Universidad Técnica de Cotopaxi

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

INGENIERIA ELECTROMECANICA

TEMA:

"Díseño y elaboración de un Módulo aplicando tecnología analógica y digital moderna para el Laboratorio de Electrónica de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi"

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

AUTORES:

Cuyo Semblantes Germán Raúl

Herrera Salazar Luis Eduardo

DIRECTOR:

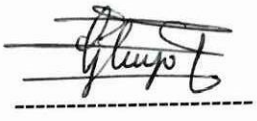
Ing. Efrén Barbosa

Latacunga - Ecuador

MARZO 2010

AUTORÍA

Los autores certifican que la investigación, redacción y elaboración del presente trabajo son de exclusiva autoría.



Cuyo Semblantes Germán Raúl

050323042-7

Herrera Salazar Luis Eduardo

050290524-3

CERTIFICACIÓN

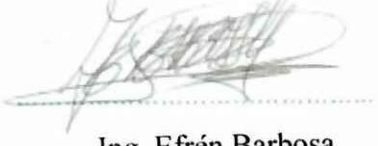
HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art.9 literal f), del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, informo que los postulantes: Cuyo Semblantes Germán Raúl y Herrera Salazar Luis Eduardo, han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: "DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN MÓDULO APLICANDO TECNOLOGÍA ANALÓGICA Y DIGITAL MODERNA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI", cumpliendo sus objetivos respectivos.

La claridad y veracidad de su contenido a más del desempeño y dedicación puesto por sus autores en cada etapa de su realización, merece especial atención y su consideración como trabajo de calidad.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa de tesis.



Ing. Efrén Barbosa
DIRECTOR DE TESIS.

AGRADECIMIENTO

Sería un ingrato si no agradeciera su apoyo a las personas que me han ayudado, por su entusiasmo y sus ánimos, poca gente tiene la suerte de poder trabajar tan estrechamente con ellos.

Gracias a mis padres por ser mis mejores amigos y permitirme que les caliente la cabeza con todas mis dificultades. Además, gracias por ser tan locamente creativos e inteligentes, y por haber implantado un poco de todas esas virtudes en mi mezcla genética.

Gracias a todos mis hermanos, Dany, Vero, David, y Fredd, por su guía y apoyo continuos en mi carrera, y también por soportar mi locura con una sonrisa.

Gratitud a todas las personas de la Universidad Técnica de Cotopaxi que estuvieron involucrados de alguna forma en el presente trabajo.

A mi compañero de Tesis.

A mis amigos y amigas por su apoyo desinteresado.

GERM@N

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Honorable Universidad Técnica de Cotopaxi por habernos permitido formar parte de su alumnado ya que gracias a ella hemos llegado a escalar un peldaño más en nuestra formación profesional

A todos los profesionales docentes, compañeros de labores y técnicos, que compartieron sus conocimientos y experiencias ampliando horizontes de sabiduría, creando conjuntamente una conciencia social.

A mis padres, hermanos y a toda mi familia que con su apoyo incondicional lograron apoyarme y darme fortaleza en los momentos difíciles.

Especialmente al Ing. Efrén Barbosa quien fue el director de este proyecto, al Msc. Bolívar Vaca nuestro asesor, y a todas las personas que estuvieron involucradas en el proceso.

Luis Herrera

DEDICATORIA

Al culminar esta etapa la cual es muy importante en mi vida, quiero dedicar este triunfo a mis padres, hermanos y familiares por tantos años de sustento y comprensión, a aquellos que han sido amigos incondicionales con quienes he compartido muchas vivencias, a mi compañero de tesis y a todos quienes me brindaron su constante apoyo y creyeron en mí. A demás quiero dedicar este trabajo a un ser muy especial que ha llegado a nuestras vidas y se ha robado el corazón de quienes la rodeamos, con su ternura e inocencia, Dana Sofía.

Luis Herrera

DEDICATORIA

A todos quienes han hecho de su vida un servicio a la humanidad, porque cada uno de ustedes decidió un día compartir ese mundo de luz con su prójimo y eligieron inmolarse en medio de los seres inconscientes, para llevarles un pequeño rayo de luz a sus obscuras conciencias, para hacer que perciban el aroma de las rosas que nacen después de las espinas, para que pudieran admirar la blancura del loto en medio de pantanos y ciénagas, son el símbolo permanente de la esperanza, un cambio en la sociedad y una nueva vida.

GERM@N

RESUMEN

El presente trabajo de investigación constituye el Diseño y Elaboración de un módulo didáctico, considerando como un aporte práctico para el laboratorio de la Unidad Académica, argumentando que un módulo didáctico es un conjunto de piezas distribuidas y colocadas en forma ordenada en una construcción de cualquier tipo, para que la enseñanza sea más fácil, ordenada y económica, específicamente los módulos electrónicos son diseñados para comprender el funcionamiento de los elementos fundamentales de la electrónica, constituye una herramienta indispensable en los laboratorios de cualquier Institución Educativa Técnica.

El presente proyecto consta de nueve placas, las mismas que en su interior poseen los elementos que se describe a continuación: resistores, capacitores, diodos de silicio, diodos de germanio, diodos zener, puentes rectificadores, reguladores de voltaje, diodos comunes y de alto brillo, displays, transistores, SCRs, DIACs, TRIACs, amplificadores operacionales, compuertas lógicas, optoacopladores, interruptores, pulsadores, micro interruptores, flip-flops, decodificadores, termistores, parlante, micrófono, relés, motor dc, multímetro, fuente variable, fuente fija, fuente negativa y un generador de pulsos.

La prestación de facilidades de este módulo es de gran importancia ya que contamos con gran variedad de elementos electrónicos comunes, no se rige a un estricto planteamiento de prácticas sino más bien, se incentiva a la experimentación con cada uno de estos componentes, contribuyendo a la formación académica.

Además tiene como fin práctico, asistir a los profesores para que impartan su cátedra y a los estudiantes para que realicen prácticas, ayudando a mejorar la situación actual, ya que hoy en día las empresas enfrentan varios retos por lo que toda institución debe tener presente la complementación de conocimientos para que sus profesionales puedan ser competitivos, desempeñando sus funciones en la empresa que lo requiera para optimizar los recursos y reducir los costos de producción.

ABSTRACT

This project investigation is the design and development of a didactic module considering this as a practical contribution to the electronic lab, arguing that a didactic module is a set of pieces distributed and placed in form ordered in a construction of any kind, so that the teaching is easier, ordinate and economic, specifically the electronic modules are designed to understand the operation of the fundamental elements of the electronics; it constitutes an indispensable tool in the laboratories of any Institution Educational Technique.

The present project consists of nine badges, the same ones that in their interior have the elements that are described next: resistors, capacitors, silicon diodes, germanium diodes, zener diodes, bridges rectifiers, voltage regulators, common diodes and high brightness, displays, transistors, SCRs, DIACs, TRIACs, operational amplifiers, logical gates, optocouplers, switches, buttons, micro switches, flip-flops, decoders, thermistors, speaker, microphone, relays, motor dc, multimeter, variable source, fixed source, negative source and pulse generator.

The provision of facilities of this module is very important because we have a variety of common electronic elements, is not subject to strict practical approach rather, it encourages experimentation with each one of these components, contributing to the academic formation.

Furthermore is practical purposes to assist teachers to teach their class and students engage in practices, helping to improve the current situation, as companies today face several challenges as every institution should have present the complementation of knowledge so that their professionals can be competitive, perform the duties required by company to optimize the resources and reduce the production costs.

CERTIFICADO

Por el presente tengo a bien certificar que la traducción al idioma Inglés del resumen de la tesis "DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN MÓDULO APLICANDO TECNOLOGÍA ANALÓGICA Y DIGITAL MODERNA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI" de los postulantes: Cuyo Semblantes Germán Raúl y Herrera Salazar Luis Eduardo, lo realizaron bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido bajo la estructura del lenguaje Inglés.

Los interesados pueden hacer uso de este certificado como mejor convenga a sus intereses.

Lic. Mayra Alpusig

C.C. 050221880-3

PROFESORA DE INGLÉS

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1.1 ELECTRÓNICA GENERAL

1.1.1 Definición.....2

1.1.2 Ventajas.....3

1.1.3 Desventajas.....3

1.1.4 Características.....4

1.2 ELEMENTOS PASIVOS

1.2.1 Generalidades.....4

1.2.2 Concepto y clasificación.....4

1.2.3 Características comunes de los componentes pasivos.....6

1.2.4 RESISTORES ELECTRÓNICOS

1.2.4.1 Generalidades.....7

1.2.4.2 Clasificación.....8

1.2.4.3 Estructura.....9

1.2.5 RESISTENCIAS FIJAS

1.2.5.1 Características de las resistencias fijas.....9

1.2.6 RESISTORES VARIABLES

1.2.6.1 Generalidades.....11

1.2.6.2 Clasificación de los resistores variables.....12

1.2.7 CAPACITORES

1.2.7.1 Generalidades.....14

1.2.7.2 Clasificación.....15

1.2.7.3 Estructura.....15

1.2.7.4 Características técnicas generales.....16

1.2.8 CAPACITOR ELECTROLÍTICO

1.2.8.1 Generalidades.....16

1.2.9 CAPACITOR CERÁMICO

1.2.9.1 Generalidades.....18

1.3 DIODOS

1.3.1 Generalidades.....20

1.3.2 Clasificación.....21

1.3.3 Estructura.....22

1.3.4 DIODO RECTIFICADOR

1.3.4.1 Generalidades.....25

1.3.5 DIODO ZENER

1.3.5.1 Generalidades.....27

1.3.6 DIODO LED

1.3.6.1 Generalidades.....28

1.4 TIRISTORES

1.4.1 DIAC

1.4.1.1 Definición.....30

1.4.1.2 Estructura.....31

1.4.1.3 Curva característica.....32

1.4.1.4 Aplicaciones.....32

1.4.2 SCR

1.4.2.1 Definición.....34

1.4.2.2 Estructura.....34

1.4.2.3 Curva característica.....35

1.4.2.4 Características generales.....36

1.4.2.5 Características estáticas.....37

1.4.2.6 Características de control.....37

1.4.2.7 Área de disparo seguro.....38

1.4.2.8 Aplicaciones del SCR.....39

1.4.3 TRIAC

1.4.3.1 Definición.....40

1.4.3.2 Estructura.....41

1.4.3.3 Métodos de disparo.....43

1.4.3.4 Formas de onda de los TRIACs.....46

1.4.3.5 Definiciones de los parámetros del TRIAC.....47

1.4.4 TRANSISTORES

1.4.4.1 Definición.....49

1.4.4.2 Estructura.....49

1.4.4.3 Curva característica del transistor.....50

1.4.4.4 Polarización de un transistor.....51

1.4.4.4.1 Polarización de Base.....51

1.4.4.4.2 Polarización de Emisor.....52

1.4.4.5 Configuraciones del transistor como amplificador.....53

1.4.4.5.1 Configuración Base Común.....53

1.4.4.5.2 Configuración Emisor Común.....54

1.4.4.5.1 Configuración colector Común.....55

1.4.5 AMPLIFICADORES OPERACIONALES

1.4.5.1 Definición.....55

1.4.5.2 Funciones del amplificador operacional.....58

1.4.5.2.1 Amplificador inversor.....59

1.4.5.2.2 Amplificador no inversor.....59

1.4.5.2.3 Amplificador seguidor.....60

1.4.5.2.4 Amplificador comparador.....60

1.4.5.2.5 Amplificador sumador.....61

1.4.5.2.6 Amplificador restador.....61

1.4.5.2.7 Amplificador integrador.....62

1.4.5.2.8 Amplificador derivador.....63

1.4.5.3 Aplicaciones prácticas.....63

1.4.6 COMPUERTAS LÓGICAS TTL

1.4.6.1 Generalidades.....64

1.4.6.2 COMPUERTA AND.....64

1.4.6.3 COMPUERTA OR.....65

1.4.6.4 COMPUERTA NOT.....66

1.4.6.5 COMPUERTA NAND.....67

1.4.6.6 COMPUERTA NOR.....68

1.4.6.7 COMPUERTA XOR.....69

1.4.7 LOS FLIP-FLOPS

1.4.7.1 Definición.....70

1.4.7.2 Señales de reloj (clock) y Flip-Flop controlados por reloj.....71

1.4.8 TRANSDUCTORES

1.4.8.1 Generalidades.....73

1.4.8.2 Características deseables de los transductores.....73

1.4.8.3 Transductor electroacústico.....74

CAPÍTULO II

2.1 GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

2.1.1 Antecedentes históricos.....75

2.1.2 Misión.....75

2.1.3 Visión.....76

2.1.4 Situación actual de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....78

2.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE ENCUESTAS

2.2.1 Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicada a los Señores Docentes de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....79

2.2.2 Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi 86

2.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 Enunciado.....97

2.3.2 Argumentación.....97

2.3.3 Decisión.....98

CAPÍTULO III

3.1 PROPUESTA FACTIBLE

3.1.1 Presentación.....99

3.1.2 Factibilidad.....100

3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.2.1 Selección de elementos.....101

3.2.2 DISEÑO DEL MÓDULO

3.2.2.1 Diseño de circuitos Impresos.....107

3.2.2.2 Diseño de Nomenclatura de placas.....109

3.2.3 COSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

3.2.3.1 Impresión.....109

3.2.3.2 Transferencia térmica.....110

3.2.3.3 Proceso de corrosión.....111

3.2.3.4 Perforación de placas.....112

3.2.3.5 Montaje y soldadura de elementos.....113

3.2.3.6 Colocación de pines.....113

3.2.3.7 Perforación de las chapas.....114

3.2.3.8 Acoplamiento de partes para complementar las placas.....114

3.2.3.9 Elaboración del chasis.....115

3.2.4 ENSAMBLAJE DEL MÓDULO

3.2.4.1 Montaje de placas terminadas al chasis.....115

3.2.4.2 Conexiones y marquillas.....116

3.2.5 PRUEBAS.....117

3.2.6 MÓDULO TERMINADO.....118

3.3 PLANTEAMIENTO DE PRÁCTICAS

3.3.1 Práctica N° 1.....120

3.3.2 Práctica N° 2.....127

3.3.3 Práctica N° 3.....132

3.3.4 Práctica N° 4.....139

3.3.5 Práctica N° 5.....144

3.3.6 Práctica N° 6.....151

3.3.7 Práctica N° 7.....157

3.4 CONCLUSIONES.....163

3.5 RECOMENDACIONES.....163

3.6 BIBLIOGRAFÍA.....164

3.7 ANEXOS.....167

3.7.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS

3.7.2 GLOSARIO DE SIGLAS

3.7.3 FORMULARIO DE ENCUESTA A DOCENTES

3.7.4 FORMULARIO DE ENCUESTA A ESTUDIANTES

3.7.5 DISEÑO DE CIRCUITOS SOFWARE PROTEUS 7.0

3.7.6 DATASHEET

INTRODUCCIÓN

Estudios recientes han mostrado, como consecuencia de la globalización, el surgimiento de nuevas tecnologías aplicadas a nivel industrial, la electrónica genera y estimula en la actualidad más del 40% de la producción mundial y del movimiento de las bolsas de valores del mundo y contribuye con más del 35% del incremento anual de la demanda de empleos, esto se debe a su bajo costo, alta fiabilidad en su funcionamiento, alarga la vida útil de las máquinas y su reparación cada día es más sencilla.

En Ecuador la carencia de investigación y experimentación en el Área Electrónica y su relación directa con los procesos industriales hace que los proyectos sean monótonos y poco confiables sabiendo que la electrónica desarrolla en la actualidad una gran variedad de tareas, tales como el control, el proceso, la distribución de información, la conversión y la distribución de la energía eléctrica.

En la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas en la Especialidad Ingeniería Electromecánica, la carencia de este laboratorio hace que sus profesionales no complementen sus conocimientos en el campo práctico, la finalidad del presente proyecto no es aplicada únicamente en los estudiantes de Ingeniería Electromecánica, sino mas bien en todos las especialidades que se relacionen con esta asignatura, tomando en cuenta la complementación de conocimientos para que sus profesionales puedan ser competitivos en su rama, desempeñando sus funciones en la empresa que lo requiera para optimizar los recursos y reducir los costos de producción.

El presente trabajo se encuentra conformado por tres capítulos: en el I se realiza una investigación para describir la fundamentación teórica de los elementos electrónicos utilizados, en el II se realiza un análisis estadístico de la situación actual de la carrera y sus estudiantes y finalmente en el capítulo III se presenta la construcción del módulo en sus diferentes etapas y una guía de prácticas para quienes estén involucrados en la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

CAPÍTULO I

1.1 ELECTRÓNICA GENERAL

HISTORIA

Desde el siglo XVIII investigadores habían descubierto que si se calienta una superficie metálica, ésta emite cargas eléctricas. Sin embargo, fue Thomas A. Edison quien volvió a experimentar con este efecto en 1883, cuando trataba de mejorar su lámpara incandescente. Este efecto, que se llamó "efecto Edison", también recibe el nombre de termiónico. Fue el mismo Edison quien inventó un dispositivo en el cual la carga eléctrica emitida por la superficie metálica caliente (llamada cátodo) es recogida por otra superficie fría (llamada ánodo), lográndose de esta forma un desplazamiento de electrones.

Edison encerró los dos electrodos, el ánodo y el cátodo, dentro de un tubo de vidrio al vacío que también utilizaba para elaborar sus lámparas de iluminación.

A finales del siglo XIX se había inventado el micrófono, que transforma una señal acústica en una eléctrica. Posteriormente, se inventó el audífono, aparato que transforma una señal eléctrica en una acústica.

En este sistema las voces se distorsionaban mucho, la energía con que se emitía la onda era pequeña. Además, el hecho de que la fracción de energía que llegaba al receptor era débil, hacía difícil su funcionamiento para distancias grandes. La solución más satisfactoria fue lograda una vez que se inventó el tubo al vacío.

En la actualidad, el transistor ha reemplazado al tubo de vacío en la mayoría de sus aplicaciones. Al incorporar un conjunto de materiales semiconductores, el transistor cumple las mismas funciones que el tubo de vacío, siendo el costo, peso y potencia son menores, y poseen una mayor fiabilidad. Los progresos subsiguientes en la tecnología de semiconductores, atribuible en parte a la intensidad de las investigaciones asociadas con la iniciativa de exploración del espacio, llevó al desarrollo, en la década de 1970, del circuito integrado. Estos dispositivos pueden contener cientos de transistores en un pequeño pedazo de material semiconductor, permitiendo la construcción de circuitos electrónicos compactos, como los de los microordenadores o microcomputadoras, equipos de sonido y vídeo, etc.

1.1.1 DEFINICIÓN

Campo de la Ingeniería y parte de la Física que estudia los cambios y los movimientos de los electrones en el vacío, en gases, en conductores o en semiconductores, cuando están sometidos a la acción de las fuerzas electromagnéticas, para la generación, transmisión, recepción y almacenamiento de información. Esta información puede consistir en audio en un receptor de radio, en una imagen de televisión, en números u otros datos en un ordenador o computadora.

Entonces se puede decir que la "Electrónica es la ciencia que estudia los fenómenos de la conducción eléctrica (movimiento de los electrones dentro de los cuerpos semiconductores o conductores) bajo ciertas condiciones".[1]

[1] GARCÍA R, Miguel. Diccionario de Ingeniería, Pág.112

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LA ELECTRÓNICA.

1.1.2 VENTAJAS

- Equipos de menor tamaño
- Alta fiabilidad.
- Debido a su integración, es más fácil almacenarlos por el espacio que ocupan.
- Posibilidad de modificar sistemas con bajo presupuesto.
- Tienen un consumo energético inferior al de otros circuitos tradicionales.
- Gran stock en el mercado.

1.1.3 DESVENTAJAS

- Los empleos se reducirían.
- Contaminación con desechos electrónicos.
- Limitación en los voltajes de funcionamiento en baja potencia.
- Dificultad en la integración de determinados componentes (bobinas, resistencias y condensadores de valores determinados)

1.1.4 CARACTERÍSTICAS:

- Continua evolución
- Espacios reducidos de trabajo
- Bajo consumo de energía
- Alta precisión en el control de procesos
- Mantenimiento de bajo costo.

1.2 ELEMENTOS PASIVOS

1.2.1 GENERALIDADES

Las aplicaciones de la electrónica consisten, básicamente, en circuitos eléctricos con dispositivos semiconductores y elementos pasivos. Los componentes semiconductores se emplean para fines de control, amplificación o rectificación. Los elementos pasivos son indispensables, ya que permiten que los dispositivos semiconductores apliquen su efecto interno a un componente externo.

Al considerar muchas aplicaciones de la electrónica, resulta sorprendente la cantidad de componentes básicos que emplean todas las diferentes clases de equipo electrónico. Cada tipo de componente tiene variaciones en cuanto a su uso específico.

1.2.2 CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

Los equipos electrónicos son sistemas técnicos complejos construidos con elementos semiconductores conectados entre sí para realizar funciones electrónicas concretas, tales como rectificación, amplificación, oscilación, conversión analógica/digital, etc.

El concepto de componente pasivo puede definirse como "elementos que no producen amplificación y que sirven para controlar la electricidad colaborando al mejor funcionamiento de los elementos activos (semiconductores)".[2]

[2] ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.22

La noción de componente implica la idea de indivisibilidad, es decir, un componente no puede ser dividido en partes sin perder su función específica. Pero el término componente se utiliza también para designar un conjunto funcional dentro de un sistema, así por ejemplo, un sintonizador es un componente de una cadena de audio o un disco duro es un componente de un ordenador, y ambos pueden descomponerse en partes más simples.

A cada componente electrónico le corresponden propiedades eléctricas y mecánicas que permiten definir con precisión su comportamiento en determinadas condiciones. Este conjunto de propiedades y condiciones es lo que constituyen las especificaciones técnicas que son utilizadas como bases o normas que permiten garantizar las características de empleo y la intercambiabilidad. Entre estas especificaciones se encuentran las dimensiones geométricas, la forma de realizar la conexión eléctrica, las características eléctricas típicas y máximas de empleo, las condiciones ambientales extremas (temperatura, humedad, etc.), la fiabilidad expresada mediante el tiempo medio hasta el fallo, y otras.

Suele encontrarse encapsulado, generalmente en un material cerámico, metálico o plástico, y consta de dos o más terminales o patillas metálicas. Se diseñan para ser conectados entre ellos, normalmente mediante soldadura, a un circuito impreso.

Según el tipo de función que desempeñan en los circuitos electrónicos, los componentes pasivos se clasifican en:

- Resistencias
- Condensadores
- Bobinas

1.2.3 CARACTERÍSTICAS COMUNES DE LOS COMPONENTES PASIVOS

Los componentes electrónicos presentan características que pueden ser definidas de forma similar. Estas características son:

- Valor nominal
- Tolerancia del valor nominal
- Estabilidad
- Coeficiente de temperatura
- Potencia nominal
- Resistencia térmica
- Temperatura máxima de trabajo
- Tensión máxima de trabajo
- Fiabilidad.

El valor nominal (resistencia, capacitancia) es un valor medio normalizado por el fabricante y está marcado sobre el cuerpo del componente mediante el código de colores o alfanumérico.

Cada valor nominal lleva asociado la tolerancia, que indica la posible máxima desviación entre el valor real y el nominal y que dependerá de la variabilidad inherente a los materiales y procesos empleados en su fabricación.

La estabilidad es la propiedad que determina la variación de los parámetros del componente (principalmente su valor nominal) con el tiempo y con el uso. Se refiere siempre a variaciones de carácter permanente. Se determina mediante la prueba de funcionamiento, generalmente de 1.000 horas de duración, en unas condiciones establecidas y controladas. Se especifica expresando la variación relativa de la característica medida antes y después de la prueba.

El coeficiente de temperatura proporciona la variación relativa del valor del componente (resistencia, capacitancia) con la temperatura.

Puede ser positivo o negativo. Puede ser un parámetro constante, variar lineal o exponencialmente.

"El coeficiente de tensión expresa la variación relativa del valor del componente con la tensión eléctrica aplicada entre sus bornes.

La potencia nominal es la máxima que puede disipar el componente en condiciones de uso normales y cuando la temperatura no supera el valor establecido. " [3]

[3] PRAT, Lluís. Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 404

La resistencia térmica de un elemento pasivo representa la capacidad de oponerse al flujo del calor. En el caso de materiales homogéneos es la razón entre el espesor y la conductividad térmica del material.

Temperatura máxima de trabajo, nos indica la cantidad de calor que puede disipar el componente en función del trabajo.

"Tensión máxima de trabajo, es la mayor tensión eléctrica que puede aplicarse al componente sin que se sobrepase la potencia nominal ni la tensión de ruptura.

Fiabilidad, es la característica que garantiza el buen funcionamiento del componente en una aplicación determinada y durante un tiempo establecido. " [4]

[4] PRAT, Lluís. Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 405

1.2.4 RESISTORES ELECTRÓNICOS

1.2.4.1 GENERALIDADES

Una resistencia o resistor es un "elemento que se opone al paso de la corriente", [5] haciendo que en sus terminales aparezca una diferencia de tensión (un voltaje).

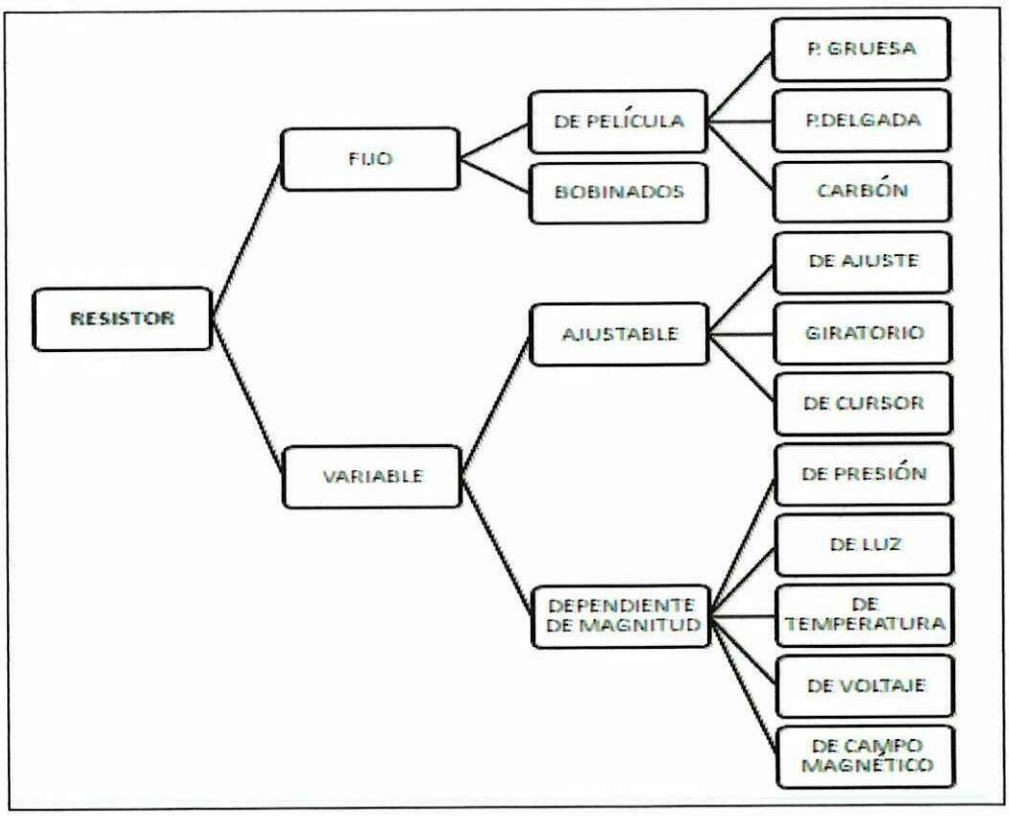
Además es una propiedad de todos los componentes de un circuito, y una magnitud esencial en electrónica.

En el Sistema Internacional de Unidades, su valor se expresa en ohmios, que se designa con la letra griega omega (Ω), aunque en electrónica se usan más frecuentemente resistores del orden de kilo-ohmios. Para su medida existen diversos métodos, entre los que se encuentra el uso de un óhmetro.

[5] ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.22

1.2.4.2 CLASIFICACIÓN

ORGANIGRAMA N° 01: CLASIFICACIÓN DE LOS RESISTORES



Fuente: MARTIN, Ricardo. Electrónica básica, Pág. 49

Elaboración: Grupo de tesis

1.2.4.3 ESTRUCTURA

Es un material formado por carbón y otros elementos resistivos para disminuir la corriente que pasa; la corriente máxima en un resistor viene condicionada por la máxima potencia que puede disipar su cuerpo. Esta potencia se puede identificar visualmente a partir del diámetro, sin que sea necesaria otra indicación. Los valores más comunes son 0,25 W, 0,5 W, 1 W, 5W, 10W y otros.
La variación de la temperatura produce una variación en la resistencia. En la mayoría de los metales aumenta su resistencia al aumentar la temperatura, por el contrario, en otros elementos, como el carbono o el germanio la resistencia disminuye.

1.2.5 RESISTENCIAS FIJAS

Son las que presentan un valor óhmico fijo.

1.2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS RESISTENCIAS FIJAS

Toda resistencia tiene tres características fundamentales: el valor nominal expresado en ohmios (Ω), la tolerancia en porcentaje (%) y la potencia en vatios (W).

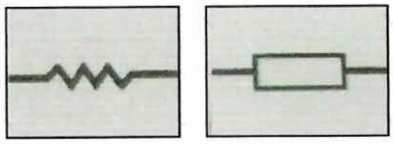
Valor nominal: Es el que indica el fabricante. Este valor normalmente es diferente del valor real, pues influyen diferentes factores de tipo ambiental o de los mismos procesos de fabricación, pues no son exactos. Suele venir indicado, con un código de colores, o bien con caracteres alfanuméricos.

Tolerancia: Debido a los factores indicados anteriormente, y en función de la exactitud que se le de al valor, se establece el concepto de tolerancia como un porcentaje (%) del valor nominal. De esta forma, sumando el resultado de aplicar el porcentaje al valor nominal, se obtiene un valor límite superior. Si por el contrario se lo resta, se obtiene un valor límite inferior. Con la tolerancia, el fabricante nos garantiza que el valor real de la resistencia va a estar siempre contenido entre éstos valores, Si esto no es así, el componente es defectuoso.

Potencia nominal: Es el valor de la potencia disipada por el resistor en condiciones normales.

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 01: RESISTENCIA



Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.520

Elaboración: Grupo de tesis

CÓDIGO DE COLORES

TABLA N° 01: CÓDIGO DE COLORES DE LAS RESISTENCIAS

Color	1era y 2da banda	3ra banda	4ta banda	
	1era y 2da cifra significativa	Factor multiplicador	Tolerancia	%
plata		0.01		+/- 10
oro		0.1		+/- 5
negro	0	x 1	Sin color	+/- 20
marrón	1	x 10	Plateado	+/- 1
rojo	2	x 100	Dorado	+/- 2
naranja	3	x 1,000		+/- 3
amarillo	4	x 10,000		+/- 4
verde	5	x 100,000		
azul	6	x 1,000,000		
violeta	7			
gris	8	x 0.1		
blanco	9	x 0.01		

Fuente: www.unicrom.com/TuT_codigocolores.asp

Elaboración: Grupo de tesis

1.2.6 RESISTORES VARIABLES

1.2.6.1 GENERALIDADES

Son los que poseen un valor óhmico que se puede variar modificando la posición de un contacto deslizante, ó varían su valor óhmico en función de la estimulación que reciben de un factor externo.

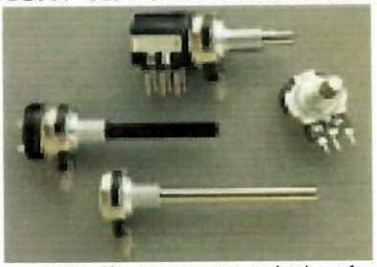
Este tipo de resistores presentan la particularidad de que su valor puede modificarse. Para variar el valor óhmico disponen de un cursor metálico que se desliza sobre el cuerpo del componente, de tal forma que la resistencia eléctrica entre sus terminales dependerá de la posición que ocupe el cursor. En esta categoría cabe distinguir la siguiente clasificación:

Resistencias ajustables: Disponen de tres terminales, dos extremos (fijos) y uno común (variable), pudiendo variarse la resistencia (hasta su valor máximo), entre el común y cualquiera de los dos extremos. Son de baja potencia nominal.

Resistencia variable (potenciómetro): Su estructura es semejante a la de los resistores ajustables, aunque la disipación de potencia es considerablemente superior. Se utilizan básicamente para el control exterior de circuitos complejos.

Los potenciómetros pueden variar su resistencia de forma lineal (potenciómetros lineales) o exponencial (potenciómetros logarítmicos).

FIG. N° 01: POTENCIÓMETROS

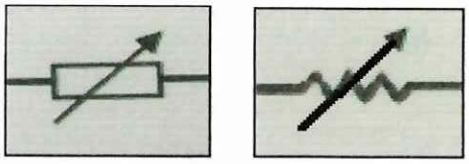


Fuente: www.piher-nacesa.com/es/product.htm

Elaboración: Grupo de tesis

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 02: RESISTENCIA VARIABLE



Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.520

Elaboración: Grupo de tesis

1.2.6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESISTORES VARIABLES DEPENDIENDO DE LA MAGNITUD

En el grupo de resistores especiales existe una variedad de componentes resistivos no lineales que modifican su valor óhmico en función de algún factor externo: temperatura, tensión aplicada, luminosidad incidente.

Los principales tipos son:

- **Termistores:** Son de mediana estabilidad y bajo precio. Se suelen fabricar a partir de elementos o materiales semiconductores. Los termistores o resistores variables con la temperatura se clasifican en dos categorías:

  - **NTC (Negative Thermistor Coeficient):** Posee un coeficiente de temperatura negativo. La resistencia eléctrica del componente disminuye al aumentar la temperatura.

  - **PTC (Positive Thermistor Coeficient):** En este caso el coeficiente de temperatura es positivo. La resistencia eléctrica del componente aumenta al hacerlo la temperatura.

Características de los termistores:

a. **Tolerancia sobre la resistencia nominal:** Es la desviación máxima entre la resistencia nominal del termistor y la resistencia real a la temperatura de 25 °C.
b. **Coeficiente de temperatura nominal:** Valor del coeficiente de temperatura a 25 °C, expresado en tanto por ciento por grado centígrado.
c. **Temperatura de conmutación:** Temperatura para la cual el valor de la resistencia eléctrica es igual al doble de la que corresponde a 25 °C.
d. **Factor de disipación térmica (C):** Se define como la potencia necesaria para elevar la temperatura del termistor en 1° C en aire calmado.
e. **Relación Tensión-Intensidad:** Cuando crece la intensidad de corriente que atraviesa a un termistor, la tensión entre sus extremos se mantiene proporcional hasta alcanzar un cierto valor que corresponde al comienzo del calentamiento del termistor. La variación súbita en el valor máximo de la tensión se denomina vuelco.
f. **Potencia disipada:** Coincide con el producto de la tensión aplicada al termistor por la intensidad de la corriente eléctrica que lo atraviesa en ese instante.

- **Varistores, VDR (Voltage Depended Resitor):** Son resistencias cuyo valor óhmico depende de la tensión. Mientras mayor es la tensión aplicada en sus extremos, menor es el valor de la resistencia del componente.

- **Magnetoresistores, MDR (Magnetic Depended Resistor):** El valor óhmico aumenta en función del campo magnético aplicado perpendicularmente a su superficie. Es decir la resistencia varía en función de la dirección del campo magnético.

- **Fotoresistores, LDR (Light Depended Resistor):** El valor óhmico del componente disminuye al aumentar la intensidad de luz que incide sobre el componente.

1.2.7 CAPACITORES

1.2.7.1 GENERALIDADES

Estos componentes operan a altas frecuencias, por lo que deben presentar bajas inductancias y pérdidas. En términos generales, se pueden utilizar capacitores con dieléctrico plástico o cerámico, dependiendo de la aplicación.

"Un condensador o capacitador es un dispositivo que almacena energía eléctrica, es un componente pasivo." [6]

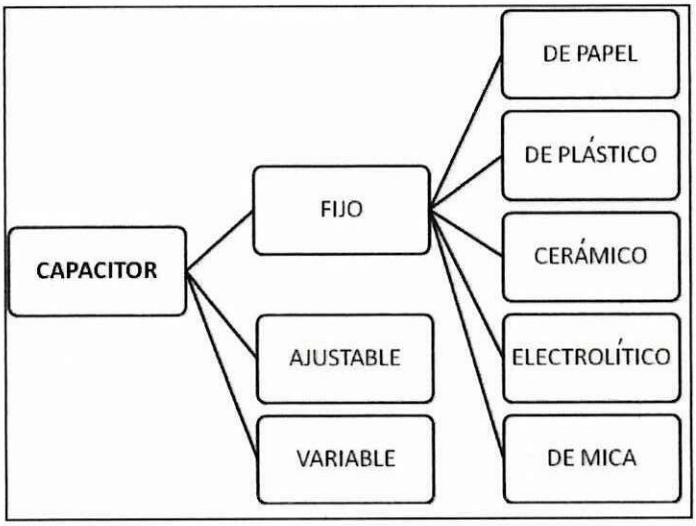
[6] http://www.wikiciencia.org/electronica/rlc/capacitores/index.php

Los capacitores pueden conducir corriente continua durante sólo un instante (por lo cual podemos decir que los capacitores, para las señales continuas, se comportan como un cortocircuito), aunque funcionan bien como conductores en circuitos de corriente alterna.

Es por esta propiedad que los convierte en dispositivos muy útiles cuando se debe impedir que la corriente continua entre a determinada parte de un circuito eléctrico, cuando se desea que pase la corriente alterna.

1.2.7.2 CLASIFICACIÓN

ORGANIGRAMA N° 02: CLASIFICACIÓN DE LOS CAPACITORES



Fuente: MARTIN, Ricardo. Electrónica básica, Pág. 54

Elaboración: Grupo de tesis

1.2.7.3 ESTRUCTURA

Está formado por un par de superficies conductoras en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra), en forma de tablas, esferas o láminas, separados por un material dieléctrico (siendo este utilizado en un condensador para disminuir el campo eléctrico, ya que actúa como aislante) o por el vacío, que sometidos a una diferencia de potencial (d.d.p.) adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de las placas y negativa en la otra (siendo nula la carga total almacenada).

La carga almacenada en una de las placas es proporcional a la diferencia de potencial entre esta placa y la otra, siendo la constante de proporcionalidad la llamada capacidad o capacitancia. En el Sistema internacional de unidades se mide en Faradios (F), siendo (1) faradio la capacidad de un condensador en el que, sometidas sus armaduras a una d.d.p. de (1) voltio, estas adquieren una carga eléctrica de (1) culombio.

La capacidad de 1 faradio es mucho más grande que la de la mayoría de los condensadores, por lo que en la práctica se suele indicar la capacidad en micro- $\mu F = 10^{-6}$, nano- $nF = 10^{-9}$ y pico- $pF = 10^{-12}$ -faradios.

1.2.7.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

Capacidad nominal.- Se marca en el cuerpo del componente mediante un código de colores o directamente con su valor numérico.

Tolerancia.- Diferencia entre las desviaciones, de capacidad, superior o inferior según el fabricante.

Tensión nominal.- Es la tensión que el condensador puede soportar de manera continua sin sufrir deterioro, tensión para la cual fue diseñada.

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 03: CAPACITORES

Electrolítico

Cerámico

Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.512

Elaboración: Grupo de tesis

1.2.8 CAPACITOR ELECTROLÍTICO

1.2.8.1 GENERALIDADES

A diferencia de los capacitores comunes, los capacitores electrolíticos se han desarrollado para lograr grandes capacidades en dimensiones físicas reducidas.

Este capacitor se obtiene con un dieléctrico especial. La capacidad de un condensador se rige por la ecuación:

$$C = EA / d$$

Donde:

A = superficie

d = distancia de separación entre placas

E = constante dieléctrica

Si el valor de la constante dieléctrica (E) aumenta, también aumenta la capacitancia del capacitor. Este dieléctrico es un electrolito constituido por óxido de aluminio impregnado en un papel absorbente. Cuando se fabrica el capacitor electrolítico, se arrollan dos láminas de aluminio, separadas por un papel absorbente impregnado con el electrolito. Después se hace circular una corriente entre las placas, con el propósito de provocar una reacción química que creará una capa de óxido de aluminio que será el dieléctrico (aislante).

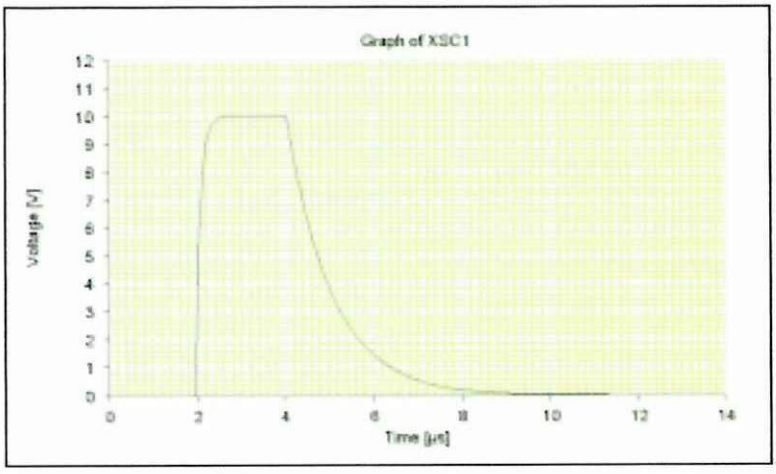
Físicamente consta de un tubo de aluminio cerrado, dentro del cual se halla el capacitor. Está provisto de una válvula de seguridad que se abre en caso de que el electrolito entre en ebullición y evite el riesgo de explosión.

El capacitor electrolítico es un elemento polarizado, por lo que sus terminales no pueden ser invertidas. Generalmente el signo de polaridad viene indicado en el cuerpo del capacitor.

El inconveniente que tienen estos capacitores es que la tensión permitida entre sus terminales no es muy alta. Si fuera necesario cambiar un capacitor por estar dañado, se tendría que buscar uno de la misma capacidad y con una tensión igual o mayor al del capacitor dañado, pero no se recomienda utilizar un capacitor de tensión (dato de fábrica) muy superior al dañado pues, un condensador que recibe una tensión mucho menor que para la que fue diseñado, siente que no estuvo polarizado en corriente continua y la capa de óxido de aluminio disminuye hasta que el elemento falla.

Si el período de almacenamiento antes de usarlo es muy largo, al no recibir tensión, pierde sus propiedades dieléctricas (se reduce la capa de óxido de aluminio). Es bueno tomar en cuenta la fecha de fabricación.

FIG. N° 02: CURVA CARACTERÍSTICA DEL CAPACITOR



Fuente: www.electronicacompleta.com/lecciones/el-capacitor

Elaboración: Grupo de tesis

1.2.9 CAPACITOR CERÁMICO

1.2.9.1 GENERALIDADES

Son capacitores en los cuales las inductancias parásitas y las pérdidas son nulas. La constante dieléctrica de estos elementos es alta (de 1000 a 10,000 veces la del aire).

Algunos tipos de cerámica permiten una alta permitividad y se alcanza altos valores de capacitancia en tamaños pequeños, pero tienen el inconveniente que son muy sensibles a la temperatura y a las variaciones de voltaje.

Hay otros tipos de cerámica que tienen un valor de permitividad menor, pero que su sensibilidad a la temperatura, voltaje y el tiempo es despreciable.

Estos capacitores son de tamaño mayor que los convencionales de cerámica. Se fabrican en valores de fracciones de pico-Faradios hasta nano-Faradios

TABLA N° 02: CÓDIGO DE COLORES DE LOS CAPACITORES

Color	1ra y 2da banda	3era banda	Tolerancia		Tensión
	1era y 2da cifra significativa	Factor multiplicador	para C > 10 pF	para C < 10 pF	
Negro		X 1	+ / - 20%	+ / - 1 pF	
Marrón	1	X 10	+ / - 1%	+ / - 0.1 pF	100 V
Rojo	2	X 100	+ / - 2%	+ / - 0.25 pF	250 V
Naranja	3	X 10^3			
Amarillo	4	X 10^4			400 V
Verde	5	X 10^5	+ / - 5%	+ / - 0.5 pF	
Azul	6	X 10^6			630 V
Violeta	7				
Gris	8				
Blanco	9		+ / - 10%		

Fuente: www.unicrom.com/Tut_codigocolores_condensadores.asp

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 03: CÓDIGO 101 DE LOS CAPACITORES

Tercer número	Factor de multiplicación
0	1
1	10
2	100
3	1000
4	10000
5	100000
6	
7	
8	0.01
9	0.1

Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.69

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 04: TOLERANCIA DEL CÓDIGO 101 DE LOS CAPACITORES

Letra	Tolerancia
D	+/- 0.5 pF
F	+/- 1%
G	+/- 2%
H	+/- 3%
J	+/- 5%
K	+/- 10%
M	+/- 20%
P	+100% ,-0%
Z	+80%, -20%

Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.69

Elaboración: Grupo de tesis

1.3 DIODOS

1.3.1 GENERALIDADES

Un diodo (del griego "dos caminos") es un "dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una dirección esto es de Ánodo (A) a Cátodo (k), con características similares a un interruptor." [7]

[7] ORTS, S. SALES, G. SÁNCHEZ, C. SEGUÍ, S. Electrónica de Potencia, Pág.100

Un diodo es un elemento cuya conductividad es menor que la de un conductor y mayor que la de un aislante. El grado de conducción de cualquier sustancia depende, fundamentalmente, del número de electrones libres que contenga. En un conductor esta cantidad es grande y en un semiconductor pequeño es insignificante. El número de electrones libres de un semiconductor depende de los siguientes factores: calor, luz, campo electro-magnético aplicado y cantidad de impurezas presentes en la sustancia.

De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (región inversa), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña (región directa).

Debido a este comportamiento, se les suele denominar rectificadores, ya que son dispositivos capaces de suprimir la parte negativa de cualquier señal senoidal, como paso inicial para convertir una corriente alterna en corriente continua.

Los primeros diodos fueron válvulas grandes bulbos o tubos de vacío, también llamadas válvulas termoiónicas constituidas por dos electrodos en un tubo de cristal introducidos al vacío, con un aspecto similar al de las lámparas incandescentes.

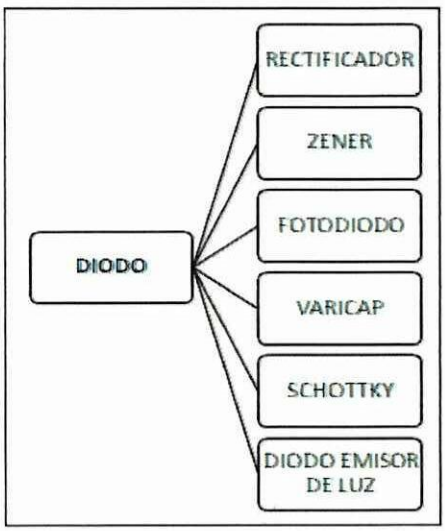
El invento fue realizado en 1904 por John Ambrose Fleming, de la empresa Marconi, basándose en observaciones realizadas por Thomas Alva Edison, al igual que las lámparas incandescentes, los tubos de vacío tienen un filamento (el cátodo) a través del que circula la corriente, calentándolo por el efecto denominado Joule.

El filamento está tratado con óxido de bario, de modo que al calentarse emite electrones al vacío circundante, electrones que son conducidos electrostáticamente hacia una placa característica curvada por un muelle, está cargada positivamente (ánodo), de esta manera se produce la conducción de electrones. Evidentemente, si el cátodo no se calienta, no podrá ceder electrones.

Por esta razón los circuitos que utilizan válvulas de vacío requieren un tiempo para que se calienten antes de funcionar y debido a este incremento de temperatura se deterioran con facilidad.

1.3.2 CLASIFICACIÓN

ORGANIGRAMA N° 03: CLASIFICACIÓN DEL DIODO



Fuente: MARTIN, Ricardo. Electrónica básica, Pág. 12

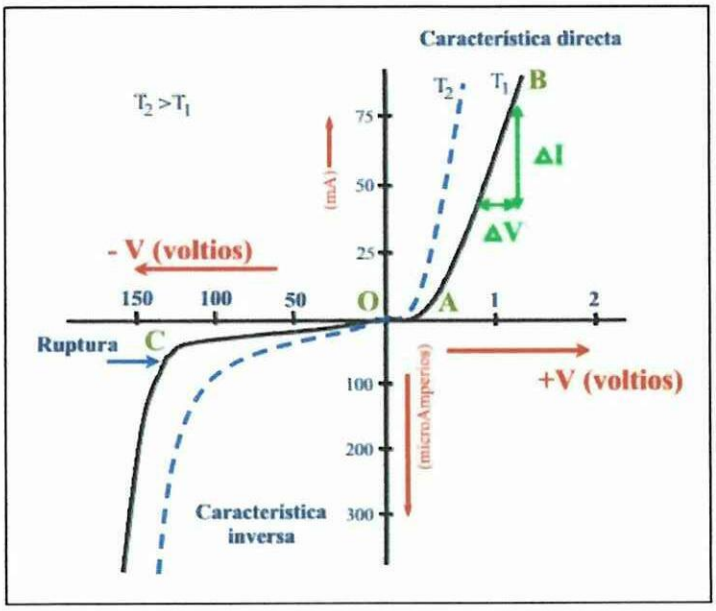
Elaboración: Grupo de tesis

1.3.3 ESTRUCTURA

Un diodo está compuesto por la unión de dos materiales semiconductores, uno tipo "P" y otro tipo "N". Los semiconductores en su estado natural son aislantes debido a que sus átomos están unidos por enlaces covalentes y sus electrones no tienen movilidad. Cuando un material semiconductor se dopa o contamina con pequeñas cantidades de impurezas adecuadas, generan cargas libres que permiten cierta movilidad a los electrones. Si las impurezas añadidas originan cargas negativas o electrones libres, el semiconductor se denomina tipo "N" y en el caso contrario, cuando aparecen cargas positivas o huecos, el semiconductor es del tipo "P".

Cuando la unión P-N esta inversamente polarizada, el campo eléctrico aplicado aleja a las cargas libres de la unión, impidiendo que ésta sea atravesada por los electrones. Si la polarización es directa, las cargas se aproximan a la unión, por lo que puede ser franqueada fácilmente por las cargas eléctricas.

FIG. N° 03: CURVA CARACTERÍSTICA DEL DIODO



Fuente: FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Pág. 24

Elaboración: Grupo de tesis

Tensión umbral, de codo o **de partida** (V_Γ).

La tensión umbral (barrera de potencial) en polarización directa coincide con en valor la tensión de la zona de carga espacial del diodo no polarizado. Al polarizar directamente el diodo, la barrera de potencial inicial se reduce, incrementando la corriente ligeramente, alrededor del 1% del valor nominal. Sin embargo, cuando la tensión externa supera la tensión umbral, la barrera de potencial desaparece, de forma que para pequeños incrementos de tensión se producen grandes variaciones de la intensidad de corriente.

Corriente máxima (I_{max}).

Es la intensidad de corriente máxima que puede conducir el diodo sin fundirse por el efecto Joule. Esta actúa en función de la cantidad de calor que puede disipar el diodo, depende sobre todo del diseño del mismo.

Corriente inversa de saturación (I_S).

Es la corriente que se establece al polarizar inversamente el diodo por la formación de pares electrón-hueco debido a la temperatura, considerando que se duplica por cada incremento de 10° C en la temperatura.

Corriente superficial de fugas.

Es la corriente que circula por la superficie del diodo, esta corriente se genera en función de la tensión aplicada al diodo, por lo que al aumentar la tensión, aumenta la corriente superficial de fugas.

Tensión de ruptura (V_r).

Es la tensión inversa máxima que el diodo puede soportar antes de producirse el efecto avalancha.

Teóricamente, al polarizar inversamente el diodo, este conducirá la corriente inversa de saturación; en la realidad, a partir de un determinado valor de la tensión, en el diodo normal o de unión abrupta la ruptura se debe al efecto avalancha; no obstante hay otro tipo de diodos, como los Zener, en los que la ruptura puede deberse a dos efectos descritos a continuación:

Efecto avalancha (diodos poco dopados). En polarización inversa se generan pares electrón-hueco que provocan la corriente inversa de saturación; si la tensión inversa es elevada los electrones se aceleran incrementando su energía cinética de forma que al chocar con electrones de valencia pueden provocar el salto a la banda de conducción. Estos electrones liberados, a su vez, se aceleran por efecto de la tensión, chocando con más electrones de valencia y liberándolos a su vez. El resultado es la avalancha de electrones que provoca una corriente grande. Este fenómeno se produce para valores de tensión superiores a 6 V.

Efecto Zener (diodos muy dopados). Cuanto más dopado está el material, menor es la anchura de la zona de carga. Puesto que el campo eléctrico (E) puede expresarse como cociente de la tensión (V) entre la distancia (d); cuando el diodo está muy dopado, y por tanto (d) es reducido, en este caso el campo eléctrico es grande, en el orden de $3 \cdot 10^5$ V/cm. En estas condiciones, el propio campo puede ser capaz de arrancar electrones de valencia incrementándose la corriente. Este efecto se produce para tensiones de 4 V o menores.

1.3.4 DIODO RECTIFICADOR

1.3.4.1 GENERALIDADES

Un diodo rectificador es uno de los dispositivos de la familia de los diodos más sencillos. El nombre "diodo rectificador" procede de su aplicación, la cual consiste en separar los ciclos positivos de una señal de corriente alterna.

Si se aplica al diodo una tensión, de corriente alterna durante las fracciones de ciclos positivos, se polariza en forma directa; de esta manera, permite el paso de la corriente eléctrica de Ánodo a Cátodo.

Pero durante las fracciones de ciclos negativos el diodo se polariza de manera inversa; con ello, evita el paso de la corriente en tal sentido.

Durante la fabricación de los diodos rectificadores, se consideran tres factores: la frecuencia máxima en que realizan correctamente su función, la corriente máxima en que pueden conducir en sentido directo y las tensiones directa e inversa máximas que soportarán.

Una de las aplicaciones clásicas de los diodos rectificadores, es aprovechada en fuentes de alimentación; convierten una señal de corriente alterna en otra de corriente directa.

Su construcción está basada en la unión PN siendo su principal aplicación la de rectificación. Este tipo de diodos (normalmente de silicio) soportan elevadas temperaturas (hasta 200°C en la unión), siendo su resistencia baja y la corriente en tensión inversa pequeña.

Gracias a esto se pueden construir diodos de pequeñas dimensiones para potencias relativamente grandes, sustituyendo así a los diodos termoiónicos desde hace tiempo. Sus aplicaciones van desde elemento indispensable en fuentes de alimentación de uso general, aparatos de uso médico e industrial, donde deben rectificar tensiones altísimas.

En fuentes de alimentación se utilizan diodos formando la configuración tipo puente (con cuatro diodos en sistemas monofásicos), o utilizando los puentes integrados que a tal efecto se fabrican y que simplifican el proceso de diseño de placas de circuito impreso.

Los distintos encapsulados de estos diodos dependen del nivel de potencia que puedan disipar. Para baja potencia se emplean encapsulados de plástico, para alta potencia el encapsulado es metálico y en potencias elevadas es necesario que el encapsulado tenga previsto una rosca para fijarlo a un radiador y así ayudar al diodo a disipar el calor producido por altas corrientes.

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 04: DIODO

Fuente: FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Pág. 25

Elaboración: Grupo de tesis

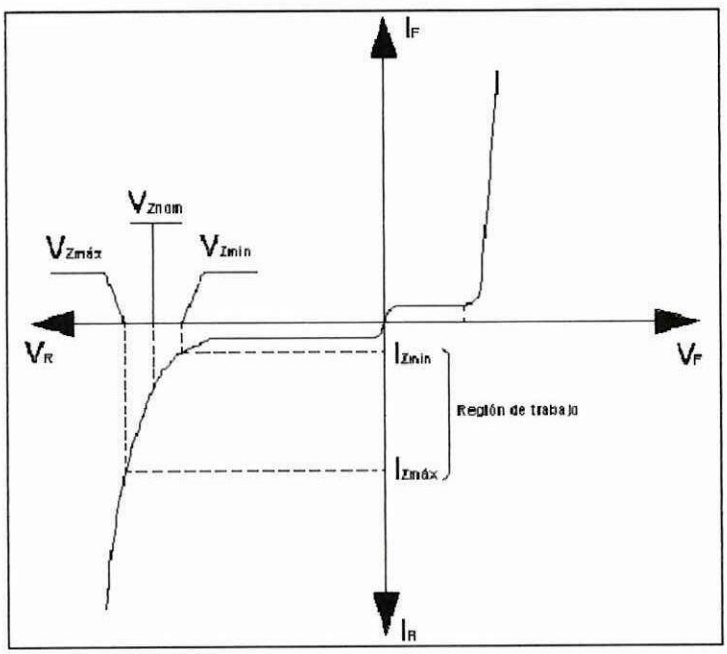
1.3.5 DIODO ZENER

1.3.5.1 GENERALIDADES

Se emplean para producir entre sus extremos una tensión constante e independiente de la corriente que lo atraviesa según sus especificaciones. Para conseguir esto se aprovecha la propiedad que tiene la unión PN cuando se polariza inversamente al llegar a la tensión de ruptura (tensión de Zener), la intensidad inversa del diodo sufre un aumento brusco.

Para evitar la destrucción del diodo por la avalancha producida por el aumento de la intensidad se coloca en serie una resistencia que limita dicha corriente. Se producen desde 3,3v y con una potencia mínima de 250mW. Los encapsulados pueden ser de plástico o metal según la potencia a disipar.

FIG. N° 04: CURVA CARACTERÍSTICA DE UN DIODO ZENER



Fuente: www.electronicafacil.net/tutoriales/Funcionamiento-del-diodo.html

Elaboración: Grupo de tesis

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 05: DIODO ZENER

Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.514

Elaboración: Grupo de tesis

1.3.6 DIODO LED

1.3.6.1 GENERALIDADES

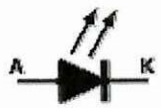
"Diodo emisor de luz, también conocido como LED (acrónimo del inglés de Light-Emitting Diode) es un dispositivo semiconductor que emite luz de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia." [8]

[8] BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 40

El color (longitud de onda), depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, visible e infrarrojo. Los diodos que emiten luz ultravioleta también reciben el nombre de UV LED (UltraViolet Light-Emitting Diode) y los que emiten luz infrarroja suelen recibir la denominación de IRED (Infra-Red Emitting Diode).

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 06: DIODO LED



Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.514

Elaboración: Grupo de tesis

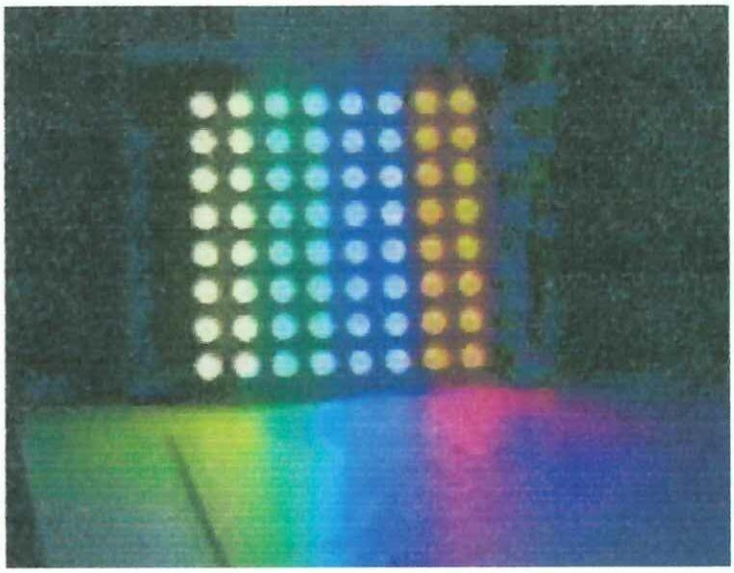
TABLA N° 05: VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO DEL DIODO LED

COLOR	TENSIÓN EN DIRECTO
Rojo	1,7v
Naranja	2,0v
Amarillo	2,5v
Verde	2,5v
Blanco	3,0v
Azul	4,0v

Fuente: www.electronred.iespana.es/diodo.htm

Elaboración: Grupo de tesis

FIG. N° 05: MATRIZ DE DIODOS-LED



Fuente: www.wikipedia/commons/2/21/3/_color_LEDS.jpg

Elaboración: Grupo de tesis

1.4 TIRISTORES

"Tiristor es el nombre genérico que se da a una familia de semiconductores construidos con cuatro o más capas de material semiconductor y tres o más junturas PN. El más sencillo de ellos es el diodo PNPN . Aunque a la familia de semiconductores de cuatro capas se les llama Tiristor, es el SCR al que normalmente se le aplica el nombre de Tiristor, siendo también el más usado y desarrollado." [9]

[9] GUALDA, Juan. MARTÍNEZ, Salvador. Electrónica de Potencia, Pág. 124

Los tres tiristores más importantes:

- DIAC (Diode Alternative Current).
- SCR (Silicon Controlled Rectifier).
- TRIAC (Triode for Alternative Current).

1.4.1 DIAC

1.4.1.1 DEFINICIÓN.

El DIAC (Diode Alternative Current) es un "dispositivo bidireccional simétrico (sin polaridad) con dos electrodos principales: MT1 y MT2, y ninguno de control." [10] Es un componente electrónico que está preparado para conducir en los dos sentidos de sus terminales, por ello se le denomina bidireccional, siempre que se llegue a su tensión de cebado o de disparo.

[10] ORTS, S. SALES, G. SÁNCHEZ, C. SEGUÍ, S. Electrónica de Potencia ia, Pág.107

SÍMBOLO:

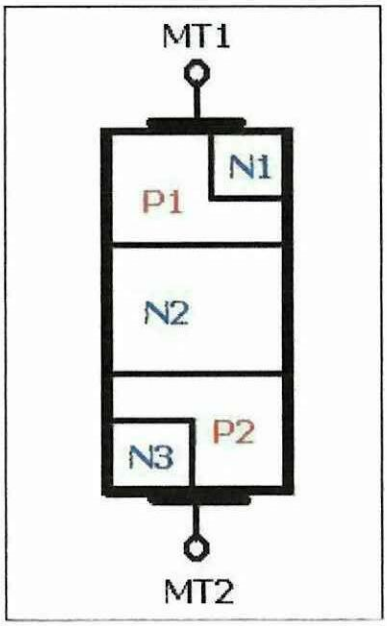
SÍMBOLO N° 07: DIAC

Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.514

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.1.2 ESTRUCTURA.

FIG. N° 06: ESTRUCTURA DEL DIAC

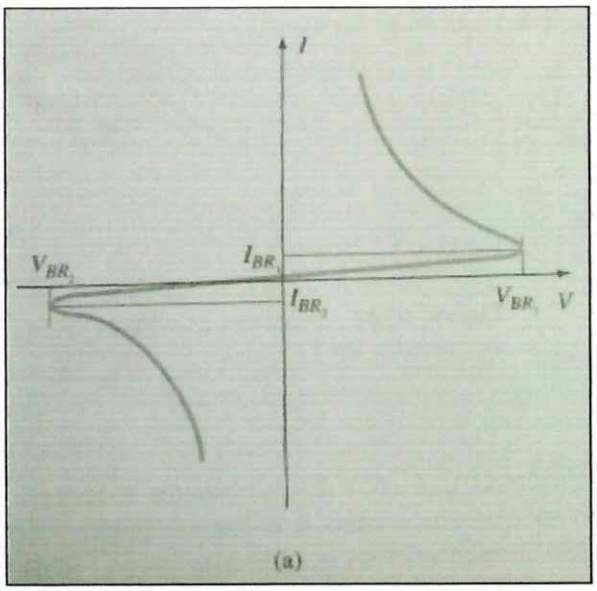


Fuente: FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Pág. 567

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.1.3 CURVA CARACTERÍSTICA Y FUNCIONAMIENTO.

FIG. N° 07: CURVA CARACTERÍSTICA DE DIAC



Fuente: BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 938

Elaboración: Grupo de tesis

En la curva característica tensión-corriente se observa que:

- $V(+ \text{ ó } -) < V_{BR1}$, el elemento se comporta como un circuito abierto.
- $V(+ \text{ ó } -) > V_{BR1}$, el elemento se comporta como un cortocircuito.

Hasta que la tensión aplicada entre sus extremos supera la tensión de disparo V_{BR1}; la intensidad que circula por el componente es muy pequeña. Al superar dicha tensión la corriente aumenta bruscamente, disminuyendo como consecuencia la tensión.

1.4.1.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y APLICACIONES.

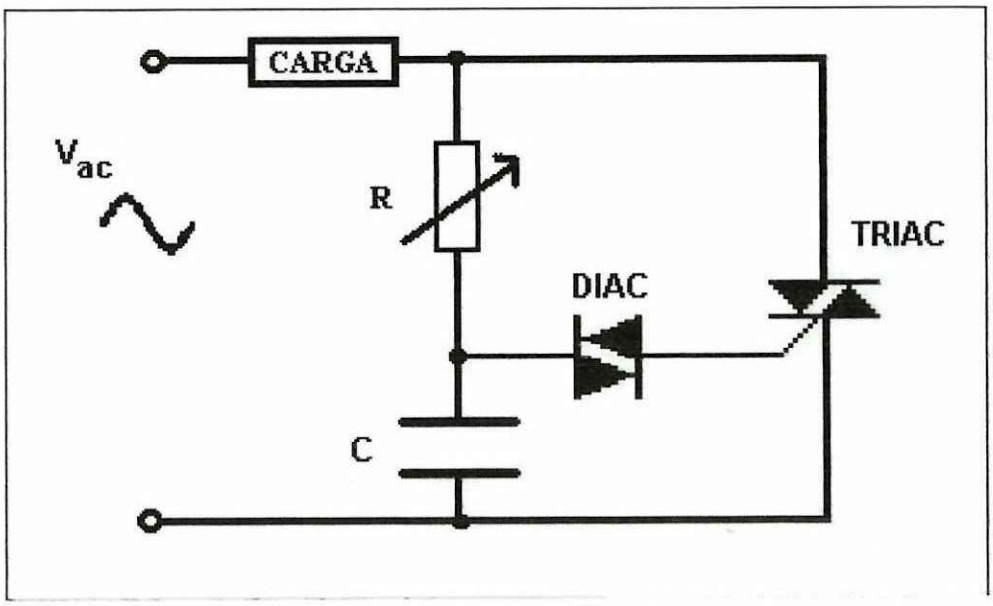
Se emplea normalmente en circuitos que realizan el control de fase de la corriente del TRIAC, de forma que solo se aplica tensión a la carga durante una fracción de ciclo de la corriente alterna.

Estos sistemas se utilizan para el control de iluminación con intensidad variable, calefacción eléctrica con regulación de temperatura y controles de velocidad de motores.

La forma más simple de utilizar estos controles es empleando el circuito representado en la siguiente figura, en el que la resistencia variable R carga al condensador C hasta que se alcanza la tensión de disparo del DIAC, produciéndose a través de él la descarga de C, cuya corriente alcanza la puerta del TRIAC y conduce. Este mecanismo se produce en el semiciclo positivo y en el negativo.

El momento del disparo podrá ser ajustado con el valor de R variando como consecuencia el tiempo de conducción del TRIAC y, por tanto, el valor de la tensión media aplicada a la carga, obteniéndose un simple pero eficaz control de potencia.

FIG. N° 08: DISPARO DE TRIAC MEDIANTE UN DIAC.



Fuente: BATES, David. MALVINO, Albert. Principios de Electrónica, Pág. 515

Elaboración: Grupo de tesis

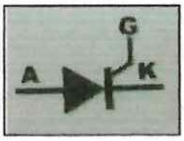
1.4.2 SCR

1.4.2.1 DEFINICIÓN.

"El SCR (Silicon Controlled Rectifier o Rectificador Controlado de Silicio), es un dispositivo semiconductor biestable formado por tres uniones PN con la disposición PNPN. Consta de tres terminales, llamados Ánodo, Cátodo y Puerta." [11] La conducción entre ánodo y cátodo es controlada por el terminal de puerta. Es un elemento unidireccional (sentido de la corriente es único), conmutador casi ideal, rectificador y amplificador a la vez.

[11] MALONEY, Timothy. Electrónica Industrial Moderna, Pág. 162

SÍMBOLO N° 08: SCR.

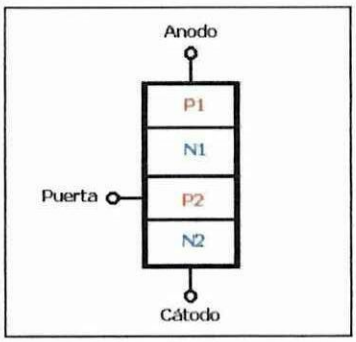


Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.521

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.2.2 ESTRUCTURA.

FIG. N° 09: ESTRUCTURA BÁSICA DEL SCR.



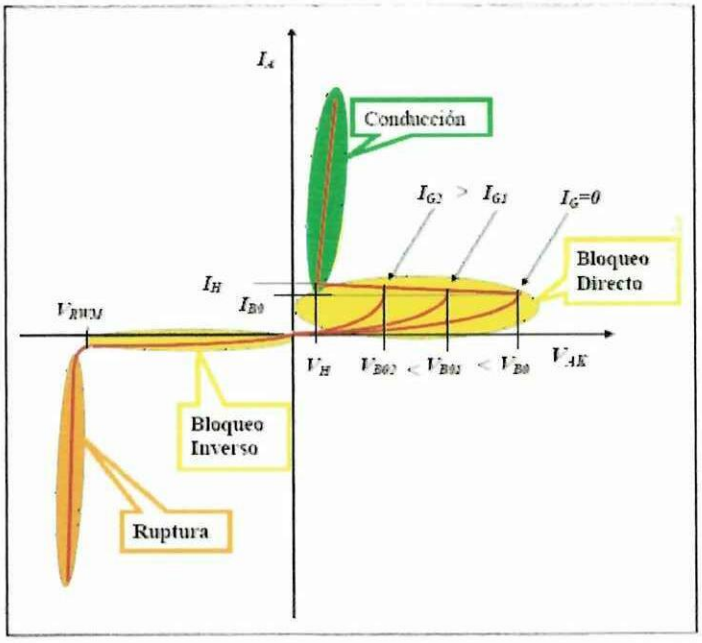
Fuente: FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Pág. 558

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.2.3 CURVA CARACTERÍSTICA Y FUNCIONAMIENTO.

La curva característica del SCR es la representada en la siguiente figura:

FIG. N° 10: CURVA CARACTERÍSTICA DEL SCR.



Fuente: FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Pág. 559

Elaboración: Grupo de tesis

En la figura se muestra la curva característica típica de un tiristor SCR, representándose la corriente de ánodo (I_A) en función de la tensión aplicada entre ánodo y cátodo (V_{AK}). Cuando la tensión V_{AK} es nula, también lo es la intensidad de corriente I_A. Al aumentar dicha tensión en sentido directo, con corriente de puerta nula, si se supera la tensión V_{B0}, la transición de estado OFF a ON deja de ser controlada. Si se desea que el paso al estado "ON" se realice para tensiones V_{AK} inferiores a V_{B0}, será necesario dotar al dispositivo de la corriente de puerta (I_G) adecuada para que dicha transición se realice cuando la intensidad de ánodo supere la intensidad de enganche (I_H).

Por el contrario, si el dispositivo esta en conducción, la transición al estado "OFF" se produce cuando la corriente de ánodo caiga por debajo de la intensidad de corriente de mantenimiento (I_H).

Tanto para el estado de bloqueo directo, como para el estado de polarización inversa, existen pequeñas corrientes de fugas. Cuando se polariza inversamente se observa una débil corriente inversa (de fuga) hasta que alcanza el punto de tensión inversa máxima que provoca la destrucción del mismo.

El SCR es, por tanto, un dispositivo conductor solo en el primer cuadrante, en el cual el disparo se provoca por:

- Tensión suficientemente elevada aplicada entre ánodo y cátodo,
- Intensidad en la puerta. Se puede controlar así la tensión necesaria entre ánodo y cátodo para la transición OFF-ON, usando la corriente de puerta adecuada.

1.4.2.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES.

- Interruptor casi ideal.
- Soporta tensiones altas.
- Es capaz de controlar grandes potencias.
- Fácil controlabilidad.
- Rapidez en el switcheo.
- Alta velocidad de recuperación.

1.4.2.5 CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS.

Las características estáticas corresponden a la región ánodo - cátodo y son los valores máximos que colocan al elemento en el límite de sus posibilidades:

- Tensión inversa de pico de trabajo.....: V_{RWM}
- Tensión directa de pico repetitiva.....: V_{DRM}
- Tensión directa.....: V_T
- Corriente directa media.....: I_{TAV}
- Corriente directa eficaz.....: I_{TRMS}
- Corriente directa de fugas.....: I_{DRM}
- Corriente inversa de fugas.....: I_{RRM}
- Corriente de mantenimiento.....: I_H

Las características térmicas a tener en cuenta al trabajar con tiristores son:

- Temperatura de la unión.....: T_j
- Temperatura de almacenamiento.....: T_{stg}
- Resistencia térmica contenedor-disipador.....: R_{c-d}
- Resistencia térmica unión-contenedor.....: R_{j-c}
- Resistencia térmica unión-ambiente.....: R_{j-a}
- Impedancia térmica unión-contenedor.....: Z_{j-c}

1.4.2.6 CARACTERÍSTICAS DE CONTROL.

Corresponden a la región puerta-cátodo y determinan las propiedades del circuito de mando que responde mejor a las condiciones de disparo. Los fabricantes definen las siguientes características:

- Tensión directa máx. .....: V_{GFM}
- Tensión inversa máx. .....: V_{GRM}
- Corriente máxima.....: I_{GM}
- Potencia máxima.....: P_{GM}
- Potencia media.....: P_{GAV}
- Tensión puerta-cátodo para el encendido.....: V_{GT}
- Tensión residual máxima que no enciende ningún elemento.....: V_{GNT}

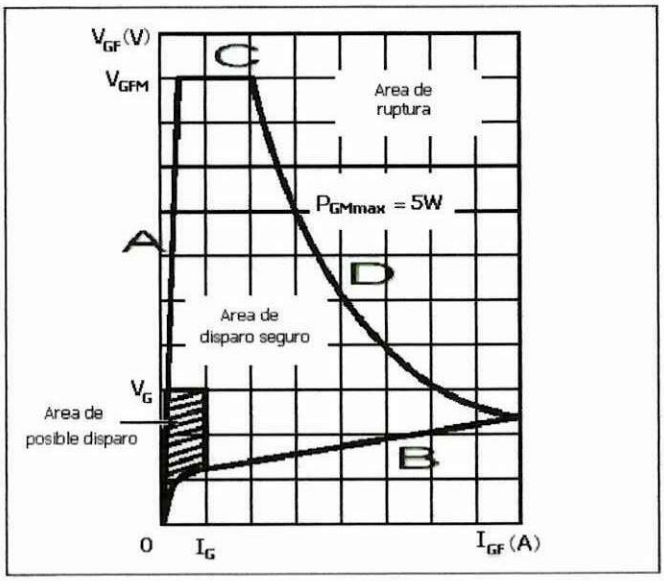
- Corriente de puerta para el encendido.....: I_{GT}
- Corriente residual máxima que no enciende ningún elemento.....: I_{GNT}

1.4.2.7 ÁREA DE DISPARO SEGURO.

En esta área se obtienen las condiciones de disparo del SCR. Las tensiones y corrientes admisibles para el disparo se encuentran en el interior de la zona formada por las curvas:

- Curva A y B: límite superior e inferior de la tensión puerta-cátodo en función de la corriente positiva de puerta, para una corriente nula de ánodo.
- Curva C: tensión directa de pico admisible V_{GF}.
- Curva D: hipérbola de la potencia media máxima P_G que no debemos sobrepasar.

FIG. N° 11: CURVA CARACTERÍSTICA DE PUERTA DEL SCR.



Fuente: ORTS, S. SALES, G. SÁNCHEZ, C. SEGUÍ, S. Electrónica de Potencia, Pág. 118.

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.2.8 APLICACIONES DEL SCR.

Las aplicaciones de los tiristores se extiende desde la rectificación de corrientes alternas, hasta la realización de determinadas conmutaciones de baja potencia en circuitos electrónicos, pasando por los onduladores o inversores que transforman la corriente continua en alterna.

La principal ventaja que presentan frente a los diodos cuando se les utiliza como rectificadores es que su entrada en conducción estará controlada por la señal de puerta. De esta forma se podrá variar la tensión continua de salida si se hace variar el momento del disparo ya que se obtendrán diferentes ángulos de conducción del ciclo de la tensión o corriente alterna de entrada.

Además el tiristor se bloqueará automáticamente al cambiar la alternancia de positiva a negativa ya que en este momento empezará a recibir tensión inversa.

Por lo anteriormente señalado el SCR tiene una gran variedad de aplicaciones, entre ellas están las siguientes:

- Controles de relevador.
- Circuitos de retardo de tiempo.
- Fuentes de alimentación reguladas.
- Interruptores estáticos.
- Control de motores.
- Recortadores.
- Inversores.
- Rectificadores.
- Cargadores de baterías.
- Controles de fase.

1.4.3 TRIAC

1.4.3.1 DEFINICIÓN

"El TRIAC es un semiconductor, capaz de bloquear tensión y conducir corriente en ambos sentidos entre sus dos terminales MT1 Y MT2." [12] La diferencia con el tiristor convencional es que éste es unidireccional, es decir, funciona con corriente alterna en el sentido de polarización con medio semiciclo, y el TRIAC es bidireccional, funciona en los semiciclos positivos y negativos.

[12] GUALDA, Juan. MARTÍNEZ, Salvador. Electrónica de Potencia, Pág. 170

Entonces un tiristor o SCR, dará solo la mitad de la potencia a la carga, mientras que el TRIAC casi toda la potencia. De forma coloquial podría decirse que el TRIAC es un switch que conmutar la corriente alterna a la carga. Su estructura interna se asemeja en cierto modo a la disposición que formarían dos SCR en antiparalelo.

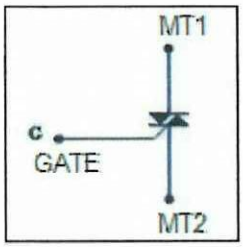
Cuando el TRIAC conduce, hay una trayectoria de flujo de corriente de muy baja resistencia de una terminal a la otra, dependiendo la dirección de flujo de la polaridad del voltaje externo aplicado. Cuando el voltaje es positivo en MT2, la corriente fluye de MT2 a MT1 en caso contrario fluye de MT1 a MT2. En ambos casos el TRIAC se comporta como un interruptor cerrado.

Cuando el TRIAC deja de conducir no puede fluir corriente entre las terminales principales sin importar la polaridad del voltaje externo aplicado por tanto actúa como un interruptor abierto.

Debe tenerse en cuenta que si se aplica una variación de tensión superior al voltaje de ruptura al TRIAC (dv/dt) aún sin conducción previa, el TRIAC puede entrar en conducción directa.

SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 09: TRIAC

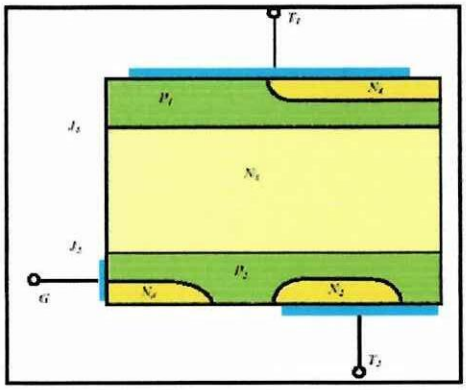


Fuente: BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 940

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.3.2 ESTRUCTURA

FIG. N° 12: ESTRUCTURA DEL TRIAC



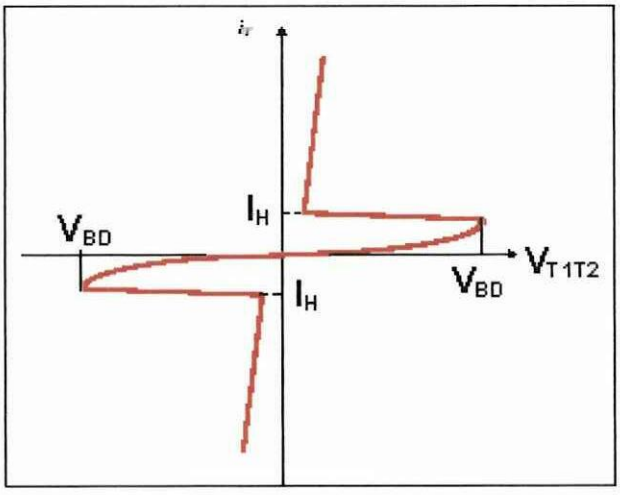
Fuente: ORTS, S. SALES, G. SÁNCHEZ, C. SEGUÍ, S. Electrónica de Potencia, Pág. 123.

Elaboración: Grupo de tesis

La estructura contiene seis capas como se indica en la figura anterior, aunque funciona siempre como un tiristor de cuatro capas. En sentido MT2-MT1 conduce a través de P1N1P2N2 y en sentido MT1-MT2 a través de P2N1P1N4. La capa N3 facilita el disparo con intensidad de puerta negativa. La complicación de su estructura lo hace más delicado que un tiristor en cuanto a di/dt y dv/dt y capacidad para soportar sobre intensidades. Se fabrican para intensidades de hasta 200 A eficaces y desde 400 a 1000 V de tensión de pico repetitivo.

Los TRIACs son fabricados para funcionar a frecuencias bajas, los fabricados para trabajar a frecuencias medias y altas son denominados alternistores.

FIG. N° 13: CURVA CARACTERÍSTICA TENSIÓN – CORRIENTE



Fuente: ORTS, S. SALES, G. SÁNCHEZ, C. SEGUÍ, S. Electrónica de Potencia, Pág. 123.
Elaboración: Grupo de tesis

La figura N° 12 describe la característica tensión – corriente del TRIAC. Muestra la corriente a través del TRIAC como una función de la tensión entre los ánodos MT2 y MT1.

El punto V_{BD} (tensión de ruptura) es el punto por el cual el dispositivo pasa de una resistencia alta a una resistencia baja y la corriente a través del TRIAC crece con un pequeño cambio de tensión entre los ánodos.

El TRIAC permanece en estado ON hasta que la corriente disminuye por debajo de la corriente de mantenimiento I_H. Esto se realiza por medio de la disminución de la tensión de la fuente. Una vez que el TRIAC entra en conducción, la compuerta ya no controla la conducción, por esta razón se da un pulso de corriente corto y de esta manera se impide la disipación de energía sobrante en la compuerta.

El mismo proceso ocurre con respecto al tercer cuadrante, cuando la tensión en el ánodo MT2 es negativa con respecto al ánodo MT1 y obtenemos la característica invertida. Por esto es un componente simétrico en cuanto a conducción y estado de bloqueo se refiere, pues la característica en el cuadrante I de la curva es igual a la del III.

1.4.3.3 MÉTODOS DE DISPARO

Como hemos dicho, el TRIAC posee dos ánodos denominados (MT1 y MT2) y una compuerta G. La polaridad de la compuerta G y la polaridad del ánodo 2, se miden con respecto al ánodo 1.

El TRIAC puede ser disparado en cualquiera de los dos cuadrantes I y III mediante la aplicación entre los terminales de compuerta G y MT1 de un impulso positivo o negativo.

Esto permite el diseño del circuito de disparo. A continuación se detallan los fenómenos internos que tienen lugar en los cuatro modos posibles de disparo.

1 – El primer modo del primer cuadrante designado por **I (+)**, es aquel en que la tensión del ánodo MT2 y la tensión de la compuerta son positivas con respecto al ánodo MT1 y este es el modo más común (Intensidad de compuerta entrante).

La corriente de compuerta circula internamente hasta MT1, en parte por la unión P2N2 y en parte a través de la zona P2. Se produce la natural inyección de electrones de N2 a P2, que es favorecida en el área próxima a la compuerta por la caída de tensión que produce en P2 la circulación lateral de corriente de compuerta. Esta caída de tensión se simboliza en la figura por signos (+) y (-).

Parte de los electrones inyectados alcanzan por difusión la unión P2N1 que bloquea el potencial exterior y son acelerados por ella iniciándose la conducción.

2 – El Segundo modo, del tercer cuadrante, y designado por **III (-)** es aquel en que la tensión del ánodo MT2 y la tensión de la compuerta son negativos con respecto al ánodo MT1 (Intensidad de compuerta saliente).

Se dispara por el procedimiento de puerta remota, conduciendo las capas P2N1P1N4.

La capa N3 inyecta electrones en P2 que hacen más conductora la unión P2N1. La tensión positiva de MT1 polariza el área próxima de la unión P2N1 positivamente que la próxima a la puerta. Esta polarización inyecta huecos de P2 a N1 que alcanzan en parte la unión N1P1 y la hacen pasar a conducción.

3 – El tercer modo del cuarto cuadrante, y designado por **I(-)** es aquel en que la tensión del ánodo MT2 es positiva con respecto al ánodo MT1 y la tensión de disparo de la compuerta es negativa con respecto al ánodo MT1(Intensidad de compuerta saliente).

El disparo es similar al de los tiristores de puerta de unión. Inicialmente conduce la estructura auxiliar P1N1P2N3 y luego la principal P1N1P2N2.

El disparo de la primera se produce como en un tiristor normal actuando MT1 de puerta y P2 de cátodo. Toda la estructura auxiliar se pone a la tensión positiva de MT2 y polariza fuertemente la unión P2N2 que inyecta electrones hacia el área de potencial positivo. La unión P2N1 de la estructura principal, que soporta la tensión exterior, es invadida por electrones en la vecindad de la estructura auxiliar, entrando en conducción.

4 – El cuarto modo del Segundo cuadrante y designado por **III(+)** es aquel en que la tensión del ánodo MT2 es negativa con respecto al ánodo MT1, y la tensión de disparo de la compuerta es positiva con respecto al ánodo MT1(Intensidad de compuerta entrante).

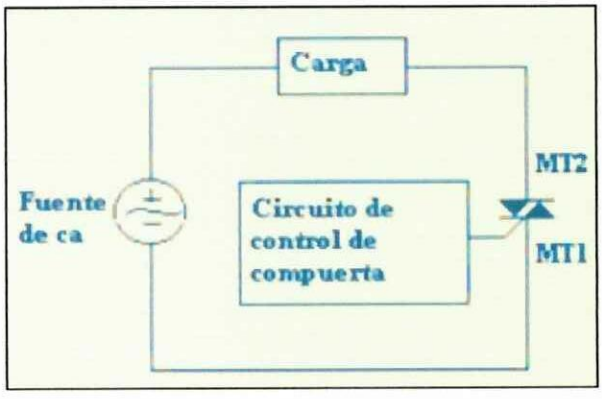
El disparo tiene lugar por el procedimiento llamado de puerta remota. Entra en conducción la estructura P2N1P1N4.

La inyección de N2 a P2 es igual a la descrita en el modo I (+). Los que alcanzan por difusión la unión P2N1 son absorbidos por su potencial de unión, haciéndose más conductora. El potencial positivo de puerta polariza positivamente el área de unión P2N1 y MT1, provocándose una inyección de huecos desde P2 a N1 que alcanza en parte la unión N1P1 encargada de bloquear la tensión exterior y se produce la entrada en conducción.

El estado I (+), seguido de III (-) es aquel en que la corriente de compuerta necesaria para el disparo es mínima. En el resto de los estados es necesaria una corriente de disparo mayor. El modo III (+) es el de disparo más difícil y debe evitarse su empleo en lo posible.

En general, la corriente de encendido de la compuerta, dada por el fabricante, asegura el disparo en todos los estados.

FIG. N° 14: CONTROL POR COMPUERTA DE UN TRIAC



Fuente: MALONEY, Timothy. Electrónica Industrial Moderna, Pág. 220

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.3.4 FORMAS DE ONDA DE LOS TRIACS

La relación en el circuito entre la fuente de voltaje, el TRIAC y la carga se representa en la figura N°14. La corriente promedio entregada a la carga puede variarse alterando la cantidad de tiempo por ciclo que el TRIAC permanece en el estado encendido. Si permanece una pequeña parte del tiempo en el estado encendido, el flujo de corriente promedio a través de muchos ciclos será pequeño, en cambio si permanece durante gran parte del ciclo de tiempo encendido, la corriente promedio será alta.

Un TRIAC no está limitado a 180° de conducción por ciclo. Con un arreglo adecuado del disparador, puede conducir durante el total de los 360° del ciclo. Por tanto proporciona control de corriente de onda completa, en lugar del control de media onda que se logra con un SCR.

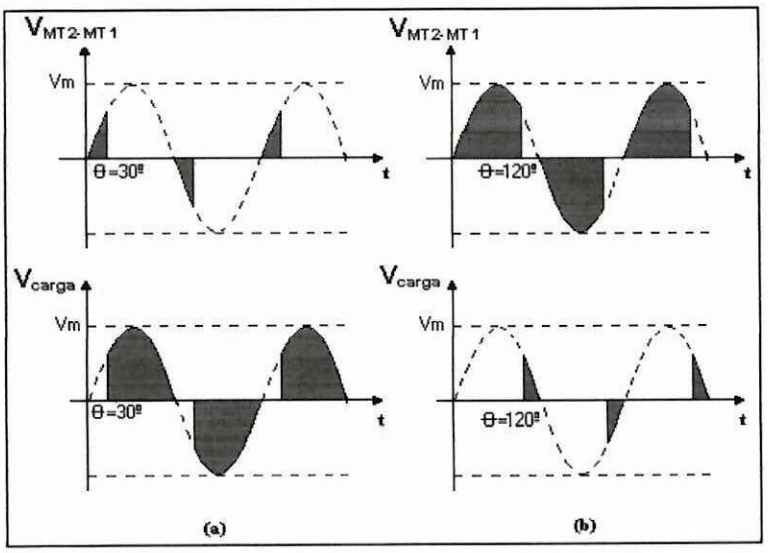
Las formas de onda de los TRIACs son muy parecidas a las formas de onda de los SCR, a excepción de que pueden dispararse durante el semiciclo negativo. En la figura N° 15, se muestran las formas de onda tanto para el voltaje de carga como para el voltaje del TRIAC (a través de los terminales principales) para dos condiciones diferentes.

Las formas de onda muestran los voltajes en el TRIAC y la carga durante los primeros 30° de cada semiciclo, durante estos 30° el TRIAC se comporta como un interruptor abierto, el voltaje completo de línea se cae a través de las terminales principales del TRIAC, sin aplicar ningún voltaje a la carga. Por tanto no hay flujo de corriente a través del TRIAC y la carga. La parte del semiciclo durante la cual existe esta situación se llama ángulo de retardo de disparo.

Después de transcurrido los 30°, el TRIAC se dispara y se vuelve como un interruptor cerrado y comienza a conducir corriente a la carga, esto lo realiza durante el resto del semiciclo.

La parte del semiciclo durante la cual el TRIAC está encendido se llama ángulo de conducción.

FIG. N° 15: ÁNGULOS DE CONDUCCIÓN DEL TRIAC



Fuente: MALONEY, Timothy. Electrónica Industrial Moderna, Pág. 221

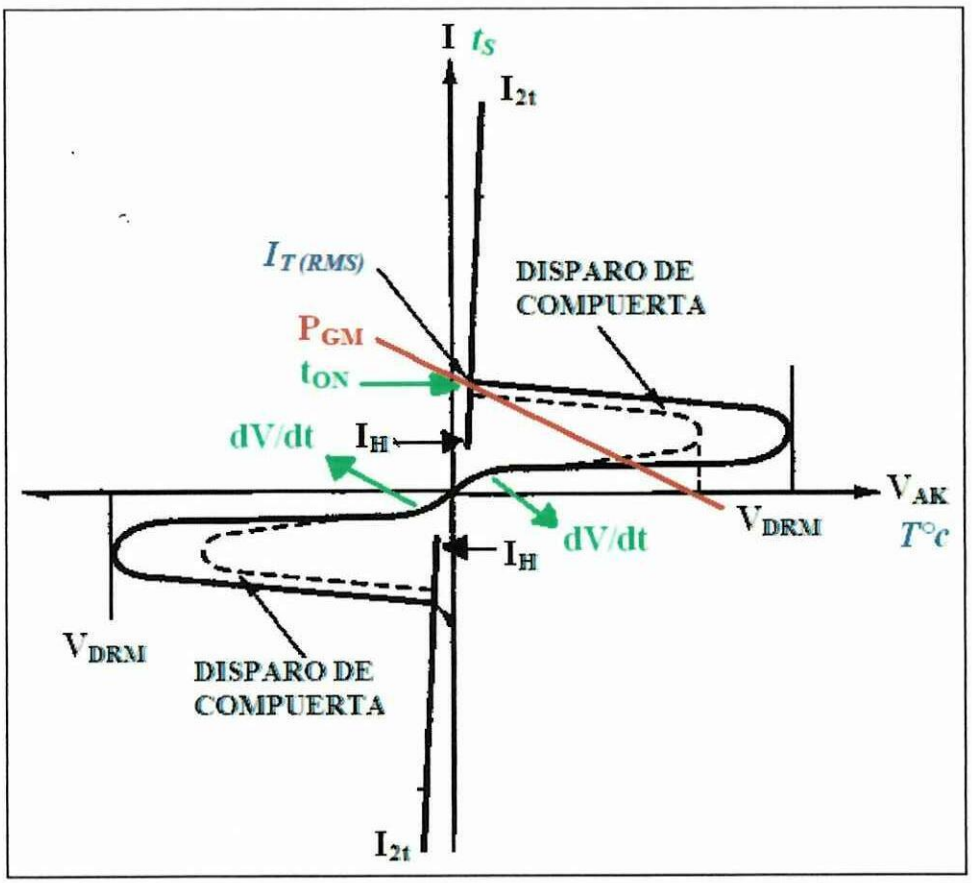
Elaboración: Grupo de tesis

1.4.3.5 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL TRIAC

- **V_{DRM} (Tensión de pico repetitivo en estado de bloqueo)** = es el máximo valor de tensión admitido de tensión inversa, sin que el TRIAC se dañe.
- **$I_{T\ (RMS)}$ (Corriente en estado de conducción)** = en general en el grafico se obtiene la temperatura en función de la corriente.
- **I_{2t} (Corriente de fusión)** = este parámetro da el valor relativo de la energía necesaria para la destrucción del componente.
- **P_{GM} (Potencia pico de disipación de compuerta)** = la disipación instantánea máxima permitida en la compuerta.
- **I_H (Corriente de mantenimiento)** = la corriente directa por debajo de la cual el TRIAC volverá del estado de conducción al estado de bloqueo.

- **dV/dt (velocidad critica de crecimiento de tensión en el estado de bloqueo)** = designa el ritmo de crecimiento máximo permitido de la tensión en el ánodo antes de que el TRIAC pase al estado de conducción. Se da a una temperatura de 100C° y se mide en V/µs.
- **t_{ON} (tiempo de encendido)** = es el tiempo que comprende la permanencia y aumento de la corriente inicial de compuerta hasta que circule la corriente anódica nominal.

FIG. N° 16: PARÁMETROS DEL TRIAC



Fuente: ORTS, S. SALES, G. SÁNCHEZ, C. SEGUÍ, S. Electrónica de Potencia, Pág.125

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.4 TRANSISTORES

1.4.4.1 DEFINICIÓN

"El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término "transistor" es la contracción en inglés de transfer resistor (resistencia de transferencia)" [13].

[13] www.wikipedia.org/wiki/Transistor

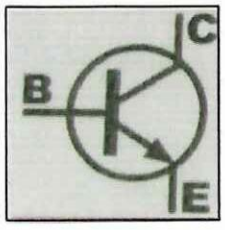
1.4.4.2 ESTRUCTURA

El transistor consta de un sustrato (usualmente silicio) y tres partes dopadas artificialmente (contaminadas con materiales específicos en cantidades específicas) que forman dos uniones bipolares, el emisor que emite portadores, el colector que los recibe o recolecta y la base, que está intercalada entre las dos primeras, modula el paso de dichos portadores. A diferencia de las válvulas, el transistor es un dispositivo controlado por corriente y del que se obtiene corriente amplificada.

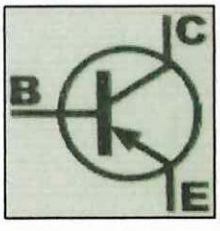
SÍMBOLO:

SÍMBOLO N° 10: TRANSISTOR

NPN



PNP

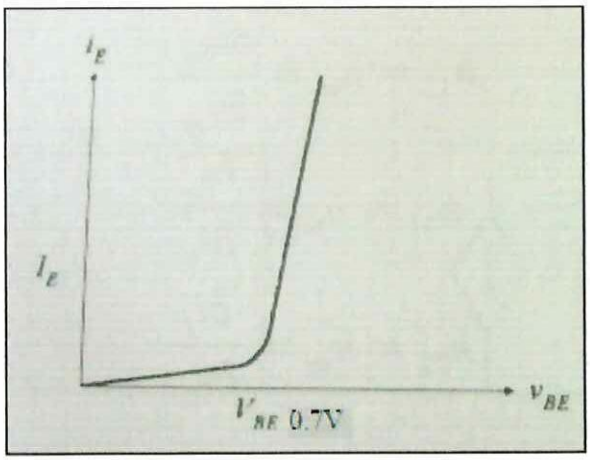


Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.522

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.4.3 CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UN TRANSISTOR

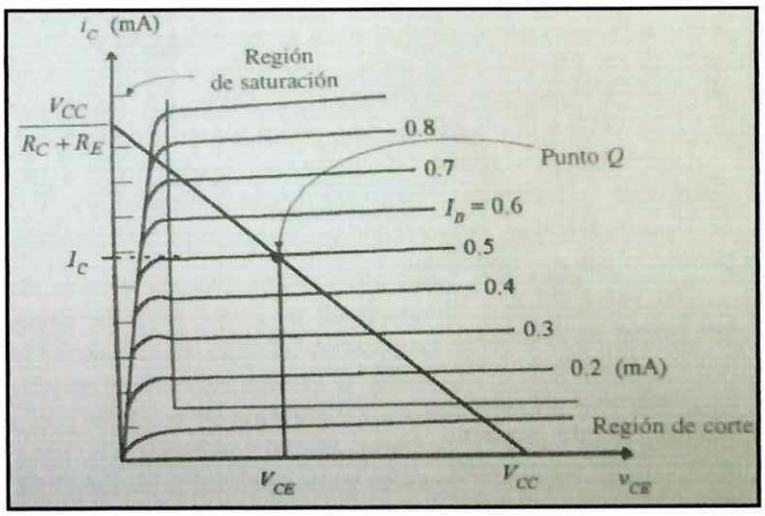
FIG. N° 17: CARACTERÍSTICA BASE-EMISOR



Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.522

Elaboración: Grupo de tesis

FIG. N° 18: CARACTERÍSTICA COLECTOR-EMISOR



Fuente: ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.522

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.4.4 POLARIZACIÓN DE UN TRANSISTOR

"En operación normal, el diodo de emisor se polariza en directa y el diodo de colector se polariza en inversa. Bajo estas condiciones el emisor envía electrones libres a la base. La mayor parte de estos electrones libres pasan a través de la base hasta llegar al colector. Por esta razón, la corriente de colector es aproximadamente igual a la corriente de emisor. La corriente de base es mucho más pequeña y normalmente es menor que el 5% de la corriente de emisor." [14]

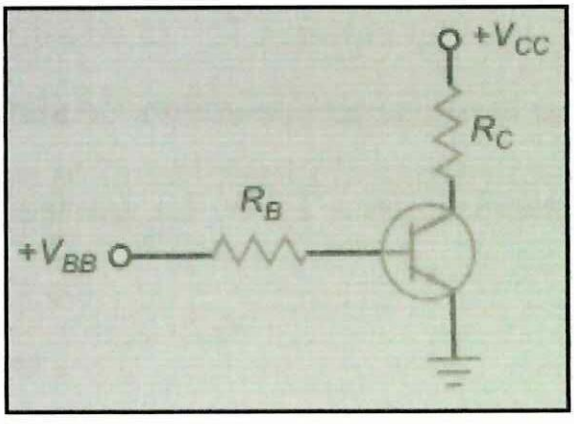
[14] BATES, David. MALVINO, Albert. Principios de Electrónica, Pág. 200

Existen dos formas básicas de establecer el punto de trabajo de un transistor:

- Polarización de base
- Polarización de emisor

1.4.4.4.1 POLARIZACIÓN DE BASE

FIG. N° 19: POLARIZACIÓN DE BASE



Fuente: BATES, David. MALVINO, Albert. Principios de Electrónica, Pág. 252

Elaboración: Grupo de tesis

Características:

- Pocos componentes pasivos
- Dependiente de β
- Corriente de base fija

Ecuaciones

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_C = \beta I_B$$

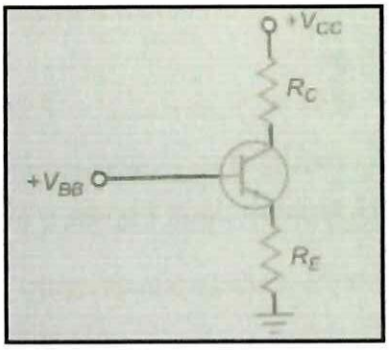
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

Aplicaciones

- Circuitos de conmutación
- Circuitos digitales

1.4.4.4.2 POLARIZACIÓN DE EMISOR

FIG. N° 20: POLARIZACIÓN DE EMISOR



Fuente: BATES, David. MALVINO, Albert. Principios de Electrónica, Pág. 252

Elaboración: Grupo de tesis

Características:

- Corriente de emisor fija
- Independiente de β

Ecuaciones

$$V_E = V_{BB} - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$V_C = V_C - I_C R_C$$

$$V_{CE} = V_C - V_E$$

Aplicaciones

- Excitador I_C
- Amplificación

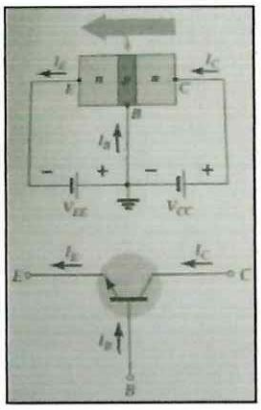
1.4.4.5 CONFIGURACIONES DEL TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR

1.4.4.5.1 CONFIGURACIÓN BASE COMÚN

La señal se aplica al emisor del transistor y se extrae por el colector. La base se conecta al común tanto de la señal de entrada y a la de salida. En esta configuración se tiene ganancia de tensión.

La impedancia de entrada es baja y la ganancia de corriente es menor que uno, debido a que parte de la corriente de emisor sale por la base.

FIG. N° 21: CONFIGURACIÓN BASE COMÚN



Fuente: BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 134

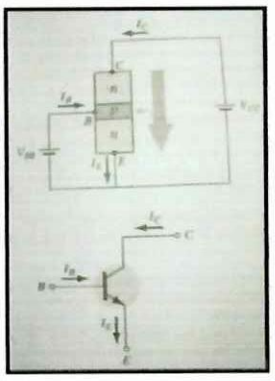
Elaboración: Grupo de tesis

La base común se suele utilizar para adaptar fuentes de señal de baja impedancia de salida como, por ejemplo, micrófonos dinámicos.

1.4.4.5.2 CONFIGURACIÓN EMISOR COMÚN

La señal se aplica a la base del transistor y se extrae por el colector. El emisor se conecta al común de la señal de entrada y de salida.

FIG. N° 22: CONFIGURACIÓN EMISOR COMÚN



Fuente: BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 139

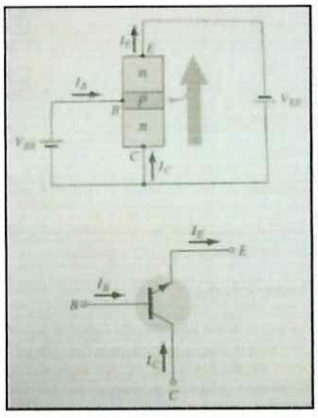
Elaboración: Grupo de tesis

En esta configuración se tiene ganancia de tensión, de corriente y alta impedancia de entrada, por esta razón se utiliza como amplificador de propósito general con ganancia de tensión y corriente.

1.4.4.5.3 CONFIGURACIÓN COLECTOR COMÚN

La señal se aplica a la base del transistor y se extrae por el emisor. El colector se conecta al común de la señal de entrada y a la de salida.

FIG. N° 23: CONFIGURACIÓN COLECTOR COMÚN



Fuente: BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 146
Elaboración: Grupo de tesis

En esta configuración se tiene ganancia de corriente, pero no de tensión, ésta es inferior a la unidad. Esta configuración multiplica la impedancia de salida por 1/β. Se utiliza para adaptación de impedancias y excitador de corriente alterna.

1.4.5 AMPLIFICADORES OPERACIONALES

1.4.5.1 DEFINICIÓN

"El amplificador operacional es un circuito integrado formado internamente por varias etapas de amplificación basadas en transistores." [15]

Este conjunto amplificador posee tres características distintivas: Ganancia de voltaje alta, elevada resistencia de entrada y resistencia de salida baja.

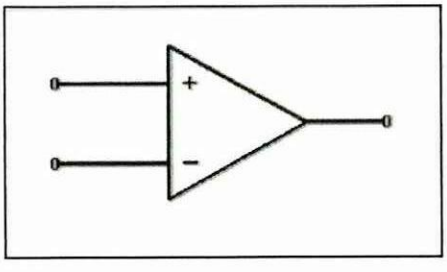
[15] ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 48

A continuación, se detallan sus características, utilizando los valores de un amplificador operacional comercial: El O.A. 741, circuito integrado que a pesar de tener más de 40 años de existencia, sigue siendo utilizado.

- Ganancia de voltaje alta: El O.A. 741 posee una ganancia típica de 100.000. La entrada del amplificador es de tipo diferencial, es decir, existen dos terminales de entrada y la entrada neta al elemento amplificador es la diferencia entre ambas señales. Dicha diferencia es la que resulta ser amplificada por la ganancia de 100.000 del operacional.
- Resistencia de entrada alta. El O.A. 741 tiene generalmente 2MΩ de resistencia de entrada, esto implica que la corriente que entra al amplificador es sumamente baja (en el orden de mA).
- Resistencia de salida baja. El O.A. 741 tiene generalmente 75Ω de resistencia de salida, por lo que la corriente de salida está limitada por los circuitos internos a ±25mA.

En los circuitos, el amplificador operacional se representa mediante este símbolo:

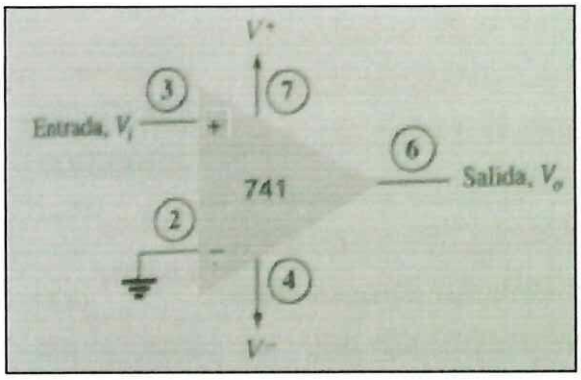
SÍMBOLO N° 11: AMPLIFICADOR OPERACIONAL



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 49
Elaboración: Grupo de tesis

Para su funcionamiento, el amplificador operacional debe poseer dos voltajes de alimentación, positivo y negativo. Normalmente en los esquemas no se muestra dicha polarización, ya que se deduce que la misma existe:

FIG. N° 24: POLARIZACIÓN DEL LM741

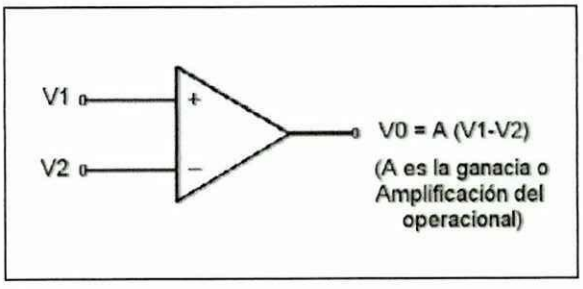


Fuente: BOYLESTAD, Robert. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pág. 792

Elaboración: Grupo de tesis

A continuación, se muestra la relación entre el voltaje diferencial de entrada y el voltaje de salida de operacional:

FIG. N° 25: RELACIÓN DE VOLTAJES



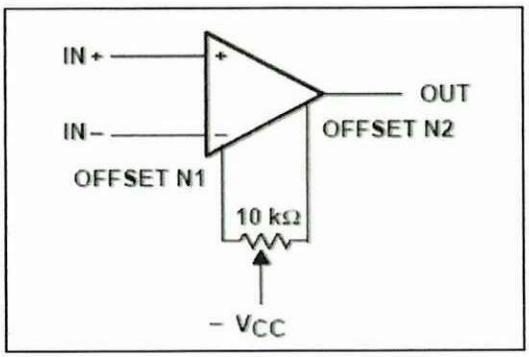
Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

En teoría, si colocamos en ambas entradas del operacional el mismo voltaje, la salida debería ser 0V, ya que la diferencia entre las entradas es nula. En la práctica esto no ocurre. Debido a las pequeñas imperfecciones que poseen los transistores que forman el operacional, existe un pequeño diferencial en la entrada.

Esta señal diferencial es en el orden de milivoltios y en aplicaciones normales resulta despreciable. Si es necesario anular ese diferencial (llamado Offset), el operacional dispone de terminales a tal fin, que se deben conectar como se muestra a continuación:

FIG. N° 26: CONEXIÓN PARA ELIMINAR OFFSET



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 49
Elaboración: Grupo de tesis

1.4.5.2 FUNCIONES DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

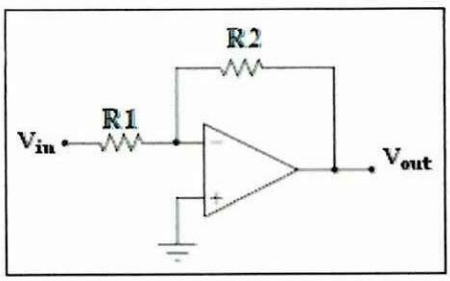
El nombre "Amplificador Operacional" viene justamente de la posibilidad que ofrece este circuito integrado de efectuar operaciones matemáticas con señales, tales como la suma o la resta, así como operaciones mucho más complejas, tales como integración o derivación. Casi todas las aplicaciones del Amplificador se caracterizan por no depender de las características del operacional utilizado, sino del resto de los elementos (activos o pasivos) que rodean al mismo. En particular, en un amplio espectro de aplicaciones, el comportamiento del circuito sólo depende de valores resistivos.

A continuación se citarán un grupo de aplicaciones del amplificador operacional, en todos los circuitos presentados no se mostrarán las indispensables fuentes de alimentación, así como los componentes para neutralizar el offset.

1.4.5.2.1 AMPLIFICADOR INVERSOR

El circuito se llama inversor, ya que invierte el voltaje de entrada. Si la entrada V_{in} es positiva, la salida V_{out} será negativa y viceversa.

FIG. N° 27: CIRCUITO INVERSOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

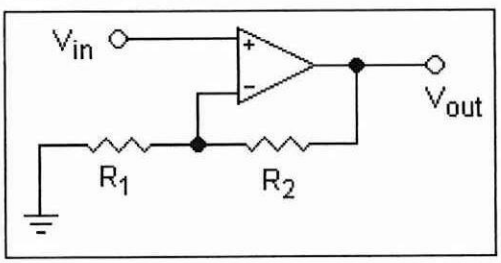
ECUACIÓN:

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

1.4.5.2.2 AMPLIFICADOR NO INVERSOR

En este caso la señal de entrada se aplica directamente al pin positivo del operacional, por lo que la resistencia de entrada será siempre muy grande.

FIG. N° 28: CIRCUITO NO INVERSOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

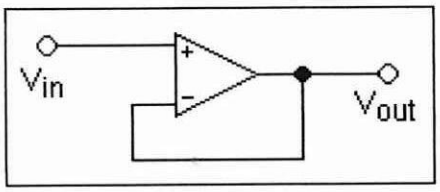
ECUACIÓN:

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_{in}$$

1.4.5.2.3 AMPLIFICADOR SEGUIDOR

Proporciona a la salida la misma tensión que a la entrada. Se usa como un buffer, para eliminar efectos de carga o para adaptar impedancias (conectar un dispositivo con gran impedancia a otro con baja impedancia y viceversa).

FIG. N° 29: CIRCUITO SEGUIDOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

ECUACIÓN:

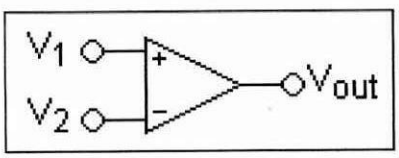
$$V_{out} = V_{in}$$

$$Z_{in} = \infty$$

1.4.5.2.4 AMPLIFICADOR COMPARADOR

Se obtiene una salida equivalente al voltaje de alimentación. Se puede usar para adaptar niveles lógicos.

FIG. N° 30: CIRCUITO COMPARADOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

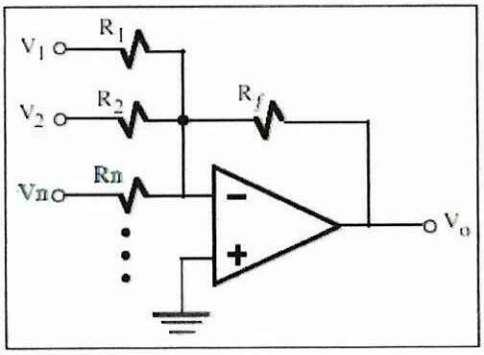
ECUACIÓN:

$$V_{out} = \begin{cases} V_{S+} & V_1 > V_2 \\ V_{S-} & V_1 < V_2 \end{cases}$$

1.4.5.2.5 AMPLIFICADOR SUMADOR

Esta aplicación permite sumar algebraicamente varias señales analógicas.

FIG. N° 31: CIRCUITO SUMADOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

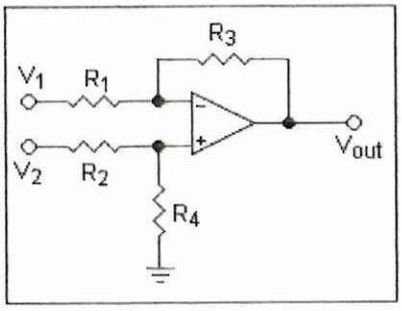
ECUACIÓN:

$$V_{out} = R_f\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \cdots \frac{V_N}{R_N}\right)$$

1.4.5.2.6 AMPLIFICADOR RESTADOR

Mediante esta configuración se puede restar dos señales, una señal entra por la patilla inversora y la otra señal entra por la patilla no inversora.

FIG. N° 32: CIRCUITO RESTADOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

ECUACIÓN:

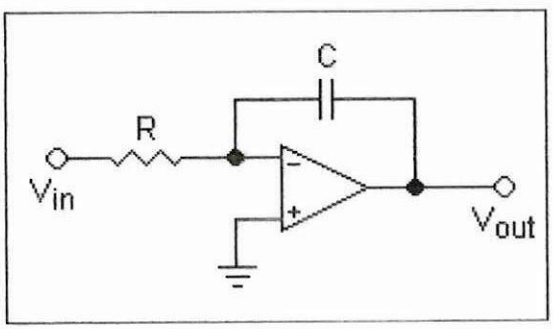
$$V_{out} = V_2\left(\frac{(R_3 + R_1)R_4}{(R_4 + R_2)R_1}\right) - V_1\left(\frac{R_3}{R_1}\right)$$

1.4.5.2.7 AMPLIFICADOR INTEGRADOR

Integra e invierte la señal (V_{in} y V_{out} son funciones dependientes del tiempo). El integrador no se usa en la práctica de forma discreta ya que cualquier señal pequeña de DC en la entrada puede ser acumulada en el capacitor hasta saturarlo por completo.

Este circuito se usa de forma combinada en sistemas retroalimentados que son modelos basados en variables de estado (valores que definen el estado actual del sistema) donde el integrador conserva una variable de estado en el voltaje de su capacitor.

FIG. N° 33: CIRCUITO INTEGRADOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

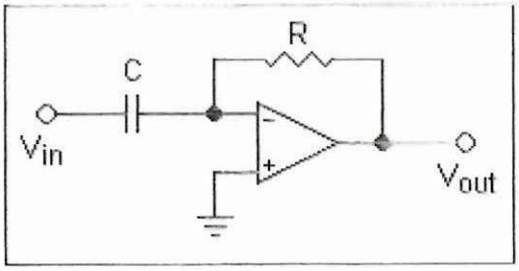
ECUACIÓN:

$$V_{out} = \int_0^t -\frac{V_{in}}{RC}dt + V_{inicial}$$

1.4.5.2.8 AMPLIFICADOR DERIVADOR

Es un circuito que no se utiliza en la práctica porque no es estable. Esto se debe a que al amplificar las señales de alta frecuencia se amplifica el ruido.

FIG. N° 34: CIRCUITO DERIVADOR



Fuente: ÁLVAREZ, J. CAMPO, J. GARCÍA, M. GRILLO, G. Instrumentación Electrónica, Pág. 50

Elaboración: Grupo de tesis

ECUACIÓN:

$$V_{out} = -RC\frac{dV_{in}}{dt}$$

1.4.5.3 APLICACIONES PRÁCTICAS

- Calculadoras analógicas
- Filtros de audio
- Filtros de video
- Reguladores
- Conversores
- Evitar el efecto de carga
- Adaptadores de niveles (por ejemplo CMOS y TTL)
- Acopladores de impedancia

1.4.6 COMPUERTAS LÓGICAS TTL

1.4.6.1 GENERALIDADES

"Son encapsulados de silicio, éstos se encuentran constituidos por transistores, diodos y resistencias." [16]

[16] ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Pág.177

Las compuertas son bloques de hardware que producen señales en binario (1) ó (0) cuando se satisfacen los requisitos de entrada lógica. Las diversas compuertas lógicas se encuentran comúnmente en sistemas de computadoras digitales. Cada compuerta tiene un símbolo gráfico diferente y su operación puede describirse por medio de una función algebraica. Las relaciones entrada - salida de las variables binarias para cada compuerta pueden representarse en forma tabular en una tabla de verdad.

La tensión alta significa (1) lógico binario y la tensión baja significa (0) lógico binario.

Cada compuerta tiene dos variables de entrada designadas por A, B y una salida binaria designada por X.

A continuación se detallan los nombres, símbolos, funciones algebraicas, y tablas de verdad de las compuertas comúnmente usadas.

1.4.6.2 COMPUERTA AND

Esta produce la multiplicación lógica AND: esto es: la salida es (1) si la entrada A y la entrada B están en el binario (1): de otra manera, la salida es (0).

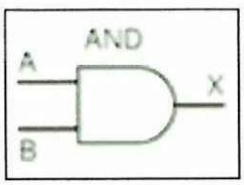
Estas condiciones también son especificadas en la tabla de verdad para la compuerta AND. La tabla muestra que la salida X es (1) solamente cuando las entradas A y B están en (1).

El símbolo de operación algebraico de la función AND es el mismo que el símbolo de la multiplicación de la aritmética ordinaria (*).

Las compuertas AND pueden tener más de dos entradas y por definición, la salida es (1) si todas las entradas son (1).

SÍMBOLO

SÍMBOLO N° 12: COMPUERTA AND



Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 06: FUNCIÓN LÓGICA COMPUERTA AND

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

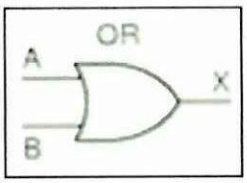
1.4.6.3 COMPUERTA OR

La compuerta OR produce la función sumadora, esto es la salida es (1) si la entrada A o la entrada B o ambas entradas son (1); de otra manera, la salida es (0). El símbolo algebraico de la función OR (+), es igual a la operación de aritmética de suma.

Las compuertas OR pueden tener más de dos entradas y por definición la salida es (1) si cualquier entrada es (1).

SÍMBOLO

SÍMBOLO N° 13: COMPUERTA OR



Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 07: FUNCIÓN LÓGICA COMPUERTA OR

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.6.4 COMPUERTA NOT

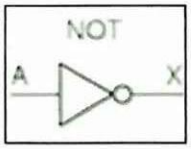
El circuito NOT invierte el nivel lógico de una señal binaria. Produce el NOT, o función complementaria. El símbolo algebraico utilizado para el complemento es una barra sobra el símbolo de la variable binaria.

Si la variable binaria posee un valor (0), la compuerta NOT cambia su estado al valor (1) y viceversa.

El círculo pequeño en la salida de un símbolo gráfico de un inversor designa un inversor lógico. Es decir cambia los valores binarios (1) a (0) y viceversa.

SÍMBOLO

SÍMBOLO N° 14: COMPUERTA NOT



Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 08: FUNCIÓN LÓGICA COMPUERTA NOT

A	X
0	1
1	0

Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.6.5 COMPUERTA NAND

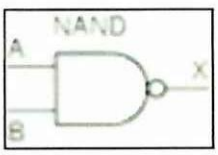
Es el complemento de la función AND, como se indica por el símbolo gráfico, que consiste en una compuerta AND seguida por un pequeño círculo (quiere decir que invierte la señal).

La designación NAND se deriva de la abreviación NOT - AND.

Las compuertas NAND pueden tener más de dos entradas, y la salida es siempre el complemento de la función AND.

SÍMBOLO

SÍMBOLO N° 15: COMPUERTA NAND



Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 9: FUNCIÓN LÓGICA COMPUERTA NAND

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

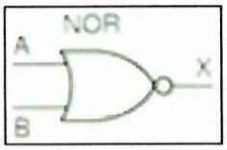
1.4.6.6 COMPUERTA NOR

La compuerta NOR es el complemento de la compuerta OR y utiliza el símbolo de la compuerta OR seguido de un círculo pequeño (quiere decir que invierte la señal).

Las compuertas NOR pueden tener más de dos entradas, y la salida es siempre el complemento de la función OR.

SÍMBOLO

SÍMBOLO N° 16: COMPUERTA NOR



Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 10: FUNCIÓN LÓGICA COMPUERTA NOR

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

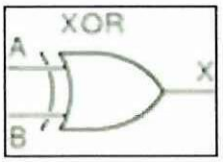
1.4.6.7 COMPUERTA XOR

Se denomina la compuerta comparadora OR-exclusiva con frecuencia se sustituye por XOR.

La tabla de verdad es similar a la de la compuerta OR excepto que cuando sus dos entradas son (1) la salida es (0).

SÍMBOLO

SÍMBOLO N° 17: COMPUERTA XOR



Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

TABLA N° 11: FUNCIÓN LÓGICA COMPUERTA XOR

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fuente: MARTIN Roden, Diseño Electrónico Circuitos y Sistemas, Pág. 808

Elaboración: Grupo de tesis

1.4.7 FLIP-FLOPS

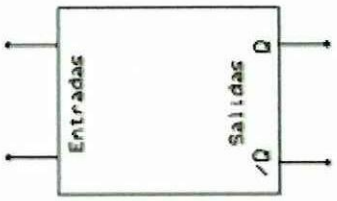
1.4.7.1 DEFINICIÓN

Son sistemas que pueden almacenar uno o más datos evitando que se pierdan, hasta que se considere necesario recuperar, es decir, pueden variar su contenido.

El corazón de una memoria son los Flip Flops, este circuito es una combinación de compuertas lógicas, a diferencia de las características de las compuertas solas, si se unen de cierta manera, éstos pueden almacenar datos que podemos manipular con reglas preestablecidas por el circuito mismo.

Esta es la representación general par un Flip Flop (comúnmente llamado "FF")

FIG. Nº 35: REPRESENTACIÓN GENERAL DE UN FLIP-FLOP



Fuente: www.unicrom/el mundo digital/flip-flop

Elaboración: Grupo de tesis

Los FF pueden tener varias entradas, dependiendo del tipo de las funciones internas que realice, y tiene dos salidas:

- La salida "Q" (salida normal)
- La salida "$\overline{Q}$" (salida Invertida o Negada)

Las salidas de los FF sólo pueden tener dos estados binarios y siempre tienen valores contrarios.

Las entradas de un FF obligan a las salidas a conmutar hacia uno u otro estado o hacer "flip flop" (Término anglosajón).

El FF también es conocido como:

- "Registro Básico" término utilizado para la forma más sencilla de un FF.
- "Multivibrador Biestable" término pocas veces utilizado para describir a un FF.

1.4.7.2 SEÑALES DE RELOJ (CLOCK) Y FF CONTROLADOS POR RELOJ

Todos los sistemas digitales tienen básicamente dos formas de operación:

- **Operación en modo ASÍNCRONO.**

En este modo, las salidas cambian de manera automática dependiendo de las órdenes de las entradas.

- **Operación en modo SÍNCRONO.**

En este modo, las salidas cambian dependiendo de las órdenes de las entradas, pero sólo cuando una señal de control, llamada RELOJ (CLOCK, CLK, CP) es aplicada al registro.

La señal de reloj es una onda cuadrada o rectangular, los registros que funcionan con esta señal, sólo pueden cambiar cuando la señal de reloj hace una transición, También llamados "flancos", por lo tanto, la señal de reloj sólo puede hacer dos transiciones (o Flancos):

- La Transición con pendiente positiva (TPP) o Flanco positivo (FP).

Es cuando la señal de reloj cambia del estado BAJO al estado ALTO.

- La Transición con pendiente negativa (TPN) o Flanco Negativo (FN).

Es cuando la señal de reloj cambia del estado ALTO al estado BAJO.

Principales características de los FF sincronizados por Reloj.

Todos los FF cuentan con una entrada con el rótulo (RELOJ, CLOCK, CLK, CP) y un distintivo círculo para saber cómo debe ser la señal activa. Los que no tienen círculo, son sincronizados por una TPP, los que cuentan con un círculo son sincronizados por una TPN.

Todos los FF cuentan con entradas de control, que determinan el cambio que van a tener las salidas, al igual que en los Registros básicos, pero estas entradas no pueden modificar las salidas arbitrariamente, sólo podrán hacerlo cuando el FF reciba su transición activa.

1.4.8 TRANSDUCTORES

1.4.8.1 GENERALIDADES

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida. El nombre del transductor indica cual es la transformación que realiza (electromecánica, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa), aunque no necesariamente la dirección de la misma.

Es un dispositivo usado principalmente en la industria, en la medicina, en la agricultura, en robótica, en aeronáutica, etc. para obtener la información de entornos físicos, químicos y conseguir (a partir de esta información) señales o impulsos eléctricos o viceversa. Los transductores siempre consumen algo de energía por lo que la señal medida resulta debilitada.

1.4.8.2 CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS TRANSDUCTORES

Exactitud

Conformidad de un valor indicado con respecto a otro aceptado como patrón de referencia.

Precisión

La precisión es la desviación aleatoria en la medición de una variable.

Rango de funcionamiento

Amplitud de la variación de un valor entre un límite menor y uno mayor de un instrumento claramente especificado.

Velocidad de respuesta

Tiempo mínimo de actuar a los cambios de la variable detectada. Lo ideal sería una respuesta instantánea en el orden de microsegundos.

Calibración.

Verificar o ajustar los parámetros iniciales de funcionamiento de un instrumento o un sistema.

Fiabilidad.

No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

1.4.8.3 TRANSDUCTOR ELECTROACÚSTICO

Es un transductor que transforma electricidad en sonido o viceversa.

Un micrófono es un transductor electro-acústico que convierte la energía acústica o vibraciones sonoras (oscilaciones en la presión del aire) en energía eléctrica (variaciones de voltaje).

Un altavoz también es un transductor electro-acústico, pero sigue el camino contrario, transforma la corriente eléctrica en vibraciones sonoras.

La transducción o transformación de energía, se realiza en dos fases. El modelo teórico de un transductor electro-acústico, se basa en un transductor electromecánico y un transductor mecánico-acústico. Esto significa, que se estudia la transformación de la energía eléctrica en mecánica, ya que se genera un movimiento, además se estudia la transformación de la energía mecánica en acústica, ya que el movimiento genera energía acústica.

CAPÍTULO II

2.1 GENERALIDADES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

2.1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

La Universidad Técnica de Cotopaxi, es una institución de Educación Superior Pública, Laica y Gratuita, creada mediante ley promulgada en el Registro Oficial N.- 618 del 24 de enero de 1995, y que forma parte del Sistema Nacional de Educación Superior Ecuatoriano. Se rige por la Constitución Política del Estado, la Ley de Educación Superior y otras leyes conexas. Es una institución universitaria sin fines de lucro que orienta su trabajo hacia los sectores urbanos, marginales y campesinos; que busca la verdad y la afirmación de la identidad nacional, y que asume con responsabilidad el aseguramiento de la libertad en la producción y difusión de los conocimientos y del pensamiento democrático y progresista para el desarrollo de la conciencia antiimperialista del pueblo.

2.1.2 MISIÓN:

La Universidad tiene como misión contribuir en la satisfacción de las demandas de formación y superación profesional, en el avance científico-tecnológico y en el desarrollo cultural, universal y ancestral de la población ecuatoriana para lograr una sociedad solidaria, justa, equitativa y humanística.

Se vincula con todos los sectores de la sociedad y especialmente, con aquellos de escasos recursos económicos, respetando todas las corrientes de pensamiento humano.

La Universidad Técnica de Cotopaxi orienta sus esfuerzos hacia la búsqueda de mayores niveles de calidad, pertinencia y cooperación nacional e internacional, tratando de lograr niveles adecuados de eficiencia, eficacia y efectividad en su gestión, se distingue de otras instituciones de Educación Superior de la Provincia al ser una Universidad alternativa vinculada fuertemente al pueblo en todas sus actividades.

2.1.3 VISIÓN:

VISIÓN DE FUTURO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL AÑO 2010

Teniendo en cuenta los resultados de los momentos anteriores, la Universidad Técnica de Cotopaxi se plantea como Visión de Futuro los siguientes postulados:

Elevar la calidad de la formación integral profesional. Alcanzar una mejor articulación de los procesos de docencia, investigación y vinculación con la colectividad. Los graduados manifiestan satisfacción con la formación recibida en la mayoría de las carreras. Crece la oferta de carreras y especialidades, así como las modalidades de estudios. Se incrementa el acceso de la juventud indígena a los estudios universitarios.

Avanzar ligeramente en el desarrollo de la investigación científica en cada una de las carreras, creciendo el número de proyectos en ejecución y los resultados en las áreas prioritarias definidas institucionalmente.

Incrementar ligeramente el número de convenios en el área de la investigación. Aumentar la producción científica de la comunidad universitaria. Mejorar la infraestructura para desarrollar la investigación.

Mejorar el nivel de formación pedagógica, profesional y científica de los docentes. Elevar ligeramente el número de docentes a tiempo completo. Crear el sistema escalonado de contratación docente. Abrir nuevas convocatorias a concursos de merecimientos y oposición.

Fortalecer la vinculación con la colectividad, especialmente con los sectores populares a través de la Extensión Universitaria. Incrementar los Programas de Difusión Cultural, orientados a fortalecer la identidad multicultural, pluri-étnica de nuestros pueblos y el conocimiento de la cultura universal, impactando favorablemente en los beneficiarios.

Mejorar las relaciones con los colegios de bachillerato con mayor potencial de futuros aspirantes para la UTC, desarrollándose programas conjuntos. Establecer alianzas estratégicas con algunas entidades productivas y de servicios y los Colegios Profesionales para desarrollar la Práctica Pre-profesional Docente de los estudiantes, así como para desplegar otras actividades conjuntas de mutuo beneficio.

Aumentar la cultura de comunicación entre la comunidad universitaria. Se consolida la imagen y el prestigio institucional entre la población de Cotopaxi y la opinión pública a nivel local y nacional.

Alcanzar una mayor cobertura en la satisfacción de las demandas de equipamiento de las diferentes áreas universitarias. Disponer de un Sistema de Planificación efectivo para lograr articular adecuadamente los procesos de Planificación, Seguimiento y Evaluación, Capacitación y Reconocimientos. Poseer un Sistema de Información Estadística y otros que contribuyan favorablemente en la toma de decisiones.

2.1.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS.

En el año 1999 se crea la Carrera de Ciencias de la Ingeniaría y Aplicadas en forma definitiva, posteriormente en el 2009 por sugerencia emitida por el SENPLADES se modifica por "Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas".

La Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas y sus especialidades están funcionando en las instalaciones del Bloque Académico "B", gozando de una excelente infraestructura y acorde las exigencias de la Educación Superior.

Además consta de 65 catedráticos de diferentes especialidades, que en su mayoría se encuentran en proceso de formación de Cuarto Nivel.

Se encuentra dotado de varios Laboratorios de Computación que favorecen a las diferentes especialidades de la Unidad Académica.

Se cuenta con espacios para el funcionamiento de Talleres, los cuales constan dos laboratorios, para las especialidades de Ing. Electromecánica, Ing. Eléctrica e Ing. Industrial.

El laboratorio de Electrónica dispone de elementos, instrumentos y equipos básicos, sin embargo se consideró importante implementar en él un módulo didáctico para que puedan realizar prácticas de electrónica analógica y digital que mejorará el proceso enseñanza-aprendizaje, permitiendo a los alumnos plasmar los conocimientos teóricos en prácticos.

El desarrollo de proyectos que ayuden a fortalecer los talleres de la Institución es de vital importancia, para que los estudiantes puedan realizar prácticas en el Área Técnica.

2.2.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS SEÑORES DOCENTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

1.- ¿Con qué frecuencia utiliza el laboratorio con los estudiantes?

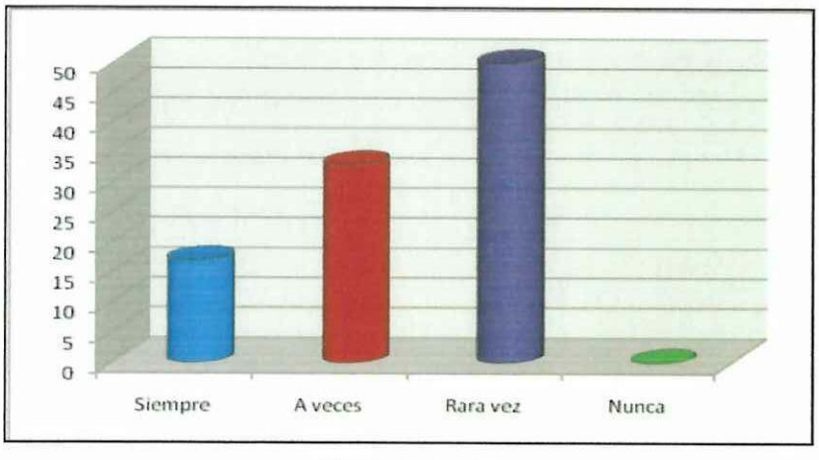
TABLA N° 12: UTILIZACIÓN DEL LABORATORIO

OPCIÓN	F	%
Siempre	2	17
A veces	4	33
Rara vez	6	50
Nunca	0	0
Total	**12**	**100**

Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 36: UTILIZACIÓN DEL LABORATORIO



Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 12 maestros encuestados el 17 % manifiesta que utiliza el laboratorio de la institución siempre, mientras que el 33 % a veces y el 50% rara vez.

Una vez puesta a consideración la interrogante a los docentes se ha podido deducir que en su mayoría no utilizan frecuentemente el laboratorio de la Carrera con sus estudiantes.

2.- ¿Está satisfecho con los equipos electrónicos existentes en el laboratorio de la Carrera?

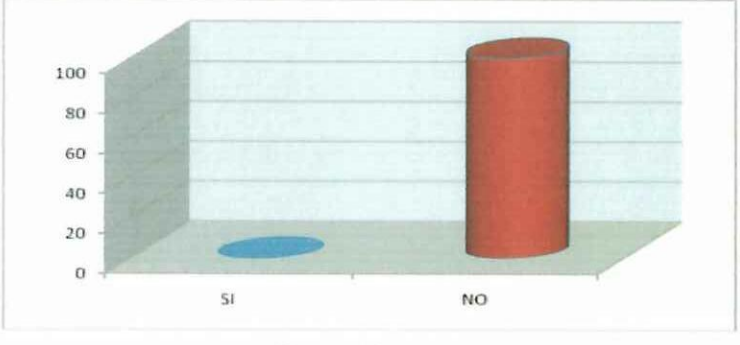
TABLA N° 13: LABORATORIO DE LA CARRERA

OPCIÓN	F	%
Si	0	0
No	12	100
Total	**12**	**100**

Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 37: LABORATORIO DE LA CARRERA



Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 12 catedráticos encuestados manifiestan en su totalidad, es decir, el 100% que no se encuentran satisfechos con los equipos electrónicos existentes en el laboratorio de la Carrera.

Los datos que aparecen en el presente cuadro demuestra así la inconformidad de parte de los señores docentes con los laboratorios que posee actualmente la Universidad, es decir que existe una gran necesidad de contar con equipos electrónicos para una mejor enseñanza.

3.- ¿Cree usted que la explicación en la pizarra es suficiente para poder obtener resultados reales en electrónica?

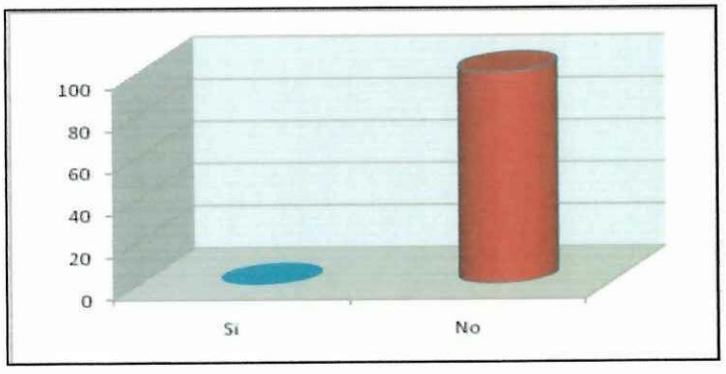
TABLA N° 14: EXPLICACIÓN EN LA PIZARRA

OPCIÓN	F	%
Si	0	0
No	12	100
Total	**12**	**100**

Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 38: EXPLICACIÓN EN LA PIZARRA



Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 12 profesores encuestados en su totalidad, es decir el 100 % creen que no es suficiente la explicación en la pizarra.

Luego del análisis se deduce que todos los encuestados creen que con la explicación teórica no se obtiene resultados reales en electrónica, puesto que se necesita del equipo adecuado para lograr un mejor aprendizaje, ya que la información emitida en la pizarra trae consigo inconformidad tanto para los estudiantes como para los docentes.

4.- ¿Se necesitaría hacer una aplicación práctica después de haber realizado una clase teórica?

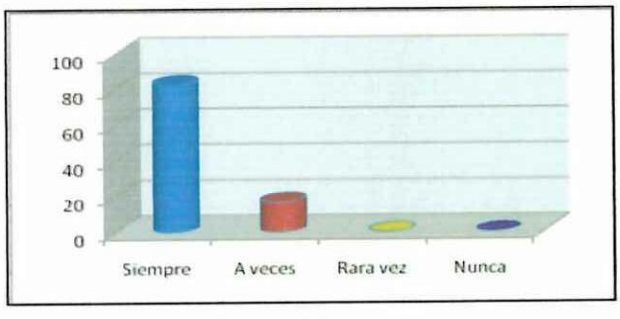
TABLA N° 15: APLICACIÓN PRÁCTICA

OPCIÓN	F	%
Siempre	10	83
A veces	2	17
Rara vez	0	0
Nunca	0	0
Total	**12**	**100**

Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 39: APLICACIÓN PRÁCTICA



Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 12 académicos encuestados el 83 % comenta que siempre se debe realizar una aplicación práctica después de cada clase teórica, mientras que el 17 % restante manifiesta que a veces.

Con este ítem se confirma que es necesaria una aplicación práctica después de cada clase teórica para la obtención de resultados efectivos en electrónica, es por ello que un alto porcentaje de los encuestados emiten su punto de vista dando a conocer que es necesaria la práctica, esto facilita al estudiante adquirir mayor conocimiento.

5.- ¿Considera importante la construcción de un módulo electrónico para el laboratorio?

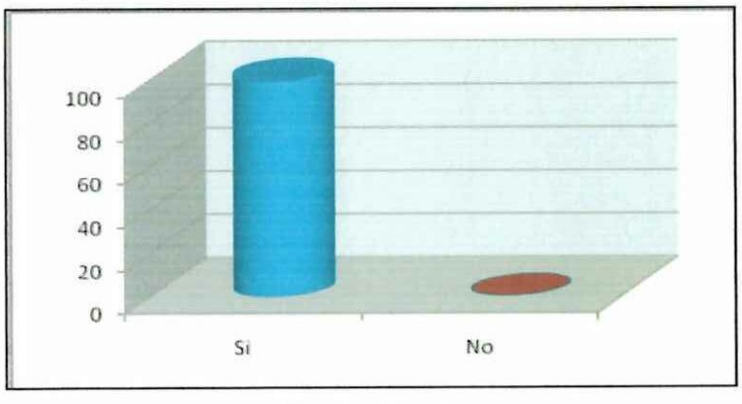
TABLA N° 16: CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

OPCIÓN	F	%
Si	12	100
No	0	0
Total	**12**	**100**

Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 40: CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO



Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 12 docentes encuestados el 100 % considera importante la construcción de un modulo para el laboratorio de electrónica.

Luego del análisis se puede interpretar que es necesaria la construcción del módulo para la Carrera, puesto que el mismo contiene los muchos de los elementos que se utiliza en el Área de Electrónica, esto ayuda al estudiante y al profesor obtener resultados verdaderos de cada clase dictada.

6.- ¿Cree usted que es importante realizar prácticas en el laboratorio utilizando este módulo didáctico para el mejoramiento del aprendizaje?

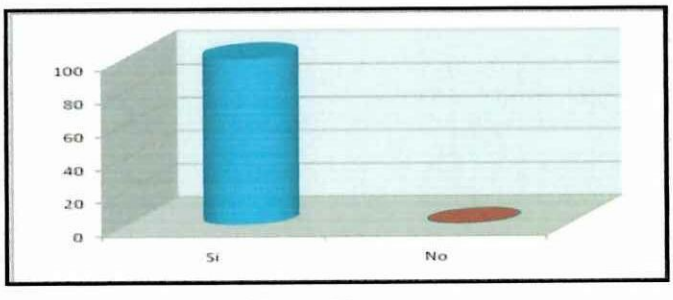
TABLA N° 17: REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS

OPCIÓN	F	%
Si	12	100
No	0	0
Total	**12**	**100**

Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 41: REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS



Fuente: Docentes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 12 docentes encuestados el 100 % cree que es importante utilizar un módulo didáctico para el mejoramiento del aprendizaje.

Los resultados obtenidos mencionan que sería de vital importancia realizar prácticas en el laboratorio utilizando un módulo didáctico para la complementación de los conocimientos en los estudiantes. El módulo es necesario para mejorar el aprendizaje ya que se puede conocer la simbología y las funciones de los elementos que se utilizan en cada clase de electrónica, por esta razón consideramos los diferentes puntos de vista para que en un futuro no muy lejano todos se vean beneficiados con el módulo didáctico ahorrando tiempo en los procesos y actividades de enseñanza y aprendizaje.

2.2.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE LOS NIVELES IV, V, VI Y VII DEL PERÍODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2009 DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

1.- La Universidad cuenta con módulos electrónicos para realizar las prácticas de laboratorio.

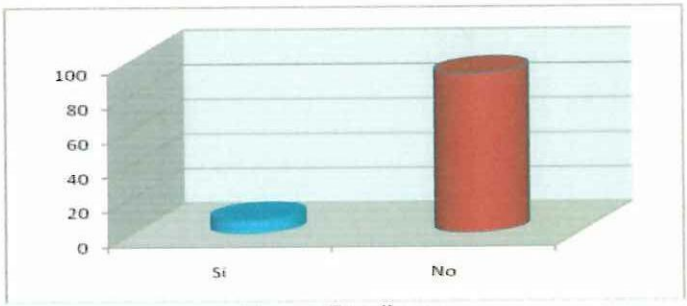
TABLA N° 18: MÓDULOS PARA PRÁCTICAS

OPCIÓN	F	%
Si	10	8
No	110	92
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 42: MÓDULOS PARA PRÁCTICAS



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados el 92 % manifiesta que la universidad no cuenta con módulos electrónicos para realizar las prácticas, mientras que el 8 % restante opina lo contrario.

Según los resultados obtenidos la mayoría de estudiantes encuestados opina que la Universidad no posee módulos electrónicos para realizar las prácticas, al verificar dicha inexistencia se puede manifestar que es vital que la institución disponga de los laboratorios necesarios para que los estudiantes puedan realizar un sinnúmero de prácticas, incluso fuera de las horas de clases. De esta manera el estudiante se auto educa mejorando su conocimiento.

2.- ¿Qué tanto conoce usted los elementos electrónicos que se detalla continuación?

2.1 Diodo

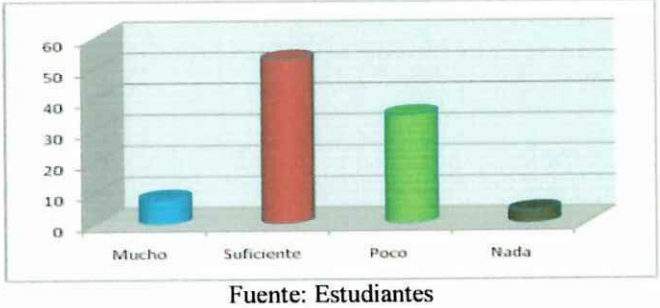
TABLA N° 19: DIODO

OPCIÓN	F	%
Mucho	10	8
Suficiente	64	53
Poco	42	35
Nada	4	4
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 43: DIODO



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados el 8 % manifiesta que conoce mucho, el 53 % suficiente, el 35 % poco, mientras que el 4 % dice que nada con respecto al diodo.

Las encuestas demuestran que existe un porcentaje considerable que no conoce el elemento electrónico mencionado. Lo cual demuestra que la mayor parte de los estudiantes no conocen un elemento básico de electrónica.

2.2 Transistor

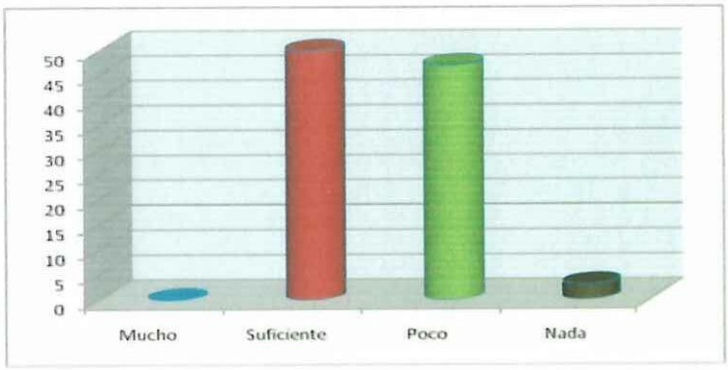
TABLA N° 20: TRANSISTOR

OPCIÓN	F	%
Mucho	0	0
Suficiente	60	50
Poco	56	47
Nada	4	3
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 44: TRANSISTOR



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados dicen conocer: el 60 % suficiente, el 56 % poco, mientras que el 3 % dice que nada acerca del transistor.

Según los datos recabados en las encuestas la mayoría de estudiantes dicen no conocer al elemento electrónico mencionado.

2.3 Amplificador operacional

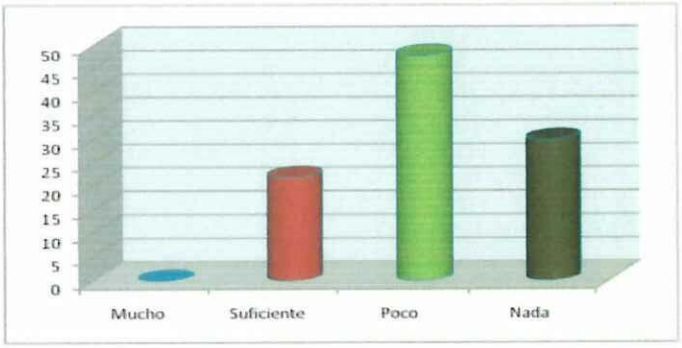
TABLA N° 21: AMPLIFICADOR OPERACIONAL

OPCIÓN	F	%
Mucho	0	0
Suficiente	26	22
Poco	58	48
Nada	36	30
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 45: AMPLIFICADOR OPERACIONAL



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados el 26 % manifiesta que conoce suficiente el Amplificador operacional, el 58 % poco, mientras que el 26 % enuncia que desconoce este elemento.

Los resultados que las encuestas arrojan ponen en evidencia que una gran parte de los estudiantes desconoce totalmente el elemento mencionado.

2.4 Compuertas lógicas

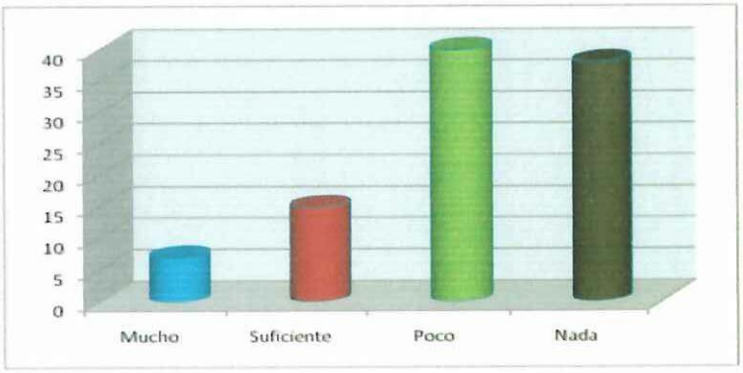
TABLA N° 22: COMPUERTAS LÓGICAS

OPCIÓN	F	%
Mucho	8	7
Suficiente	18	15
Poco	48	40
Nada	46	38
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 46: COMPUERTAS LÓGICAS



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados respecto a Compuertas Lógicas, el 7 % manifiesta que conoce mucho, el 15 % suficiente, el 48 % poco, mientras que el 46 % desconoce el elemento citado.

Según se puede deducir de las respuestas de los entrevistados existe un porcentaje considerable que desconoce las compuertas lógicas.

2.5 Flip-flops

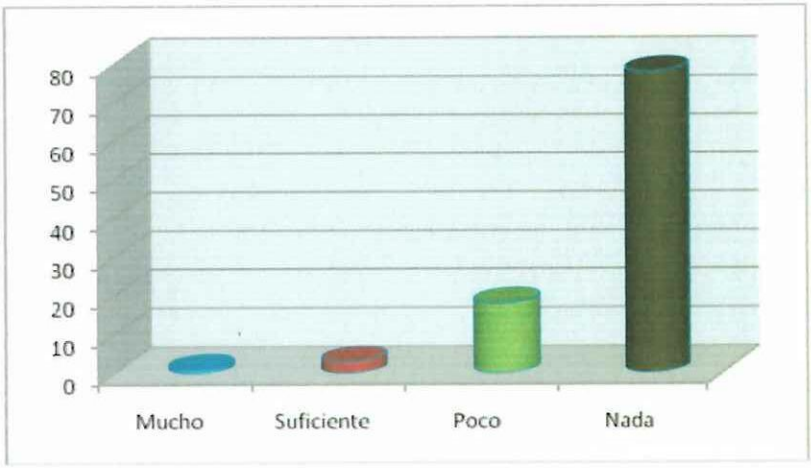
TABLA N° 23: FLIP-FLOPS

OPCIÓN	F	%
Mucho	2	1
Suficiente	4	3
Poco	22	18
Nada	92	78
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 47: FLIP-FLOPS



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados con relación al conocimiento de Flip-Flops, el 1 % manifiesta que conoce mucho, el 3 % suficiente, el 22 % poco, mientras que el 78 % opina no conocer el elemento señalado. Las encuestas demuestran que casi la totalidad de los encuestados dicen no conocer el elemento mencionado.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los literales **(2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5,)** se puede deducir que la mayor parte de los estudiantes no conocen los elementos básicos de electrónica, no están preparados para distinguirlos y describirlos con facilidad los elementos que detallamos en cada uno de los literales, por esta razón es necesario que la Universidad cuente con el material didáctico en cada laboratorio el mismo que permita conocer todos y cada uno de los elementos que se utilizan en electrónica en el trascurso de los semestres.

Al contar con módulos electrónicos para realizar las prácticas de laboratorio permite al docente mayor facilidad en la enseñanza y al estudiante mejor aprendizaje, lo cual es de gran ayuda en la vida profesional ya que tienen las bases necesarias en cuanto a la especialidad.

3.- ¿Ha realizado prácticas con circuitos lógicos?

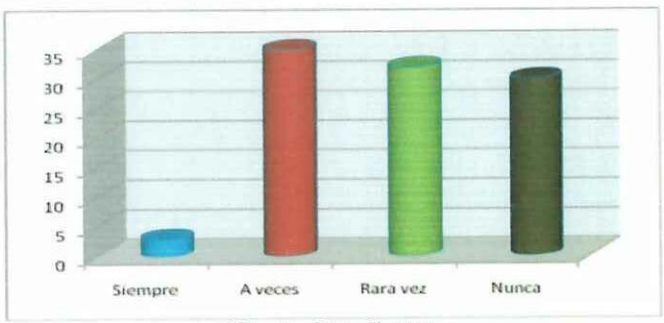
TABLA N° 24: CIRCUITOS LÓGICOS

OPCIÓN	F	%
Siempre	4	3
A veces	42	35
Rara vez	38	32
Nunca	36	30
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 48: CIRCUITOS LÓGICOS



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados, el 3 % expresa realizar prácticas con circuitos lógicos siempre, el 35 % a veces, el 32 % rara vez, mientras que el 30 % opina que no lo ha realizado.

De los resultados obtenidos se puede deducir que existe cierta parte considerable de estudiantes que no realizan prácticas con circuitos lógicos. Es de vital importancia realizar prácticas en cada clase permitiendo al estudiante conocer mejor los elementos electrónicos, es la base para a futuro puedan desarrollar proyectos sin ninguna dificultad.

4.- ¿Considera usted que es importante la construcción de un módulo electrónico para el laboratorio?

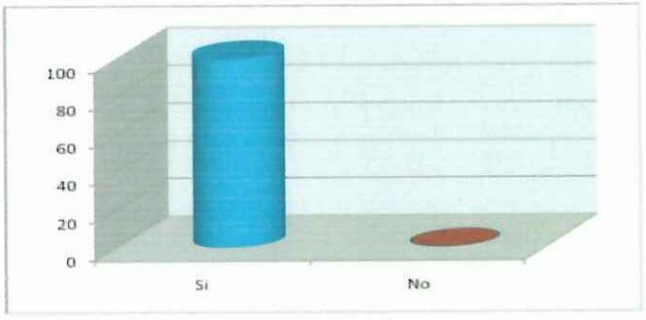
TABLA N° 25: IMPORTANCIA DEL MÓDULO

OPCIÓN	F	%
Si	120	100
No	0	0
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 49: IMPORTANCIA DEL MÓDULO



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados el 100 % manifiesta es importante la construcción de un modulo electrónico para el laboratorio.

Del resultado de las encuestas se deduce que los estudiantes en su totalidad están de acuerdo que es de suma importancia la construcción de un módulo electrónico para el laboratorio. Sin lugar a duda en su totalidad los estudiantes ven la necesidad de contar con el módulo de tal manera que puedan mejorar el aprendizaje.

5.- ¿Cree usted que la utilización de este laboratorio electrónico sea de vital importancia para su formación profesional?

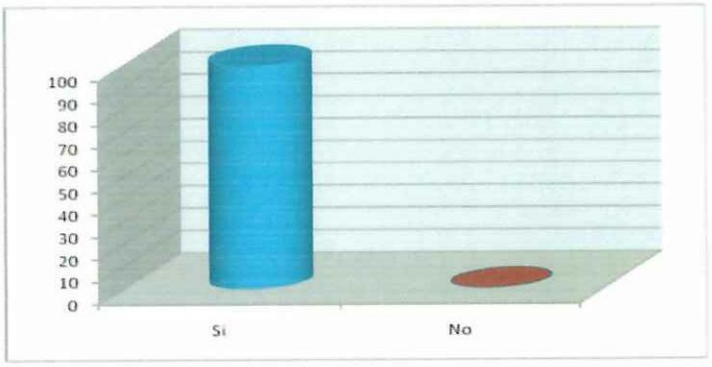
TABLA N° 26: FORMACIÓN PROFESIONAL

OPCIÓN	F	%
Si	120	100
No	0	0
Total	**120**	**100**

Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

FIG.N° 50: FORMACIÓN PROFESIONAL



Fuente: Estudiantes

Elaboración: Grupo de tesis

De los 120 estudiantes encuestados, el 100 % manifiesta que la utilización de este laboratorio es de vital importancia para la formación profesional.

De las personas encuestadas la totalidad admite que la utilización de este módulo en el laboratorio es de vital importancia para la formación profesional, este material facilitará a todos los estudiantes de electrónica a mejorar el aprendizaje, facilita conocer y distinguir de mejor manera los elementos electrónicos para que se pueda desenvolver en el campo profesional.

2.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 ENUNCIADO

"Al construir un módulo electrónico los estudiantes de la Universidad podrán realizar prácticas de circuitos electrónicos, circuitos eléctricos, electrónica básica, instrumentación, electrónica de potencia y demás asignaturas que tengan relación directa e indirecta con la misma".

2.3.2 ARGUMENTACIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante las encuestas aplicadas a docentes como a estudiantes, se ha demostrado la urgente necesidad de construir un módulo de electrónica, para realizar prácticas en las asignaturas que así lo requieran.

De igual manera la hipótesis planteada ha permitido ser la guía en nuestro trabajo investigativo, por lo cual se consideró el desarrollo de la misma ha sido comprobada satisfactoriamente, demostrando que la implementación de un módulo electrónico optimiza la calidad de enseñanza.

2.3.3 DECISIÓN

A través de los resultados obtenidos en los sectores donde se aplicó las encuestas, se puede concluir que es necesaria la elaboración de un módulo analógico y digital moderno para el laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, razón más que suficiente para desarrollar este proyecto, cuya alternativa de solución permitirá complementar la formación integral del futuro Ingeniero en Electromecánica.

La encuesta realizada a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi confirma la hipótesis planteada al inicio de nuestra investigación y permite obtener la información necesaria para proceder a elaborar el diseño y construcción del proyecto.

CAPÍTULO III

3.1 PROYECTO FACTIBLE

Construcción e implementación de un módulo didáctico electrónico para el Laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

3.1.1 PRESENTACIÓN

El laboratorio electrónico, se encuentra conformado por nueve placas en las que se acoplan elementos electrónicos los cuales fueron distribuidos de acuerdo a su tipo y características técnicas.

Este módulo tiene como fin práctico, asistir a los profesores para que impartan su cátedra y a los estudiantes para que puedan realizar prácticas ya que cuenta con gran variedad de elementos que se describe a continuación: resistores, capacitores, diodos de silicio, diodos de germanio, diodos zener, puentes rectificadores, reguladores de voltaje, diodos comunes y de alto brillo, displays, transistores, SCRs, DIACs, TRIACs, amplificadores operacionales, compuertas lógicas, optoacopladores, interruptores, pulsadores, micro interruptores, flip-flops, decodificadores, termistores, parlante, micrófono, relés, motor dc, multímetro, fuente variable, fuente fija, fuente negativa y un generador de pulsos.

La prestación de facilidades de este módulo es de gran importancia ya que contamos con gran variedad de elementos comunes utilizados dentro de electrónica, ya que no se rige a un estricto planteamiento de prácticas sino más bien, se incentiva a la experimentación con cada uno de estos elementos siendo el único requerimiento para este, tener la predisposición, perder el temor hacia la investigación y contar con conductor para realizar las conexiones, siendo las herramientas necesarias básicas dentro de este tipo de trabajos como son una pinza y un estilete.

De esta manera el módulo nos ayudara a tener profesionales mejores capacitados, con experiencia en electrónica, los cuales puedan desempeñarse de la mejor manera en su área de trabajo.

3.1.2 FACTIBILIDAD

Este proyecto fue factible gracias a los conocimientos impartidos por los docentes en el periodo de formación académica, a la colaboración de profesionales externos y de la misma institución, ya que con sus ideas y vasta experiencia en el campo laboral y didáctico, nos han orientado en la búsqueda de información, recopilación de datos, análisis de los mismos, y apoyo en la planeación de la ejecución de este proyecto.

Además y sobre todo a la dedicación y esfuerzo de cada uno de los tesistas, y el apoyo incondicional del director y el asesor asignados.

Los recursos económicos son financiados por el grupo investigador para su elaboración; con el firme propósito de retribuir a la Universidad, por los años de conocimientos nobles impartidos, además del desarrollo de una conciencia social y de esta manera beneficiar a quienes forman parte de ella.

3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la ejecución del proyecto planteado se tomó en cuenta la complementación de la formación integral del futuro Ingeniero, por lo tanto la implementación de este módulo permitirá realizar prácticas de laboratorio en el Área Electrónica.

A continuación se detallan los pasos que se han tomado para el **"DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN MÓDULO APLICANDO TECNOLOGÍA ANALÓGICA Y DIGITAL MODERNA PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI"**

3.2.1 SELECCIÓN DE ELEMENTOS

RESISTENCIAS FIJAS

Para la selección correcta de cada una de las resistencias se tomo en cuenta aspectos más importantes como:

- Valores normalizados (10Ω-10MΩ)
- Potencia (0,5 W)
- Tolerancia (5%)

RESISTENCIAS VARIABLES

Más conocidos dentro del área electrónica como Potenciómetros, las características tomadas en cuenta para su selección fueron:

- Valores normalizados (1KΩ-1MΩ)
- Potencia (0,5W)
- Tolerancia (5%)

CAPACITORES ELECTROLÍTICOS

Las características para su elección fueron las siguientes:

- Valores normalizados (1μF-3300μF)
- Voltaje de trabajo (25V-100V)
- Temperatura (85°C-105°C)

CAPACITORES CERÁMICOS

Para su elección los aspectos que se tomaron en cuenta son:

- Valor Normalizado (0.1μF-22pF)
- Voltaje de trabajo (12V-25V)
- Temperatura (85°C)

DIODOS DE SILICIO Y GERMANIO

Tomados en cuenta porque son la base de la electrónica y sus características para su elección son:

- Voltaje de polarización: germanio(0,3), silicio (0,7V)
- Tensión de ruptura: germanio (40V), silicio (600V-1000V)
- Corriente de trabajo: germanio (50mA), silicio (1A- 3A)

DIODOS ZENER

También conocidos como limitadores de voltaje los aspectos tomados en cuenta para su elección son los siguientes:

- Voltaje de limitación (3.3V-24V)
- Potencia (0.5W)
- Temperatura (25°C)
- Tolerancia (0.5%)

PUENTES RECTIFICADORES

Las características tomadas en cuenta para su elección fueron:

- Voltaje Nominal (200V-400V)
- Corriente Nominal (1.5A-4A)
- Temperatura (25°C-50°C)

REGULADORES DE VOLTAJE

Se tomo en cuenta para su selección aspectos importantes como:

- Voltaje de trabajo (5V-35V)
- Corriente de Trabajo (1A-3A)

DIODOS COMUNES Y DE ALTO BRILLO

Utilizados como indicadores y salidas, sus características de elección fueron:

- Voltaje de polarización (1.9V-4.9V)
- Color: comunes (rojo, amarillo, verde), alto brillo (blanco, azul, rojo, verde, amarillo).
- Dimensiones (5mm)

DISPLAYS

Los aspectos fundamentales para su selección fueron:

- Polarización (A común, K común)
- Segmentos (7)
- Dimensiones (12.19mmx19.05mm)

TRANSISTORES

Las características tomadas en cuenta para su selección fueron:

- Tipo (NPN, PNP)
- Voltaje base-emisor (5V-6V)
- Voltaje colector-base (75V-80V)
- Ganancia (180-200)
- Corriente de trabajo (0.8A-1A)

SCRS

Las características que fueron tomadas en cuenta para su selección son las siguientes:

- Voltaje máximo (400V-600V)
- Corriente máxima (8A-10A)
- Corriente de la compuerta (IGate) (0.2mA-15mA)
- Temperatura Nominal (-40°C,110°C)

DIACS

Los aspectos fundamentales tomados en cuenta para su elección fueron:

- Voltaje nominal (32V-42V)
- Corriente nominal (2A)
- Potencia de disipación (250mW)

TRIACS

Las características más importantes para su selección fueron:

- Voltaje nominal (600V)
- Corriente nominal (10A)
- Corriente de la compuerta (IGate) (50mA)
- Temperatura Nominal (-40°C,110°C)

AMPLIFICADORES OPERACIONALES

Los aspectos fundamentales para su elección son:

- Tensión de alimentación ($\pm$18V)
- Tensiona de entrada (2mV a 6mV)
- Temperatura Nominal (0°C,70°C)

COMPUERTAS LÓGICAS

Las características que fueron tomadas en cuenta para su elección son:

- Voltaje de alimentación (5V)

- Número de entradas (2)
- Operación lógica (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR)

OPTOACOPLADORES

Los aspectos fundamentales para su elección fueron:

- Tipo (Transistor NPN)
- Potencia de disipación (250mW)

INTERRUPTORES, PULSADORES, MICROINTERRUPTORES

Utilizados para abrir o cerrar circuitos y las características tomadas en cuenta para su elección fueron:

- Tipo de contacto Sp, St
- Voltaje nominal (120V)
- Corriente nominal (1.5A)

FLIP-FLOPS

Para su selección se tomo en cuenta las siguientes características:

- Voltaje de alimentación (5V)
- Tipo (Dual J-K)

DECODIFICADORES

Se tomo en cuenta para su elección aspectos importantes como:

- Voltaje de alimentación (5V)
- Número de entradas (A,B,C,D)
- Tipo (BCD a 7 segmentos)

TERMISTORES

Las características de elección fueron:

- Tipo (NTC)

- Resistencia (10KΩ)

PARLANTE

Los aspectos fundamentales para su elección fueron:

- Resistencia de la bobina (8Ω)
- Potencia (0.25W)

MICRÓFONO

Se tomo en cuenta para su elección aspectos importantes como:

- Resistencia de la bobina (8Ω)

RELÉS

Los aspectos fundamentales tomados en cuenta para su elección fueron:

- Voltaje (12V)
- Tipo de contacto (1NC,1NO)

MOTOR DC

Se tomo en cuenta para su elección aspectos importantes como:

- Voltaje 12V

MULTÍMETRO

Las características tomadas en cuenta para su elección son las siguientes:

- Funciones (Voltaje, Resistencia, Capacitancia, Temperatura, Corriente)
- Categoría II
- Selección de escala (Automática)

3.2.2 DISEÑO DEL MÓDULO

El diseño del módulo se encuentra elaborado en forma didáctica para aquellos que conozcan acerca de simbología electrónica, puedan manejarlo sin ninguna complicación, además los circuitos impresos no muestran grado de complejidad teniendo las conexiones internas señaladas o marcadas, para cuando exista la necesidad de reemplazar los elementos quemados, se los pueda cambiar sin ningún problema, ya que las placas que contienen los elementos son fáciles de remover.

El chasis se encuentra elaborado en aluminio recubierto con pintura electrostática con la finalidad de que su duración sea prolongada.

Las chapas o cubiertas que contienen los elementos son de material resistente y la nomenclatura se encuentra marcada en la parte interna en la cual no se tiene acceso sin antes desarmar el módulo asegurando así que éstas no sean modificadas y evitando el deterioro de la simbología.

Los pines se encuentran dispuestos en la parte externa, se los puede encontrar fácilmente en el mercado así como todos los elementos internos y externos del módulo.

A continuación se detalla la construcción de cada una de las fases o pasos que se realizaron para la obtención del módulo.

3.2.2.1 DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS

Para el diseño de los circuitos impresos se utilizó como herramienta el software descrito a continuación:

SOFTWARE PROTEUS.-

Es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos y construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción.
El programa se compone de los siguientes elementos, perfectamente integrados entre sí:

1.- ISIS, la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.
2.- ARES, la herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas. Con ARES el trabajo duro de la realización de placas electrónicas recae sobre el PC en lugar de sobre el diseñador.

3.- PROSPICE, la herramienta de simulación de circuitos.

Las principales características de Proteus son:

- Entorno de diseño gráfico de esquemas electrónicos (ISIS) extremadamente fácil de utilizar y dotado de poderosas herramientas para facilitar el trabajo del diseñador.
- Entorno de simulación Prospice utilizando la tecnología exclusiva de Proteus de Modelación de Sistemas Virtuales (VSM)
- Entorno de diseño de placas de circuito impreso (ARES) de ultra-altas prestaciones con bases de datos de 32 bits, posicionador automático de elementos y generación automática de pistas con tecnologías de autocorte y regeneración.

- Moderno y atractivo interface de usuario estandarizado a lo largo de todas las herramientas que componen el entorno PROTEUS.
- La mayor parte de los módulos que componen PROTEUS han sido escritos por el mismo equipo, garantizando al máximo nivel posible la compatibilidad e inter-operatividad de todas las herramientas que componen el entorno PROTEUS, asegurando su estabilidad al máximo.
- Ejecutable en los diferentes entornos Windows: 98, Me, 2000, XP, VISTA.

3.2.2.2 DISEÑO DE NOMENCLATURA DE PLACAS

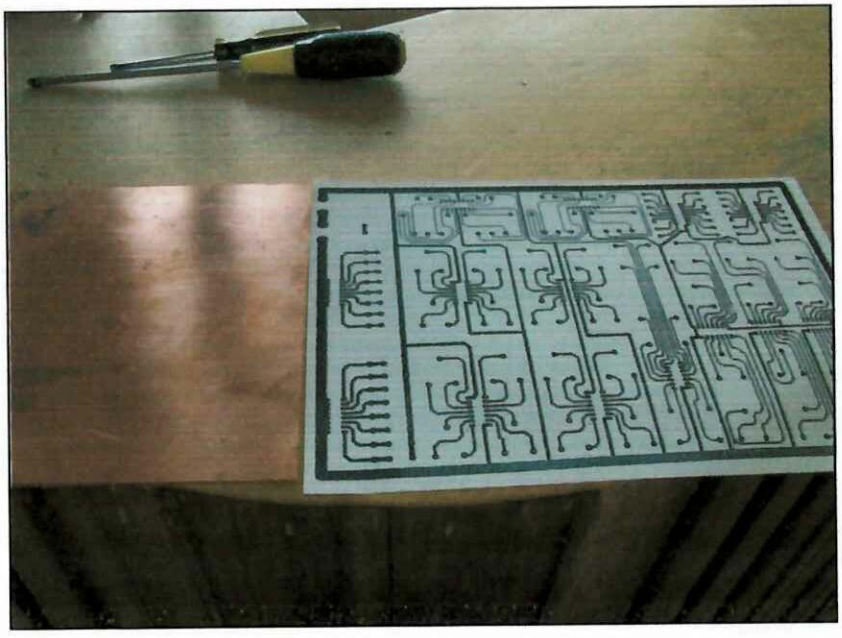
Los esquemas de la nomenclatura de placas se realizó en un centro de diseño gráfico con la ayuda de el software CorelDraw ya que las impresiones se realizaron en máquinas específicas con calidad de impresión laser, el material adhesivo utilizado se lo denomina vinil transparente, posteriormente se realiza el proceso de laminación con vinil blanco.

3.2.3 COSTRUCCIÓN DEL MÓDULO

Para la construcción del módulo se realizaron los pasos que se detallan continuación:

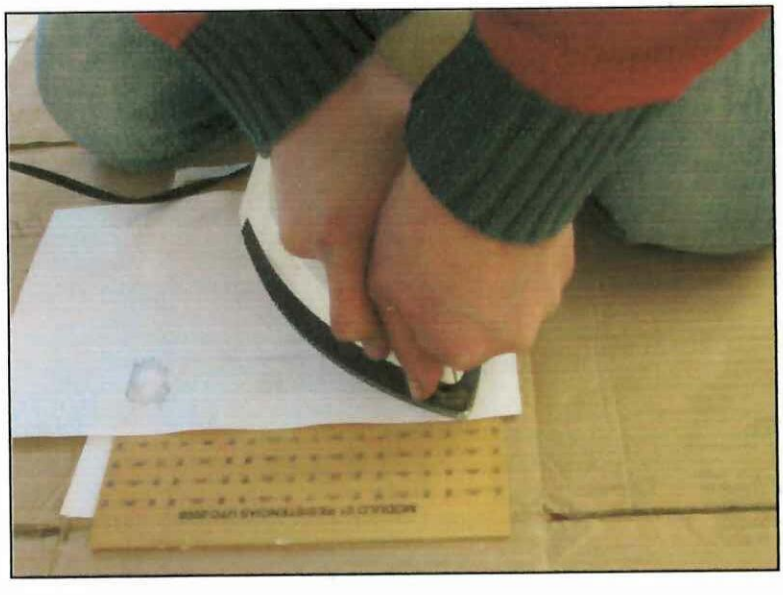
3.2.3.1 IMPRESIÓN

Una vez que se cuenta con el diseño de circuitos impresos se procede a la impresión láser de los mismos en láminas específicas para este trabajo.

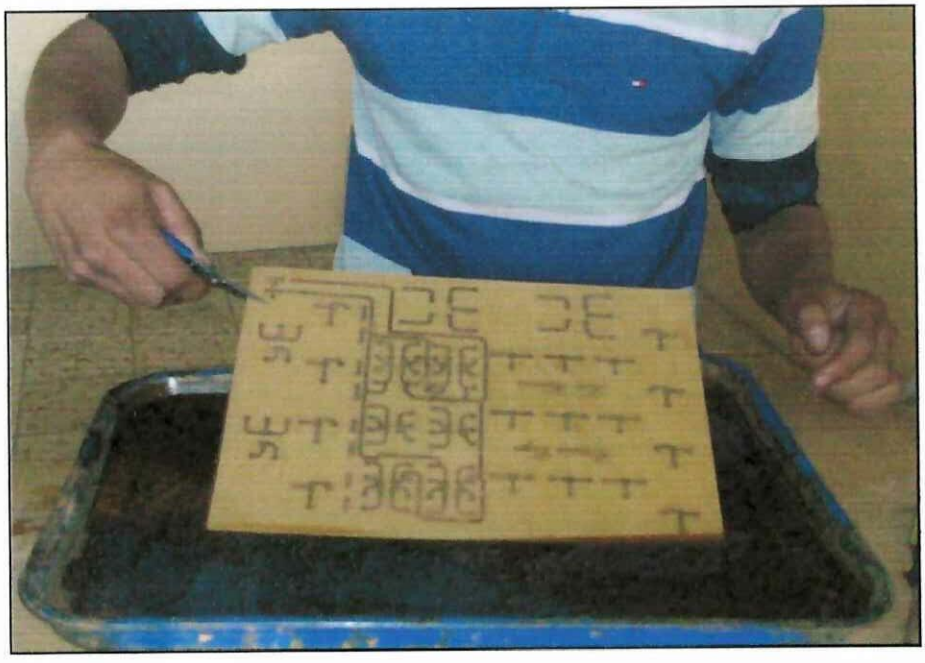


3.2.3.2 TRANSFERENCIA TÉRMICA

Posteriormente se realiza un proceso denominado transferencia térmica, con el mismo se logra proteger las áreas de la corrosión a realizarse a continuación



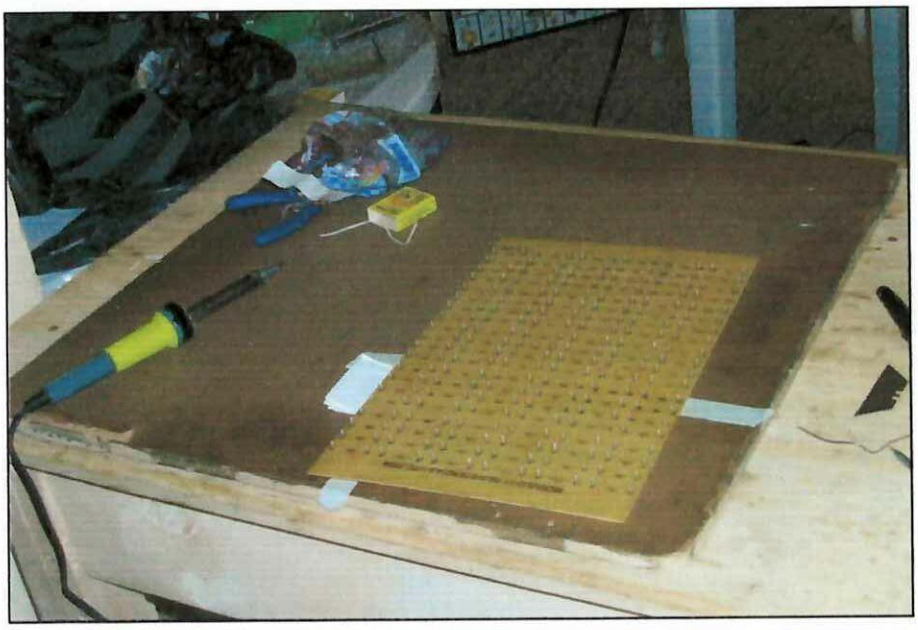
3.2.3.3 PROCESO DE CORROSIÓN



3.2.3.4 PERFORACIÓN DE PLACAS.

3.2.3.5 MONTAJE Y SOLDADURA DE ELEMENTOS

3.2.3.6 COLOCACIÓN DE PINES



3.2.3.7 PERFORACIÓN DE LAS CHAPAS

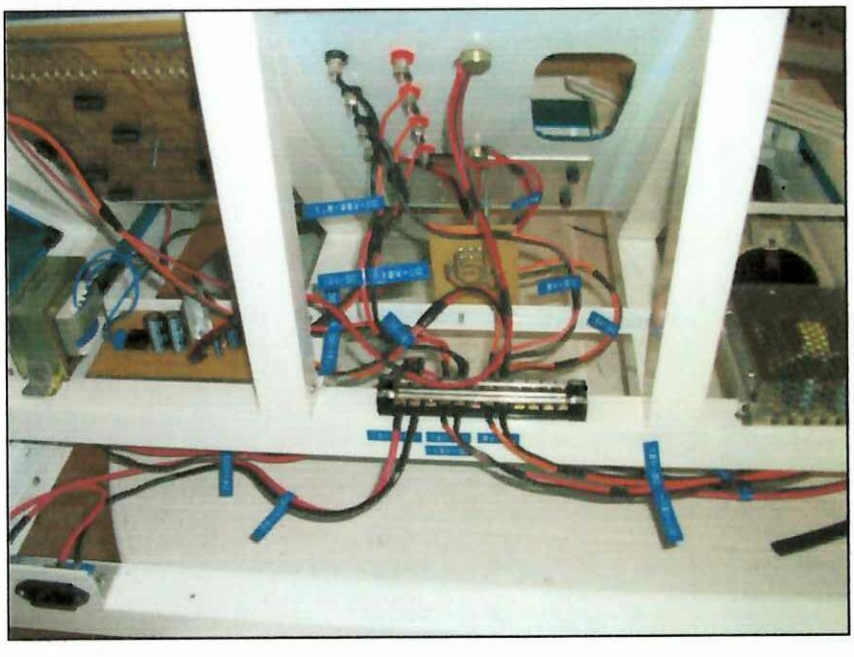
3.2.3.8 ACOPLAMIENTO DE PARTES PARA COMPLEMENTAR LAS PLACAS

3.2.3.9 ELABORACIÓN DEL CHASIS

3.2.4 ENSAMBLAJE DEL MÓDULO

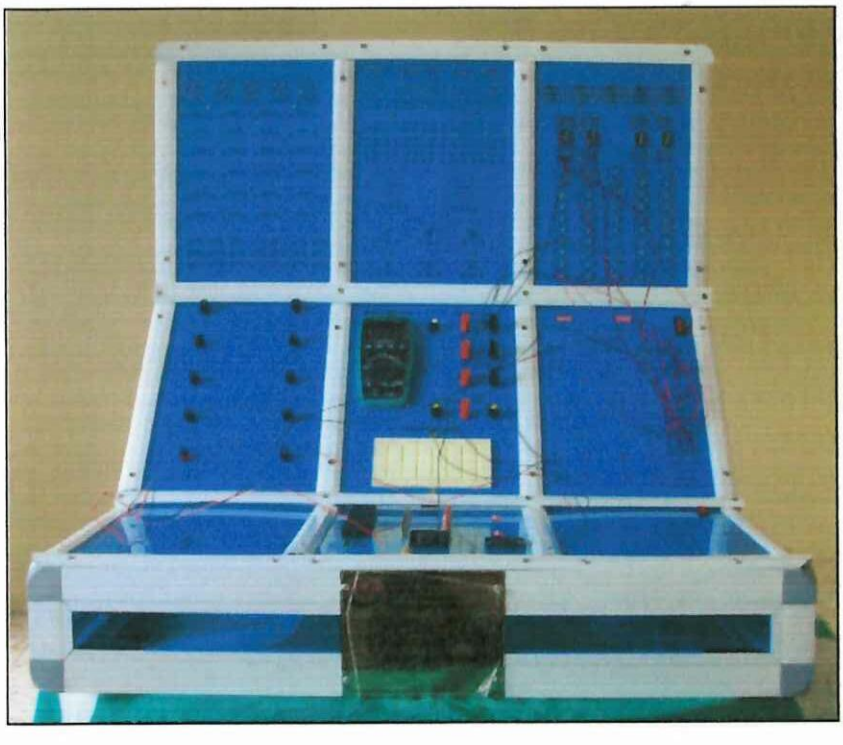
3.2.4.1 MONTAJE DE PLACAS TERMINADAS AL CHASIS

3.2.4.2 CONEXIONES Y MARQUILLAS



3.2.5 PRUEBAS

3.2.6 MÓDULO TERMINADO



3.3 PLANTEAMIENTO DE PRÁCTICAS

3.3.1 PRÁCTICA N° 01

TEMA: POLARIZACIÓN DE UN TRANSISTOR Y ANÁLISIS EN SUS DIFERENTES CONFIGURACIONES.

OBJETIVOS:

- Identificar los terminales de un transistor:(emisor, base, colector).
- Afianzar los conocimientos para polarizar adecuadamente un transistor.
- Estudiar las diferentes configuraciones.

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Módulo electrónico G&H
- Osciloscopio
- Multímetro
- Fuente DC de 35volt
- Generador de onda
- Cable # 22 (Timbre)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

Polarización

Un dispositivo activo puede caracterizarse por un conjunto de relaciones entre las tensiones y corrientes en sus terminales. Desde el punto de vista de su polarización solo nos interesan las relaciones estáticas, es decir las que no cambian con el tiempo.

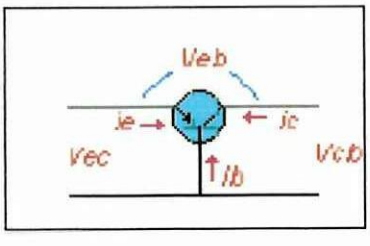
Cuando un dispositivo activo se introduce en un circuito con una determinada finalidad (amplificación, oscilación, conmutación, etc.), se establece un conjunto de corrientes y tensiones continuas en los terminales del mismo.

A este conjunto de tensiones y corrientes continuas se denominan "punto de trabajo" o "punto de operación". Este punto de trabajo es el conjunto de valores que satisfacen las condiciones impuestas por el circuito exterior y por el dispositivo.

En definitiva, el punto de trabajo está determinado por:

- Las fuentes de alimentación
- Las resistencias
- Las características estáticas del(los) dispositivo(s).

Para el caso del transistor, que es un dispositivo de tres terminales, existen seis variables, las cuales son dependientes y están relacionadas entre sí por las leyes de Kirchhoff de la siguiente manera:



$$Ie = Ib + Ic$$

$$Vce + Veb + Vbc = 0$$

$$Ic = \beta Ib$$

$$Ie = Ib(1 + \beta)$$

Para conseguir que el dispositivo funcione en un punto de trabajo adecuado, se diseña una red que generalmente contiene fuentes de voltaje continuo y resistencias, aunque muchas veces se incluyen además otros componentes (activos y pasivos), a ésta red se le denomina **red de polarización**. En el diseño de esta red, se busca llevar el dispositivo al punto de trabajo deseado, también se debe tener en cuenta que se cumplan otros requisitos impuestos por la finalidad que se pretende obtener del circuito, como puede ser ganancia, impedancia de entrada, respuesta en frecuencia, etc.

Otro aspecto de gran importancia es la elección del punto de trabajo, elección que se hará teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Punto de trabajo no destructivo del dispositivo.

- Características del dispositivo adecuadas en dicho punto.

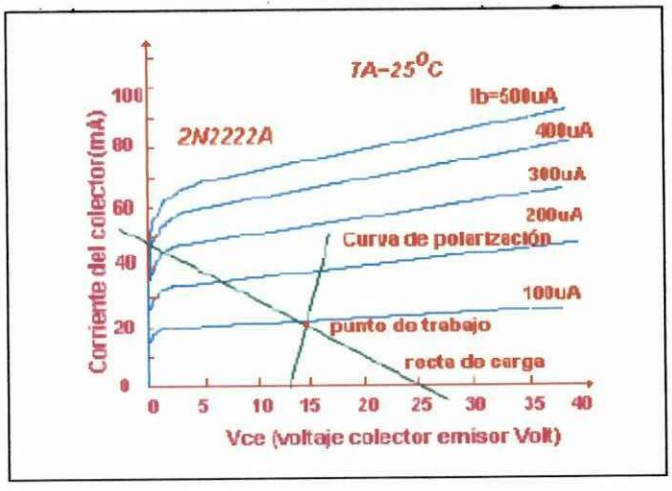
El problema de polarización de un dispositivo no queda completamente resuelto con la elección y diseño de un circuito que lo lleve a funcionar en el punto de trabajo deseado, es necesario que éste punto de trabajo se mantenga frente a cambios de temperatura, de tensiones de alimentación y procesos de envejecimiento. Pero además se debe tener en cuenta que los datos de partida, o sea las características del dispositivo, estén sujetas a tolerancias amplias.

Consideraciones para el diseño de la polarización básica

Existen varios métodos para el diseño de la red que nos permite polarizar correctamente el transistor. Uno de ellos es partir de sus curvas características y fijar el punto de trabajo.

Para el funcionamiento lineal del transistor, debe estar polarizado en su zona activa. Esto limita la región de funcionamiento al primer cuadrante de las curvas características V_{CE}, I_C. La polarización en las regiones de corte y saturación presenta interés en los circuitos de conmutación en los que el transistor se comporta como un elemento no lineal.

Dentro de la región activa es necesario restringir la región de funcionamiento basándonos en las características limitativas del transistor como son:



- Tensión máxima V_{CE} (max): Definida en función de la tensión de avalancha. Los valores típicos son del orden de 30 a 50 voltios para transistores de uso general.

- Corriente máxima I_C (max) : Valores típicos son de 800 mA. Por encima de estas corrientes las características del transistor se degradan.

- Potencia máxima disipada: la potencia disipada por un transistor en el punto de trabajo es:

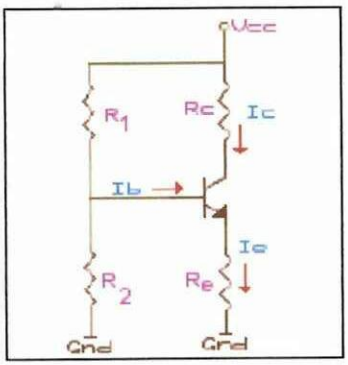
$$P_T = V_{CE} \cdot I_C$$

PROCEDIMIENTO:

1. Energizar el módulo (110VAC)
2. Activar el bloque de TRANSISTORES
3. Determine los terminales del transistor
4. Asegúrese de que la fuente de polarización sea de Vcc=12 voltios a la salida.
5. Realizar las conexiones de acuerdo a la configuración preestablecida.

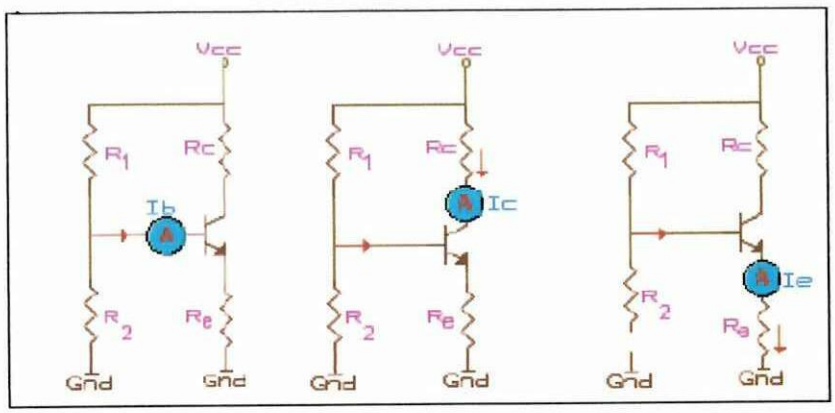
DIAGRAMAS:

Amplificador Emisor Común



R2=2.2 KΩ.
R1=6.8 KΩ.
Rc=220 Ω
Re=100 Ω

Para el anterior esquema mida las corrientes de base I_B, corriente de colector I_C, y la corriente de emisor Ie de acuerdo al esquema siguiente:

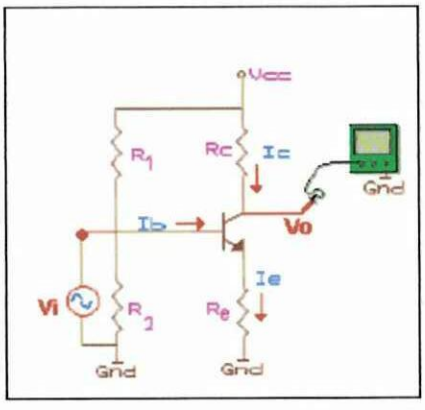


Calcule los valores teóricos de las corrientes y llene la tabla con los valores obtenidos:

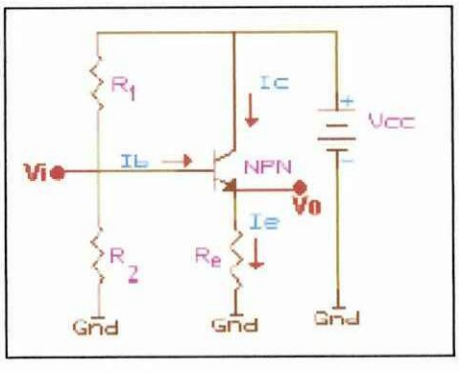
Configuración de Emisor Común	Corriente base	Corriente colector	Corriente emisor
Medida Experimentales			
Calculo teórico			

Conecte como voltaje de entrada Vi(t) una señal senoidal del generador de onda y observe la señal de salida Vo(t) con el osciloscopio en los siguientes diagramas:

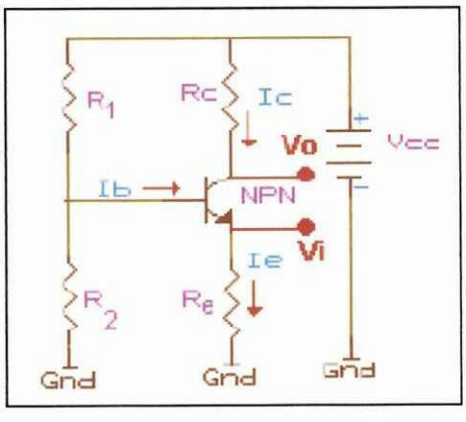
1.- Configuración Emisor Común



2.- Configuración Colector Común



3.- Configuración Base Común



Llene la siguiente tabla con los valores medidos en las diferentes configuraciones:

Configuración	Emisor común	Base común	Colector común
Ganancia de Tensión			
Ganancia de corriente			

CONCLUSIONES:

- Se realizaron prácticas en función a la identificación de pines.
- Uno de los circuitos de polarización ampliamente utilizado es aquel que emplea una resistencia en serie con el emisor, con el fin de lograr estabilidad del punto de trabajo.
- Cada configuración está en función del diseño, de forma que las características del dispositivo influyan poco sobre el resultado final.

RECOMENDACIONES:

- Las puntas lógicas deben estar en buenas condiciones para poder obtener datos precisos.
- Las señales obtenidas debemos regularlas en el osciloscopio para verlas sin tanto ruido y sobre todo simétrica.
- Debemos conocer los datasheet (hoja de datos) del transistor.

3.3.2 PRÁCTICA N° 02

TEMA: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL SCR, OBSERVACIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS EN EL SEMICONDUCTOR Y CIRCUITOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO.

OBJETIVOS:

- Analizar el circuito de disparo mediante corriente por puerta del SCR y el funcionamiento del circuito de control
- Verificación de curvas características con el osciloscopio digital, empleo de los cursores
- Determinar varias aplicaciones que se le puede dar al SCR.

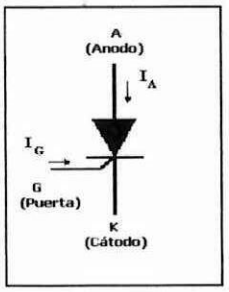
MATERIALES Y EQUIPOS:

- Módulo electrónico G&H
- Osciloscopio
- Generador de ondas
- Cable # 22 (Timbre)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

El SCR (Silicon Controlled Rectifier o Rectificador Controlado de Silicio), es un dispositivo semiconductor biestable formado por tres uniones pn con la disposición pnpn. Está formado por tres terminales, llamados Ánodo, Cátodo y Puerta.

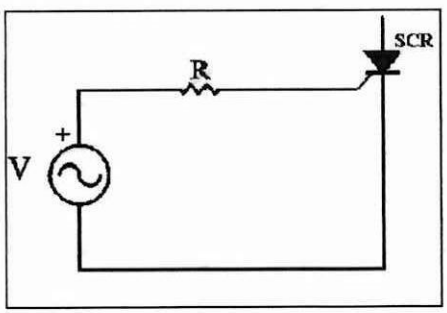
La conducción entre ánodo y cátodo es controlada por el terminal de puerta. Es un elemento unidireccional (sentido de la corriente es único), conmutador casi ideal, rectificador y amplificador a la vez.



Símbolo del SCR.

DISPARO POR PUERTA.

Es el proceso utilizado normalmente para disparar un tiristor. Consiste en la aplicación en la puerta de un impulso positivo de intensidad, entre los terminales de puerta y cátodo a la vez que mantenemos una tensión positiva de 0.8V entre ánodo y cátodo.



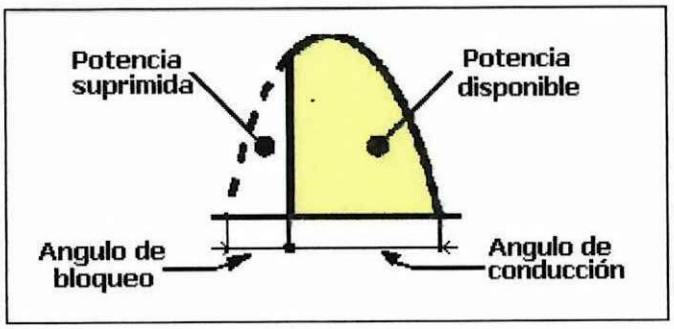
Circuito de control por puerta de un SCR.

ÁNGULOS DE CONDUCCIÓN:

- La corriente y tensión media de un SCR dependen del ángulo de conducción.
- A mayor ángulo de conducción, se obtiene a la salida mayor potencia.
- Un mayor ángulo de bloqueo o disparo se corresponde con un menor ángulo de conducción

Ángulo de conducción = 180° - ángulo de disparo

Conociendo la variación de la potencia disipada en función de los diferentes ángulos de conducción podremos calcular las protecciones necesarias.



Ángulo de bloqueo y conducción de un tiristor.

PROCEDIMIENTO:

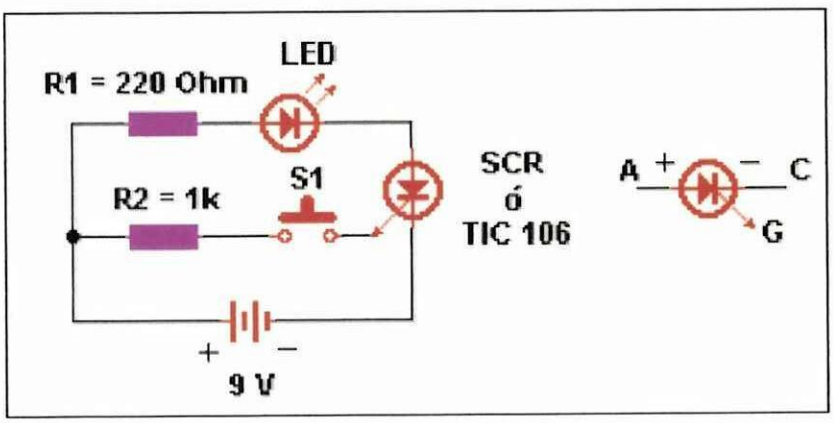
1.- Energizar el módulo (110VAC)

2.- Realizar las conexiones de acuerdo al diagrama.

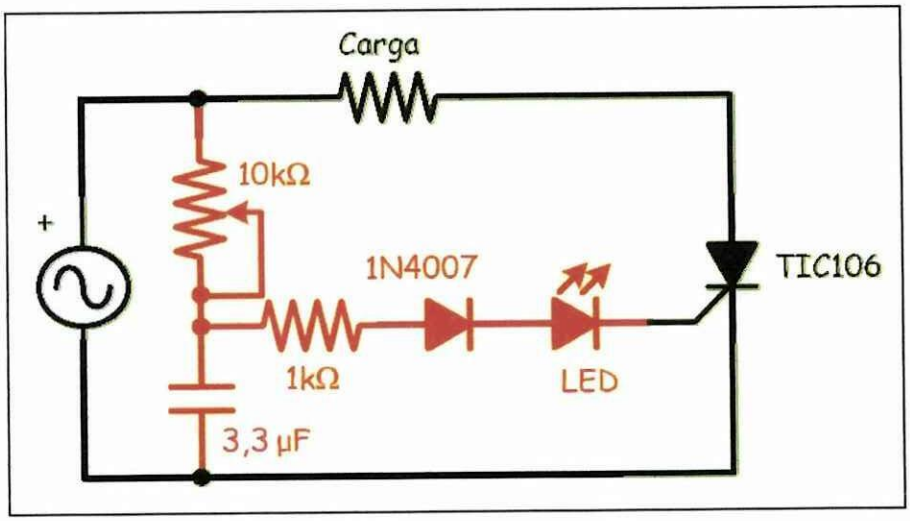
3.- Verificar las formas de onda mediante el uso del osciloscopio.

DIAGRAMAS:

CIRCUITO BÁSICO DE CONDUCCIÓN DE UN SCR



CIRCUITO CONTROL DE FASE



CONCLUSIONES:

- Los parámetros de conducción por puerta fueron analizados dando como resultado el dominio práctico del SCR.
- En el osciloscopio se pudo analizar la variación entre el ángulo de bloqueo y el ángulo de conducción.
- Por lo anteriormente señalado el SCR tiene una gran variedad de aplicaciones, entre ellas están las siguientes:
    - Circuitos de retardo de tiempo.
    - Fuentes de alimentación reguladas.
    - Interruptores estáticos.
    - Controles de motores.
    - Recortadores.
    - Inversores.
    - Cargadores de baterías.

- Circuitos de protección.
- Controles de fase.

RECOMENDACIONES:

- Tener en cuenta las limitaciones de temperatura de un SCR, siempre es aconsejable colocar disipadores de calor en dicho elemento.
- No exceder la frecuencia de funcionamiento dada por el fabricante del elemento.

3.3.3 PRÁCTICA N° 03

TEMA: ESTUDIO DE LA CONDUCCIÓN POR COMPUERTA EN EL TRIAC, SUS CARACTERÍSTICAS Y EMPLEO DEL MISMO.

OBJETIVOS:

- Adquirir conocimientos de los parámetros importantes del TRIAC, demostrar la conducción por compuerta del mismo.
- Analizar el funcionamiento de los circuitos y verificar su forma de onda con el osciloscopio.
- Determinar usos prácticos para el TRIAC.

MATERIALES Y EQUIPOS:

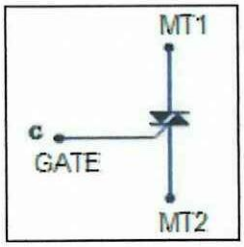
- Módulo electrónico G&H.
- Generador de ondas.
- Osciloscopio.
- Cable # 22 (Timbre).

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

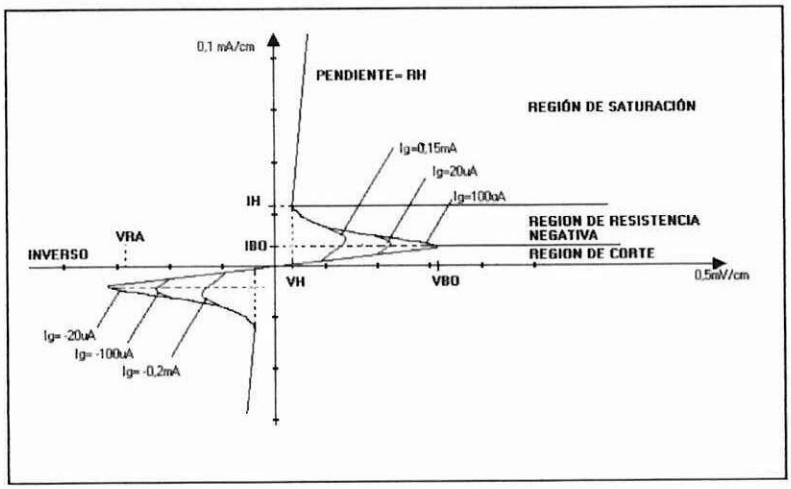
El **TRIAC** es un semiconductor, de la familia de los tiristores. La diferencia con el tiristor convencional o el SCR es que éste es unidireccional, es decir funciona con corriente alterna en el sentido de polarización con medio semiciclo, y el **TRIAC** es bidireccional, funciona en los semiciclos positivos y negativos.

Debe tenerse en cuenta que si se aplica una variación de tensión importante al **TRIAC** (dv/dt) aún sin conducción previa, el **TRIAC** puede entrar en conducción directa.

SÍMBOLO:



CURVA CARACTERÍSTICA.



El **TRIAC** puede ser disparado en cualquiera de los dos cuadrantes I y III mediante la aplicación entre los terminales de compuerta G y MT1 de un impulso positivo o negativo. Esto le da una facilidad de empleo grande y simplifica mucho el circuito de disparo.

El **TRIAC** permanece en estado ON hasta que la corriente disminuye por debajo de la corriente de mantenimiento I_H. Esto se realiza por medio de la disminución de la tensión de la fuente. Una vez que el **TRIAC** entra en conducción, la compuerta no controla más la conducción, por esta razón se acostumbra dar un pulso de corriente corto y de esta manera se impide la disipación de energía sobrante en la compuerta.

DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL TRIAC

- V_{DRM} **(Tensión de pico repetitivo en estado de bloqueo)** = es el máximo valor de tensión admitido de tensión inversa, sin que el TRIAC se dañe.
- $I_{T(RMS)}$ **(Corriente en estado de conducción)** = en general en el grafico se da la temperatura en función de la corriente.
- I_{TSM} **(Corriente pico de alterna en estado de conducción(ON))** = es la corriente pico máxima que puede pasar a través del TRIAC, en estado de conducción. En general seta dada a 50 o 60 Hz.
- I_{2t} **(Corriente de fusión)** = este parámetro da el valor relativo de la energía necesaria para la destrucción del componente.
- P_{GM} **(Potencia pico de disipación de compuerta)** = la disipación instantánea máxima permitida en la compuerta.
- I_H **(Corriente de mantenimiento)** = la corriente directa por debajo de la cual el TRIAC volverá del estado de conducción al estado de bloqueo.
- **dV/dt (velocidad critica de crecimiento de tensión en el estado de bloqueo)** = designa el ritmo de crecimiento máximo permitido de la tensión en el ánodo antes de que el TRIAC pase al estado de conducción. Se da a una temperatura de 100C y se mide en V/s.
- t_{ON} **(tiempo de encendido)** = es el tiempo que comprende la permanencia y aumento de la corriente inicial de compuerta hasta que circule la corriente anódica nominal.

PROCEDIMIENTO:

Medición de la tensión y corriente de encendido

1.- Energizar el módulo (110VAC)

2.- Realizar las conexiones de acuerdo al diagrama 1.

3.- Fijar V_{DD} a la tensión de 12 V.

4.- Fijar V_{GG} a la tensión de 12 V.

5.-Ajustar P1 a su valor máximo, verificar que el TRIAC no se encuentre en conducción, si no es así presionar el interruptor S y así retornará al estado de bloqueo. En caso de que este método no funcione, apagar la fuente V_{DD} y prenderla nuevamente.

6.- Disminuir el valor de P1 lentamente y observar la corriente y tensión de la compuerta. Anotar en la tabla 1 la tensión y corriente de encendido en el momento del paso a conducción.
Repetir las mediciones varias veces. Es necesario anotar el resultado de las mediciones en el momento del encendido.

7.- Calentar el TRIAC acercando un cuerpo caliente durante uno a dos minutos (no hay que hacer contacto entre el cuerpo y el TRIAC. El calentamiento se producirá por la conducción del calor en el aire).
Repetir la medición y anotar la tensión y corriente de encendido que se obtienen.

8.- Cambiar la polaridad de V_{GG} y V_{DD} de acuerdo con la tabla 1 y repetir los ítems 5 y 7, anotar los resultados en la tabla.

V_{DD} [V]	V_{GG} [V]	V_G [V]	I_G [mA]	V_G [V] ↑Temp	I_G [mA] ↑Temp
+12	+12				
-12	+12				
-12	-12				
+12	-12				

Tabla 1: Características tensión, corriente de encendido.

Medición de la característica de conducción del TRIAC

1. Conectar el circuito de medida de acuerdo al diagrama 2.

2. Conectar V_{GG} y determinar su valor en 12 V constante. Fijar P1 en su valor mínimo.

3. Activar la fuente de tensión V_{DD} y fijar su límite de corriente en 400mA y en este estado bajar su tensión a cero y conectarla al circuito.

4. Aumentar la tensión de la fuente V_{DD} para obtener el máximo de corriente, I_f = 400mA. Medir y anotar la tensión del TRIAC V_f en la tabla 2. Para medir la corriente presionar el interruptor.

5. Disminuir la corriente de ánodo a 300mA con ayuda del límite de corriente y anotar la tensión V_f obtenida.

6. Continuar disminuyendo la corriente del TRIAC de acuerdo a la tabla y anotar las tensiones obtenidas.
7. Cambiar la polaridad de V_{GG} y V_{DD} de acuerdo a la tabla (y variar la polaridad de los instrumentos análogamente), repetir las mediciones de los incisos 2 hasta 6 y anotar los resultados en la tabla 2

OBS.: no es posible medir la tensión V_f cuando el interruptor S está presionado.

V_{GG} [V]	V_{DD} [V]	I_f [mA]	400 mA	300 mA	200 mA	100 mA
+12	+ *	V_f [V]				
-12	+ *	V_f [V]				
-12	-	V_f [V]				
+12	-	V_f [V]				

Tabla 2: Características de conducción directa.

DIAGRAMAS:

Medición de la tensión y corriente de encendido

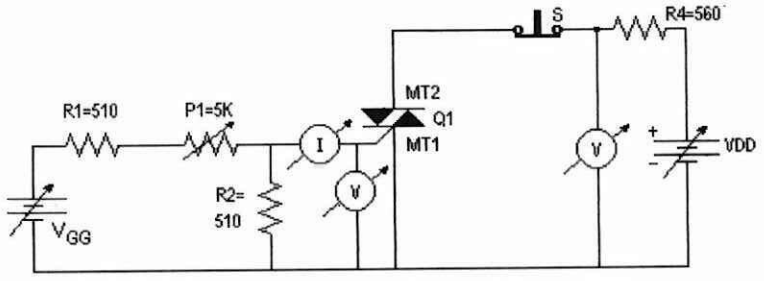


Diagrama 1

Medición de la característica de conducción del TRIAC

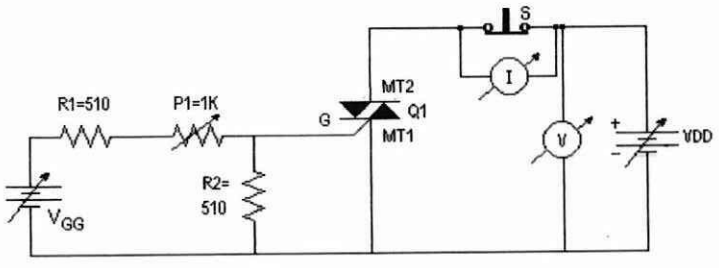


Diagrama 2

CONCLUSIONES:

- Un TRIAC no está limitado a 180° de conducción por ciclo. Con un arreglo adecuado del disparador, puede conducir durante el total de los 360° del ciclo. Por tanto proporciona control de corriente de onda completa, en lugar del control de media onda que se logra con un SCR.
- Las formas de onda de los TRIACs son muy parecidas a las formas de onda de los SCRs, a excepción de que pueden dispararse durante el semiciclo negativo.
- Una aplicación práctica que se le puede dar al TRIAC es en el control de fase.

RECOMENDACIONES:

- Utilizar un TRIAC de acuerdo a la frecuencia a manejarse.
- Verificar que las conexiones sean las adecuadas para cada caso.

3.3.4 PRÁCTICA N° 04

TEMA: ANÁLISIS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL Y CONFIGURACIONES BÁSICAS DEL MISMO

OBJETIVOS:

- Estudiar las características del amplificador operacional
- Analizar el funcionamiento en circuitos de aplicación

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Módulo electrónico G&H
- Osciloscopio
- Cable # 22 (Timbre)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

El amplificador operacional es un dispositivo electrónico, constituido internamente por tres bloques en cascada, que representan a amplificadores diferenciales, amplificadores intermedios y amplificadores en configuración de colector común.

Un O.A. tiene las siguientes características:

- Ganancia de lazo abierto y respuesta de frecuencia, alta.
- Impedancia de entrada mayor a 10^6 ohmios.
- Impedancia de salida baja
- La CMRR muy grande, normalmente mayor a 60dB.

Éstas características permiten que el amplificador tenga una gran variedad de aplicaciones.

Los conceptos fundamentales que se deben utilizar adecuadamente son:

Voltaje de offset "VOFFSET"

Es el voltaje que se aplicaría entre las entradas, para hacer que la señal de salida sea 0 voltios.

Corriente de polarización de entrada "Iin"

Es el promedio de corrientes existentes en las dos entradas.

Razón de Rechazo al Modo Común "CMRR"

Es la medida de la capacidad que tiene el amplificador operacional para rechazar aquellas señales que estén presentes simultáneamente en las dos entradas.

Impedancia de entrada (por una sola entrada) "Zin"

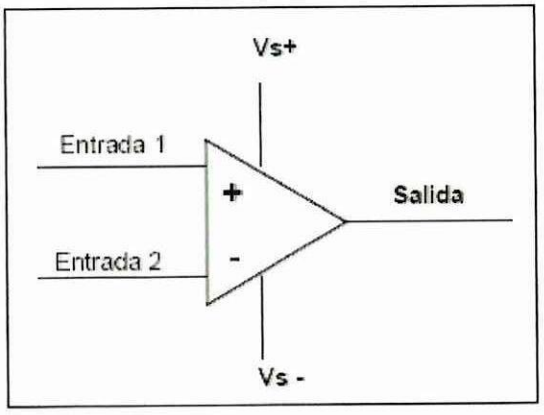
Es la razón de cambio de voltaje de entrada al cambio en la corriente de entrada, medido en cualquier terminal con respecto a tierra.

Relación de la velocidad de cambio (Slew Rate) "SR"

Es la medida que indica que tan rápido cambia el voltaje de salida con respecto al tiempo.

Frecuencia de ganancia unitaria "frecuencia unidad"

Es la frecuencia a la cual la ganancia del O.A. se reduce a la unidad.



Los terminales son:

- V_+: entrada no inversora
- V_-: entrada inversora
- V_{OUT}: salida
- V_{S+}: alimentación positiva
- V_{S-}: alimentación negativa

PROCEDIMIENTO:

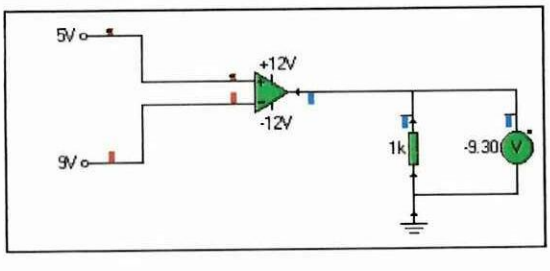
1.- Energizar el módulo (110VAC)

2.- Activar el bloque de amplificadores operacionales

3.- Realizar las conexiones de acuerdo a la configuración deseada

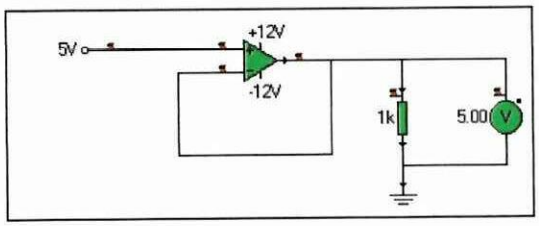
DIAGRAMAS:

Amplificador Operacional comparador.-



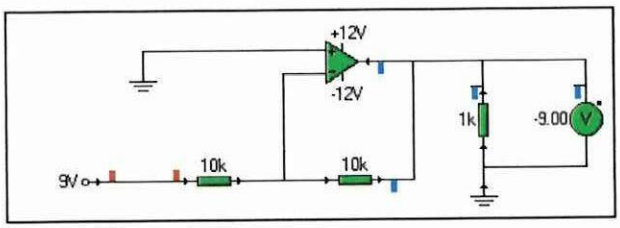
$$V_{out} = \begin{cases} V_{S+} & V_1 > V_2 \\ V_{S-} & V_1 < V_2 \end{cases}$$

Amplificador Operacional seguidor.-



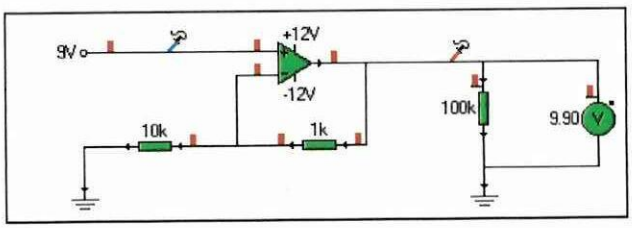
$$V_{out} = V_{in}$$

Amplificador Operacional Inversor.-



$$V_{out} = -V_{in}\frac{R_f}{R_{in}}$$

Amplificador Operacional no Inversor.-



$$V_{out} = V_{in}(1 + \frac{R_2}{R_1})$$

CONCLUSIONES:

- Hemos conocido los parámetros de funcionamiento del O.A., sus características y polarización del mismo

- Concluimos que el O.A. tiene diferentes configuraciones por lo que tiene un amplio uso en el área Electrónica.

RECOMENDACIONES:

- Identificar la entrada inversora y no inversora del amplificador operacional.

- Energizar el bloque de amplificadores operacionales.

- Realizar correctamente las conexiones utilizando el conductor sugerido.

3.3.5 PRÁCTICA N° 05

TEMA: DEMOSTRACIÓN PRÁCTICA DEL ÁLGEBRA DE BOOLE Y TEOREMA DE MORGAN

OBJETIVOS:

- Estudiar los teoremas fundamentales de la electrónica digital
- Resolver las funciones lógicas propuestas
- Simplificar operaciones lógicas de gran tamaño

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Módulo electrónico G&H
- Osciloscopio
- Cable # 22 (Timbre)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

La electrónica digital, o también llamada lógica, es la base de los microprocesadores los que tienen como función principal realizar operaciones lógicas con diferentes sistemas de alimentación. La mayoría de estos circuitos integrados están basados en transistores en conmutación, los cuales tienen dos niveles lógicos 0 ó 1.

ÁLGEBRA DE BOOLE

Son una serie de funciones lógicas demostradas matemáticamente que nos ayudan a simplificar funciones lógicas extensas.

El Álgebra de Boole permite representar mediante símbolos cualquier circuito lógico que se desarrolla.

Las reglas del Álgebra de Boole son las siguientes:

- $A + 0 = A$
- $A + 1 = 1$
- $A \cdot 0 = 0$
- $A \cdot 1 = A$
- $//A = A$
- $A + /A = 1$
- $A \cdot A = A$
- $A + /A = 0$
- $A + /AB = A + B$
- $(A + B)(A + C) = A + (B \cdot C)$
- $(A \cdot B) + (A \cdot C) = A(B + C)$

TEOREMA DE MORGAN

Nos ayuda a transformar funciones que se suman en funciones que se multiplican o viceversa.

Primer teorema:

$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

$$\overline{\overline{A + B}} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

Segundo teorema:

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{\overline{A \cdot B}} = \overline{A} + \overline{B}$$

PROCEDIMIENTO:

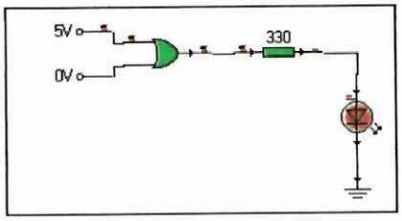
1.- Energizar el módulo (110VAC)

2.- Activar el bloque de compuertas lógicas

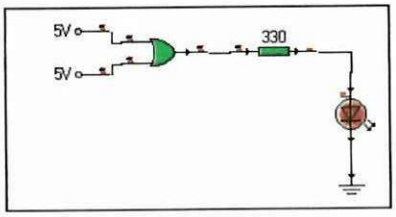
3.- Realizar las conexiones de acuerdo al teorema que se desee demostrar.

DIAGRAMAS:

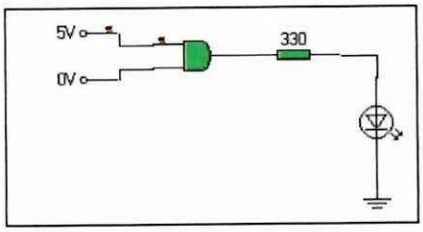
- A + 0 = A



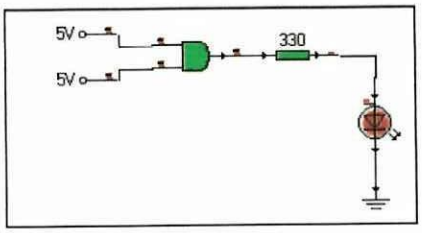
- A + 1 = 1



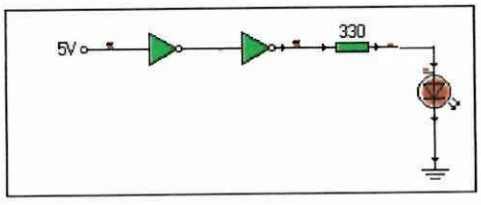
- A . 0 = 0



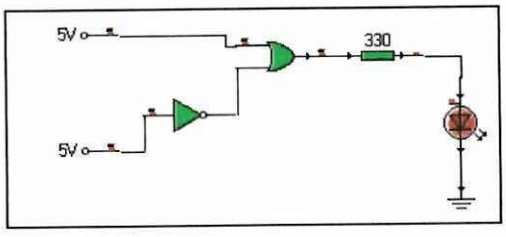
- A . 1 = A



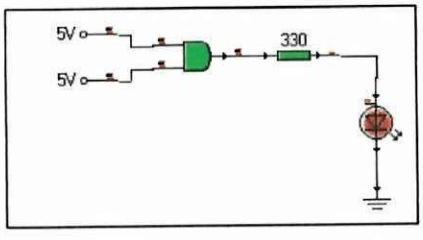
- //A = A



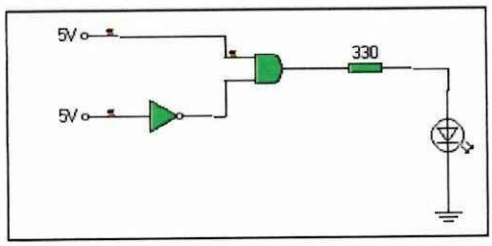
- A + /A= 1



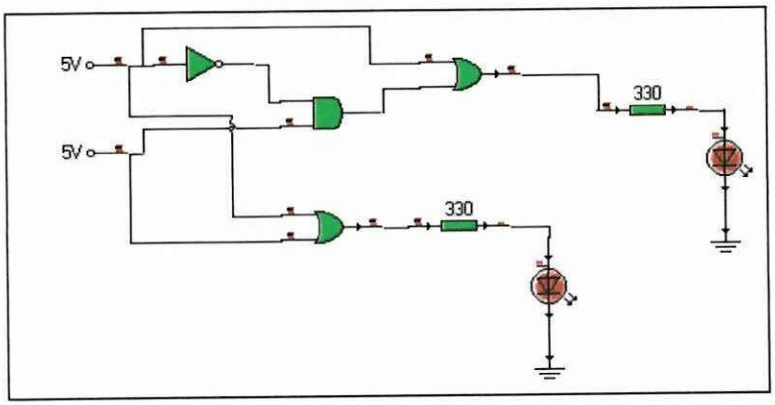
- A . A = A



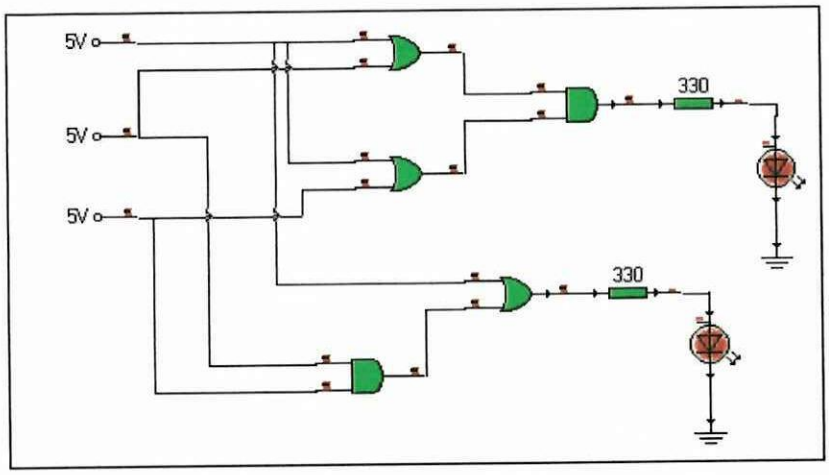
- A . /A = 0



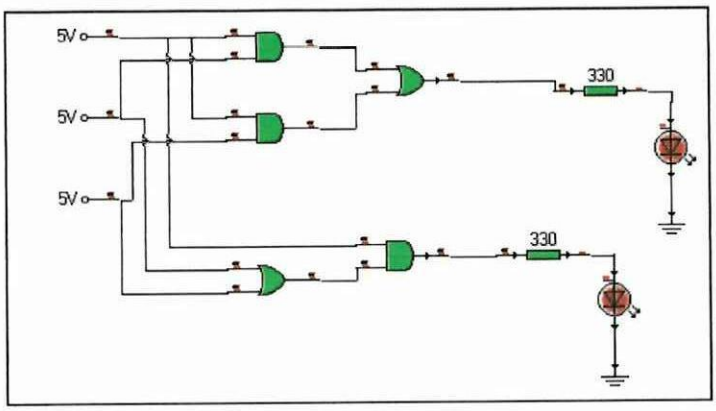
- A + /A . B = A + B



- (A + B)(A + C) = A + (B . C)



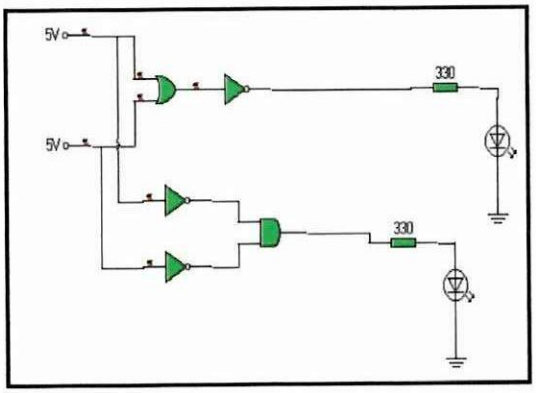
- $(A \cdot B) + (A \cdot C) = A(B + C)$

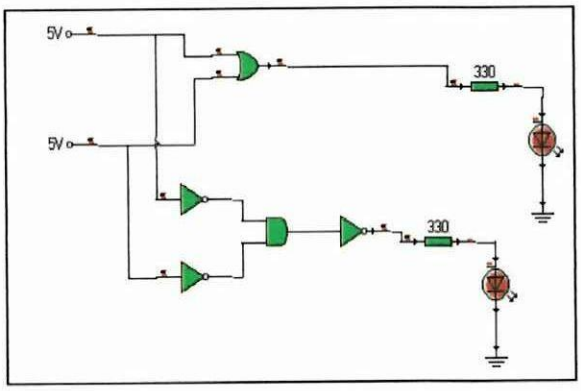


TEOREMA DE MORGAN

Primer teorema:

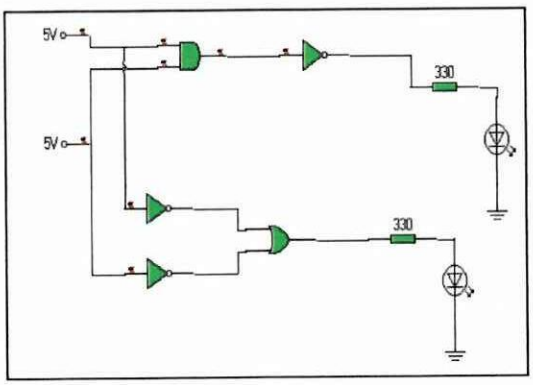
$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B} \qquad A + B = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

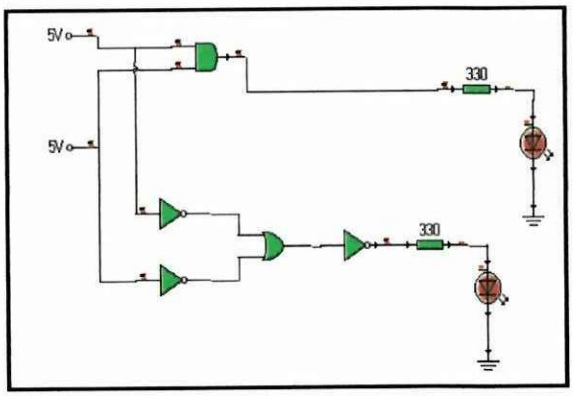




Segundo teorema:

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B} \qquad \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$





CONCLUSIONES:

- Se analizó los teoremas fundamentales de la electrónica digital.
- Se demostró prácticamente las funciones estudiadas.
- Se logró simplificar ecuaciones y resolver los teoremas de Morgan.

RECOMENDACIONES:

- Seleccionar adecuadamente los voltajes a utilizar y no exceder de los 5V para las variables.
- Realizar correctamente las conexiones.
- Verificar que el conductor a utilizarse sea el sugerido.

3.3.6 PRÁCTICA N° 06

TEMA: CIRCUITO CONTADOR BINARIO DE MÓDULO 16 HACIA ARRIBA CON DECODIFICADOR BCD A 7 SEGMENTOS.

OBJETIVOS:

- Estudiar el funcionamiento básico de un flip-flop sincronizado por reloj y su tabla de verdad.
- Realizar un contador binario de módulo 16 hacia arriba y decodificar mediante el uso de un CI 7447.

MATERIALES Y EQUIPOS:

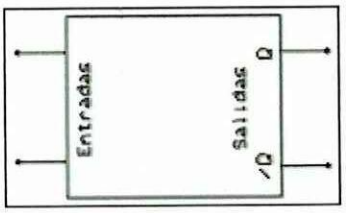
- Módulo electrónico G&H
- Cable # 22 (Timbre)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

Todos los circuitos digitales utilizan datos binarios para funcionar correctamente, los circuitos están diseñados para contar, sumar, separar, etc. los datos según nuestras necesidades, pero por el tipo de funcionamiento de las compuertas digitales, los datos presentes en las salidas de las mismas, cambian de acuerdo con sus entradas, y no hay manera de evitarlo, si las entradas cambian, las salidas lo harán también, entonces la manera de mantener un dato son las memorias, básicamente son sistemas que pueden almacenar uno o más datos evitando que se pierdan, hasta que nosotros lo consideremos necesario, es decir, pueden variar su contenido a nuestra voluntad.

El corazón de una memoria son los Flip Flops, este circuito es una combinación de compuertas lógicas, a diferencia de las características de las compuertas solas, si se unen de cierta manera, estas pueden almacenar datos que podemos manipular con reglas preestablecidas por el circuito mismo.

Esta es la representación general para un Flip Flop (comúnmente llamado "FF")



Los FF pueden tener varias entradas, dependiendo del tipo de las funciones internas que realice, y tiene dos salidas:

- La salida "Q" (salida normal)
- La salida "/Q" (salida invertida o negada)

Las salidas de los FF sólo pueden tener dos estados (binario) y siempre tienen valores contrarios, como podemos ver en la siguiente tabla:

Salida	Simbolo	Estado 1	Estado 2	Información
Normal	Q	1	0	Estado 1 "Establecer" (SET)
Invertida, Negada	$\bar{Q}$	0	1	Estado 2 "Reestablecer" (RESET)

Las entradas de un FF obligan a las salidas a conmutar hacia uno u otro estado o hacer "flip flop" .

El FF también es conocido como:

- "Registro Básico" término utilizado para la forma más sencilla de un FF.
- "Multivibrador Biestable" término pocas veces utilizado para describir a un FF.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS FF SINCRONIZADOS POR RELOJ.

- Todos los FF cuentan con una entrada con el rótulo (RELOJ, CLOCK, CLK, CP) y un distintivo círculo para saber cómo debe ser la señal activa. Los que no tienen círculo, son sincronizados por una TPP, los que cuentan con un círculo son sincronizados por una TPN.

- Todos los FF cuentan con entradas de control, que determinan el cambio que van a tener las salidas, al igual que en los Registros básicos, pero estas entradas no pueden modificar las salidas arbitrariamente, sólo podrán hacerlo cuando el FF reciba su transición activa.

Resumiendo, Las entradas de control del FF nos permiten saber cómo van a cambiar las salidas, pero sólo la señal de Reloj podrá hacer efectivo este cambio.

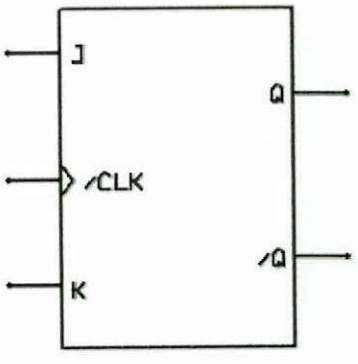
FLIP FLOP TIPO "J-K"

Este FF es uno de los más usados en los circuitos digitales, y de hecho es parte fundamental de muchos circuitos avanzados como contadores y registros de corrimiento, que ya vienen integrados en un chip.

Este FF cuenta con dos entradas de datos J y K, su función es en principio la misma que el Registro básico NAND o NOR, pero con la diferencia que la condición en las entradas J = 1, K = 1, a diferencia del Registro NAND, que generaría una salida errónea o no deseada, en un FF J-K, obliga a las salidas a conmutar su estado al opuesto (Toggle) a cada pulso del reloj. Esto lo convierte en un tipo de FF muy versátil.

Tabla de verdad de un FF tipo J-K síncrono.

Entradas			Salida
J	K	CLK	Q
0	0	TPP	No hay cambio
1	0	TPP	1
0	1	TPP	0
1	1	TPP	(Toggle)



Observando la tabla de verdad observamos los cambios que provoca en sus salidas este FF:

- Si J y K = 0, no hay cambios en las salidas.
- Si J = 1, y K = 0, se forzan las salidas a Q = 1, /Q = 0
- Si J = 0, y K = 1, se forzan las salidas a Q = 0, /Q = 1
- Si J = 1, y K = 1, las salidas conmutan su estado hacia el siguiente a cada pulso del reloj (Toggle)

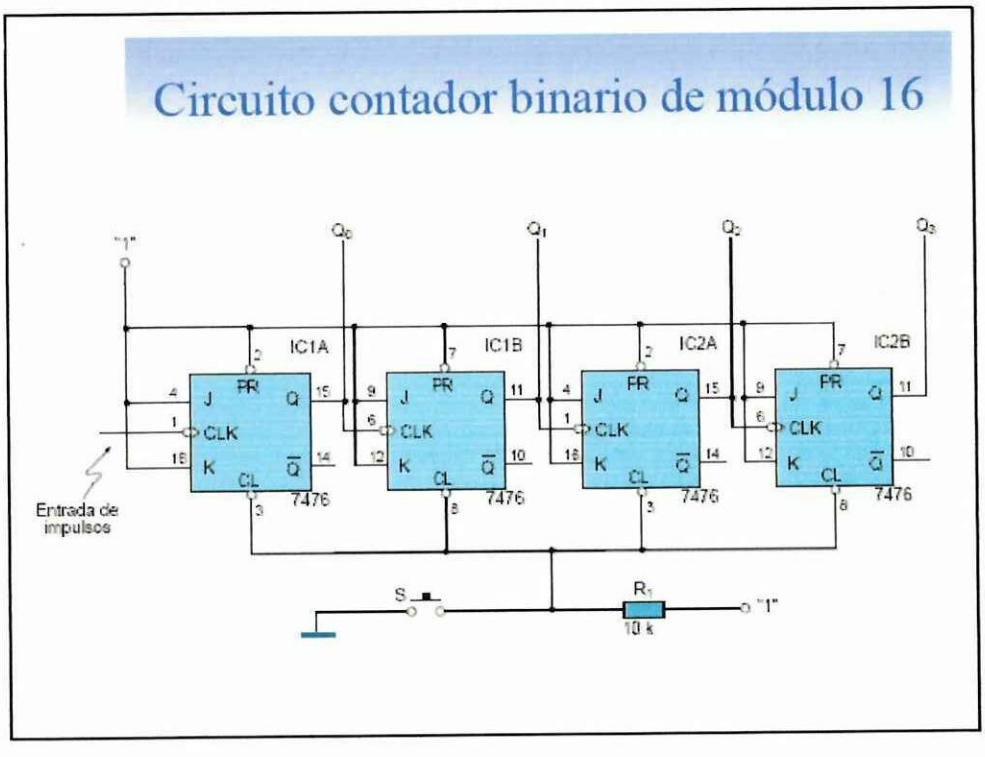
PROCEDIMIENTO:

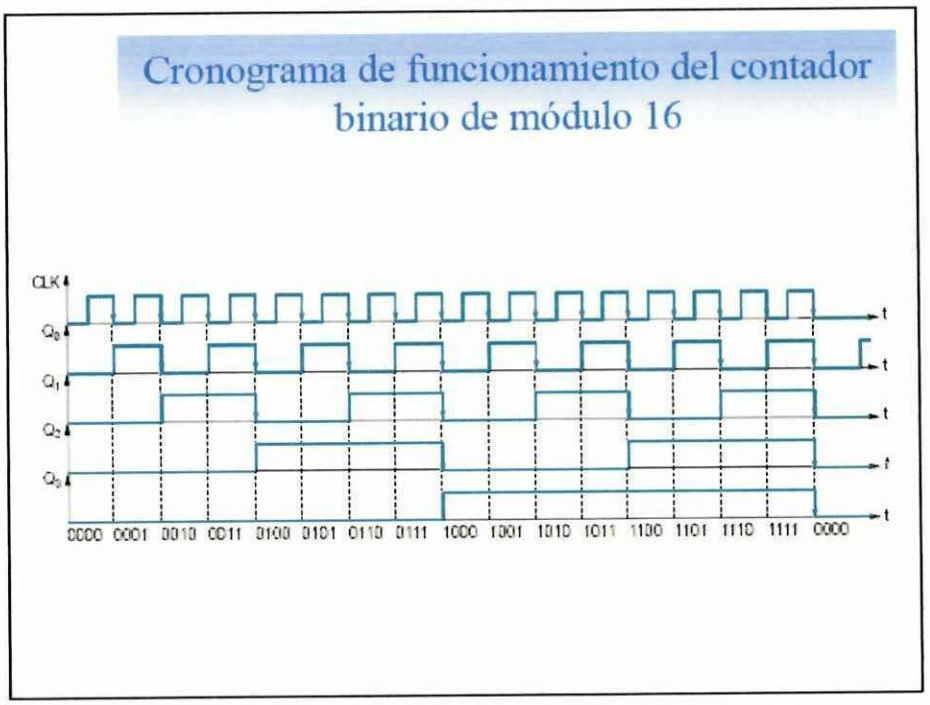
1.- Energizar el módulo (110VAC)

2.- Energizar el bloque de compuertas lógicas

3.- Realizar las conexiones de acuerdo a la configuración descrita

DIAGRAMAS:





CONCLUSIONES:

- La señal de reloj es una onda cuadrada o rectangular, los registros que funcionan con esta señal, sólo pueden cambiar cuando la señal de reloj hace una transición
- Se ensambló el circuito y se analizó las configuraciones básicas de este tipo de flip-flop

RECOMENDACIONES:

- Utilizar la señal de reloj o clock para la entrada de impulsos puesto que para este tipo de flip-flop son necesarios
- Realizar correctamente las conexiones para evitar cortocircuitos y fallas en el funcionamiento.

3.3.7 PRÁCTICA N° 07

TEMA: CIRCUITO CONTADOR BINARIO DE MÓDULO 8 HACIA ABAJO CON DECODIFICADOR BCD A 7 SEGMENTOS.

OBJETIVOS:

- Afianzar los conocimientos de electrónica digital y sus principios básicos para registrar datos.
- Familiarizarse con el uso de flip-flop, decodificador y display al realizar un contador de modulo 8 hacia abajo.

MATERIALES Y EQUIPOS:

- Módulo electrónico G&H
- Cable # 22 (Timbre)

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA:

SEÑALES DE RELOJ (CLOCK) Y FF CONTROLADOS POR RELOJ

Todos los sistemas digitales tienen básicamente dos formas de operación:

- **Operación en modo ASÍNCRONO.**

En este modo, las salidas cambian de manera automática siguiendo las órdenes de las entradas.

- **Operación en modo SÍNCRONO.**

En este modo, las salidas cambian siguiendo las órdenes de las entradas, pero sólo cuando una señal de control, llamada RELOJ (CLOCK, CLK, CP) es aplicada al registro.

La señal de reloj es una onda cuadrada o rectangular, los registros que funcionan con esta señal, sólo pueden cambiar cuando la señal de reloj hace una transición, También llamados "flancos", por lo tanto, la señal de reloj sólo puede hacer 2 transiciones (o Flancos):

- **La Transición con pendiente positiva (TPP) o Flanco positivo (FP).**

Es cuando la señal de reloj cambia del estado BAJO al estado ALTO.

- **La Transición con pendiente negativa (TPN) o Flanco Negativo (FN).**

Es cuando la señal de reloj cambia del estado ALTO al estado BAJO.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS FF SINCRONIZADOS POR RELOJ.

- Todos los FF cuentan con una entrada con el rótulo (RELOJ, CLOCK, CLK, CP) y un distintivo círculo para saber cómo debe ser la señal activa. Los que no tienen círculo, son sincronizados por una TPP, los que cuentan con un círculo son sincronizados por una TPN.

- Todos los FF cuentan con entradas de control, que determinan el cambio que van a tener las salidas, al igual que en los Registros básicos, pero estas entradas no pueden modificar las salidas arbitrariamente, sólo podrán hacerlo cuando el FF reciba su transición activa.

Resumiendo, Las entradas de control del FF nos permiten saber cómo van a cambiar las salidas, pero sólo la señal de Reloj podrá hacer efectivo este cambio.

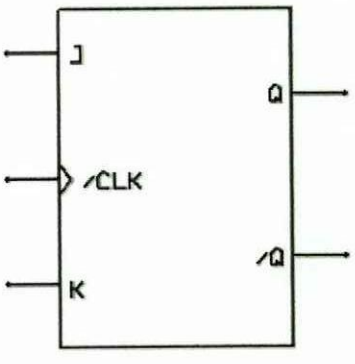
FLIP FLOP TIPO "J-K"

Este FF es uno de los más usados en los circuitos digitales, y de hecho es parte fundamental de muchos circuitos avanzados como contadores y registros de corrimiento, que ya vienen integrados en un chip.

Este FF cuenta con dos entradas de datos J y K, su función es en principio la misma que el Registro básico NAND o NOR, pero con la diferencia que la condición en las entradas J = 1, K = 1, a diferencia del Registro NAND, que generaría una salida errónea o no deseada, en un FF J-K, obliga a las salidas a conmutar su estado al opuesto (Toggle) a cada pulso del reloj. Esto lo convierte en un tipo de FF muy versátil.

Tabla de verdad de un FF tipo J-K síncrono.

Entradas			Salida
J	K	CLK	Q
0	0	TPP	No hay cambio
1	0	TPP	1
0	1	TPP	0
1	1	TPP	(Toggle)



Observando la tabla de verdad observamos los cambios que provoca en sus salidas este FF:

- Si J y K = 0, no hay cambios en las salidas.
- Si J = 1, y K = 0, se forzan las salidas a Q = 1, /Q = 0

- Si J = 0, y K = 1, se forzan las salidas a Q = 0, /Q = 1

- Si J = 1, y K = 1, las salidas conmutan su estado hacia el siguiente a cada pulso del reloj (Toggle)

PROCEDIMIENTO:

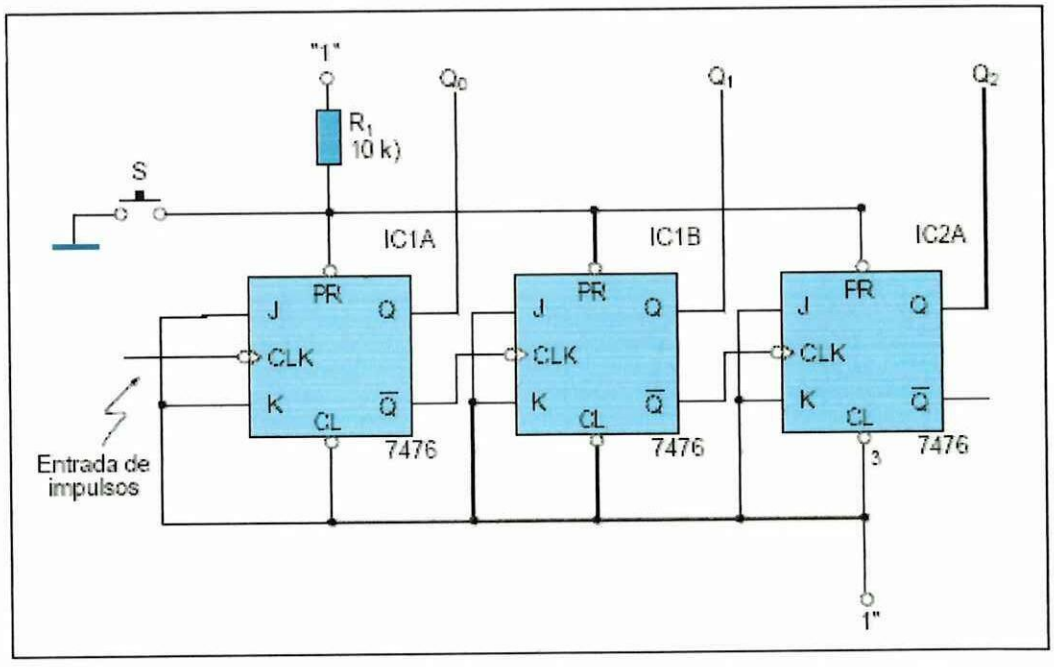
1.- Energizar el módulo (110VAC)

2.- Energizar el bloque de compuertas lógicas

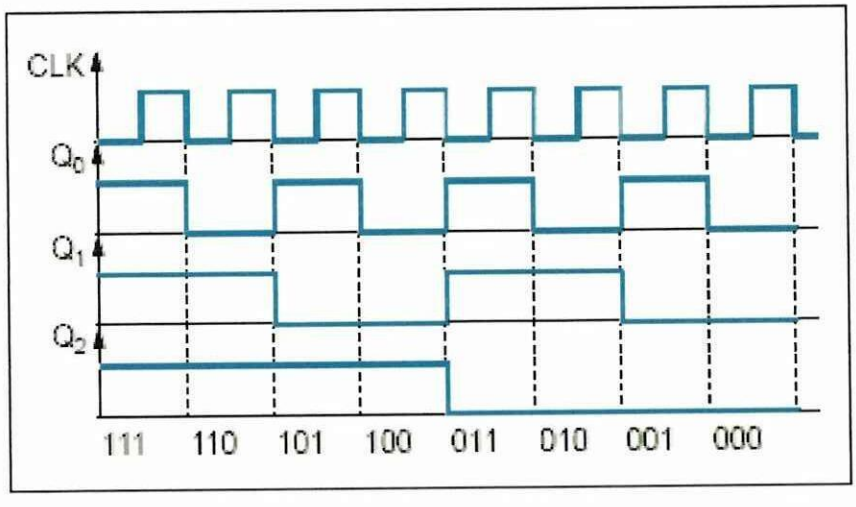
3.- Realizar las conexiones de acuerdo a la configuración deseada

DIAGRAMAS:

CONTADOR OCTAL HACIA ABAJO



CRONOGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTADOR DE MÓDULO 8



CONCLUSIONES:

- Los flip-flop son esenciales en las memorias para almacenar registros.

- Al utilizar simultáneamente el flip-flop, decodificador y display podemos visualizar la transformación de sistema binario a octal en forma real.

RECOMENDACIONES:

- Verificar que los display sean apropiados para el decodificar a utilizar.

- Verificar las salidas de cada flip-flop utilizando un diodo led.

- Realizar adecuadamente las conexiones para evitar cortocircuitos y fallas en el funcionamiento.

3.4 CONCLUSIONES.

A través del presente trabajo investigativo y el compendio de fuentes bibliográficas utilizadas se adquirió mayor conocimiento, se desarrolló habilidad en el manejo de software Proteus 7.0 para la elaboración de circuitos impresos, además se realizó el análisis de varias proformas entregadas a distribuidores de material electrónico en diferentes ciudades logrando economizar y seleccionar los elementos correctos.

Mediante los resultados arrojados por las encuestas a los sectores mencionados, conjuntamente con el estudio realizado por parte de los Tesistas, se logró seleccionar las prácticas propuestas para la demostración técnica del módulo.

Se diseñó y elaboró un instrumento didáctico-metodológico que cumple con las expectativas planteadas, siendo éste muy versátil, robusto, de fácil manejo, y no requiere mantenimiento periódico, el cual servirá para realizar prácticas de electrónica, tanto analógica como digital, en el laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Se cumplió satisfactoriamente con los objetivos establecidos durante la realización del proyecto para que en el futuro los estudiantes estén acorde con la complementación práctica, mejorando sus conocimientos con respecto al manejo, conexión de elementos electrónicos, perdiendo el temor al utilizar este tipo de circuitos y permitiendo perfeccionar la formación del futuro Ingeniero Electromecánico.

Se concluye que el Ingeniero Electromecánico debe ser multifuncional ya que su formación abarca varias áreas de trabajo en las que se pueda desempeñar, la complementación de conocimientos es indispensable para su óptimo desempeño y desarrollo profesional.

3.5 RECOMENDACIONES.

- Para el uso de este módulo se recomienda tener adjunto las hojas de especificaciones técnicas de los dispositivos utilizados en este equipo.
- Para el manejo del mismo se recomienda seguir las instrucciones dadas en el planteamiento de prácticas ya que es un equipo confiable, seguro, pero los elementos electrónicos suelen ser sensibles a errores de conexión.
- No colocar objetos ajenos al módulo
- Utilizar los dispositivos de protección que se encuentran dispuestos en el módulo.
- Se recomienda tener en cuenta las normas de seguridad pertinentes, al realizar las prácticas.

3.6 BIBLIOGRAFÍA

Citada:

- ARAUJO, Diego. Manual de Electrónica Aplicada, Editorial Cultural S.A., Madrid-España, 2008.
- BATES, David. MALVINO, Albert. Principios de Electrónica, Editorial McGraw-Hill, España-Madrid, 2007
- BOYLESTAD, Robert. NASHELSKY, Louis. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Editorial, Pearson Education, México, 2003.
- GARCÍA R, Miguel. Diccionario de Ingeniería, Editorial Cultural S.A, España-Madrid, 2000.
- LLORIS, Antonio. PARRILLA, Luis. PRIETO, Alberto. Sistemas Digitales, Editorial McGraw-Hill, España, 2003.
- MALONEY, Timothy. Electrónica Industrial Moderna, Editorial Pearson Education, México, 2006.
- PRAT, Lluís. Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Editorial Alfaomega S.A., España-Barcelona, 2001.

Consultada:

- ÁLVAREZ, Juan. CAMPO, Juan. GARCÍA, Miguel. GRILLO, Gustavo. Instrumentación Electrónica, Editorial Thomson, Madrid-España, 2004.
- BLALOCK, Travis. JAEGER, Richard. Diseño de Circuito Microelectrónicos, Editorial McGraw-Hill, México, 2005.
- BOYLESTAD, Robert. NASHELSKY, Louis. Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Editorial, Pearson Education, México, 2003.
- CUESTA, Luis. GIL, Antonio. DOMINGUEZ, Fernando. Electrónica Digital, Editorial McGraw-Hill, Madrid, 2000.
- FLOYD Thomas, Dispositivos Electrónicos, Editorial Pearson Education, México, 2008.
- FRANCO, Sergio. Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos, Editorial McGraw-Hill, México, 2005.
- GUALDA, Juan. MARTÍNEZ, Salvador. Electrónica de Potencia, Editorial Thomson, España, 2006.
- MARTIN, Ricardo. Electrónica básica, Editorial Cultural S.A., Madrid-España, 2002.
- MATTHEW, Alexander. Fundamentos de Circuitos Eléctricos, Editorial McGraw-Hill, España, 2006.
- ORTS, Salvador. SALES, Gimeno. SÁNCHEZ, Carlos. SEGUÍ, Salvador. Electrónica de Potencia, Editorial Alfaomega, México, 2004.
- RASHID, Muhammad. Electrónica de Potencia, Editorial Pearson Education, México, 2004.

Virtual:

- www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/transductoressensores
- www.geocities.com/diet202eq20666/componentes.htm
- www.piher-nacesa.com/es/product.htm
- www.scribd.com/doc/22763098/informe-practicas
- www.uned.es/ca-guadalajara/tutores/Practicas
- www.unicrom.com/Tut_codigocolores_condensadores.asp
- www.wikipedia.org/wiki/Transductor_electroac%C3%BAstico

3.7 ANEXOS

3.7.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Admitancia: Inversa de la impedancia. Mide la capacidad de permitir el paso de la corriente alterna de un elemento o rama en un circuito paralelo.

Ampere (amperio): unidad de medición de la corriente eléctrica (A).

Amperímetro: instrumento de medición utilizado para medir la corriente que atraviesa un dispositivo. Este instrumento se coloca en serie con el circuito.

Amplificador- Un amplificador magnifica la señal en tensión y/o en corriente. Cuando solamente aumentamos se llama amplificador de tensión. Los preamplificadores son la mayoría de las veces amplificadores de tensión, aunque también cumplan otras funciones como la de adaptar impedancias. Cuando se amplifica la tensión y la corriente, tenemos un amplificador de potencia, y sirve para atacar unos altavoces.

Ángulo de disparo: Número de grados de un ciclo de CA durante los cuales un Tiristor se encuentra encendido.

Ángulo de fase: Es la diferencia de fase entre dos ondas senoidales, usualmente debido a que en el circuito existen capacitores (condensadores) o inductores (bobinas), y producen el adelanto o retraso entre señales.

Ánodo: Electrodo cargado positivamente sobre el que se recoge la corriente principal de electrones del Cátodo. Electrodo positivo de un semiconductor.

B

Base Común: Configuración de un amplificador con transistor en que la entrada es aplicada al emisor y la salida se obtiene en el colector. La ganancia de tensión es grande y la ganancia de corriente es aproximadamente 1.

Binario: Sistema de numeración en el que sólo hay dos posibles estados 0 y 1.

Bipolar: Transistor que utiliza tantos portadores de carga positiva como negativa, en la transmisión de la corriente.

Bobina: (inductor) Elemento que reacciona contra los cambios en la corriente a través de él, generando una tensión que se opone a la tensión aplicada y es proporcional al cambio de la corriente.

Byte: Unidad de información compuesta de 8 bits ("1" o "0"). Esta unidad de información es suficiente para representar un número o una letra entre otros.

C

Campo magnético: Distribución de la energía magnética en el espacio, creado por un imán o por el flujo de una corriente a través de un conductor.

Capacitor: Componente que consiste fundamentalmente en dos placas o electrodos separados por un dieléctrico y utilizado por su capacidad de almacenar carga eléctrica.

Colector común: También llamado seguidor emisor. La entrada de señal se hace en la base y la salida se obtiene en el emisor. Tiene una alta ganancia de corriente y una ganancia de tensión ligeramente menor a 1.

Corte: Estado en que la tensión base - emisor en un transistor, no es suficiente para polarizar el transistor en su unión base-emisor. Como consecuencia no hay corriente en el emisor del transistor. Se dice que el transistor no conduce o está abierto.

Corriente: Cantidad de electrones que circula en un conductor por unidad de tiempo.

Curva característica: Cada una de las curvas que describen la operación de un dispositivo (ejemplo: un transistor) en distintas condiciones de polarización y carga.

D

Decimal: Sistema de numeración en base 10.

Digital: Un sistema en que los caracteres o códigos son utilizados para representar números o cantidades físicas en forma discreta.

Dieléctrico.- La propiedad que tiene un material de aislar eléctricamente hablando. Los aislantes de los cables, por ejemplo, deben de ser buenos dieléctricos, así como los separadores de las placas de condensadores. Un buen dieléctrico es un pésimo conductor, y viceversa. Debido a ciertas propiedades intrínsecas de la materia (a nivel subatómico) los buenos conductores eléctricos lo son también del calor, y los no conductores (dieléctricos) son malos conductores de calor también. Así, la plata, el cobre, el oro, son excelentes conductores eléctricos y de calor. La mica, el vidrio, el aire, etc., son malos conductores.

Diodo (del griego "dos caminos").- es un dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor.

E

Electricidad: Propiedad de los electrones y protones, expresada numéricamente como carga en culombios.

Electrónica: Campo de la tecnología que trata sobre aparatos electrónicos.

Emisor común: Configuración de un amplificador a transistor en donde la entrada de la señal se aplica a la base y la salida se obtiene del colector: Las ganancias de tensión y corrientes son muy altas, obteniéndose una alta ganancia de potencia.

Encapsulado: Envoltura que protege a los semiconductores y permite que estos se puedan agarrar cómodamente.

F

Flip flops.- Un biestable, también llamado báscula (*flip-flop* en inglés), es un multivibrador capaz de permanecer en un estado determinado o en el contrario durante un tiempo indefinido.

Forma de onda: Forma de una señal eléctrica.

Fuente común: Modo de operación de un FET (transistor de efecto de campo) en que la entrada es tomada entre compuerta y fuente, y la salida entre drenaje y fuente. Se obtiene una gran ganancia tanto de tensión cono de corriente.

Fusible: Dispositivo de protección que abre el circuito cuando hay un consumo de corriente mayor al esperado.

G

Ganancia de corriente: Relación entre la corriente de salida y la corriente de entrada en un circuito amplificador.

Ganancia de Tensión (voltaje): Relación entre la tensión (voltaje) de salida y de entrada en un circuito amplificador.

H

Hardware: Es todo aquello que se puede tocar, es tangible, y se puede entender como la máquina que realizan el trabajo controlado por un software (programa).

Hertz: (hz), Unidad de medida de la frecuencia, equivalente a número de veces por segundo.

Hexadecimal: Sistema de numeración de base 16.

Histéresis: Desfase del efecto con respecto a la causa en el comportamiento de los cuerpos sometidos a una acción elástica, magnética o eléctrica primero creciente y luego decreciente.

Impedancia: Oposición que representa un componente o componentes al paso de la corriente alterna. Es la relación entre la FEM alterna aplicada a un circuito y la corriente resultante que lo atraviesa.

Intrínseco (semiconductor): Es en esencia un semiconductor puro, cuyas propiedades no son determinadas por las impurezas.

Inversor: Dispositivo que convierte tensión C.D. a tensión C.A.

Isotrópico: Que tiene idénticas propiedades en todas las direcciones.

J

Jumper.- es un elemento para interconectar dos terminales de manera temporal sin tener que efectuar una operación que requiera herramienta adicional. Dicha unión de terminales cierra el circuito eléctrico del que forma parte.

K

Kilo: Se aplica a nombres de unidades de medida para designar el múltiplo correspondiente, en este caso 10^3

L

Ley de ohm: Relación existente entre la intensidad, resistencia y tensión.

Limitador: Dispositivo no lineal cuya finalidad es limitar el pico o pie de una señal de entrada para toda amplitud superior inferior a un valor umbral determinado.

M

Mapas de Karnaugh: Método de simplificación utilizado en electrónica digital para reducir ecuaciones lógicas.

Microprocesador: Unidad de control de proceso (ALU y sistema de control) en forma de circuito de alta escala de integración.

Multímetro: Instrumento de múltiples propósitos, que se puede usar para medir resistencias, voltajes, corrientes, etc.

Micro.- Se aplica a nombres de unidades de medida para designar el submúltiplo correspondiente, en este caso 10^{-6}

Motor CC: Motor de corriente continua.

N

Nand: Compuerta lógica cuya operación lógica es la negación de multiplicación.

Nano.- Se aplica a nombres de unidades de medida para designar el submúltiplo correspondiente, en este caso 10^{-9}

Nor: Compuerta lógica cuya operación lógica es la negación de suma.

Not.- Compuerta lógica cuya operación lógica es la negación.

O

Octal (Sistema): Sistema numérico de base 8.

Ohm: (Ohmio) Unidad de medición de la resistencia eléctrica, representada por la letra griega Ω.

Operacional: (Amplificador). Dispositivo amplificador de la diferencia de sus dos entradas con una alta ganancia, una impedancia de entrada muy alta, y una baja impedancia de salida.

OR: Compuerta lógica cuya operación lógica es la suma.

Oscilador: Dispositivo o circuito que produce una señal oscilatoria de tensión alterna periódica.

Osciloscopio: Instrumento utilizado para la medición de la amplitud y período de señales de corriente alterna. El osciloscopio muestra en la pantalla la forma de onda medida, su forma y su periodo.

P

Pad.- Parte de la pista (track) de cobre de un circuito impreso donde se inserta el terminal de un componente para soldarlo. Puede ser circular, cuadrado, o cualquier otra forma.

Pico.- Se aplica a nombres de unidades de medida para designar el submúltiplo correspondiente, en este caso 10^{-12}

Polarización directa: en el diodo es cuando el voltaje en el ánodo es superior al voltaje del cátodo.

Polarización inversa: en el diodo es cuando el voltaje en el cátodo es superior al voltaje en el ánodo.

Portadores minoritarios: Portador que tiene menor presencia en una área dada en un semiconductor. En áreas tipo N hay huecos y en la áreas P, electrones.

Potencia: La velocidad con la que se consume o suministra energía de un sistema.

Potenciómetro: Divisor resistivo variable, ajustable por medio de un cursor

R

Reactancia: Oposición que presenta un dispositivo almacenador de energía (capacitor–condensador o inductor - bobina) al flujo de la corriente alterna. Se mide en Ohms.

Realimentación: La realimentación permite tomar una muestra de la salida y sumarla a la entrada. Mediante la realimentación se puede mantener el control de un amplificador y forzarlo a trabajar en la zona activa.

Rectificador: Convertidor de energía eléctrica que transforma un sistema de corriente alterna en corriente continua.

Región de ruptura: Región en la que el diodo semiconductor se haya polarizado en inverso mas allá de la tensión de ruptura. Un diodo común se destruiría, pero un diodo zener aprovecharía la característica para regular a una tensión fija.

Resistencia: Es la oposición de la corriente eléctrica.

S

Saturación: Región de funcionamiento de un transistor en que ambas junturas del transistor se hallan polarizadas en directo, lo que causa que la tensión entre colector y emisor sea muy pequeña (casi 0 voltios).

Semiconductor.- Material que no es buen conductor eléctrico como el cobre, hierro, plomo, etc., pero tampoco es un buen aislante como el vidrio, porcelano, aire, etc., manteniéndose en un término medio. Bajo ciertas condiciones, los semiconductores conducen muy bien, existiendo semiconductor tipo N y tipo P según tenga excedentes de electrones (N) o falta de ellos (P, huecos). Habitualmente se utiliza el Silicio, por su abundancia en la naturaleza, aunque inicialmente se utilizó el Germanio (Ge).

Sobrecarga: Condición de una fuente de energía eléctrica cuando se extrae de ella más potencia de la que puede proporcionar continuamente sin sobrecalentamiento o deterioro.

Software: Es el conjunto de programas, rutinas y documentación necesario para el funcionamiento de un procesador

T

Tensión de ruptura: Tensión en la que un diodo polarizado inversamente causa la ruptura de la unión PN.

Termistor: Dispositivo sensible a la temperatura, que tiene una resistencia con coeficiente de temperatura negativa. Si la temperatura se incrementa su valor de resistencia disminuye.

Tiristor: Familia de dispositivos semiconductores que incluyen a los SCR, los DIACS y los TRIACS.

Transformador: Un arreglo de 2 o más bobinados diseñados para permitir que el campo magnético producido en uno de ellos genere una tensión (voltaje) en el otro.

Transistor: Dispositivo semiconductor con tres terminales que funciona como amplificador y como interruptor dependiendo del diseño del circuito.

V

Vatio: Unidad de medida de potencia eléctrica. 1 Vatio = 1 julio / segundo.

Voltio / Volt: Unidad de medición de la diferencia de potencial o tensión eléctrica.

Voltímetro: Instrumento que mide la tensión (voltaje) en un componente. El instrumento se coloca en paralelo con el elemento al que hay que medir su tensión.

Z

Zener (diodo): Diodo con la capacidad de operar en la zona de ruptura sin dañarse, trabajando como una fuente de tensión. Permitiendo obtener un voltaje fijo en sus terminales siempre y cuando la tensión de entrada sea mayor.

3.7.2 GLOSARIO DE SIGLAS

A

A: Ánodo

A.C: Corriente alterna

ALU: Unidad lógica aritmética.

B

B: Base del transistor.

BCD: Binario Codificado en Decimal.

Beta (β): relación que hay entre los valores de las corrientes del colector y la base de un transistor (ganancia).

BIOS: Basic Input Output System. Sistema básico de entrada y salida.

Bit: Binary digit. Digito binario. Unidad mínima de información. Puede ser un "1" (alto) o un "0" (bajo). La unión de 8 bits hace un byte.

C

C: colector del transistor.

CC (Corriente Continua): Corriente eléctrica que es constante en el tiempo.

CLK: Clock (Reloj)

D

DAC (D / A): Convertidor digital – analógico.

DB: Decibel

DC: Corriente directa

E

E: Emisor del transistor

F

Faradio (F): Unidad de capacidad en los condensadores.

FF: flip-flop

G

G: Gate (compuerta)

GND: Ground (Tierra)

H

Hz: Hertz

I

I: Corriente

I.C.: Circuito Integrado

K

K: Cátodo.

L

LED: Light Emitting Diode. Diodo emisor de Luz

LCD: Liquid Crystal Display. Pantalla de cristal líquido. Tecnología que permite la creación de pantallas planas.

M

MIC: Micrófono

N

NPN: Negativo-Positivo-Negativo

O

OA: Amplificador Operacional

OUTPUT: Salida

P

pF: Picofaradio

PNP: Positivo-Negativo-Positivo

PR: Establecer

R

R: Resistencia.

RMS: valor eficaz que un instrumento debería medir para una onda seno. Es calculado a partir de una onda rectificada. Si se miden señales que no son senoidales, el valor es erróneo.

S

SCR: (Silicon Controled Rectifier): Rectificador controlado de silicio.

SPKR: Speaker (Parlante)

T

t: Tiempo

TTL: Transistor-Transistor-Logic

V

V: Voltaje

W

W: Watio

Z

Z: Impedancia.

3.7.3 FORMULARIO DE ENCUESTA A DOCENTES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Ingeniería Electromecánica

ENCUESTA PARA DOCENTES

Señor docente su valiosa colaboración en las respuestas nos permitirá obtener datos importantes para el desarrollo de nuestra propuesta la cual consiste en el: DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN MODULO ELECTRÓNICO ANALÓGICO Y DIGITAL PARA EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

Lea cuidadosamente y elija las respuestas con una x o un √ de acuerdo a su criterio.

1.- ¿CON QUÉ FRECUENCIA UTILIZA EL LABORATORIO CON LOS ESTUDIANTES?

a) SIEMPRE ( ) c) RARA VEZ ( )

b) A VECES ( ) d) NUNCA ( )

2.- ¿ESTA SATISFECHO CON LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS EXISTENTES EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA?

SI ( ) NO ( )

¿Por qué? :.....

3.- ¿CREE USTED QUE LA EXPLICACIÓN EN LA PIZARRA ES SUFICIENTE PARA PODER OBTENER RESULTADOS REALES EN ELECTRÓNICA?

SI ( ) NO ( )

¿Por qué? :.....

4.- ¿SE NECESITARÍA HACER UNA APLICACIÓN PRÁCTICA DESPUÉS DE HABER REALIZADO UNA CLASE TEÓRICA?

a) SIEMPRE ( ) c) RARA VEZ ( )

b) A VECES ( ) d) NUNCA ( )

5.- ¿CONSIDERA IMPORTANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA EL LABORATORIO?

SI ( ) NO ( )

¿Por qué? :.....

6.- ¿CREE USTED QUE ES IMPORTANTE REALIZAR PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO UTILIZANDO UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL APRENDIZAJE?

SI ( ) NO ( )

¿Por qué? :.....

3.7.4 FORMULARIO DE ENCUESTA A ESTUDIANTES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Ingeniería Electromecánica

ENCUESTA PARA ESTUDIANTES

Señor estudiante su valiosa colaboración en las respuestas nos permitirá obtener datos importantes para el desarrollo de nuestra propuesta la cual consiste en el: DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO ANALÓGICO Y DIGITAL PARA EL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA.

Lea cuidadosamente y elija las respuestas con una x o un √ de acuerdo a su criterio.

1.- LA UNIVERSIDAD CUENTA CON MÓDULOS ELECTRÓNICOS PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

SI ( ) NO ( )

2.- ¿QUÉ TANTO CONOCE USTED LOS ELEMENTOS ELECTRÓNICOS QUE SE DETALLA CONTINUACIÓN?

a) DIODO MUCHO( ) SUFICIENTE(X) POCO ( ) NADA( )

b) TRANSISTOR MUCHO( ) SUFICIENTE( ) POCO (X) NADA( )

c) AMPLIFICADOR OPERACIONAL MUCHO( ) SUFICIENTE( ) POCO ( ) NADA( )

d) COMPUERTAS LÓGICAS MUCHO( ) SUFICIENTE( ) POCO ( ) NADA( )

e) FLIP-FLOPS MUCHO( ) SUFICIENTE( ) POCO (X) NADA( )

3.- ¿HA REALIZADO PRÁCTICAS CON CIRCUITOS LÓGICOS?

a) SIEMPRE ( ) c) RARA VEZ ( )

b) A VECES ( ) d) NUNCA ( )

4.- ¿CONSIDERA USTED QUE ES IMPORTANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO PARA EL LABORATORIO?

SI ( ) NO ( )

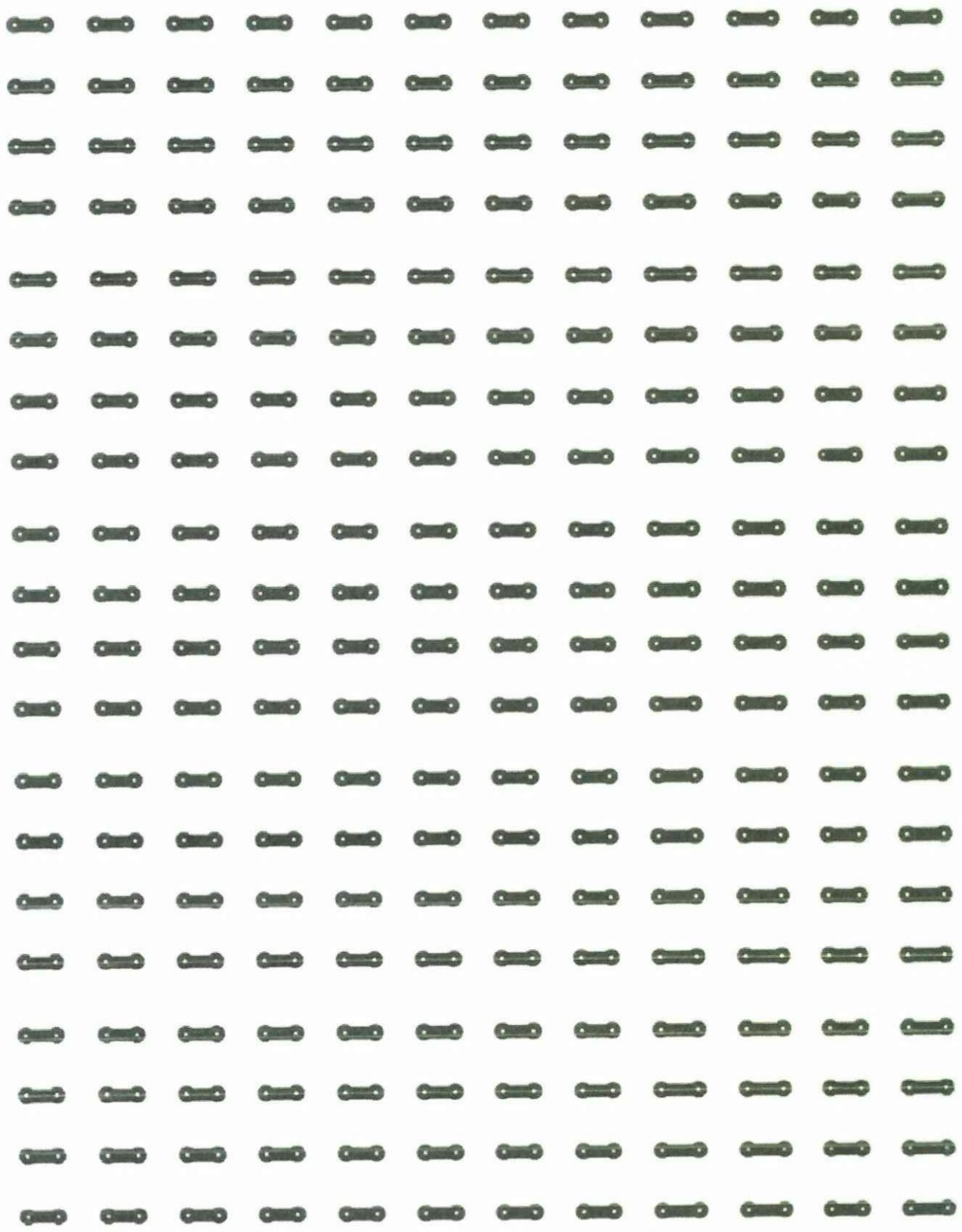
¿Por qué? :.....

5.- ¿CREE USTED QUE LA UTILIZACIÓN DE ESTE LABORATORIO ELECTRÓNICO SEA DE VITAL IMPORTANCIA PARA SU FORMACIÓN PROFESIONAL?

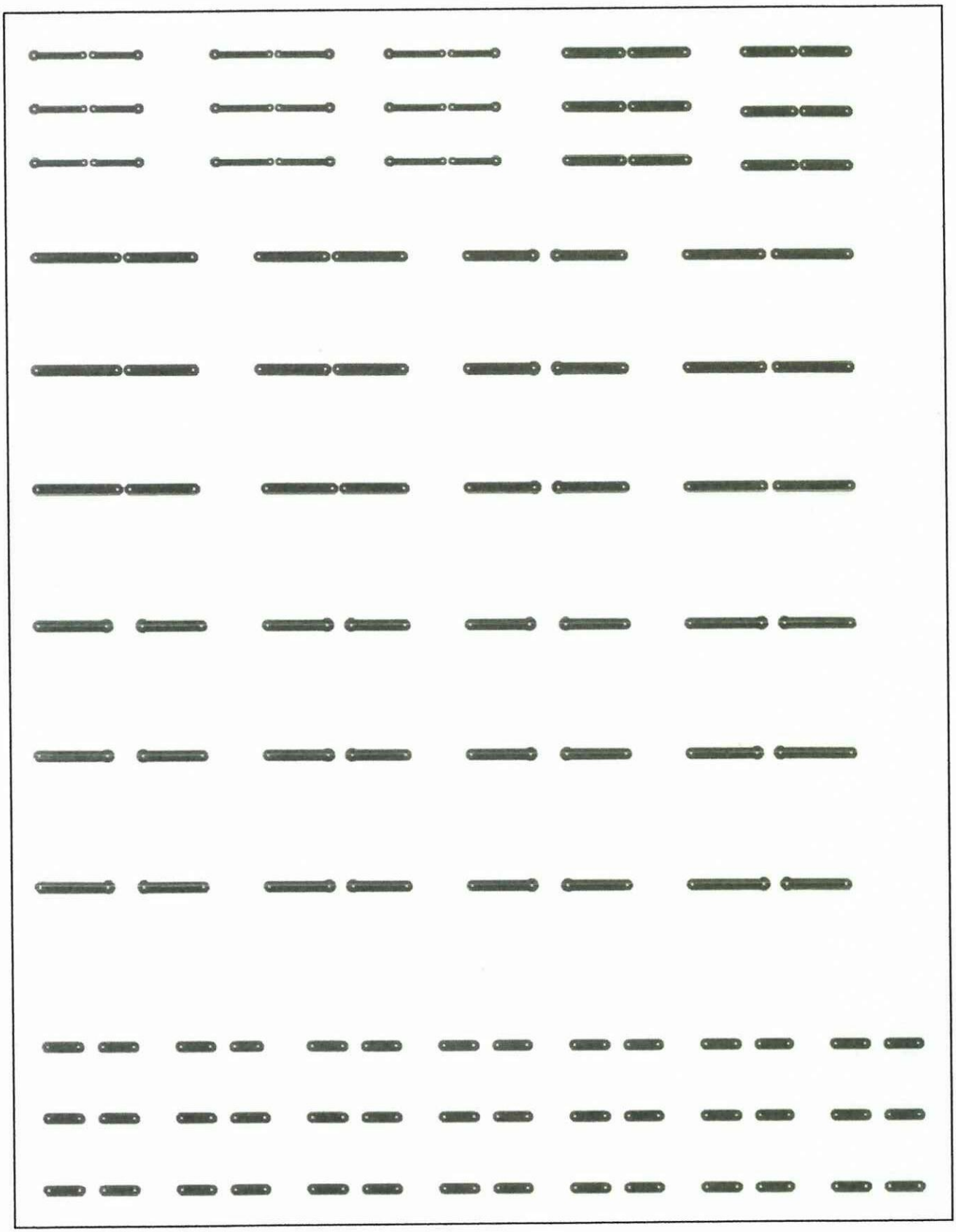
SI ( ) NO ( )

¿Por qué? :.....

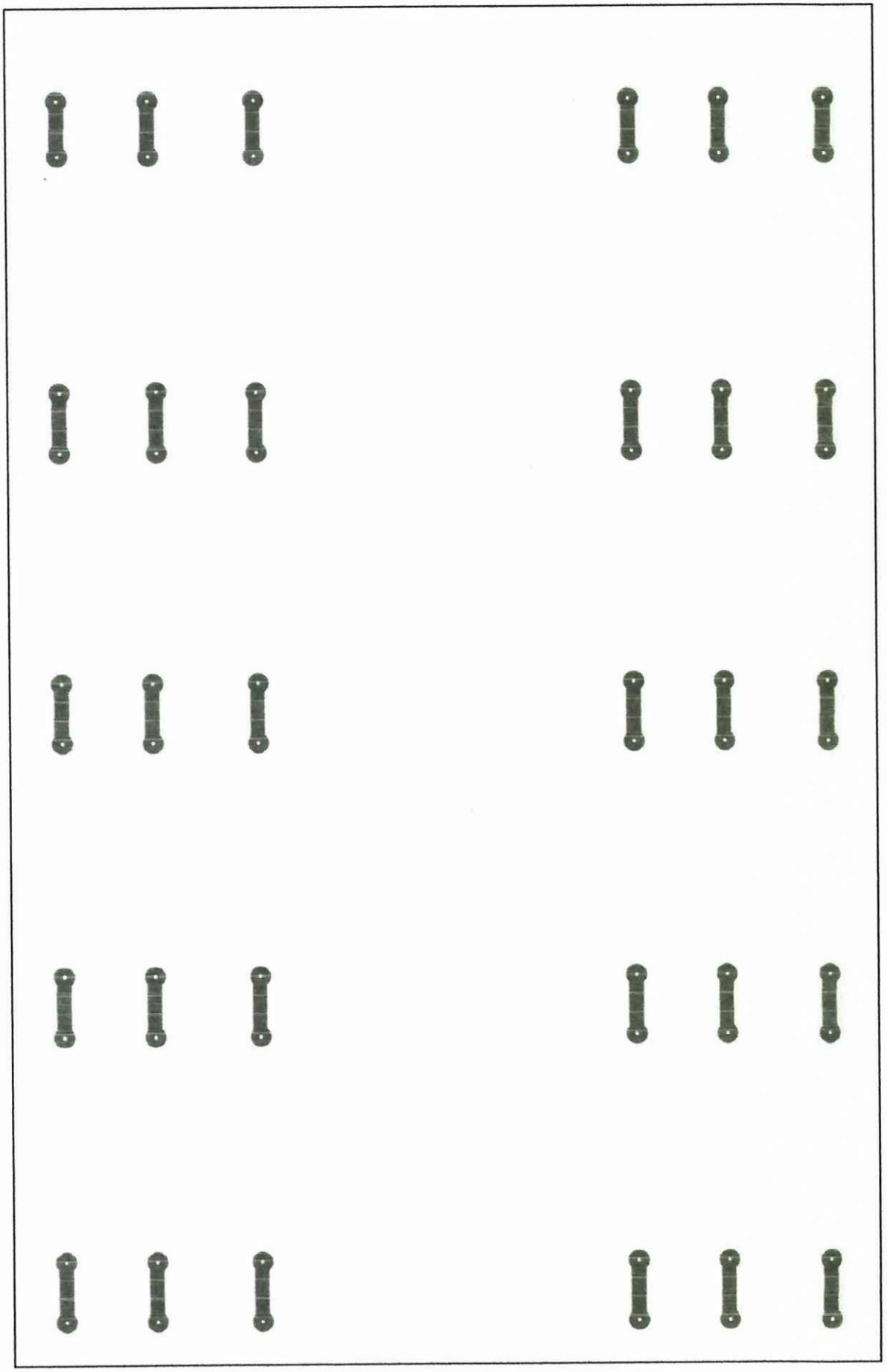
3.7.5 DISEÑO DE CIRCUITOS SOFWARE PROTEUS 7.0



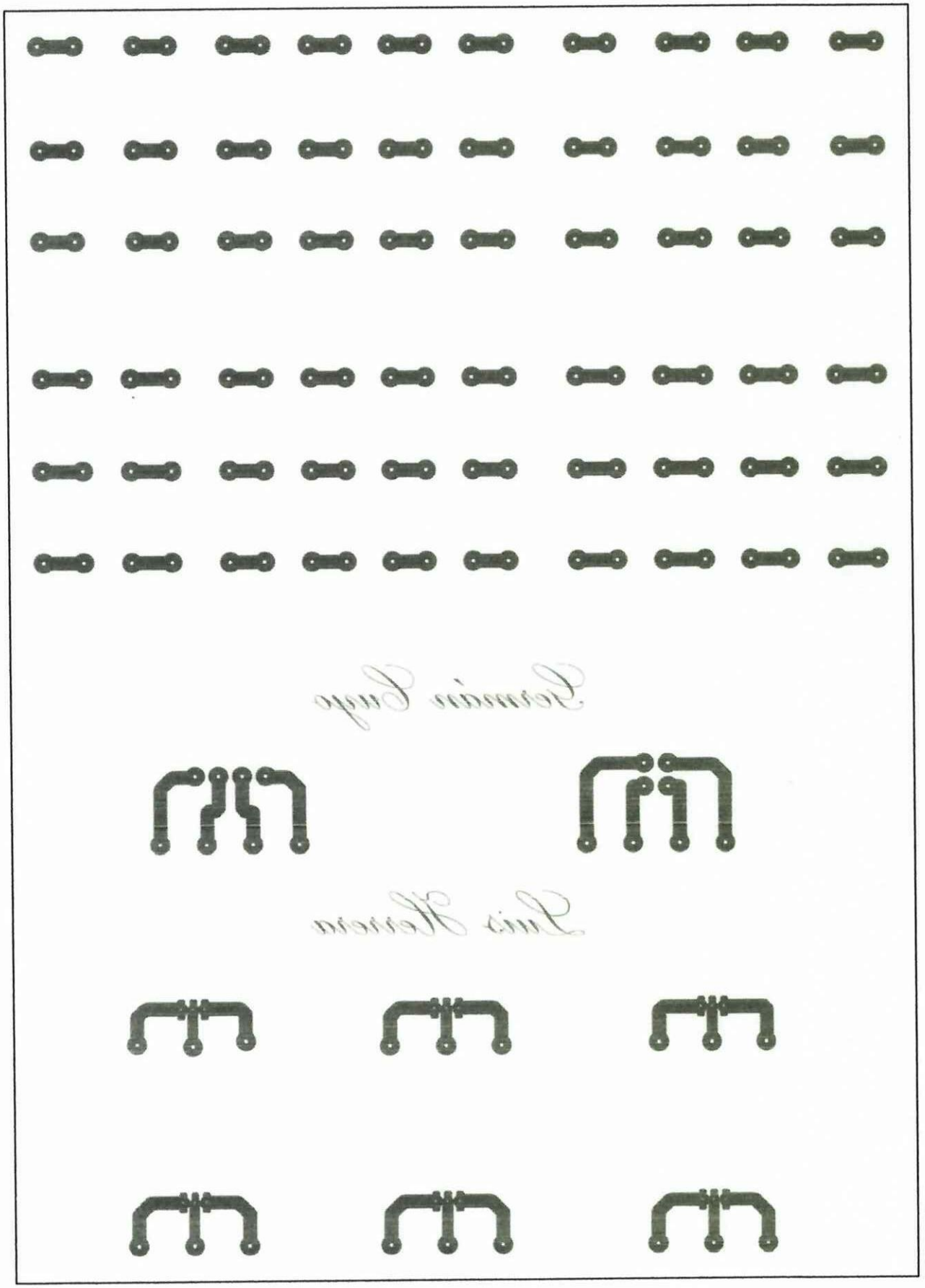
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
01	CIRCUITO IMPRESO-RESISTENCIAS	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



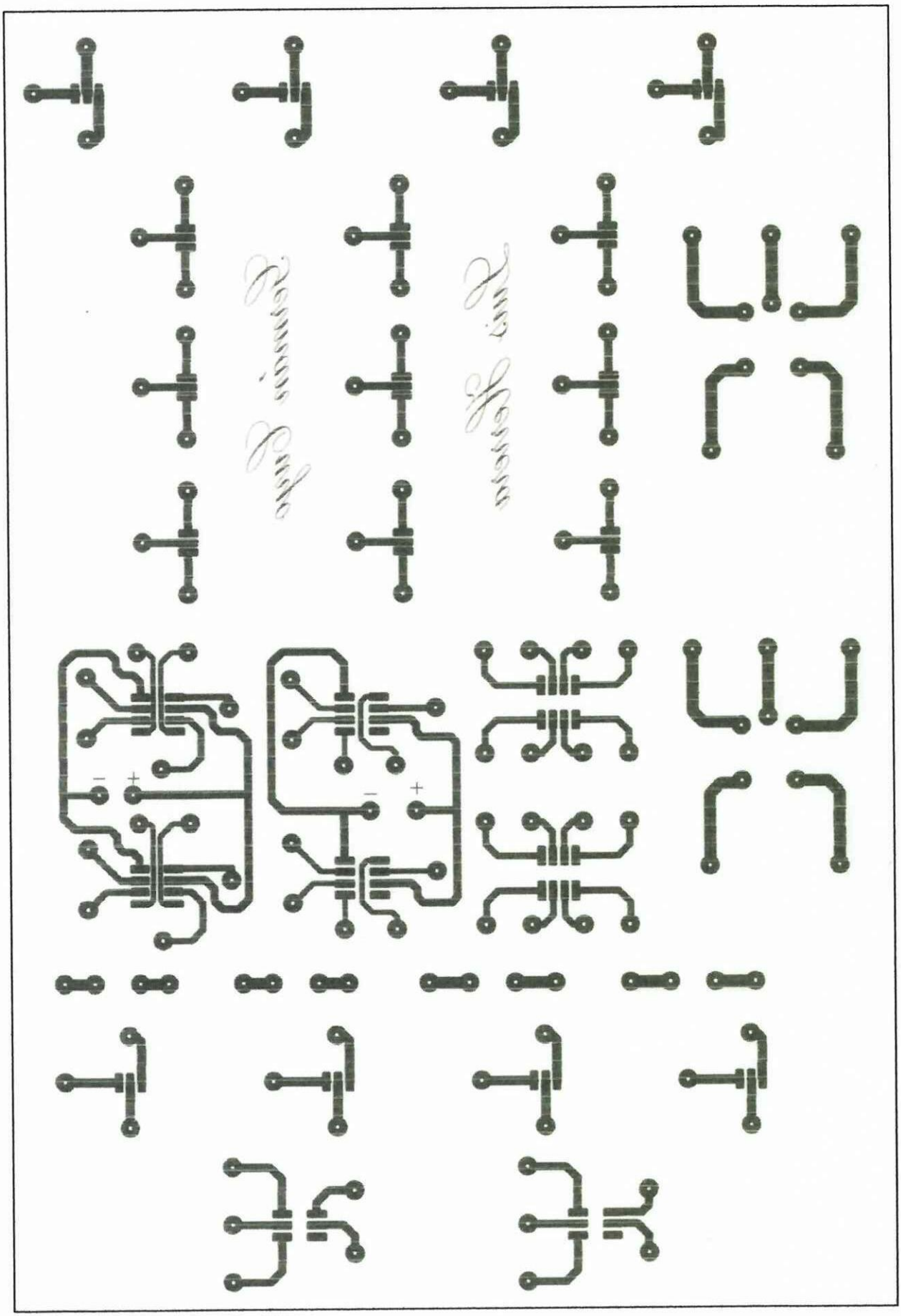
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
02	CIRCUITO IMPRESO-CAPACITORES	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



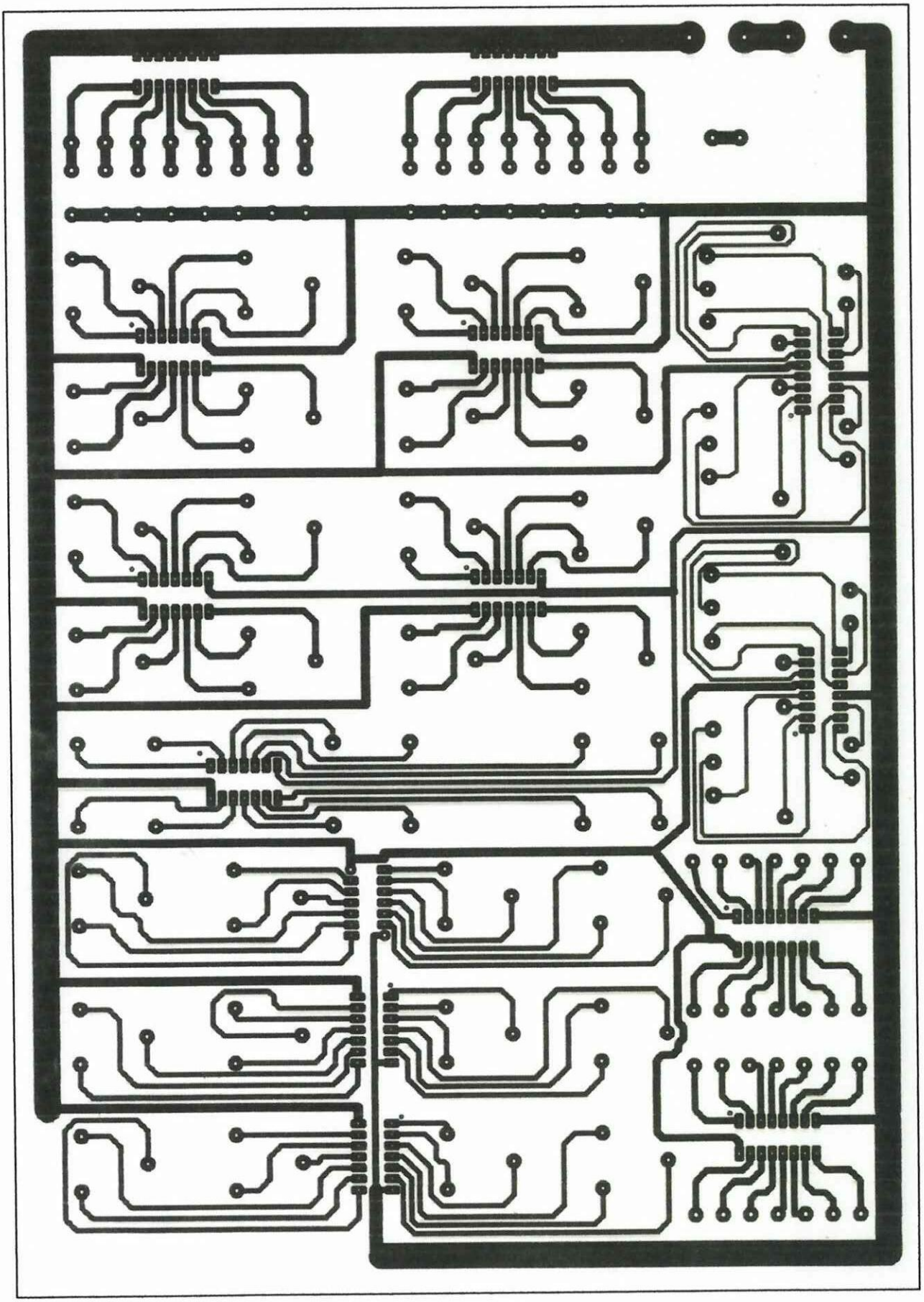
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.	
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica	
03	CIRCUITO IMPRESO-POTENCIÓMETROS	Fecha: 15-Oct-2009	
		Escala: 1:0.85	



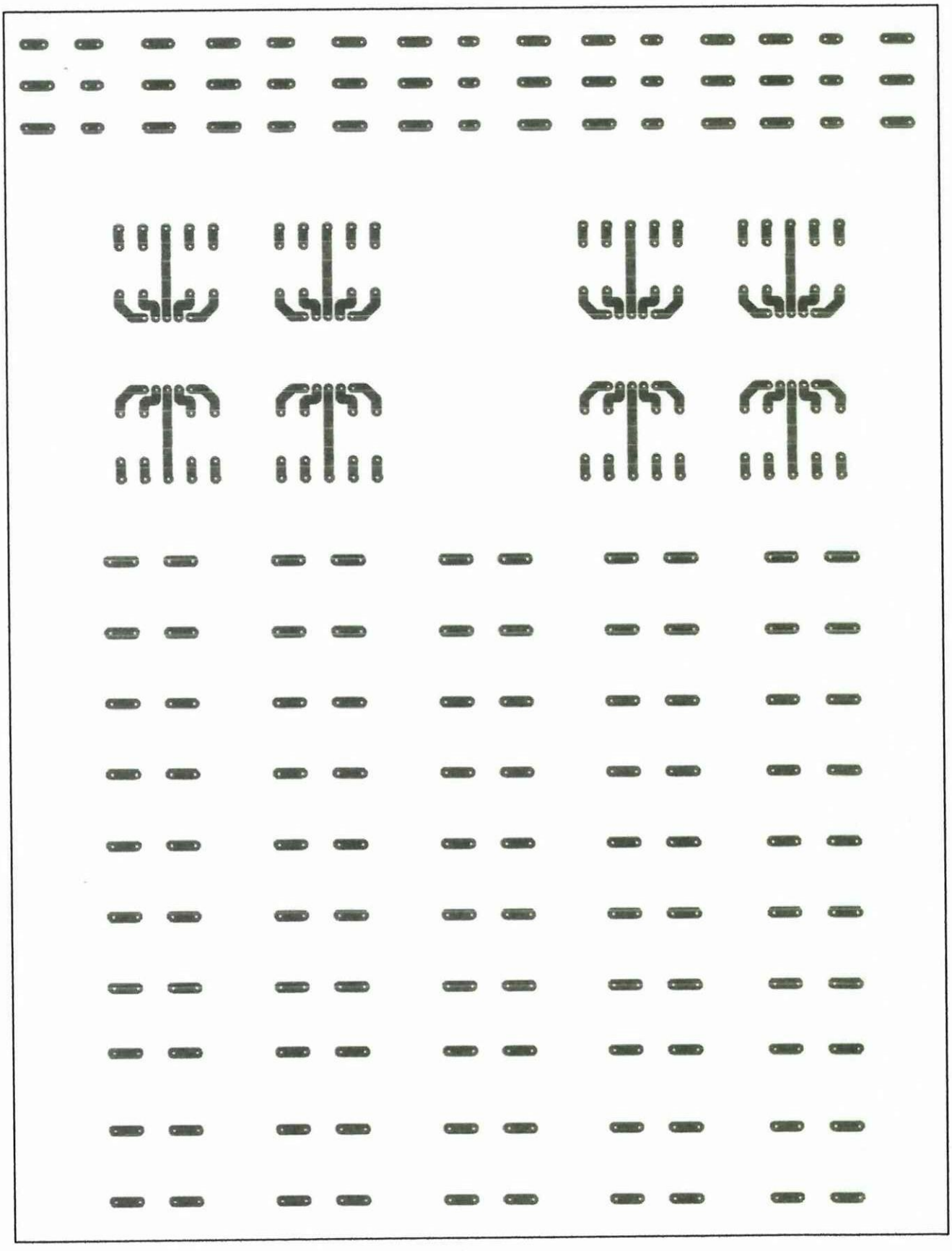
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°: 04	TEMA: CIRCUITO IMPRESO-DIODOS COMUNES, ZENER,PUENTES, REGULADORES	Ing. Electromecánica
		Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



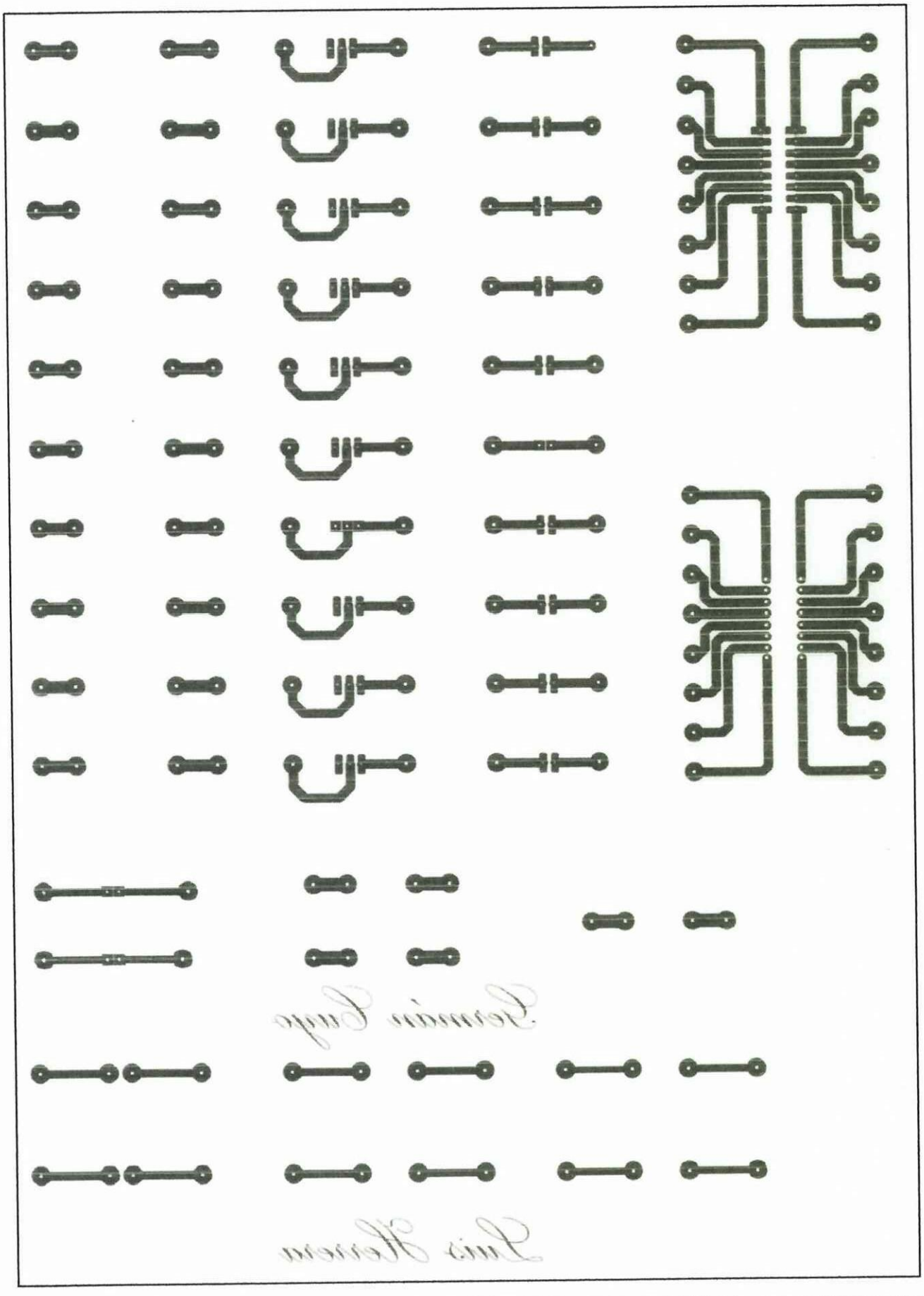
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.	
N°: 05	TEMA: CIRCUITO IMPRESO-SCRs, TRANSISTORES, AMPLIFICADORES, RELÉS, DIACs,TRIACs	Ing. Electromecánica	
		Fecha: 15-Oct-2009	
		Escala: 1:0.85	



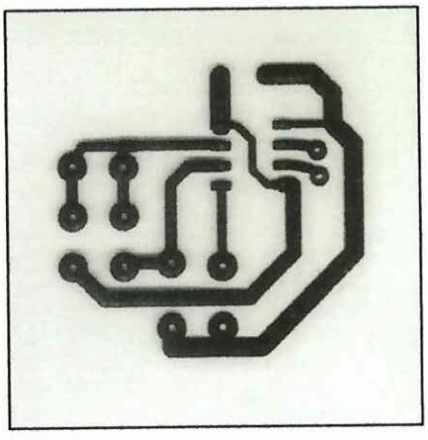
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
06	CIRCUITO IMPRESO-COMPUERTAS LÓGICAS	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85

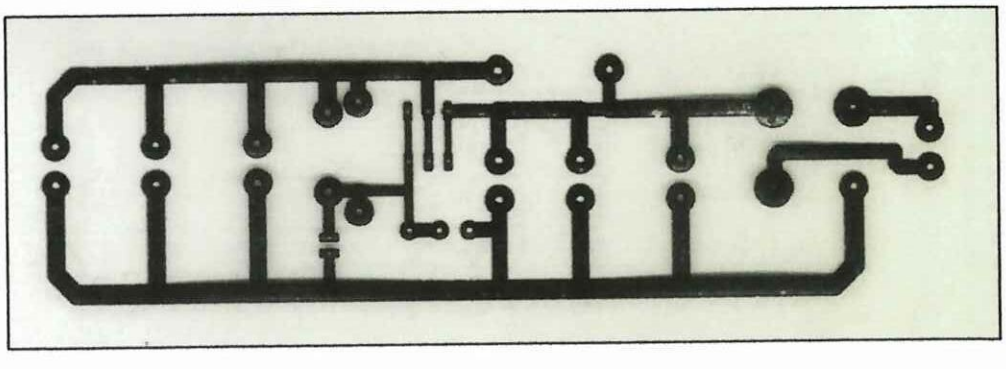


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°: 07	TEMA: CIRCUITO IMPRESO-LEDS COMUNES, DISPLAYS A-K, LEDS DE ALTO BRILLO	Ing. Electromecánica
		Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85

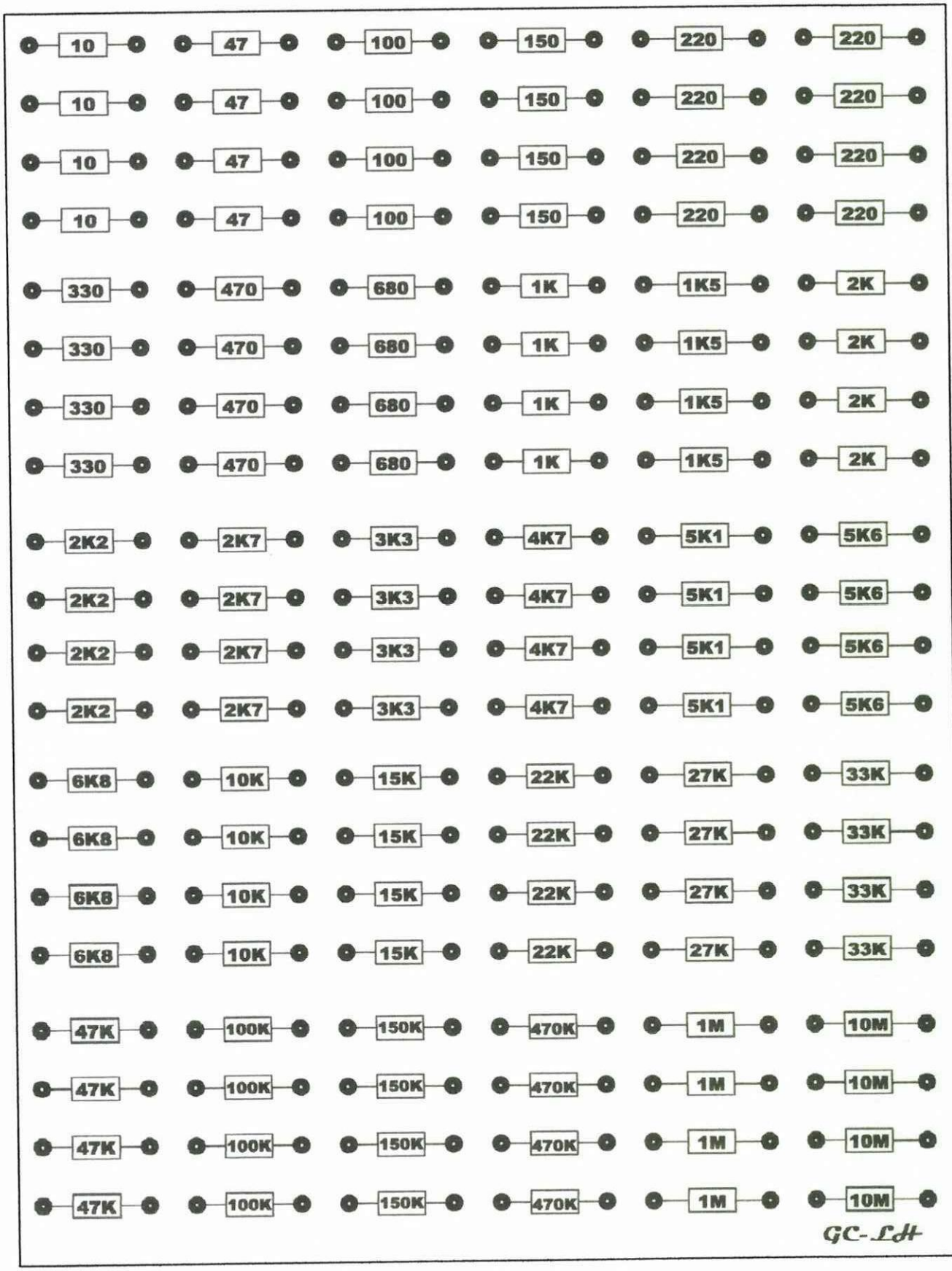


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.	
N°: 08	TEMA: CIRCUITO IMPRESO-FUSIBLES, INTERRUPTORES, PULSADORES, TRANSDUCTORES	Ing. Electromecánica	
		Fecha: 15-Oct-2009	
		Escala: 1:0.85	

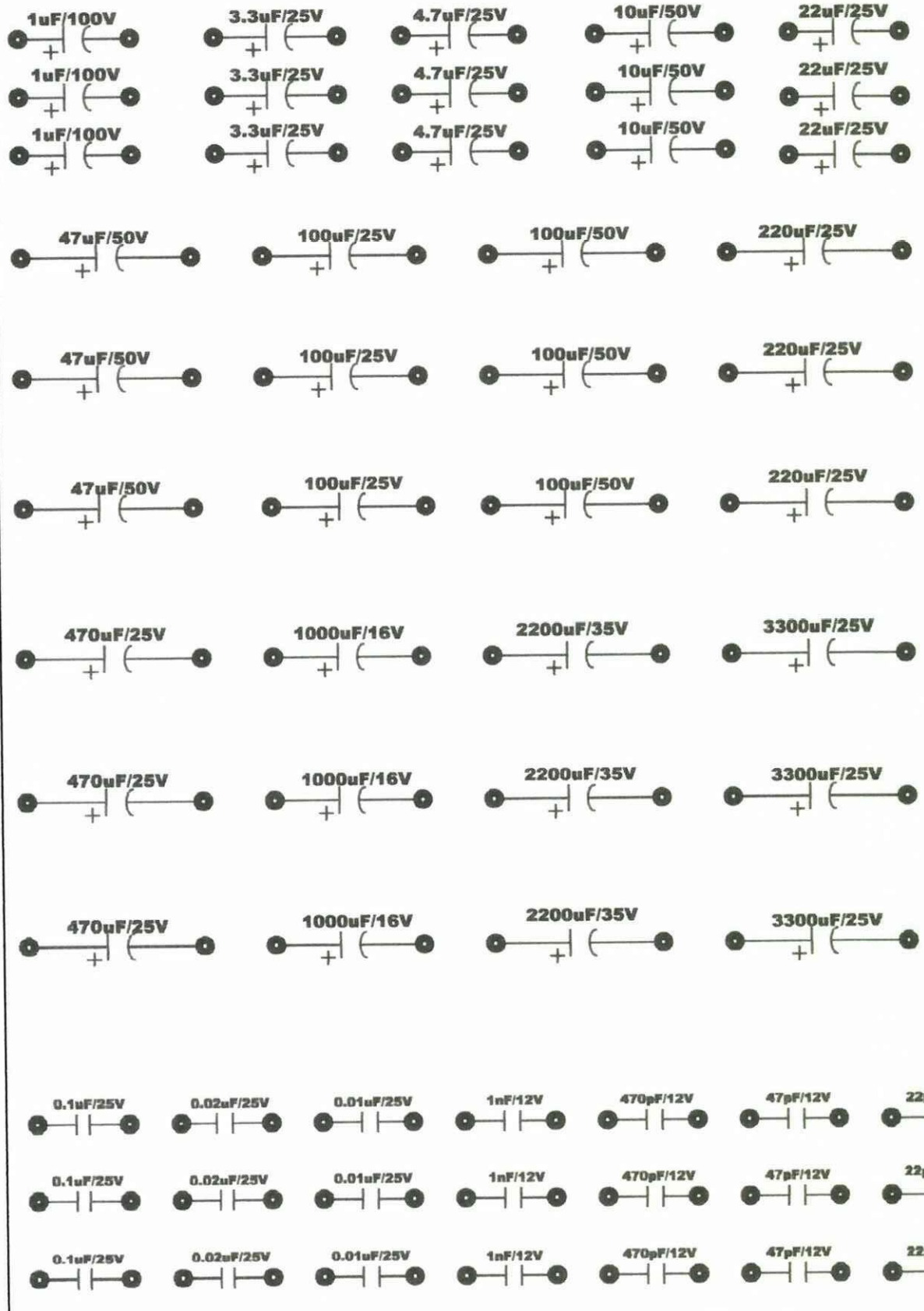




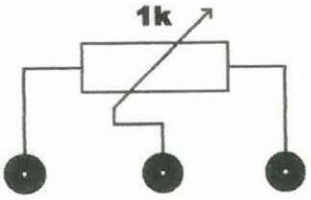
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.	
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica	
09	CIRCUITO IMPRESO-FUENTE VARIABLE OSCILADOR	Fecha: 15-Oct-2009	
		Escala: 1:0.85	

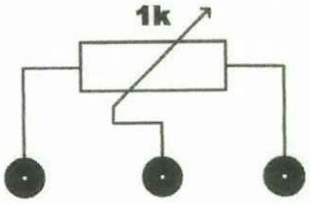


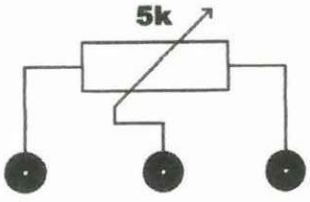
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
01	NOMENCLATURA-RESISTENCIAS	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85

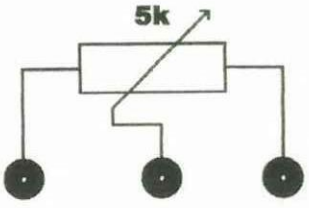


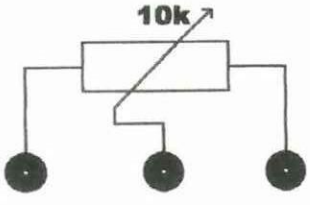
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
02	NOMENCLATURA-CAPACITORES	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85

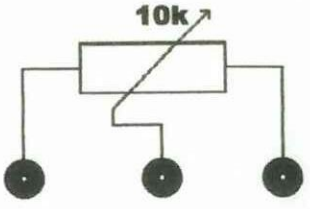


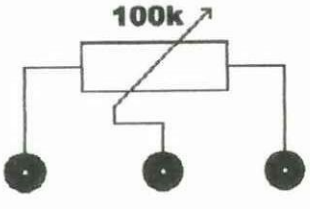


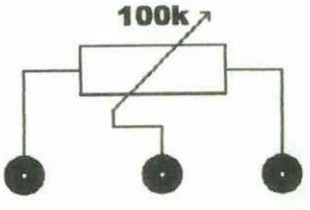


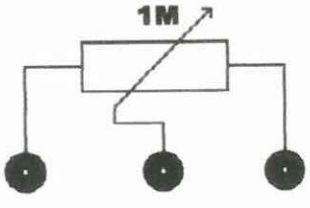


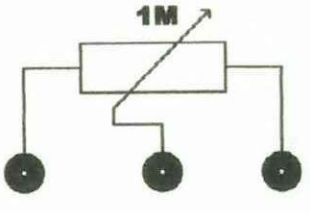




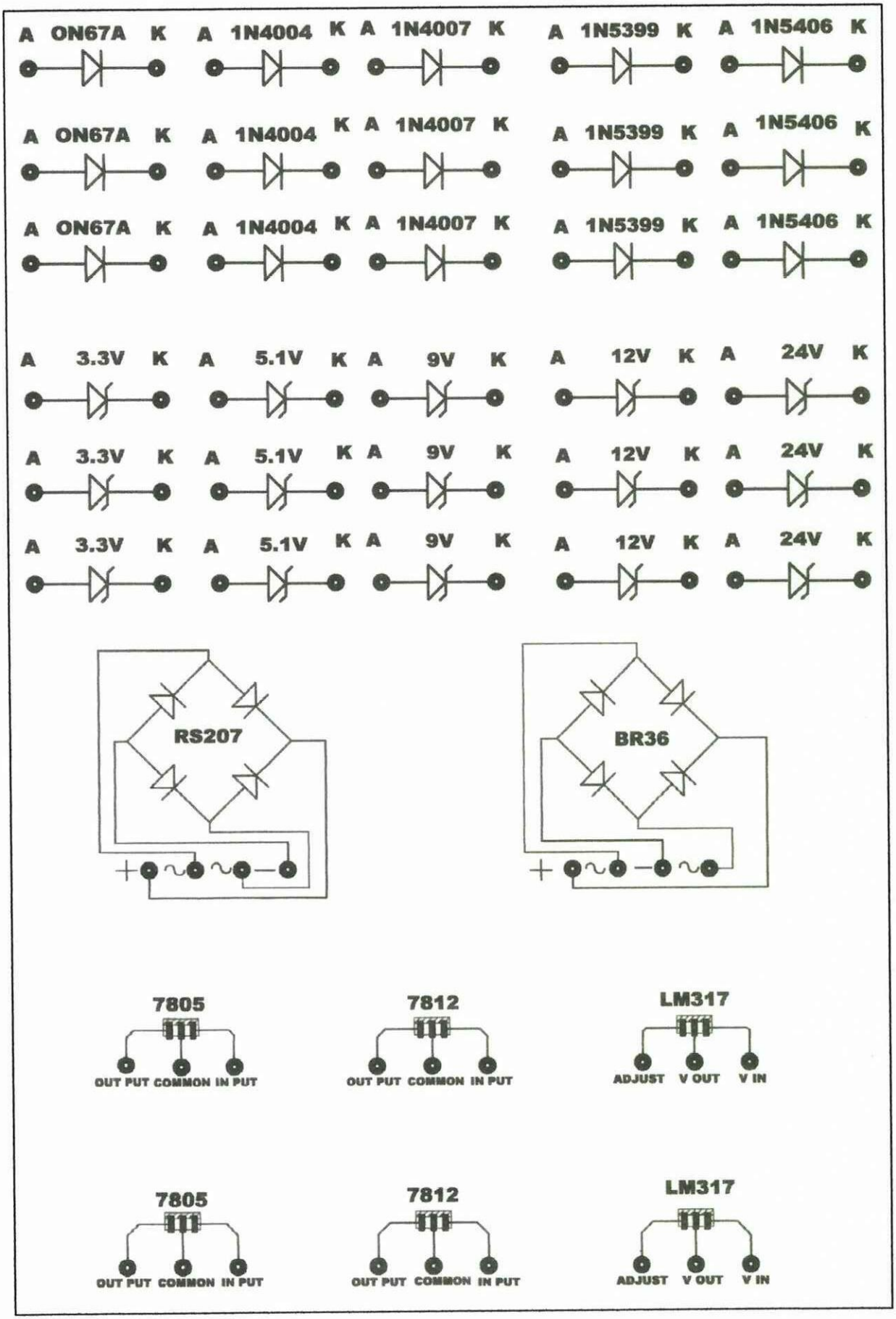




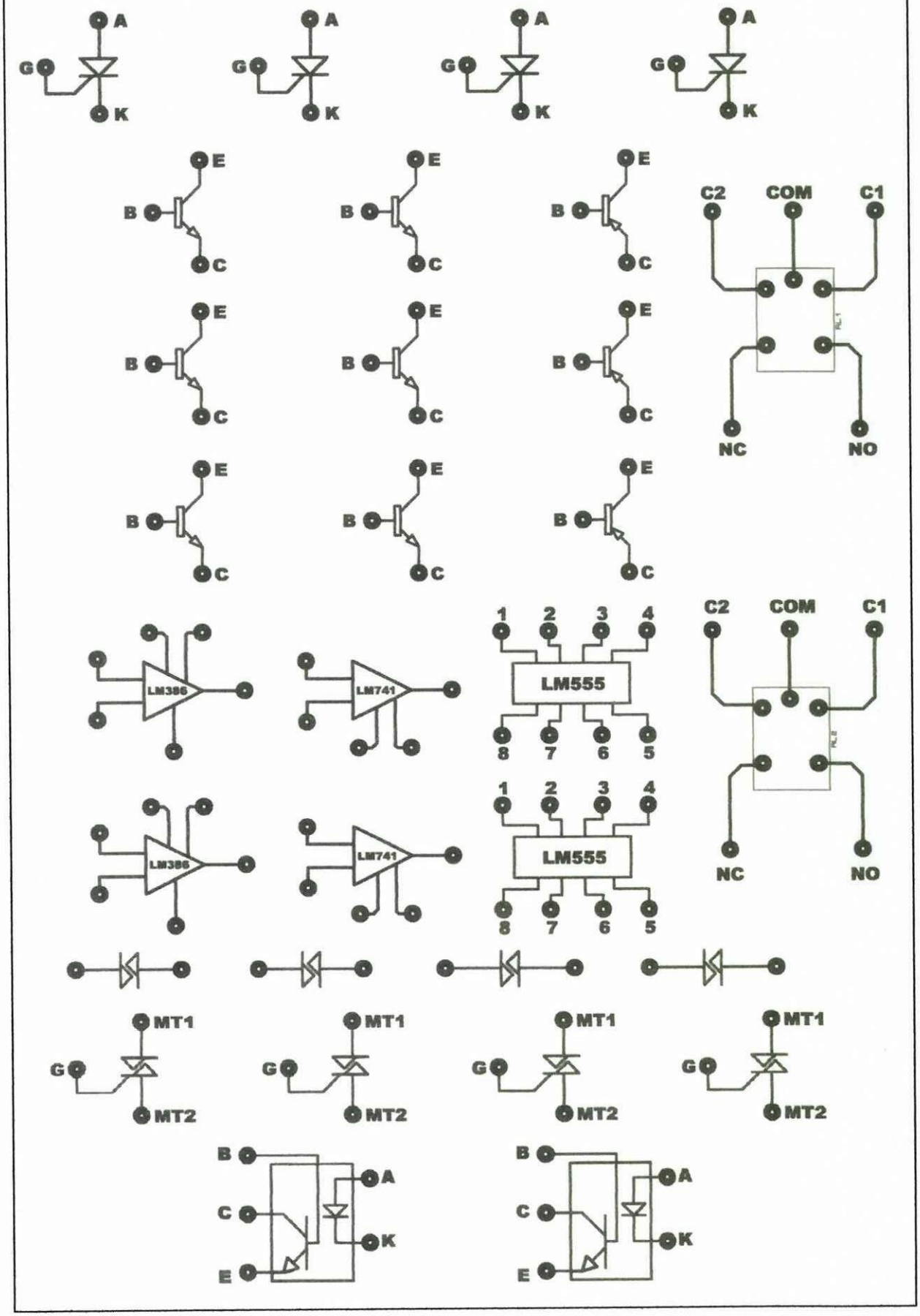




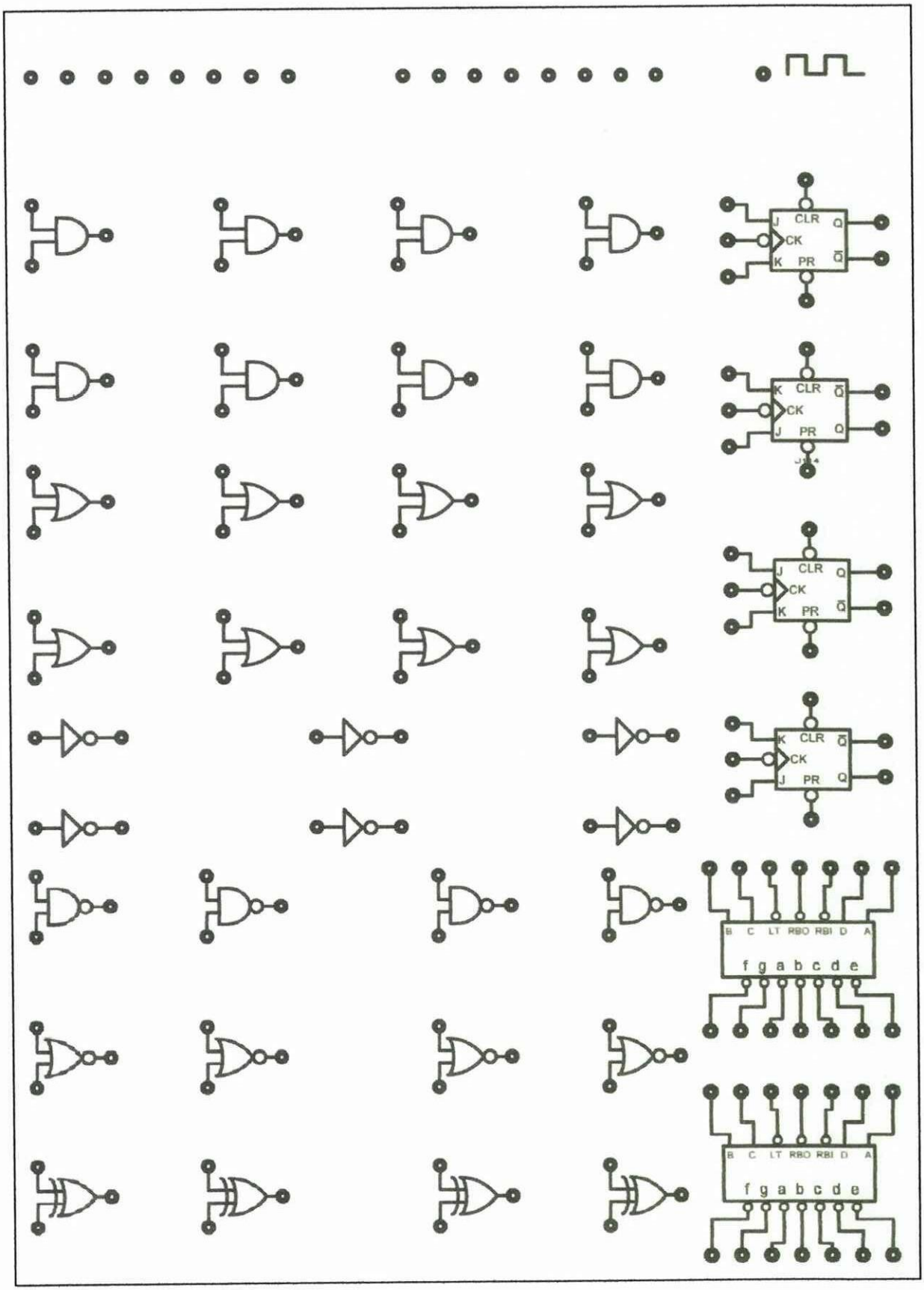
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
03	NOMENCLATURA-POTENCIÓMETROS	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



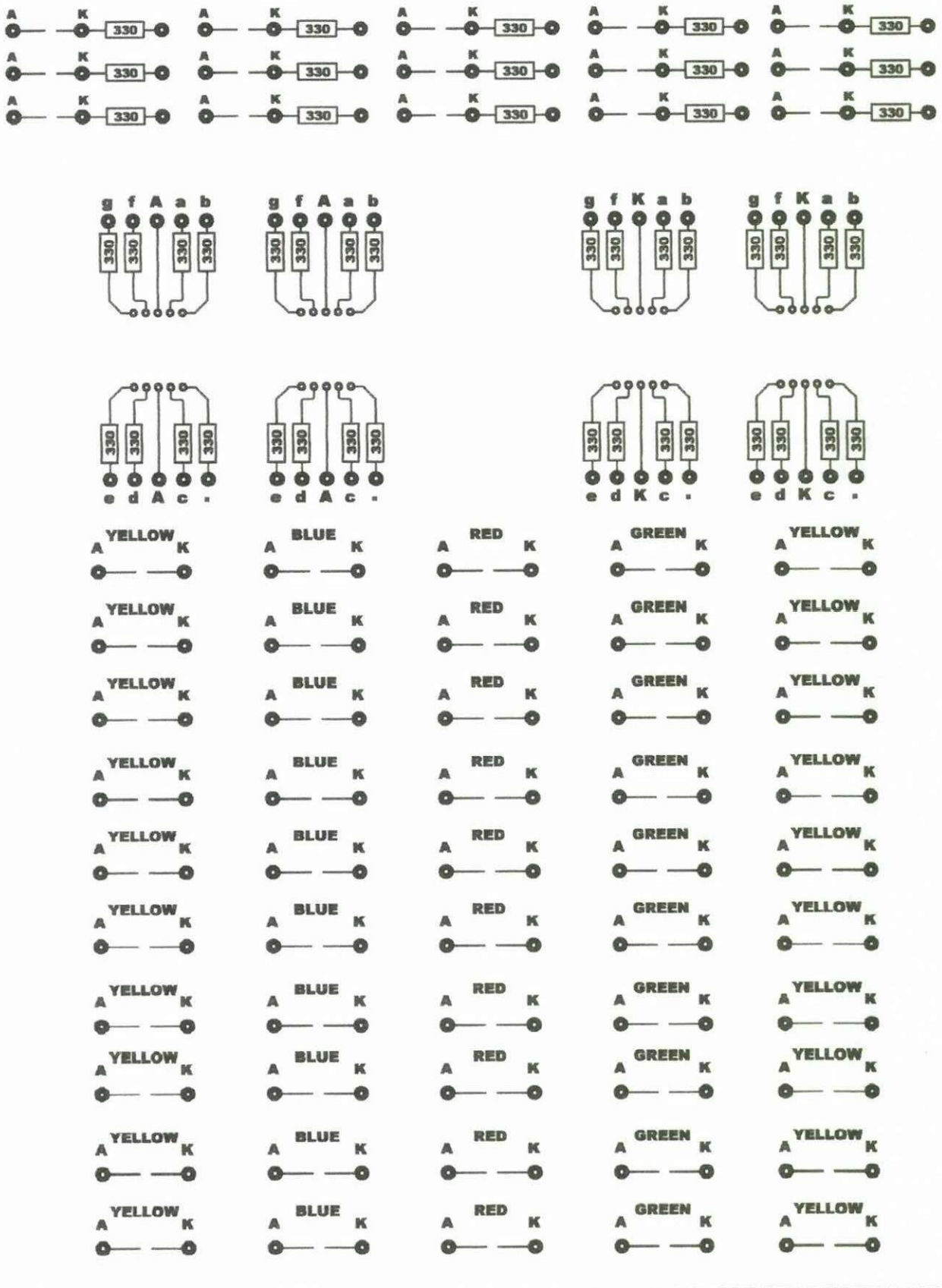
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°: 04	TEMA: NOMENCLATURA-DIODOS COMUNES, ZENER,PUENTES, REGULADORES	Ing. Electromecánica
		Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



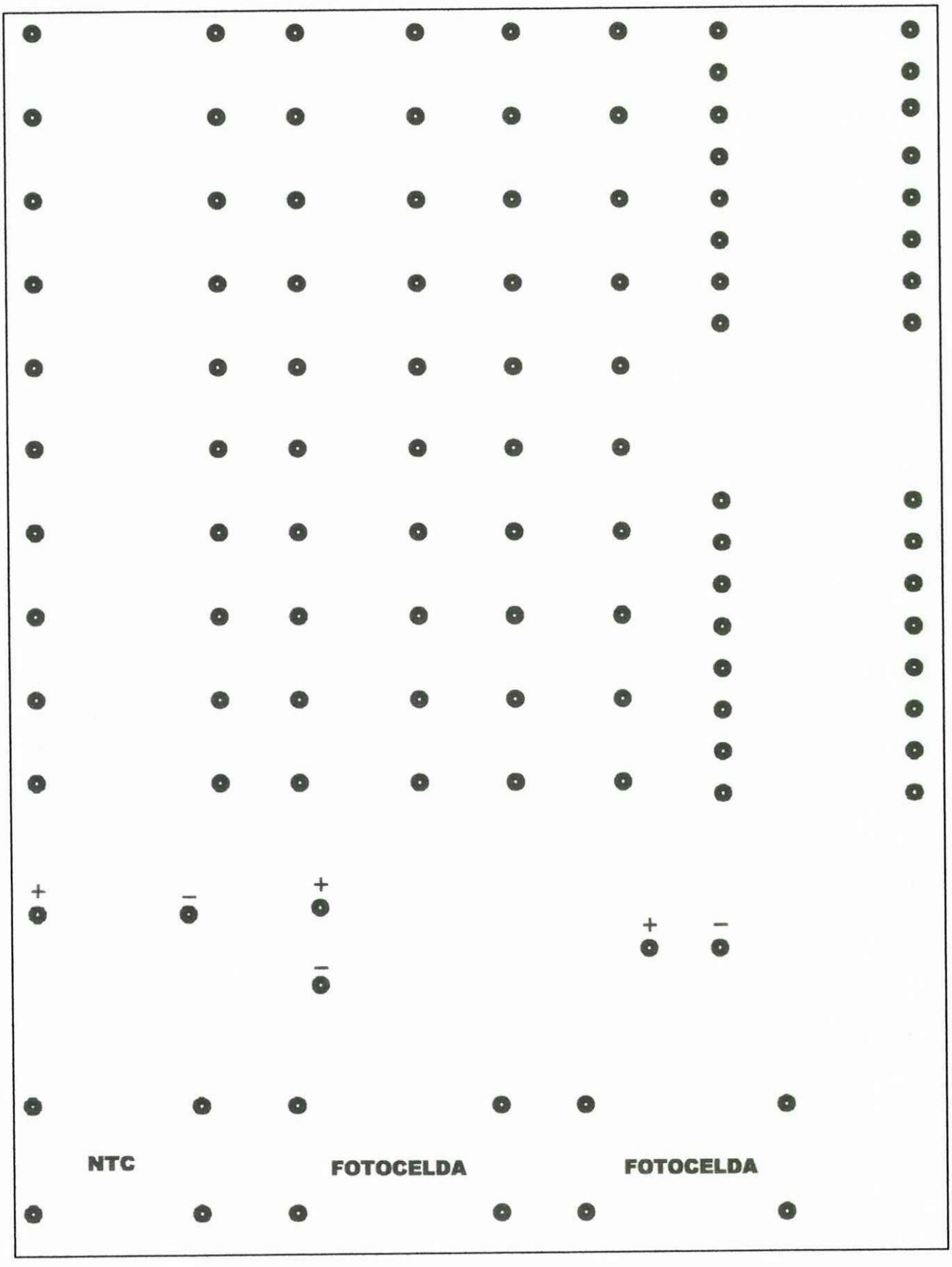
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°: 05	TEMA: NOMENCLATURA-SCRs, TRANSISTORES, AMPLIFICADORES, RELÉS, DIACs,TRIACs	Ing. Electromecánica
		Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica
06	NOMENCLATURA-COMPUERTAS LÓGICAS	Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°: 07	TEMA: NOMENCLATURA-LEDS COMUNES, DISPLAYS A-K, LEDS DE ALTO BRILLO	Ing. Electromecánica
		Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.
N°: 08	TEMA: NOMENCLATURA-FUSIBLES, INTERRUPTORES, PULSADORES, TRANSDUCTORES	Ing. Electromecánica
		Fecha: 15-Oct-2009
		Escala: 1:0.85

MULTIMETRO

FUENTES

VARIABLE

+ ⏚

1.5 - 35V

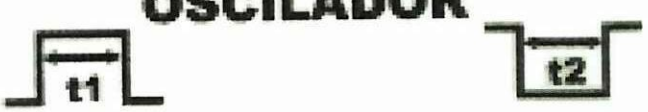
FIJA

+ **5V** ⏚

NEGATIVA

+ **12V** −

OSCILADOR



PROTOBOARD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		Realizado: G.C. & L.H.	
N°:	TEMA:	Ing. Electromecánica	
09	NOMENCLATURA-FUENTE VARIABLE OSCILADOR	Fecha: 15-Oct-2009	
		Escala: 1:0.85	

3.7.6 DATASHEET

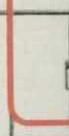
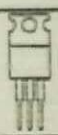
DIODES & RECTIFIERS GENERAL PURPOSE

NTE Type No.	Material	Description and Application	Case Style	Diag. No.	Maximum Peak Reverse Voltage (Volts) P_{RV}	Maximum Average Forward Current (Amps) I_F	Max Peak Surge Forward Current (Amps) I_{FSM}	Maximum Forward Voltage Drop (Volts) V_F	Reverse Recovery Time (ns) t_{rr}
109	Ge	Gen Purp, Fast Switch	DO7	91	100	0.06	0.5	1 @ 200mA	-
110A	Ge	General Purpose	DO7	91	30	0.15	-	1 @ 5mA	-
110MP	Ge	Gen Purp, AFC, Matched Diode Pair	DO7	91	75	0.05	0.5	1 @ 9mA	-
112	Si	Small Signal Schottky Diode	DO35	93	5	0.03	0.06	0.55 @ 10mA	-
116	Si	General Purpose Rectifier	DO41	92	600	1	30	1.1 @ 1A Typ	-
117	Si	Gen Purp Metal Case Rectifier	DO26	99	600	1	-	1.2 @ 0.5A	-
120	Se	Gen Purp, Color TV Convg Rectifier	-	100a	18	0.065	-	-	-
125	Si	General Purpose Rectifier	DO41	92	1000	2.5 @ T_L = +25°C	30	0.93 @ 1A Typ	-
156	Si	General Purpose Rectifier	DO15	105	1000	2	70	1.1 @ 2A	-
156A	Si	General Purpose Rectifier	DO27A	98	1000	3.5	125	1.1 @ 3.5A	-
174	Ge	Damper Diode for TV Appl	TO66	173	270	6	25	0.6 @ 5A	-
177	Si	Fast Sw, Det, etc.	DO35	93	200	0.25	1	1 @ 0.1	50
178MP	Si	Matched Diode Pair AFC, AFT, etc.	DO7	91	50	0.07	0.1	1 @ 5mA	-
506	Si	Sw, Fast Recovery, Bst, Damper, Blanking	-	535	1500	0.5	30	2 @ 500mA	500
507	Si	Fast Recovery	DO41	92	50	1	30	1.1 @ 1A	200
519	Si	Fast Sw Diode	DO35	93	100	0.3	2	1 @ 10mA	4
525	Si	High Vltg Fast Recovery Sw	DO41	92	2000	0.5	30	2 @ 500mA	500
551	Si	Fast Recovery Rect Metal Case	-	185	1500	1	60	1.5 @ 2A	1µs
552	Si	Gen Purp Rect, Fast Rec, Fast Sw	DO41	92	600	1	30	1.1 @ 1A	200
558	Si	High Voltage Fast Recovery Rectifier	DO41	92	1500	1	50	1.3 @ 1A	250
569	Si	Fast Switching, Soft Recovery	DO41	92	600	3	100	1.25 @ 3A	200
570	Si	Controlled Avalanche Diode	-	578	130	1	1	180 @ 1mA	-
571	Si	Fast Switching, Soft Recovery	-	381	1000	3	65	1.78 @ 3A	150
572	Si	Gen Purp, Fast Recovery	-	596	1000	6	300	1.3 @ 6A	500
573	Si	Schottky Barrier	DO27	541	60	5	250	0.7 @ 5A	-
574	Si	Gen Purp, Fast Recovery	DO41	92	400	1	30	1 @ 1A	35
575	Si	Gen Purp, Fast Recovery	DO41	92	1000	1	30	1.5 @ 1A	70
576	Si	Gen Purp, Sw, Super Fast Rec	DO27	541	400	5	150	1.25 @ 5A	35
577	Si	Gen Purp, Sw, Fast Recovery	DO27	541	1000	5	200	1.7 @ 5A	70
578	Si	Schottky Barrier	DO41	92	90	1	25	0.79 @ 1A	-
579	Si	Schottky Barrier	DO27	541	90	3	80	0.74 @ 3A	-
580	Si	Fast Rec, Gen Purp Rectifier	-	381	600	3	100	1.3 @ 3A	150
581	Si	Fast Rec, Gen Purp Rectifier	TO220	380	400	8	300	1.3 @ 8A	150
583	Si	Schottky Switching for High Level UHF/VHF Det & Pulse Application	DO35	93	70	0.015	0.05	0.41 @ 1mA	-
584	Si	Schottky Switching for High Level UHF/VHF Det & Pulse Application	DO35	93	20	0.035	0.1	0.41 @ 1mA	-
585	Si	Fast Switching Schottky Barrier	DO41	92	40	1	25	0.6 @ 1A	-
586	Si	Fast Switching Schottky Barrier	DO27	541	40	3	80	0.525 @ 3A	-
587	Si	Switch, Ultra Fast	DO41	92	200	1	30	0.95 @ 1A	35
588	Si	Switch, Ultra Fast	DO27	541	200	3	125	0.95 @ 3A	35
589	Si	General Purpose, Fast Recovery	-	596	400	6	300	1.3 @ 6A	150
590	Si	Dual, Common Cathode, Sw	-	441a	75	0.3	6 @ 1µs	1.2 @ 0.1A	3
591	Si	Dual, Common Anode, Sw	-	441b	75	0.3	6 @ 1µs	1.2 @ 0.1A	4
592**	Si	High Vltg, Gen Purpose	SOT-23	547d	200	0.2	2.5 @ 1µs	1.25 @ 0.2A	50
593**	Si	High Speed, Sw	SOT-23	547d	75	0.25	2 @ 1µs	1 @ 0.05A	6
594**	Si	Bandswitch, r_D = 0.7Ω @ 200MHz	SOT-23	547d	35	0.1	-	1.2 @ 0.1A	-
595**	Si	Dual, Common Cathode, High Speed	SOT-23	547c	70	0.5 Per Device 0.25 Per Diode	2 @ 1µs	1 @ 0.25A	6

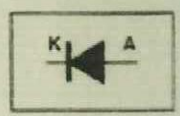
**Denotes Surface Mount Types: *T_C = 25°C

See Diagrams beginning on Page 1-80

INDUSTRIAL RECTIFIERS

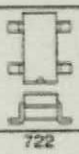
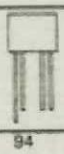
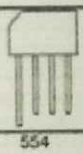
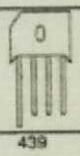
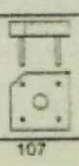
P_{RV} Volts	Maximum Average Rectified Forward Current I_F in Amperes								
	3A		6A		10A	12A	12.7A	15A	16A
50	NTE5800	NTE5830	NTE5850			NTE5870		NTE5940	NTE5892
50		NTE5831*	NTE5851*			NTE5871*		NTE5941*	NTE5893*
100	NTE5801	NTE5832	NTE5852	NTE5812	NTE5812HC	NTE5872		NTE5942	NTE5894
100		NTE5833*	NTE5853*			NTE5873*		NTE5943*	NTE5895*
200	NTE5802	NTE5834	NTE5854			NTE5874		NTE5944	NTE5896
200		NTE5835*	NTE5855*			NTE5875*		NTE5945*	NTE5897*
300	NTE5803	NTE5836	NTE5856			NTE5876		NTE5946	NTE5898
300		NTE5837*	NTE5857*			NTE5877*		NTE5947*	NTE5899*
400	NTE5804	NTE5838	NTE5858	NTE5814	NTE5814HC	NTE5878		NTE5948	NTE5900
400		NTE5839*	NTE5859*			NTE5879*		NTE5949*	NTE5901*
500	NTE5805	NTE5840	NTE5860			NTE5880		NTE5950	NTE5902
500		NTE5841*	NTE5861*			NTE5881*		NTE5951*	NTE5903*
600	NTE5806	NTE5842	NTE5862	NTE5815	NTE5815HC	NTE5882	NTE6013	NTE5952	NTE5904
600		NTE5843*	NTE5863*			NTE5883*		NTE5953*	NTE5905*
800	NTE5808	NTE5846	NTE5866			NTE5886			NTE5908
800		NTE5847*	NTE5867*			NTE5887*			NTE5909*
1000	NTE5809	NTE5848	NTE5868	NTE5817	NTE5817HC	NTE5890			NTE5910
1000		NTE5849*	NTE5869*			NTE5891*			NTE5911*
1200						NTE5810			
1200						NTE5811*			
1600									
1600									
I_{FSM}	200A	40A	150A	400A	400A	250A	300A	250A	300A
V_F @ I_F	1.2V Max 0.9V Typ	1.1V Max 0.9V Typ	1.2V Max 0.9V Typ	0.9V Max 0.8V Typ	1.0V Max	1.2V Max 1V Typ	1.6V Max 1V Typ	1.5V Max 1.1V Typ	1.2V Max 0.9V Typ
Max T_C @ I_F (°C)	+105 (T_L)	+150	+150	+60	+50 (T_A)	+150	+80	+150	+150
Mounting Torque in•lb (m•N)	-	20 (2.22)	20 (2.22)	-	-	20 (2.22)	-	30 (3.33)	20 (2.22)
Thread Size	-	10-32 NF-2A	10-32 NF-2A	-	-	10-32 NF-2A	-	1/4-28 UNF-2A	10-32 NF-2A
Pkg. Type									
Diag. No.	541	65		351	351	65	11n	64	65
Case Style	DO27	DO4		Axial Lead	Axial Lead	DO4	TO220	DO5	DO4

NOTE: Cathode to case is standard polarity.
* Indicates anode to case polarity.



SINGLE PHASE BRIDGE RECTIFIERS

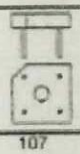
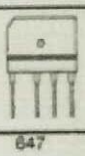
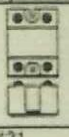
FULL WAVE

P_{RV}	I_F Averaged Rectified Forward Current Maximum Average Rectified Current @ Half - Wave Resistive Load 60Hz							
	1A	1A	1.5A	2A	4A	4A	6A	8A
100				NTE166				NTE5312
200				NTE167	NTE5309	NTE5318	NTE5329	NTE5313
400			NTE5304	NTE168				NTE5314
600	NTE5332	NTE5332SM	NTE5305	NTE169	NTE5310	NTE5319	NTE5330	NTE5315
800			NTE5306					NTE5316
1000	NTE5334	NTE5334SM	NTE5307	NTE170	NTE5311	NTE5320	NTE5331	NTE5317
I_{FSM} (Amp)	25	50	50	60	150	200	200	200
V_F @ I_F	1.2V @ 1A	1.1V @ 1A	1V @ 1A	1.1V @ 2A	1V @ 2A	1V @ 3A	1V @ 3A	1.1V @ 4A
Max T_A @ I_F (°C)	+40	+40	+30	+55	+55	+50	+50	+55
Pkg. Type								
Diag. No.	106	722	94	96	415	554	439	107

Note 1. Provided with 3-Way terminals (Quick-connect, wrap-around, or solder).
Note 2. Screw-terminals
Note 3. Can be used with NTE441A Heat Sink.

SINGLE PHASE BRIDGE RECTIFIERS

FULL WAVE

P_{RV}	I_F Averaged Rectified Forward Current Maximum Average Rectified Current @ Half - Wave Resistive Load 60Hz						
	10A	25A	25A	35A	40A	80A	100A
100							
200	NTE53000	NTE5322	NTE5322W	NTE5390	NTE5340		
400	NTE53001	NTE5324	NTE5324W	NTE5391			
600	NTE53002	NTE5326	NTE5326W	NTE5392	NTE5342	NTE5346	NTE5348
800	NTE53003	NTE5327	NTE5327W	NTE5393			
1000	NTE53004	NTE5328	NTE5328W	NTE5394	NTE5344		
I_{FSM} (Amp)	400	400	300	300	300	1500	1500
V_F @ I_F	0.9V @ 5A	1.1V @ 12.5A	1.2V @ 12.5A	1.1V @ 17.5A	1.2V @ 20A	1.2V @ 80A	1.2V @ 100A
Max T_A @ I_F (°C)	+50	+55	+55	+100	+55	+125	+125
Pkg. Type							
Diag. No.	107	95 Note 1	440	847	108 Note 1	421 Note 2, Note 3	

Note 1. Provided with 3-Way terminals (Quick-connect, wrap-around, or solder).
Note 2. Screw-terminals
Note 3. Can be used with NTE441A Heat Sink.

See Diagrams, beginning on Page 1-99

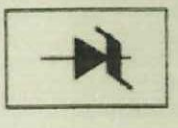
NTE Electronics, Inc. • Voice (973) 748-5089 • FAX (973) 748-6224 • http://www.nteinc.com

ZENER DIODES

Rated Voltage ±5%	P_D	NTE Number Axial Leads 1/2 Watt	1 Watt	5 Watt	NTE Number Stud Mount 10 Watt	50 Watt	Rated Voltage ±5%	P_D	NTE Number Axial Leads 1/2 Watt	1 Watt	5 Watt	NTE Number Stud Mount 10 Watt	50 Watt
2.4		5000A	5061A	-	-	-	28.0		5034A	5083A	5140A	5201A	5267A
2.5		5001A	5062A	-	-	-	30.0		5035A	5084A	5141A	5202A	5268A
2.7		5002A	5063A	-	-	-	33.0		5036A	147A	5142A	5203A	5269A
2.8		5003A	5064A	-	-	-	36.0		5037A	5085A	5143A	5204A	5270A
3.0		5004A	5065A	-	-	-	39.0		5038A	5086A	5144A	5205A	5271A
3.3		5005A	5066A	5111A	-	-	43.0		5039A	5087A	5145A	5206A	5272A
3.6		5006A	134A	5112A	-	-	45.0		-	-	-	5207A	5273A
3.9		5007A	5067A	5113A	5174A	5240A	47.0		5040A	5088A	5146A	5208A	5274A
4.3		5008A	5068A	5114A	5175A	5241A	50.0		-	-	-	5209A	5275A
4.7		5009A	5069A	5115A	5176A	5242A	51.0		5041A	5089A	5147A	5210A	5276A
5.1		5010A	135A	5116A	5177A	5243A	52.0		-	-	-	5211A	5277A
5.6		5011A	136A	5117A	5178A	5244A	55.0		-	148A	-	-	-
6.0		5012A	5070A	5118A	5179A	5245A	56.0		5042A	5090A	5148A	5212A	5278A
6.2		5013A	137A	5119A	5180A	5246A	60.0		5043A	5091A	5149A	5213A	5279A
6.8		5014A	5071A	5120A	5181A	5247A	62.0		5044A	149A	5150A	5214A	5280A
7.5		5015A	138A	5121A	5182A	5248A	68.0		5045A	5092A	5151A	5215A	5281A
8.2		5016A	5072A	5122A	5183A	5249A	75.0		5046A	5093A	5152A	5216A	5282A
8.7		5017A	5073A	5123A	5184A	5250A	82.0		5047A	150A	5153A	5217A	5283A
9.1		5018A	139A	5124A	5185A	5251A	87.0		5048A	5094A	5154A	5218A	-
10.0		5019A	140A	5125A	5186A	5252A	91.0		5049A	5095A	5155A	5219A	5284A
11.0		5020A	5074A	5126A	5187A	5253A	100.0		5050A	5096A	5156A	5220A	5285A
11.5		-	141A	-	-	-	105.0		-	-	-	5221A	5286A
12.0		5021A	142A	5127A	5188A	5254A	110.0		5051A	151A	5157A	5222A	5287A
13.0		5022A	143A	5128A	5189A	5255A	120.0		5052A	5097A	5158A	5223A	5288A
14.0		5023A	144A	5129A	5190A	5256A	130.0		5053A	5098A	5159A	5224A	5289A
15.0		5024A	145A	5130A	5191A	5257A	140.0		5054A	5099A	5160A	5225A	5290A
16.0		5025A	5075A	5131A	5192A	5258A	150.0		5055A	5100A	5161A	5226A	5291A
17.0		5026A	5076A	5132A	5193A	5259A	160.0		5056A	5101A	5162A	5227A	5292A
18.0		5027A	5077A	5133A	5194A	5260A	170.0		5057A	5102A	5163A	5228A	-
19.0		5028A	5078A	5134A	5195A	5261A	175.0		-	-	-	5229A	5293A
20.0		5029A	5079A	5135A	5196A	5262A	180.0		5058A	5103A	5164A	5230A	5294A
22.0		5030A	5080A	5136A	5197A	5263A	190.0		5059A	5104A	5165A	5231A	5295A
24.0		5031A	5081A	5137A	5198A	5264A	200.0		5060A	5105A	5166A	5232A	5296A
25.0		5032A	5082A	5138A	5199A	5265A							
27.0		5033A	146A	5139A	5200A	5266A							
Pkg. Type							Pkg. Type						
Diag. No.		93	92	66	65	64	Diag. No.		93	92	66	65	64
Pkg Style		DO35	DO41/DO15		DO4	DO5	Pkg Style		DO35	DO41/DO15		DO4	DO5

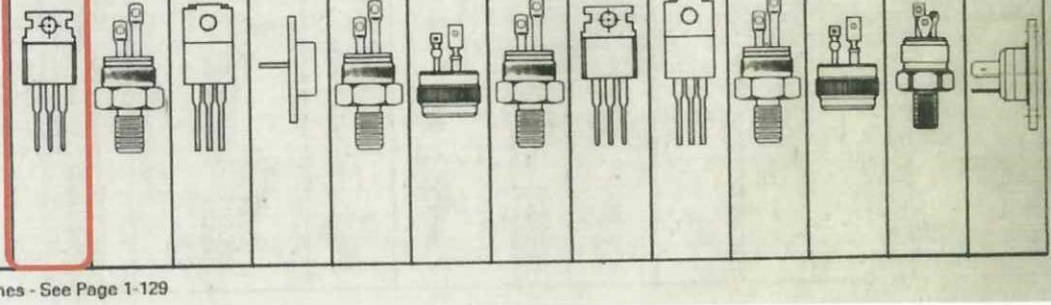
NOTE 10 Watt and 50 Watt Zeners listed have Anode (Standard Polarity) connected to stud. Add suffix letter "K" to the NTE number for Cathode (Reverse Polarity) connected to stud (ex. NTE5175AK). The NTE type numbers shown have a standard tolerance for the Zener Voltage of ±5%.

See next page for 300mW Surface Mount types.



Phase Control - SCR (cont'd)

V_{DRM}	I_T RMS - All Conduction Angles			I_T Max Forward Current (Amps)						I_T Ave - Conduction Angle – 180°			
	RMS	10 A		12.5 A	16 A	20 A	25 A			35 A			40 A
	Av.	6.2 A		8 A	10 A	13 A	16 A			22 A			25 A
50	ECG5461				ECG5501		ECG5521	ECG5550		ECG5541			
100	ECG5462	ECG5491			ECG5502		ECG5522			ECG5542			
200	ECG5463	ECG5492			ECG5504	ECG5514	ECG5524	ECG5552		ECG5543	ECG5517	ECG5562	
400	ECG5465	ECG5494		ECG314	ECG5507	ECG5515	ECG5527	ECG5554		ECG5545	ECG5518	ECG5564	
600	ECG5466	ECG5496			ECG5509	ECG5516	ECG5529	ECG5556		ECG5547	ECG5519	ECG5566	ECG5534A
800	ECG5468		ECG5440				ECG5531	ECG5558	ECG5460	ECG5548			
I_{GT} Min (mA)	15	15	15	40	25	15	40	40	40	40	40	40	50
V_{GT} Max (V)	1.5	2.0	1.5	2.0	2.5	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	2.0	1.6	2.0
I_{Surge} (A)	100	200	100	200	125	200	150	300	300	325	350	350	440
I_{Hold} Min (mA)	20	20	20	50	25	20	50	40	40	50	50	50	75
V_{GFM} (V)	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
V_{GRM} (V)	5.0	10	5	5.0	5.0	5.0	5.0	10	10	10	10	10	10
V_F on Max (V)	1.8	2.5	1.8	1.8	2.5	2.4	2.0	1.8	1.8	1.5	1.8	1.4	1.8
P_G Av (W)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1
Operating Temp. T_j°C	– 40 to + 100		– 40 to + 110	– 40 to + 100	– 65 to + 125	– 40 to + 100	– 65 to + 125	– 40 to + 125		– 40 to + 100			– 40 to + 125
dv/dt (Typ) V/μsec	100	30	50	100	30	50	30	50	100	50			500
Fig. No.	Z41	Z49	Z41D	Z43	Z49	Z46	Z49	Z41	Z41D	Z49	Z46	Z50	Z45A
Package	TO-220	TO-48	TO-220J	TO-3	TO-48	1/2" Press Fit	TO-48	TO-220	TO-220J	TO-48	1/2" Press Fit	Isolated Stud	TO-3 Flange Isolated

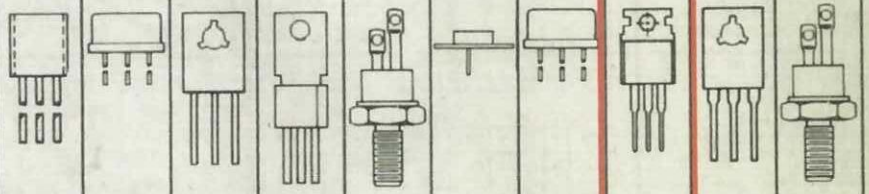


Package Outlines - See Page 1-129

Silicon Controlled Rectifiers (SCR)

Phase Control - SCR

V_{DRM}	I_T RMS - All Conduction Angles		I_T Max Forward Current (Amps)							I_T Ave - Conduction Angle = 180°		
RMS	.8A	3 A	4 A		5 A		*7 A	8 A			10 A	
Av.	.5 A	1.9 A	2.5 A		3.2 A		4.3 A	5.1 A			6.2 A	
30	ECG5400		ECG5411	ECG5452								
50				ECG5453	ECG5470				ECG5442	ECG5481		
60	ECG5401		ECG5412									
100	ECG5402		ECG5413	ECG5454	ECG5471					ECG5482		
200	ECG5404	ECG5408	ECG5414	ECG5455	ECG5472	ECG5511	ECG5427		ECG5444	ECG5483	ECG5417	
400	ECG5405	ECG5409	ECG5415	ECG5457	ECG5474	ECG5512	ECG5428	ECG5437	ECG5446	ECG5485	ECG5418	ECG5426
600	ECG5406	ECG5410	ECG5416	ECG5458	ECG5476	ECG5513	ECG5429	ECG5438	ECG5448	ECG5487	ECG5419	
I_{GT} Min	200 µA #	10 mA	200 µA #	200 µA #	10 mA	15 mA	15 mA	200 µA #	30 mA	20 mA	15 mA	200 µA #
V_{GT} Max (V)	0.8	1.5	1.0	0.8	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8
I_{Surge} (A)	6.0	30	25	20	100	60	100	100	80	100	100	100
I_{Hold} Min (mA)	5.0	20	5.0	3.0	25	20	20	6.0	40	25	30	3.0
V_{GFM} (V)	8.0	10	6.0	6.0	6.0	10	6.0	5.0	6.0	10	5.0	5.0
V_{GRM} (V)	8.0	10	6.0	6.0	6.0	5.0	6.0	5.0	6.0	10	5.0	5.0
V_F on (V) Max	1.7	1.6	2.0	2.2	2.0	2.8	2.6	2.0	1.5	1.3	1.6	1.6
PG Av (W)	.01	0.3	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Operating Temp. T_j°C	−65 to +125	−40 to +125	−40 to +110		−40 to +110		−65 to +100	−40 to +110		−40 to +100	−40 to +110	
dv/dt (Typ) V/µsec	30	30	10		50	200	100	10	50	50	20	
Fig. No.	Z36	Z35	Z38	Z40	Z48	Z42	Z35	Z41	Z39	Z48	Z41	
Package	TO-92	TO-5M	TO-126	TO-202	TO-64	TO-66	TO-5M	TO-220	TO-127	TO-64	Isolated Tab TO-220	

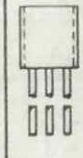
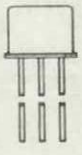
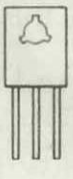
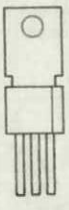


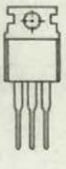
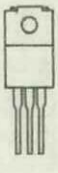
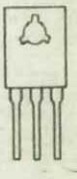
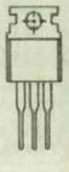
Return Gate to Cathode through 1000 ohms minimum.
* If ITRMS exceeds 4 A, anode connection must be made to case.

Package Outlines - See Page 1-129

TRIACS

V_{RRM} DC or Peak Volts	I_T RMS Max Forward Current (Amps)											
	0.8 A	2.5 A		4 A		8 A			10 A			
50				ECG5601					ECG5612		ECG5631	
100		ECG5640	ECG5650	ECG5602					ECG5613	ECG5623	ECG5632	
200	ECG5655	ECG5641	ECG5651	ECG5603					ECG5614		ECG5633	
400	ECG5656	ECG5642	ECG5652	ECG5605	ECG5629	ECG5608	ECG5638		ECG5616		ECG5635	
600	ECG5657	ECG5643	ECG5653	ECG5607		ECG5609			ECG5618		ECG5637	ECG5645
800						ECG5610		ECG5620				
I_{GT} Min (mA) Quadrants I & III	5.0	25	3.0	30	3.0	10	10	35 Quads I, II, III	50	50	50	50
I_{GT} Min (mA) Quadrants II & IV	5.0	40	3.0	---	3.0	10	10	70 Quad IV	75	---	50*	75
V_{GT} Max (V)	2.0	2.2	2.2	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.5	2.0	2.5	2.5
I_{Surge} Max (A)	8.0	25	25	30	40	80	80	60	100	100	100	120
I_{Hold} Min (mA)	20	35	5.0	30	5.0	15	10	20	50	50	50	50
V_{on} Max (V)	1.5	1.8	2.2	2.0	1.6	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.65	1.6
V_{GM} (V)	±5.0	±5.0	±5.0	±5.0	±5.0	±10	±5.0	±10	±5.0	±5.0	±10	±5.0
P_G Av (W)	.01	.05	.05	.5	.3	.5	.4	.5	.5	.5	.5	.5
Operating Temperature T_J °C	−40 to +110	−65 to +100	−40 to +90	−40 to +110	−40 to +110	−40 to +110	−40 to +110	−40 to +120	−65 to +100	−40 to +100	−40 to +100	−40 to +110
Off State dv/dt (Typ) V/µsec	20	100	5	5	10	25	25	100	5	5	50	60
Operating Quadrants	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,III	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,II,III,IV	I,III	I,II,III	I,II,III,IV
Fig. No.	Z36	Z61		Z38	Z40	Z41	Z41	Z41D	Z39		Z41	Z41
Package	TO-92	TO-5		TO-126	TO-202	TO-220	TO-220 Isolated Tab	TO-220J	TO-127		TO-220	TO-220 Isolated Tab

* 3 Mode device not specified in Quadrant IV

Package Outlines - See page 1-134

Transistors (cont'd) (Maximum Ratings at $T_C = 25°C$ Unless Otherwise Noted)

ECG Type	Description and Application	Collector To Base Volts BV_{CBO}	Collector To Emitter Volts BV_{CEO}	Base to Emitter Volts BV_{EBO}	Max. Collector Current I_C Amps	Max. Device Diss. P_D Watts	Freq. in MHz f_t	Current Gain h_{FE}	Package	
									Case	Fig. No.
ECG107	NPN-Si, UHF/VHF Amp, Osc, Mix, IF Amp	35	35	5	50 mA	.250 ($T_A = 25°C$)	800 min	70 typ	TO-92	T16
ECG108	NPN-Si, RF/IF/Video Amp, Osc, Mix, VHF/UHF	30	15	2	50 mA	.600 ($T_A = 25°C$)	800 min	20 min	TO-92	T16
ECG121 **ECG121MP***	PNP-Ge, AF Pwr Output	65	45 (CER)	15	7.0	30	22 KHz #	80 typ	TO-3	T28
ECG123	NPN-Si, AF Preamp, Driver Video Amp, Sync Sep	60	30	5	.8	.800 ($T_A = 25°C$)	250	150 typ	TO-39	T6
ECG123A	NPN-Si, AF/RF Amp, Sw	75	40	6	.8	.500 ($T_A = 25°C$)	300	200 typ	TO-18	T2
ECG123AP	NPN-Si, AF/RF Amp, Driver (Compl to ECG159)	75	40	6	.6	.500 ($T_A = 25°C$)	300	200 typ	TO-92	T16
ECG124	NPN-Si, HV Audio Pwr Output	300	300	5	.150	20	30	100 typ	TO-66	T25
ECG126A	PNP-Ge, RF/IF Amp, Osc, Mix	15	15	3	50 mA	300 mW ($T_A = 25°C$)	250	40 typ	TO-18	T2
ECG127	PNP-Ge, Horiz & Vert Defl, Pwr Output	320	320 (CES)	2	10	40	1	15 min	TO-3	T28
ECG128	NPN-Si, AF Preamp, Driver, Output, Video Amp (Compl to ECG129)	120	80	7	1	1 ($T_A = 25°C$)	120	90 min	TO-39	T6
ECG128P	NPN-Si, Gen Purp Amp, Sw (Compl to ECG129P)	100	80	7	1	1	100	100 min	TO-237	T17
ECG129 **ECG129MCP**	PNP-Si, AF Preamp, Driver, Output, Video Amp (Compl to ECG128) Matched Compl Pair-Contains one each ECG128 (NPN) and ECG129 (PNP)	90	80	7	1	1 ($T_A = 25°C$)	120	90 min	TO-39	T6
ECG129P	PNP-Si, Gen Purp Amp, Sw (Compl to ECG128P)	80	80	7	1	1	150	100 min	TO-237	T17
ECG130 **ECG130MP***	NPN-Si, AF Pwr Amp (Compl to ECG219)	100	60	7	15	115	.800	40 typ	TO-3	T28
ECG131 **ECG131MP***	PNP-Ge, AF Pwr Output (Compl to ECG155)	32	20	10	3 peak	6 ($T_C = 63°C$)	1	110 typ	TC-9	T27
ECG152 **ECG152MP***	NPN-Si, AF Pwr Output (Compl to ECG153)	60	60	5	7	50	10	60 typ	TO-220	T41
ECG153 **ECG153MCP**	PNP-Si, AF Pwr Output (Compl to ECG152) Matched Compl Pair-Contains one each ECG152 (NPN) and ECG153 (PNP)	60	60	5	7	50	10	60 typ	TO-220	T41
ECG154	NPN-Si, Video Output Amp	300	300	7	.5	1.0 ($T_A = 25°C$) 7.0 ($T_C = 25°C$)	40	60 typ	TO-39	T6
ECG155	NPN-Ge, AF Pwr Amp (Compl to ECG131)	32	20	10	3 peak	7.5	1	110 typ	TC-9	T27
ECG157	NPN-Si, HV AF Pwr Amp (Compl to ECG39)	300	300	3	.5	20.8	10	30 min	TO-126	T45
ECG158	PNP-Ge, AF Pwr Amp	32	32	10	1	1.6	1.5	90 typ	TO-1	T1
ECG159 **ECG159MCP**	PNP-Si, AF Premp, Driver, Sw (Compl to ECG123AP) Matched Compl Pair-Contains one each ECG123AP (NPN) and ECG159 (PNP)	80	80	5	1	.600 ($T_A = 25°C$)	200	180 typ	TO-92	T16
ECG160	PNP-Ge, RF/IF Amp, Osc, Mix	30	20 (CES)	.5	10 mA	.200 ($T_A = 25°C$)	400	20 typ	TO-72	T4
ECG161	NPN-Si, Video IF Amp	45	45 (CES)	4.5	50 mA	.180 ($T_A = 25°C$)	800	60 typ	TO-72	T4

Notes: * MP - Matched pair

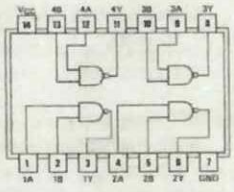
Frequency at which common emitter current gain is 70.0% of low frequency gain

• When alternate packages are shown it indicates a change is in progress. Although only one package is available both packages will be shown as long as the obsolete package may be encountered in the field.

Package Outlines - See Page 1-91

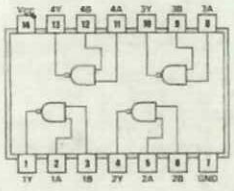
TTL Logic Diagrams (V_{CC} = +5 V Nom.)

Diag. 1 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7400, ECG74C00, ECG74H00, ECG74HC00, ECG74HCT00, ECG74LS00, ECG74S00



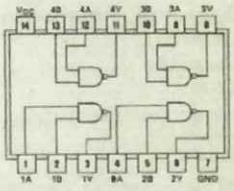
Quad 2-Input NAND Gate

Diag. 2 — 14-Pin DIP See Fig. D6
(See Also Diag. 3)
ECG7401, ECG74LS01



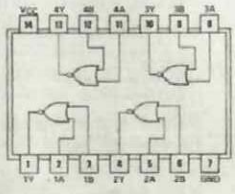
Quad 2-Input NAND Gate with Open Collector Output

Diag. 3 — 14-Pin DIP See Fig. D6
(See Also Diag. 2)
ECG74H01



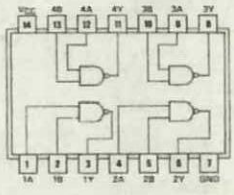
Quad 2-Input NAND Gate with Open Collector Output

Diag. 4 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7402, ECG74C02, ECG74HC02, ECG74LS02, ECG74S02



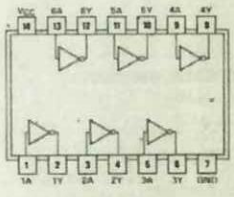
Quad 2-Input NOR Gate

Diag. 5 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7403, ECG74LS03, ECG74S03



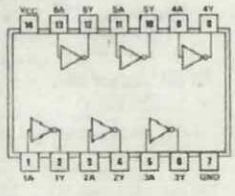
Quad 2-Input NAND Gate with Open Collector Output

Diag. 6 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7404, ECG74C04, ECG74H04, ECG74HC04, ECG74HCT04, ECG74LS04, ECG74S04



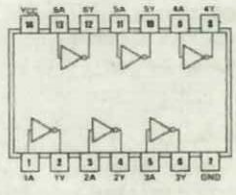
Hex Inverter

Diag. 7 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7405, ECG74H05, ECG74LS05, ECG74S05



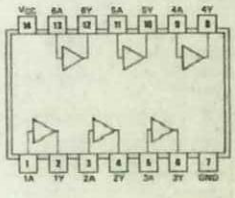
Hex Inverter with Open Collector Output

Diag. 8 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7406



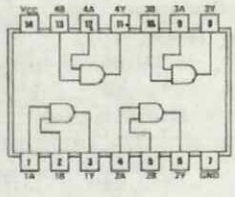
Hex Inverter/Buffer with Hi-Volt (30 V) Open Collector Output

Diag. 9 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7407



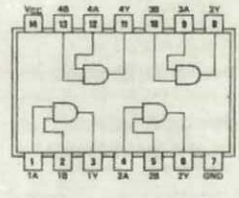
Hex Buffer with Hi-Volt (30 V) Open Collector Output

Diag. 10 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7408, ECG74C08, ECG74H08, ECG74HC08, ECG74HCT08, ECG74LS08, ECG74S08



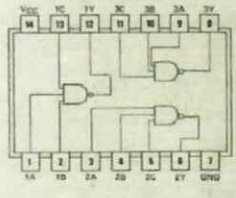
Quad 2-Input AND Gate

Diag. 11 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7409, ECG74LS09, ECG74S09



Quad 2-Input AND Gate with Open Collector Output

Diag. 12 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7410, ECG74C10, ECG74H10, ECG74HC10, ECG74LS10, ECG74S10

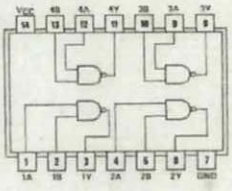


Triple 3-Input NAND Gate

Package Outlines - See page 1-371

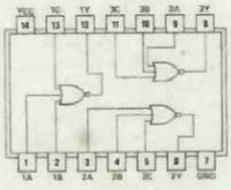
TTL Logic Diagrams (cont'd)

Diag. 25 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7426, ECG74LS26



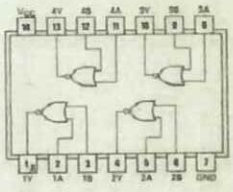
Quad 2-Input Hi-Volt Interface NAND Gate with Open Collector Output

Diag. 26 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7427, ECG74LS27



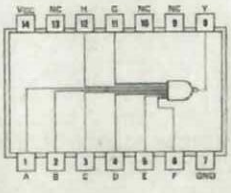
Triple 3-Input NOR Gate

Diag. 27 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7428, ECG74LS28



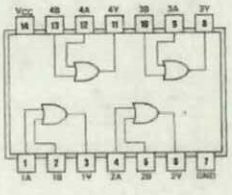
Quad 2-Input NOR Buffer

Diag. 28 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7430, ECG74C30, ECG74H30, ECG74LS30, ECG74S30



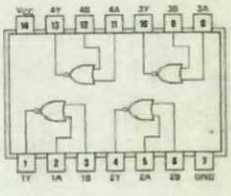
8-Input NAND Gate

Diag. 29 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7432, ECG74C32, ECG74HC32, ECG74HCT32, ECG74LS32



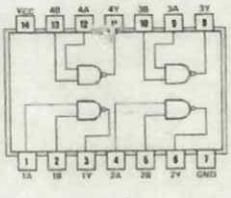
Quad 2-Input OR Gate

Diag. 30 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7433, ECG74LS33



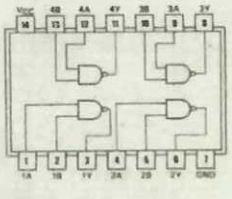
Quad 2-Input NOR Buffer with Open Collector Output

Diag. 31 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7437, ECG74LS37



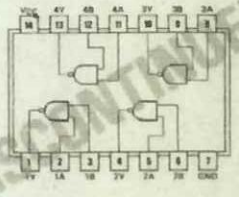
Quad 2-Input NAND Buffer

Diag. 32 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7438, ECG74LS38



Quad 2-Input NAND Buffer with Open Collector Output

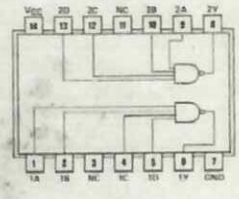
Diag. 33 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7439



DISCONTINUED

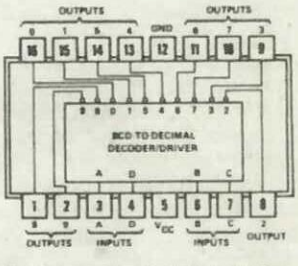
Quad 2-Input NAND Buffer with Open Collector Output

Diag. 34 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7440, ECG74H40, ECG74LS40, ECG74S40



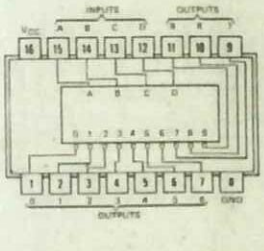
Dual 4-Input NAND Buffer

Diag. 35 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7441



BCD-to-Decimal Decoder/Driver for Gas Filled Tubes

Diag. 36 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7442, ECG74C42, ECG74LS42

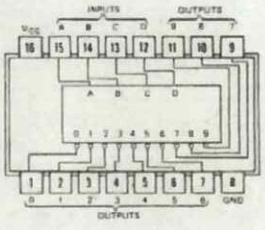


BCD-to-Decimal Decoder

Package Outlines - See page 1-371

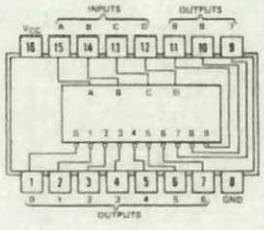
TTL Logic Diagrams (cont'd)

Diag. 37 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7443



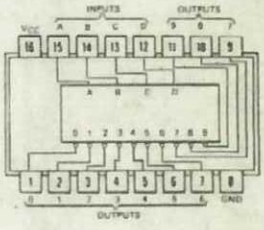
Excess-3-to-Decimal Decoder

Diag. 38 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7444



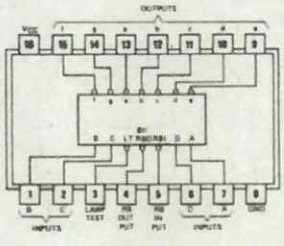
Excess-3-Gray-to-Decimal Decoder

Diag. 39 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7445



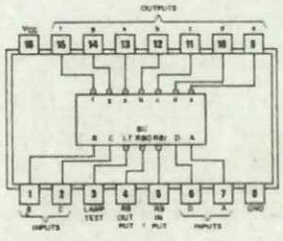
BCD-to-Decimal Decoder/Driver with Open Collector Output

Diag. 40 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7446



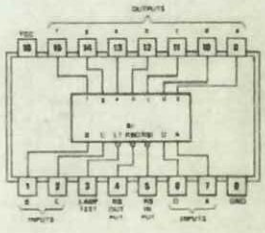
BCD-to-7-Segment Decoder/Driver with Hi-Volt (30 V) Open Collector Output

Diag. 41 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7447, ECG74LS47



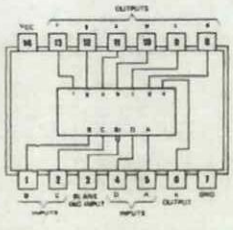
BCD-to-7-Segment Decoder/Driver with Hi-Volt (15 V) Open Collector Output

Diag. 42 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7448, ECG74C48, ECG74LS48



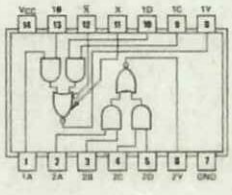
BCD-to-7-Segment Decoder/Driver

Diag. 43 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG74LS49



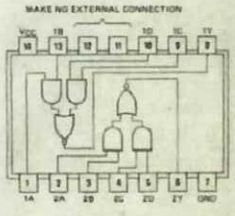
BCD-to-7-Segment Decoder/Driver with Open Collector Output

Diag. 44 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7450, ECG74H50



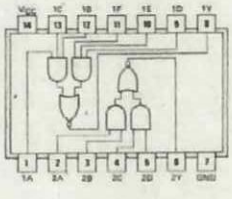
Dual 2-Wide 2-Input AND/OR/Invert Gate (One Gate Expandable)

Diag. 45 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 46)
ECG7451, ECG74H51, ECG74S51



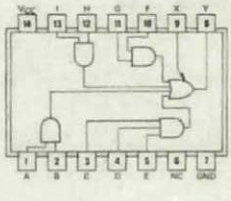
Dual 2-Wide 2-Input AND/OR/Invert Gate

Diag. 46 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 45)
ECG74LS51



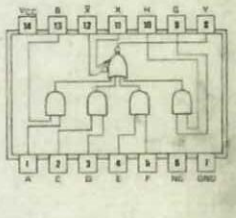
Dual 2-Wide 2-Input, 2-Wide 3-Input AND/OR/Invert Gate

Diag. 47 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG74H52



Expandable 4-Wide 2-Input 2-3-2-2 Input AND/OR Gate

Diag. 48 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 49)
ECG7453

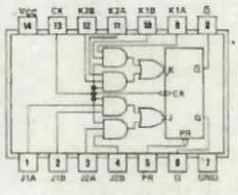


Expandable 4-Wide 2-Input AND/OR/Invert Gate

Package Outlines - See page 1-371

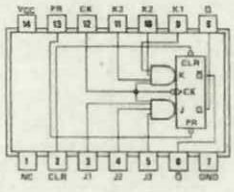
TTL Logic Diagrams (cont'd)

Diag. 61 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG74H71



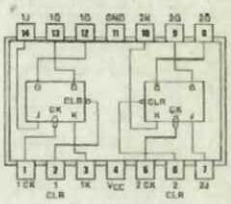
Gated J-K M/S Flip-Flop with Preset

Diag. 62 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7472, ECG74H72



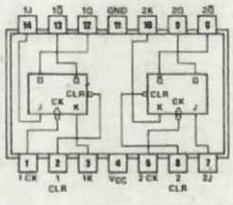
Gated J-K M/S Flip-Flop with Preset and Clear

Diag. 63 — 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 64)
ECG7473, ECG74H73



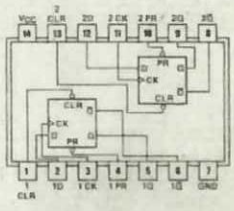
Dual J-K M/S Flip-Flop with Clear

Diag. 64 — 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 63)
ECG74C73, ECG74LS73



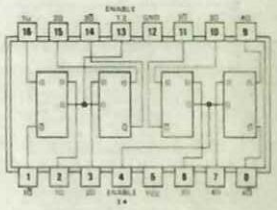
Dual J-K Negative Edge Triggered Flip-Flop with Clear

Diag. 65 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7474, ECG74C74, ECG74H74, ECG74LS74A, ECG74S74



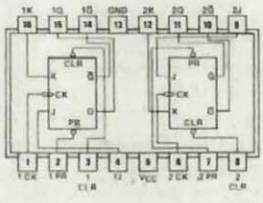
Dual "D" Flip-Flop with Preset and Clear

Diag. 66 — 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7475, ECG74LS75



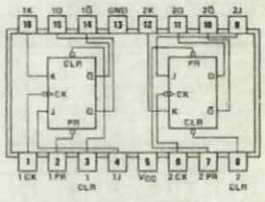
4-Bit Bistable Latch with Complementary Outputs

Diag. 67 — 16-Pin DIP See Fig. D8
(See also Diag. 68)
ECG7476*, ECG74H76



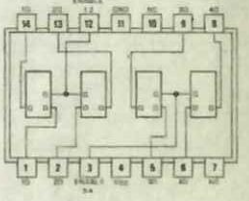
Dual J-K M/S Flip-Flop with Preset and Clear
*Discontinued

Diag. 68 — 16-Pin DIP See Fig. D8
(See also Diag. 67)
ECG74C76, ECG74LS76A



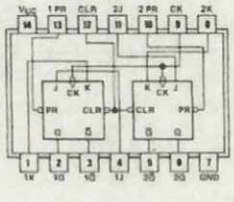
Dual J-K Negative Edge Triggered Flip-Flop with Preset and Clear

Diag. 69 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG74LS77



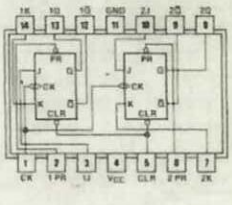
4-Bit Bistable Latch

Diag. 70 — 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 71)
ECG74H78



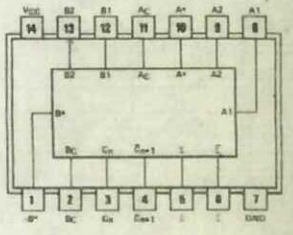
Dual J-K M/S Flip-Flop with Presets and a Common Clock and Clear

Diag. 71 — 14-Pin DIP See Fig. D6
(See also Diag. 70)
ECG74LS78



Dual J-K Negative Edge Triggered Flip-Flop with Presets and a Common Clock and Clear

Diag. 72 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7480

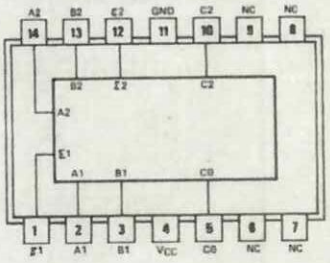


Gated Full Adder with Complementary Sum Outputs

Package Outlines - See page 1-371

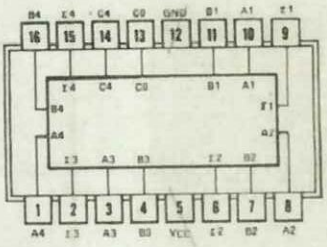
TTL Logic Diagrams (cont'd)

Diag. 74 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7482



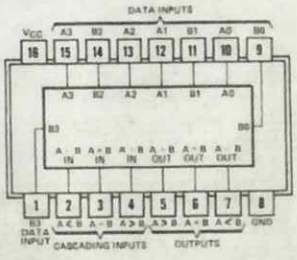
2-Bit Binary Full Adder

Diag. 75 — 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7483, ECG74LS83A



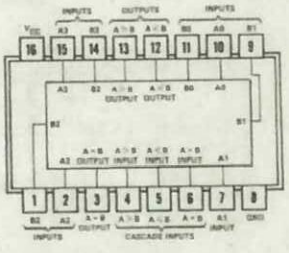
4-Bit Full Adder

Diag. 76 — 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7485, ECG74LS85



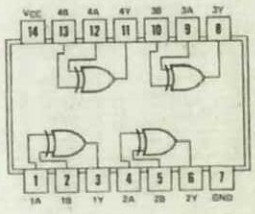
4-Bit Magnitude Comparator

Diag. 77 — 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG74C85



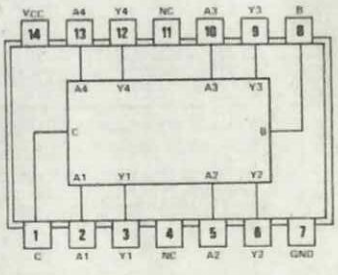
4-Bit Magnitude Comparator

Diag. 78 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7486, ECG74H86, ECG74HC86, ECG74LS86, ECG74S86



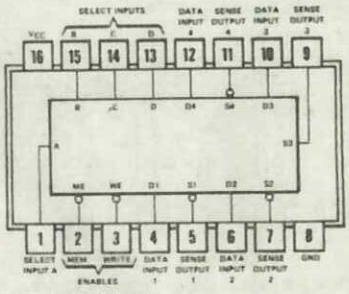
Quad Exclusive OR Gate

Diag. 79 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG74H87



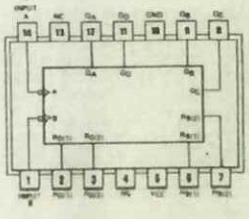
4-Bit True/Complement Zero/One Element

Diag. 80 — 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG7489



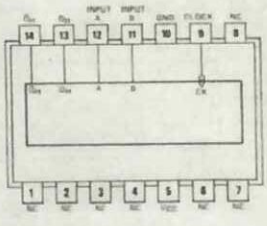
64-Bit RAM (16 x 4)

Diag. 81 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7490, ECG74C90, ECG74LS90



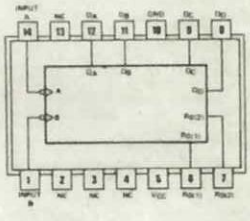
Decade Counter

Diag. 82 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7491, ECG74LS91



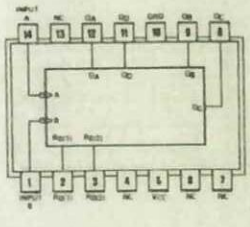
8-Bit Serial Shift Register

Diag. 83 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7492, ECG74LS92



Divide-by-12 Counter

Diag. 84 — 14-Pin DIP See Fig. D6
ECG7493A, ECG74LS93



4-Bit Binary Counter

Package Outlines - See page 1-371

DISCRETE LED INDICATORS

(SELECTOR GUIDE LISTED BY PACKAGE TYPE)

NTE Type No.	Diag. No.	Ind Pkg Size	Typical Viewing Angle (°)	Viewed Color	Lens Type	Typical Luminous Intensity (mcd) I_V	Typical Forward Voltage Drop (Volts) V_F	Maximum Reverse Breakdown Voltage (Volts) V_R	Maximum DC Forward Current (mA) I_F	Maximum Power Dissipation (mW) P_D
30110	704	T-1(3mm)	45	Super Fresh Red	White Diffused	200	2.00	5	25	100
				Super Yellow Green		100	2.20			
30111	704	T-1(3mm)	15	Super Fresh Red	Water Clear	800	2.00	-	25	100
				Super Blue		650	3.70			120
30041	670	T-1 3/4 (5mm)	12	Super Deep Red	Water Clear	3500	1.85	5	25	110
3144	686	T-1 3/4 (5mm)	30	High-Efficiency Red	Red Diffused	60	2.05	5	30	90
3022	140	T-1 3/4 (5mm)	60	High-Efficiency Red	Red Diffused	9	2	5	35	120
3012	136	T-1 3/4 (5mm)	30	Red	Red Diffused	3.5	2.1	4	25	70
3012A	136	T-1 3/4 (5mm)	30	Red	Red Diffused	3.5	2.1	4	25	70
3013	137	T-1 3/4 (5mm)	20	Red	Clear Red Jewel	3.5	2.1	4	25	70
3013A	137	T-1 3/4 (5mm)	20	Red	Clear Red Jewel	3.5	2.1	4	25	70
3019	139	T-1 3/4 (5mm)	60	Red	Red Diffused	3	1.85	5	100	180
3025	141	T-1 3/4 (5mm)	40	Red	Red Diffused	3	1.8	5	100	160
3020	140	T-1 3/4 (5mm)	50	Red	Red Diffused	1.7	1.7	5	100	180
3018	139	T-1 3/4 (5mm)	90	Red	Red Diffused	1.6	1.65	5	100	185
3030	383	T-1 3/4 (5mm)	40	Red Blinking	Red Diffused	1.6	5	-	20	-
30040	670	T-1 3/4 (5mm)	12	Super Orange	Water Clear	5500	2.6 Max	5	25	100
3147	686	T-1 3/4 (5mm)	30	Orange	Orange Diffused	60	2.05	5	30	90
3023	140	T-1 3/4 (5mm)	65	Orange	Orange Diffused	6	2	5	35	120
30042	670	T-1 3/4 (5mm)	12	Super Amber	Water Clear	5500	2.4 Max	5	25	100
30039	670	T-1 3/4 (5mm)	12	Super Yellow	Water Clear	7000	2.6 Max	5	30	100
3146	686	T-1 3/4 (5mm)	30	Yellow	Yellow Diffused	90	2.1	5	25	90
3021	140	T-1 3/4 (5mm)	50	Yellow	Yellow Diffused	8	2.1	5	35	120
3130	383	T-1 3/4 (5mm)	30	Yellow Blinking	Yellow Diffused	3	5.25 Max	0.4	20	-
30038	670	T-1 3/4 (5mm)	15	Super Pure Green	Water Clear	10500	4.0 Max	5	30	120
3014A	136	T-1 3/4 (5mm)	35	Green	Green Clear	40	2.1	4	25	70
3015	137	T-1 3/4 (5mm)	25	Green	Clear Green Jewel	12	2.1	4	25	70
3015A	137	T-1 3/4 (5mm)	25	Green	Clear Green Jewel	12	2.1	4	25	70
3024	711	T-1 3/4 (5mm)	30	Green	Green Diffused	20	2.2	5	25	105
3131	383	T-1 3/4 (5mm)	30	Green Blinking	Green Diffused	2	5.25 Max	0.4	20	-
30037	670	T-1 3/4 (5mm)	12	Super Yellow Green	Water Clear	2500	2.4 Max	5	25	100
3145	686	T-1 3/4 (5mm)	30	Yellow Green	Colored Diffused	80	2.15	5	25	84
30043	670	T-1 3/4 (5mm)	12	Super Blue	Water Clear	3500	4.0 Max	5	30	120
3187	634	T-1 3/4 (5mm)	16	Blue	Water Clear	95	4.5	5	30	105
3186	634	T-1 3/4 (5mm)	60	Blue	Blue Diffused	40	4.5	5	30	105
30121	717	T-1 3/4 (5mm)	20	Super Purple	Water Clear	300	3.3	5	30	90
30122	718	T-1 3/4 (5mm)	15	Ultraviolet	Water Clear	90 Max	3.3	5	35	120
30123	717	T-1 3/4 (5mm)	35	Ultra Bright Pink	Water Clear	4000	3.45	5	30	120
30045	670	T-1 3/4 (5mm)	22	Super White	Water Clear	16000	4.0 Max	5	30	120
3189	634	T-1 3/4 (5mm)	50	White	White Clear	180 Max	3.8	5	30	105
3026	144	T-1 3/4 (5mm)	50	Red or Green	Diffused White	1.5-R	1.65-R	-	70-R	200
						0.5-G	2.2-G	-	35-G	
30104	703	T-1 3/4 (5mm)	40	High Efficiency Red	Diffused White	35	2.05	5	30	90
				Yellow Green			2.15		25	84
30105	703	T-1 3/4 (5mm)	40	Yellow	Diffused White	40	2.10	3	25	90
				Yellow Green		60	2.15			84
30106	703	T-1 3/4 (5mm)	20	Super Fresh Red	Water Clear	1500	2.00	5	25	100
				Super Yellow Green		800	2.20			
30107	703	T-1 3/4 (5mm)	30	Super Fresh Red	Diffused White	1500	2.00	5	25	100
				Super Blue		1400	3.50	4		120

Numeric LED Display Outlines (cont'd)

Fig. P37

ECG3074 - Red	ECG3075 - Red
1. E – Cathode - 1	1. E – Anode - 1
2. D – Cathode - 1	2. D – Anode - 1
3. C – Cathode - 1	3. C – Anode - 1
4. Dec P_t Cathode - 1	4. Dec P_t Anode - 1
5. E – Cathode - 2	5. E – Anode - 2
6. D – Cathode - 2	6. D – Anode - 2
7. G – Cathode - 2	7. G – Anode - 2
8. C – Cathode - 2	8. C – Anode - 2
9. Dec P_t Cathode - 2	9. Dec P_t Anode - 2
10. B – Cathode - 2	10. B – Anode - 2
11. A – Cathode - 2	11. A – Anode - 2
12. F – Cathode - 2	12. F – Anode - 2
13. Common Anode - 2	13. Common Cathode - 2
14. Common Anode - 1	14. Common Cathode - 1
15. B – Cathode - 1	15. B – Anode - 1
16. A – Cathode - 1	16. A – Anode -1
17. G – Cathode - 1	17. G – Anode - 1
18. F – Cathode - 1	18. F – Anode - 1

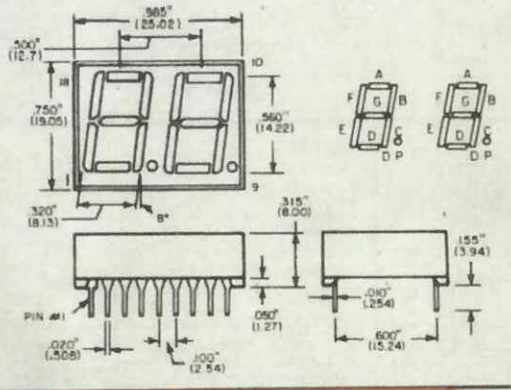


Fig. P38

ECG3076 - Red	ECG3077 - Red
1. C – Cathode - 1	1. C – Anode - 1
2. D – Cathode - 1	2. D – Anode - 1
3. B – Cathode - 1	3. B – Anode - 1
4. Dec P_t Cathode - 1	4. Dec P_t Anode - 1
5. E – Cathode - 2	5. E – Anode - 2
6. D – Cathode - 2	6. D – Anode - 2
7. G – Cathode - 2	7. G – Anode - 2
8. C – Cathode - 2	8. C – Anode - 2
9. Dec P_t Cathode - 2	9. Dec P_t Anode - 2
10. B – Cathode - 2	10. B – Anode - 2
11. A – Cathode - 2	11. A – Anode - 2
12. F – Cathode - 2	12. F – Anode - 2
13. Common Anode - 2	13. Common Cathode - 2
14. Common Anode - 1	14. Common Cathode - 1
15. A – Cathode - 1	15. A – Anode - 1
16. No Connection	16. No Connection
17. No Connection	17. No Connection
18. No Connection	18. No Connection

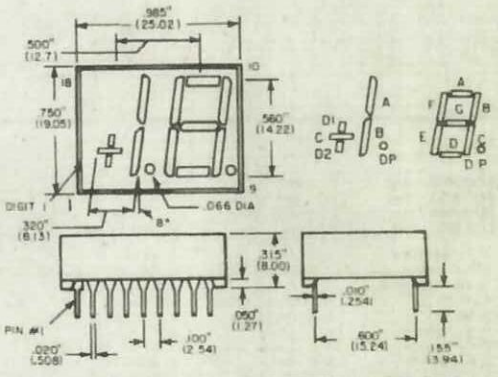


Fig. P39

ECG3078 - Red	ECG3079 - Red
1. E – Cathode	1. E – Anode
2. D – Cathode	2. D – Anode
3. Common Anode	3. Common Cathode
4. C – Cathode	4. C – Anode
5. Dec P_t Cathode	5. Dec P_t Anode
6. B – Cathode	6. B – Anode
7. A – Cathode	7. A – Anode
8. Common Anode	8. Common Cathode
9. F – Cathode	9. F – Anode
10. G – Cathode	10. G – Anode

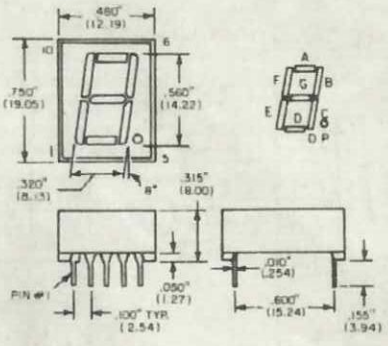
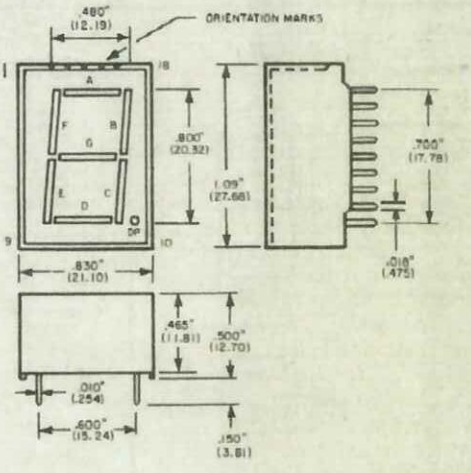


Fig. P40

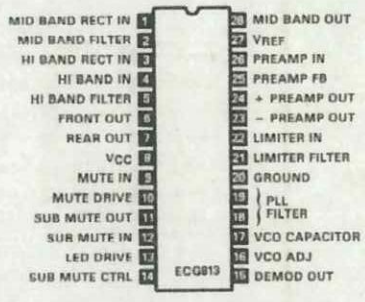
ECG3080 - Red

1. No Pin	10. Decimal Point
2. Segment A	11. Segment D
3. Segment F	12. Common Anode
4. Common Anode	13. Segment C
5. Segment E	14. Segment G
6. Common Anode	15. Segment B
7. No Connection	16. No Pin
8. No Pin	17. Common Anode
9. No Pin	18. No Pin

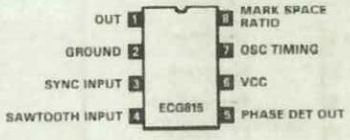


Linear IC and Module Circuits (cont'd)

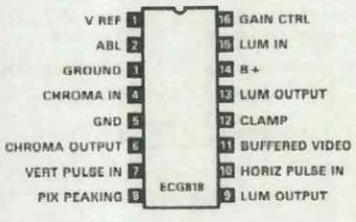
ECG813 28-Pin DIP See Fig. L124
CD4 Disc Demodulation System with Preamp, V_{CC} = 13 V Typ



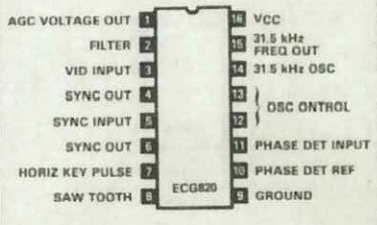
ECG815 8-Pin DIP See Fig. L98
TV Horiz Processor for Positive Sawtooth Input



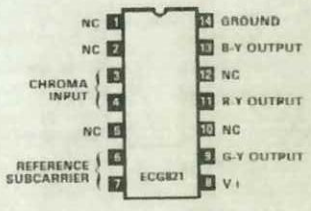
ECG818 16-Pin DIP See Fig. L111
TV Luminance Processor



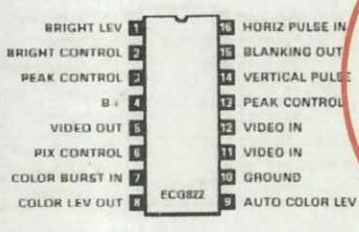
ECG820 16-Pin DIP See Fig. L111
Horiz Osc and AGC



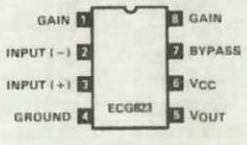
ECG821 14-Pin DIP See Fig. L104
Chroma Demod



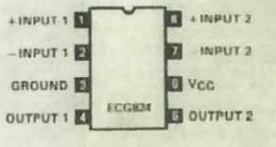
ECG822 16-Pin DIP See Fig. L111
TV Chroma Processor



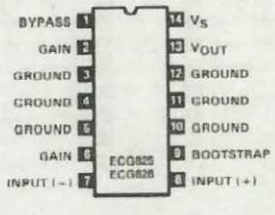
ECG823 8-Pin DIP See Fig. L98
AF PO, V_{CC} = 15 V Max



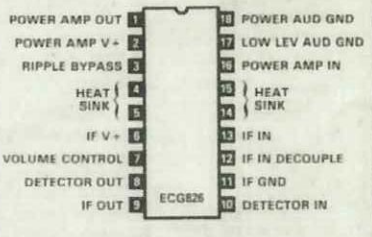
ECG824 8-Pin DIP See Fig. L98
Dual AF Preamp



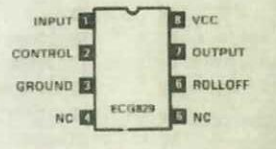
ECG825 14-Pin DIP See Fig. L104
AF PO, 1 W
ECG828
AF PO, 1.5 W



ECG826 18-Pin DIP See Fig. L115
FM IF, AF PO, 2 W



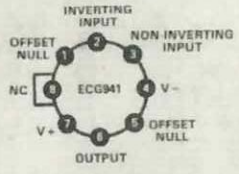
ECG829 8-Pin DIP See Fig. L98
Electronic Attenuator



Package Outlines - See Page 1-286

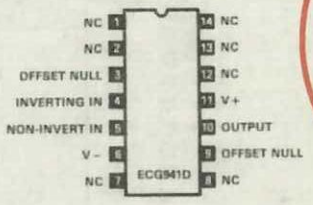
Linear IC and Module Circuits (cont'd)

ECG941 8-Pin Can See Fig. L3
Freq-Compensated Op Amp

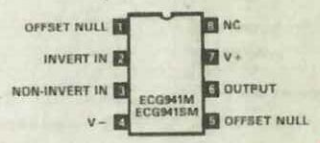


Pin 4 Connected to Case

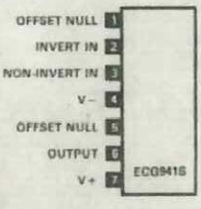
ECG941D 14-Pin DIP See Fig. L104
Freq-Compensated Op Amp



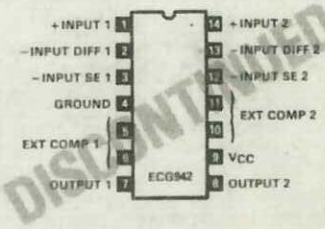
ECG941M 8-Pin DIP See Fig. L7
ECG941SM 8-Pin SOIC See Fig. L159
Freq-Compensated Op Amp



ECG941S 7-Pin SIP See Fig. L24
Freq-Compensated Op Amp

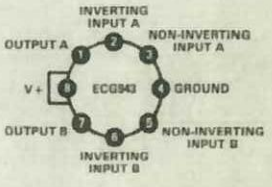


ECG942 14-Pin DIP See Fig. L104
Lo Noise Dual Preamp

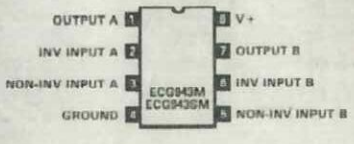


DISCONTINUED

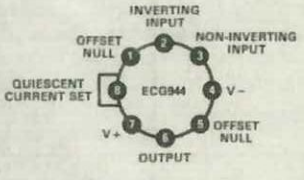
ECG943 8-Pin Can See Fig. L3
Dual Comparator



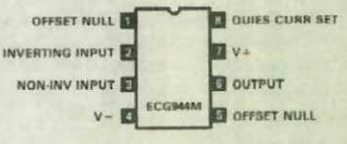
ECG943M 8-Pin DIP See Fig. L98
ECG943SM 8-Pin SOIC See Fig. L159
Dual Comparator



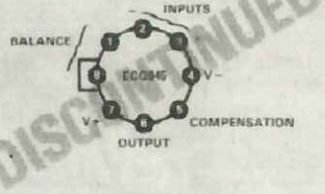
ECG944 8-Pin Can See Fig. L3
Programmable Op Amp



ECG944M 8-Pin DIP See Fig. L98
Programmable Op Amp



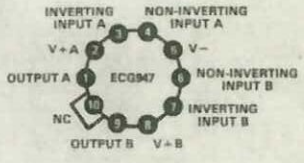
ECG945 8-Pin Can See Fig. L3
Op Amp/Internal Comp/Darlington Input



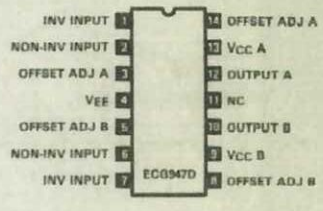
DISCONTINUED

Pin 4 Connected to Case

ECG947 10-Pin Can See Fig. L7
Dual, Freq-Compensated Op Amp



ECG947D 14-Pin DIP See Fig. L104
Dual, Freq-Compensated Op Amp

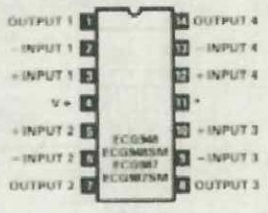


Pins 9 and 13 Tied Externally

Package Outlines - See Page 1-286

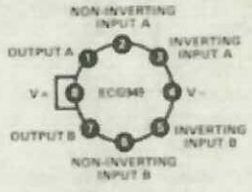
Linear IC and Module Circuits (cont'd)

ECG948 14-Pin DIP See Fig. L104
ECG948SM 14-Pin SOIC See Fig. L160
Quad Op Amp



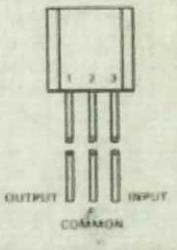
* ECG948, 948SM - Dual Supply, Pin 11 = V−

ECG949 8-Pin Can See Fig. L3
Dual Op Amp



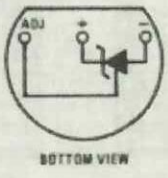
Pin 4 Connected to Case

ECG950 TO-92 See Fig. L16
Pos VR, 12 V, 100 mA
ECG951
Pos VR, 15 V, 100 mA



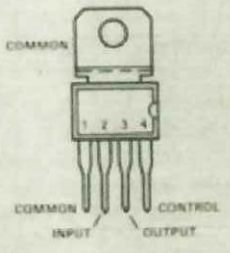
See Voltage Regulator Selector Guide Page 1-179

ECG952 TO-92 See Fig. L16
Precision 2.5 V Voltage Reference



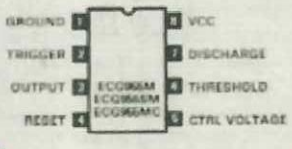
BOTTOM VIEW

ECG953 TO-202, 4-Pin See Fig. L18
Pos VR, Adjustable 5 to 30 V, 1 A

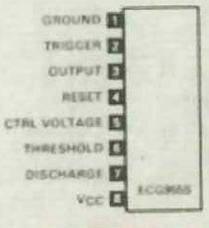


Heat sink tabs connected to common through device substrate. Not recommended for direct electrical connection.

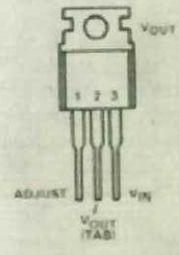
ECG955M 8-Pin DIP See Fig. L98
ECG955SM 8-Pin SOIC See Fig. L159
Timer/Oscillator
ECG955MC 8-Pin DIP See Fig. L97
Low Power Timer/Oscillator, CMOS Output



ECG955S 8-Pin SIP See Fig. L35
Timer/Oscillator

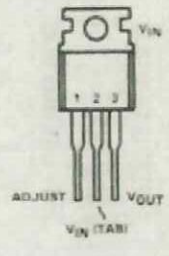


ECG956 TO-220 See Fig. L17
Pos VR, 1.2 to 37 V, 1.5 A



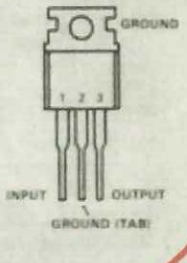
See Voltage Regulator Selector Guide Page 1-179

ECG957 TO-220 See Fig. L17
Neg VR, 1.2 to 37 V, 1.5 A



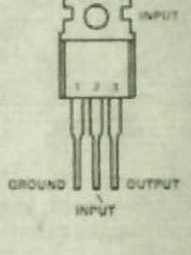
See Voltage Regulator Selector Guide Page 1-179

ECG958 TO-220 See Fig. L17
Pos VR, 18 V, 1 A
ECG960
Pos VR, 5 V, 1 A
ECG962
Pos VR, 6 V, 1 A
ECG964
Pos VR, 8 V, 1 A
ECG966
Pos VR, 12 V, 1 A
ECG968
Pos VR, 15 V, 1 A



See Voltage Regulator Selector Guide Page 1-179

ECG959 TO-220 See Fig. L17
Neg VR, 18 V, 1 A
ECG961
Neg VR, 5 V, 1 A
ECG963
Neg VR, 6 V, 1 A
ECG965
Neg VR, 8 V, 1 A
ECG967
Neg VR, 12 V, 1 A
ECG969
Neg VR, 15 V, 1 A



See Voltage Regulator Selector Guide Page 1-179

Package Outlines - See Page 1-286

Optoisolators (cont'd)

TTL Compatible Phototransistors		Device Ratings		LED Max Ratings		Output Ratings					Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage V_{iso} (V)	Power P_t (mW)	Forward Current I_F (mA)	Reverse Voltage V_R (V)	Max V_{CC} (V)	Current Transfer Ratio % *	Output Current I_O (mA)	Propagation Delay Time (nsec)	Data Transfer Rate Mbit/sec		
ECG3092	Open Collector NPN Transistor	3000	100	25	5	15	15	8	800	1	O	P29
ECG3093	NPN Split Darlington	3000	100	20	5	18	400	60	tPHL 1 µsec tPLH 7 µsec	100K	P	
ECG3095	Dual Open Collector, NPN Transistors	3000	100	25	5	15	15	8	800	1	R	

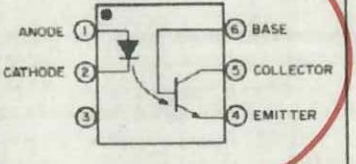
* DC Current Transfer Ratio is the output transistor collector current divided by the LED forward current - $h_{FE} = I_C / I_F$

		Total Device Ratings		Led Max Ratings		Output Ratings						
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage V_{iso} Surge (V)	Power P_t (mW)	Forward Current I_F (mA)	Reverse Voltage V_R (V)	V_{CC} Voltage Range (V)	Output Voltage V_O (V)	Output Current I_O (mA)	Turn-On Time T_{on} (µsec)	Turn-Off Time T_{off} (µsec)	Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG3090	Schmitt Trigger	7500	150	60	6	3V to 15V	15 max	50 max	1.2 typ	1.2 typ	N	P28

Optoisolator Circuits

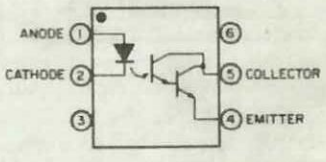
Diag. A — Fig. P28

ECG 3040, 3041, 3042, 3043, 3088, 3096



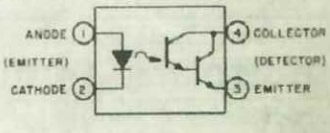
Diag. B — Fig. P28

ECG 3044, 3045



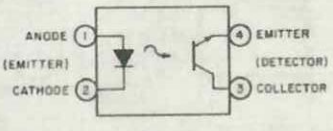
Diag. C — Fig. P27

ECG3082



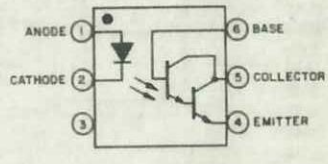
Diag. D — Fig. P27

ECG3081



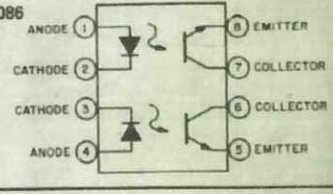
Diag. E — Fig. P28

ECG 3083, 3084



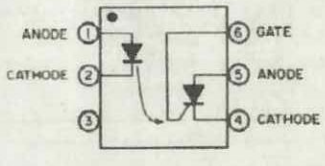
Diag. F — Fig. P29

ECG3086



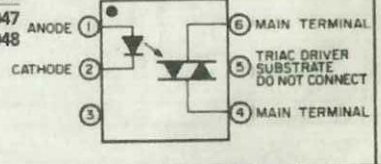
Diag. G — Fig. P28

ECG 3046, 3091



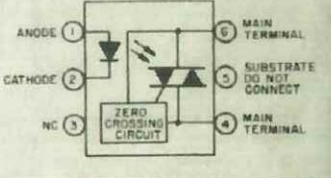
Diag. H — Fig. P28

ECG 3047, 3048



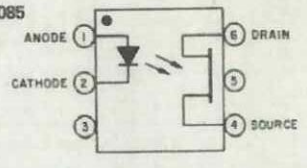
Diag. J — Fig. P28

ECG 3049, 3097



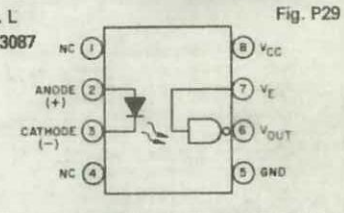
Diag. K — Fig. P28

ECG3085



Diag. L — Fig. P29

ECG3087



Diag. M — Fig. P28

ECG3089