT VOLTAGE unless otherwise noted		10V	18V	22V				
Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
VO	Output Voltage	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	4.8	5	5.2	11.7	12	12.3
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	4.75	5.0	5.15	11.6	12	12.25
		$V_{IN} = 22\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	4.6	5.0	5.2	11.4	12	12.1
Z VO	Line Regulation	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		$V_{IN} = 22\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
AVO	Load Regulation	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	10	50	100	10	50	100
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	10	50	100	10	50	100
		$V_{IN} = 22\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	10	50	100	10	50	100
IO	Quiescent Current	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	8	8	8	8	8	8
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	8	8	8	8	8	8
IIC	Quiescent Current - Charge	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
		$V_{IN} = 22\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
VIN	Output Response to Load Regulation	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	60	75	90	70	80	90
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	60	75	90	70	80	90
PO	Regulation	$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	7.3	14.8	17.7	7.3	14.8	17.7
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	7.3	14.8	17.7	7.3	14.8	17.7
		$V_{IN} = 22\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	7.3	14.8	17.7	7.3	14.8	17.7
		$V_{IN} = 10\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	7.3	14.8	17.7	7.3	14.8	17.7
		$V_{IN} = 18\text{V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{mA}$	7.3	14.8	17.7	7.3	14.8	17.7

Note 2: All characteristics are measured with a capacitor across the input of 0.22  $\mu\text{F}$  and a capacitor across the output of 0.1  $\mu\text{F}$ . All characteristics except line regulation and ripple rejection ratio are measured using burst techniques with a 10 MHz duty cycle & 5% duty. Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

Electrical Characteristics LM340 (Note 2) 0°C < T<sub>J</sub> < 125°C unless otherwise noted

OUTPUT VOLTAGE		5V			12V			15V			UNITS	
INPUT VOLTAGE (unless otherwise noted)		10V			19V			23V				
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
1C	Output Voltage	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>Q</sub> = 10 mA, I <sub>L</sub> = 1A		4.6	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	V
		T <sub>J</sub> = 150°C, I <sub>Q</sub> = 10 mA, I <sub>L</sub> = 1A V <sub>IN</sub> = V <sub>IN</sub> + V <sub>REG</sub>		4.75	5.25	5.8	11.8	12.5	14.22	14.22	15.15	15.15
2A0	Line Regulation	I <sub>Q</sub> = 500 mA		3.5%		3.5%		4.1%		4.1%		%
		0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		5%		10%		10%		10%		%
		I <sub>Q</sub> = 1A		3%		3%		4%		4%		%
		0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		5%		10%		10%		10%		%
2A1	Load Regulation	T <sub>J</sub> = 25°C		1%		1%		1%		1%		%
		I <sub>Q</sub> = 500 mA, I <sub>L</sub> = 1A, 0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		5%		5%		5%		5%		%
1C	Quiescent Current	I <sub>Q</sub> = 1A		8.5		8.5		8.5		8.5		mA
		0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		0.5		0.5		0.5		0.5		mA
2A2	Quiescent Current Change	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>Q</sub> = 1A		10		10		10		10		mA
		I <sub>Q</sub> = 500 mA, 0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		10		10		10		10		mA
V <sub>IN</sub>	Output Voltage Regulation	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>Q</sub> = 10 mA, f = 100 Hz		40		75		80		80		mV
		I <sub>Q</sub> = 1A, T <sub>J</sub> = 25°C, f = 10 Hz, I <sub>L</sub> = 500 mA, 0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		62		85		85		85		mV
2A3 R <sub>VDUT</sub>	Ripple Rejection	f = 120 Hz		62		85		85		85		dB
		I <sub>Q</sub> = 500 mA, 0°C < T <sub>J</sub> < 125°C		48		70		75		75		dB
R <sub>O</sub>	Dropout Voltage	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>Q</sub> = 1A		2.0		2.0		2.0		2.0		V
		I <sub>Q</sub> = 500 mA		2.0		2.0		2.0		2.0		V
		T <sub>J</sub> = 25°C		2.1		2.1		2.1		2.1		V
		0°C < T <sub>J</sub> < 125°C, I <sub>Q</sub> = 500 mA		2.4		2.4		2.4		2.4		V
V <sub>IN</sub>	Regulation Required to Maintain Line Regulation	T <sub>J</sub> = 25°C, I <sub>Q</sub> = 1A		7.5		14.0		17.7		17.7		V

Note 2: All characteristics are measured with a capacitor across the input of 0.22 μF and a capacitor across the output of 0.1 μF. All characteristics except line voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques at a 10 mA duty cycle & 5% output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

**LM555/LM555C Timer**
**General Description**

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For stable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

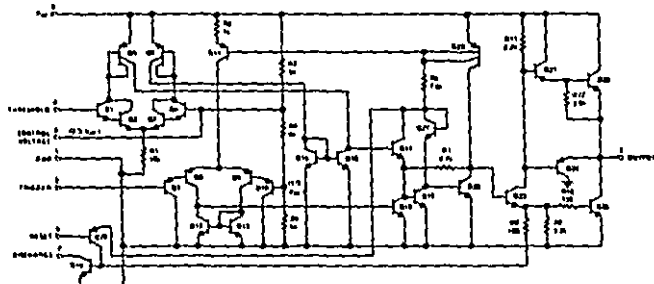
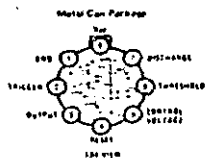
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

**Applications**

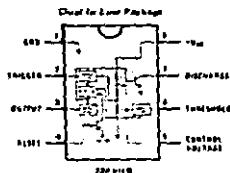
- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

**Features**

- Direct replacement for SE555/TLE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both stable and monostable modes

**Schematic Diagram**

**Connection Diagrams**


Order Number LM555M, LM555CM  
See MS Package M08C



Order Number LM555CN  
See NS Package M08B  
Order Number LM555CA or LM555CL  
See MS Package M08A

## Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW
Operating Temperature Range	
LM555C	0°C to +70°C
LM555	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 10 seconds)	300°C

Electrical Characteristics ( $T_A = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{CC} = +5\text{V}$  to  $+15\text{V}$ , unless otherwise specified)

PARAMETER	CONDITIONS	LM555						UNITS
		LM555			LM555C			
		MIN	Typ	MAX	MIN	Typ	MAX	
Supply Voltage		4.5		18	4.5		18	V
Supply Current	$V_{CC} = 15\text{V}$ , $R_A = 1\text{k}\Omega$	3		5	3		5	mA
	$V_{CC} = 15\text{V}$ , $R_A = 1\text{k}\Omega$ , $R_B = 10\text{k}\Omega$ (Note 2)	10		12	10		11	mA
								µA
Timing (Free-Running Mode Accuracy)	Operating Temperature		0.5		1			%
	Resistance Temperature Coefficient (Note 3)		30		50			ppm/°C
	Resistance Temperature Coefficient (Note 3)		15		15			%
Timing (Free-Running Mode Accuracy)	Operating Temperature		0.01		0.1			%
	Resistance Temperature Coefficient (Note 3)		15		225			%
	Resistance Temperature Coefficient (Note 3)		30		150			ppm/°C
Timing (Free-Running Mode Accuracy)	Operating Temperature		0.1		31			%
	Resistance Temperature Coefficient (Note 3)		0.15		0.30			%
	Resistance Temperature Coefficient (Note 3)		667		667			ppm/°C
Turn-Off Time	$V_{CC} = 15\text{V}$	48		5.2	5			µs
	$V_{CC} = 5\text{V}$	141		1.9	1.6			µs
Triac Current			1.4		0.9		0.7	mA
Reset Current		0.4		1	0.4		1	µA
Reset Current			0.1		0.1		0.4	µA
Triac Current	None		0.1		0.21		0.21	µA
Output Current Limit	$V_{CC} = 15\text{V}$	88		10.4	9		11	mA
	$V_{CC} = 5\text{V}$	29		3.8	2.6		3.3	mA
Pin 2 Current (Short-Circuit)			1		1		100	µA
Pin 2 Sat (Note 4)	Output Low		150		180		7	mA
	Output Low		70		80		200	µA
Output Voltage Drop (Note 5)	$V_{CC} = 15\text{V}$							
	$I_{OL} = 10\text{mA}$		0.1		0.1		0.25	V
	$I_{OL} = 50\text{mA}$		0.4		0.4		0.75	V
	$I_{OL} = 100\text{mA}$		2		2		2.5	V
	$I_{OL} = 200\text{mA}$		7.6		7.5		7.5	V
	$I_{OL} = 5\text{mA}$		0.1		0.25			V
	$I_{OL} = 5\text{mA}$					0.25		0.35
Output Voltage Drop (Note 6)	$I_{OL} = 200\text{mA}$ , $V_{CC} = 15\text{V}$	13		12.9			12.9	V
	$I_{OL} = 100\text{mA}$ , $V_{CC} = 15\text{V}$			13.3			13.2	V
	$V_{CC} = 5\text{V}$			3.2			3.3	V
Low-Threshold Voltage			100		150		150	mV
High-Threshold Voltage			100		100		100	mV

Note 1: Power dissipation at maximum temperatures the device must be derated based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 180°C/W (with 100% duty cycle) and +150°C dissipation ambient for both packages.

Note 2: Supply current with the output in a quiescent 1 mA load at  $V_{CC} = 5\text{V}$ .

Note 3: Tested at  $V_{CC} = 5\text{V}$  and  $I_{OL} = 10\text{mA}$ .

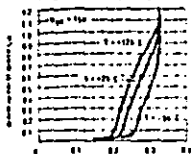
Note 4: These values show the maximum value of  $R_A + R_B$  for 15V operation. The maximum total ( $R_A + R_B$ ) is 20.5kΩ.

Note 5: The output voltage drop (Note 5) in Figure 8 is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

# Typical Performance Characteristics

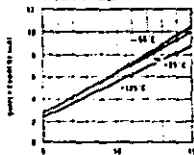
LM555/LM555C

Minimum Pulse Width Required for Tripping



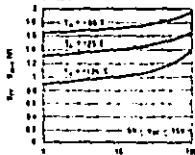
(Pulse width test level of 100 microamps at 50%)

Supply Current vs. Supply Voltage



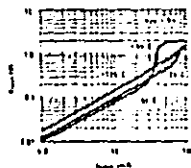
(Supply voltage test level of 100 microamps at 50%)

High Output Voltage vs. Output Source Current



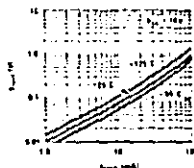
(Output current test level of 100 microamps at 50%)

Low Output Voltage vs. Output Sink Current



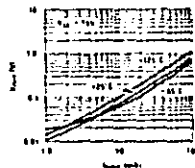
(Sink current test level of 100 microamps at 50%)

Low Output Voltage vs. Output Sink Current



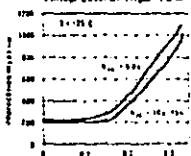
(Sink current test level of 100 microamps at 50%)

Low Output Voltage vs. Output Sink Current



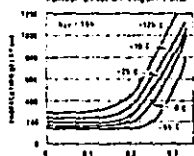
(Sink current test level of 100 microamps at 50%)

Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse



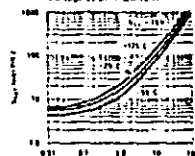
(Output voltage test level of 100 microamps at 50%)

Output Propagation Delay vs. Voltage Level of Trigger Pulse



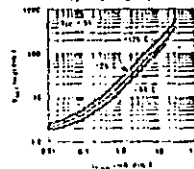
(Output voltage test level of 100 microamps at 50%)

Discharge Transient (Pin 2) Voltage vs. Sink Current



(Sink current test level of 100 microamps at 50%)

Discharge Transient (Pin 2) Voltage vs. Sink Current







## Operational Amplifiers/Buffers

### LM741/LM741A/LM741C/LM741E Operational Amplifier General Description

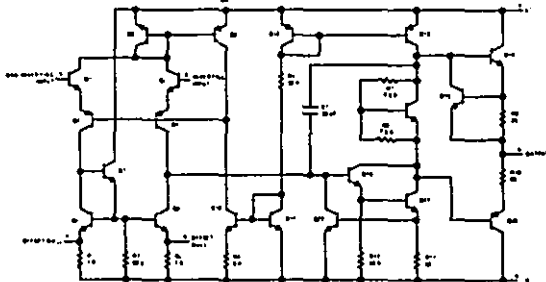
The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications.

The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload pro-

tection on the input and output, no latch up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C/LM741E are identical to the LM741/LM741A except that the LM741C/LM741E have their performance guaranteed over a 0°C to +30°C temperature range, instead of -55°C to +125°C.

### Schematic and Connection Diagrams (Top Views)

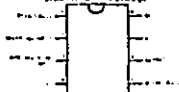


Metal Can Package



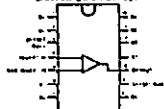
Order Number LM741N, LM741AN,  
LM741CN or LM741EN  
See NS Package M08C

Dual In-Line Package



Order Number LM741CN or LM741EN  
See NS Package N07B  
Order Number LM741CJ  
See NS Package J06A

Dual In-Line Package



Order Number LM741CQ 14  
See NS Package N18A  
Order Number LM741CJ 14,  
LM741AJ 14  
or LM741CJ 14  
See NS Package J18A

LM741/LM741A/LM741C/LM741E

3

LM741/LM741A/LM741C/LM741E

## Absolute Maximum Ratings

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±27V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 2)	±15V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	indefinite	indefinite	indefinite	indefinite
Operating Temperature Range	-55° C to +125° C	0° C to +70° C	-55° C to +125° C	0° C to +70° C
Storage Temperature Range	-65° C to +150° C	-65° C to +150° C	-65° C to +150° C	-65° C to +150° C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300° C	300° C	300° C	300° C

## Electrical Characteristics (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_a = 25^\circ\text{C}$				10	50		20	60		mV
	$R_I = 10\text{k}\Omega$		0.8	3.0							mV
	$R_I = 50\Omega$										mV
	$T_a = 0^\circ\text{C}; T_a = 125^\circ\text{C}$			4.0							mV
Average Input Offset Current (Note 3)	$R_I = 10\text{k}\Omega$			10			40		25		$\mu\text{A}$
	$R_I = 50\Omega$										$\mu\text{A}$
Input Offset Current Adjustment Range	$T_a = 25^\circ\text{C}; R_I = 10\text{k}\Omega$	-10			-10			-10			$\mu\text{A}$
	$T_a = 25^\circ\text{C}; R_I = 10\text{k}\Omega$	25	30	70	20	200	85	300	20	200	$\mu\text{A}$
Input Bias Current	$T_a = 25^\circ\text{C}$		0.0								$\mu\text{A}$
	$T_a = 0^\circ\text{C}; T_a = 125^\circ\text{C}$		30	80	60	500	100	500	80	500	$\mu\text{A}$
Input Resistance	$T_a = 25^\circ\text{C}; R_I = 10\text{k}\Omega$	10	600		0.3	20		0.3	20		$\text{M}\Omega$
	$T_a = 25^\circ\text{C}; R_I = 10\text{k}\Omega$	0.5									$\text{M}\Omega$
Input Voltage Range	$T_a = 25^\circ\text{C}$				-12	+13		-12	+13		V
	$T_a = 0^\circ\text{C}; T_a = 125^\circ\text{C}$										V
Common-Mode Voltage Gain	$R_I = 10\text{k}\Omega$										V/V
	$R_I = 50\Omega$										V/V
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 10\text{mV}$										V/V
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 100\text{mV}$										V/V
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 1\text{V}$										V/V
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 10\text{V}$										V/V
Common-Mode Rejection Ratio	$R_I = 10\text{k}\Omega$										dB
	$R_I = 50\Omega$										dB
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 10\text{mV}$										dB
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 100\text{mV}$										dB
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 1\text{V}$										dB
	$R_I = 10\text{k}\Omega; V_{OS} = 10\text{V}$										dB

ELEC

PA

Supplies

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

Supply

LM741LM741ALM741C1LM741E

## Electrical Characteristics (Continued)

PARAMETER	CONDITIONS	LM741/LM741E			LM741		LM741C		LIMITS	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min		Typ
Supply Voltage Rejection Ratio	$T_A = 25^\circ\text{C}$ ; $T_A = T_{MAX}$ $V_S = 120\text{V}$ or $V_S = 15\text{V}$ $R_S = 50\Omega$ $R_L \leq 10k\Omega$	80	86	71	86	71	86		80	86
Common-Mode Rejection Ratio	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Limits Gain		0.75	0.8	0.3		0.3		0.75	0.8
Common-Mode Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0.433	1.1		1		5		0.433	1.1
Common-Mode Output Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$ , Limits Gain	0.3	0.7		0.6		0.1		0.3	0.7
Input Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$				17	22		11	22	
Input Capacitance	$T_A = 25^\circ\text{C}$									
LM741A	$V_S = 120\text{V}$	80	150		50	85		50	85	
	$V_S = 15\text{V}$									
	$V_S = 120\text{V}$									
LM741E	$T_A = T_{MIN}$		165							
	$T_A = T_{MAX}$		125							
	$V_S = 120\text{V}$		150							
LM741C	$T_A = T_{MIN}$		160							
	$T_A = T_{MAX}$		150							
	$V_S = 15\text{V}$		150							
LM741	$T_A = T_{MIN}$				60	100				
	$T_A = T_{MAX}$				45	75				

Note 1: The maximum junction temperature of the LM741/LM741A is  $150^\circ\text{C}$ , while that of the LM741C/LM741E is  $100^\circ\text{C}$ . For operation at elevated temperatures, devices in the TO-9 package must be derated based on a thermal resistance of  $150^\circ\text{C/W}$  junction to ambient, or  $45^\circ\text{C/W}$  junction to case. The thermal resistance of the dual in-line package is  $100^\circ\text{C/W}$  junction to ambient.

Note 2: For loads whose value is less than  $15\Omega$ , the standard maximum output voltage is equal to the supply voltage.

Note 3: Unless otherwise specified, these specifications apply for  $V_S = 15\text{V}$ ,  $-45^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$  (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to  $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$ .

Note 4: Calculated value from  $f_{BW}(\text{Min}) = 0.35 \text{ Rise Time}(\mu\text{s})$ .