Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial

Electrotecnia

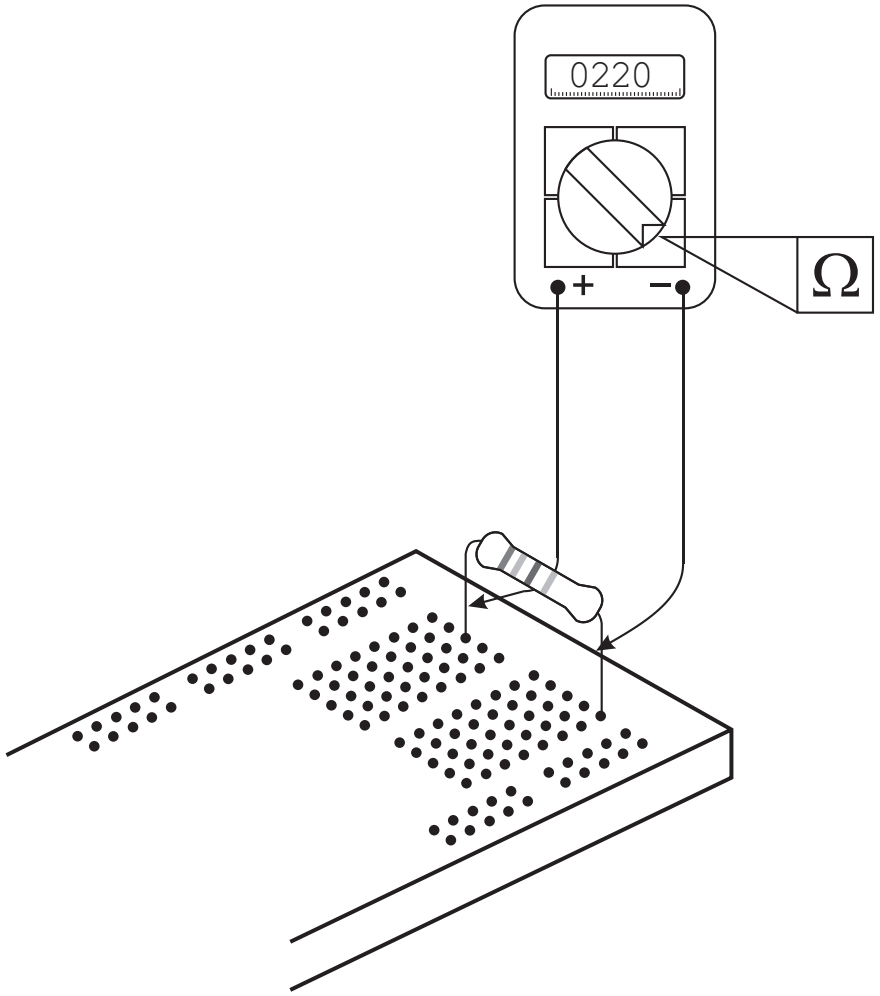


Electrónica Básica

Código: 89001489

Formación Profesional

ELECTRÓNICA BÁSICA I



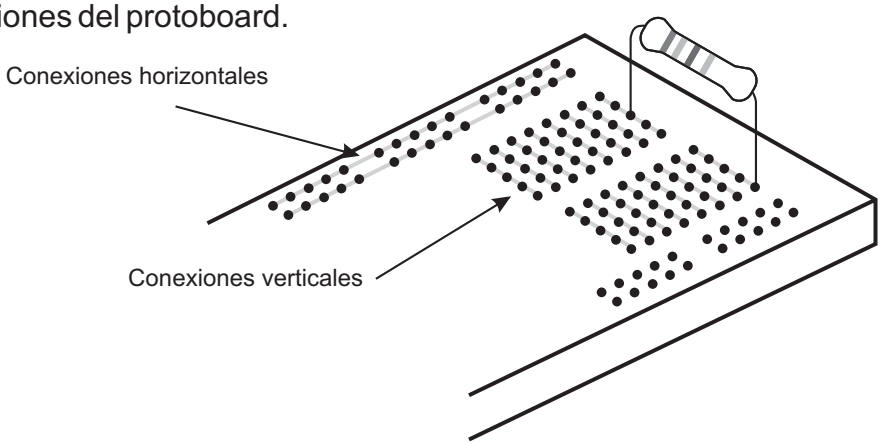
N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Usar Protoboard	Protoboard
02	Usar multímetro como ohmímetro	Multímetro digital
03	Montar resistores de carbón	10 resistores de carbón de diferentes valores

01	01			
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN - NORMA /DIMENSIONES**		OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MEDICIONES EN RESISTORES DE CARBÓN	HT 01	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: USAR PROTOBOARD

Proceso Operacional

1 Paso: Conocer las conexiones del protoboard.

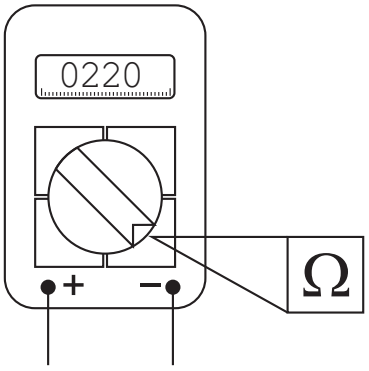


OPERACIÓN: USAR MULTÍMETRO COMO OHMÍMETRO

Aprender a usar el multímetro como ohmímetro adecuadamente.

Proceso Operacional

Paso 1: Ubicar el selector en la posición de ohmios ( ) y seleccionar la escala adecuada según la resistencia a medir.

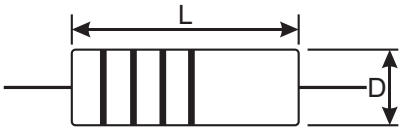


OPERACIÓN: MONTAR RESISTORES DE CARBÓN

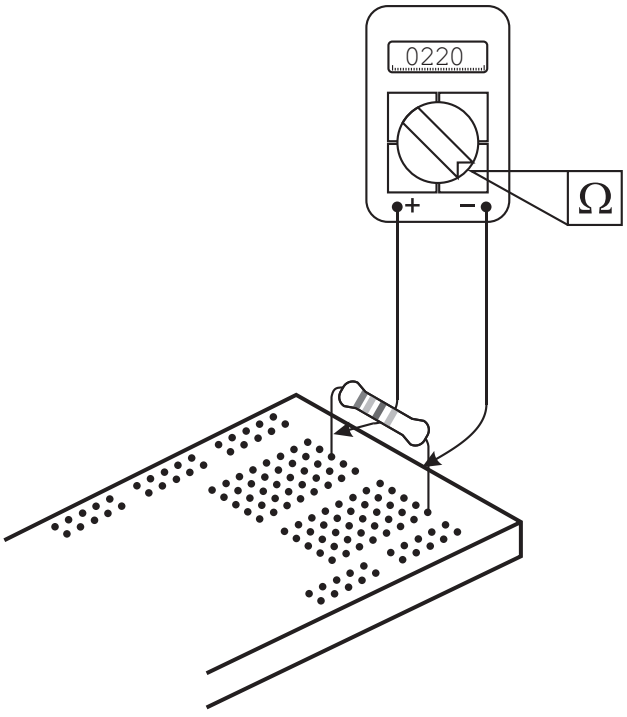
Se harán mediciones de diferentes resistencias.

Paso 1: Identificar la potencia de las resistencias en función al cuadro adjunto.

POTENCIA NOMINAL A 70°C EN VATIOS	DIMENSIONES EN mm	
	D	L
0,125	1,6	4,5
0,250	2,5	7,5
0,500	3,7	10
1,000	5,2	18
2,000	6,8	18
3,000	9,3	32



Paso 2: Medir las resistencias dadas (10) conectando los terminales del multímetro en paralelo con la resistencia a medir.



Paso 3: Determinar el valor óhmico de cada resistencia en función al código de colores.

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS (4 FRANJAS)

Color	Resistencia en ohmios			Tolerancia
	1° cifra significativa	2° cifra significativa	factor multiplicador	
Negro	-	0	x 10^0	
Marrón	1	1	x 10^1	
Rojo	2	2	x 10^2	± 2 %
Naranja	3	3	x 10^3	
Amarillo	4	4	x 10^4	
Verde	5	5	x 10^5	
Azul	6	6	x 10^6	
Violeta	7	7		
Gris	8	8		
Blanco	9	9		
Oro			x 10^{-1}	5%
Plata			x 10^{-2}	10%
Ninguno				20%

Código de colores para resistencias de precisión

CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS (5 FRANJAS)

Color	Resistencia en ohmios				Tolerancia
	1° cifra significativa	2° cifra significativa	2° cifra significativa	factor multiplicador	
Negro	-	0	0	x 10^0	
Marrón	1	1	1	x 10^1	± 1%
Rojo	2	2	2	x 10^2	± 2%
Naranja	3	3	3	x 10^3	
Amarillo	4	4	4	x 10^4	
Verde	5	5	5	x 10^5	± 0,5%
Azul	6	6	6		
Violeta	7	7	7		
Gris	8	8	8		
Blanco	9	9	9		
Oro				x 10^{-1}	
Plata				x 10^{-2}	
Ninguno					

Paso 4: Con los valores medidas (Vm) y los valores determinados por el código de colores (VN) llenar el cuadro adjunto.

V_N	Tol	V_{MAX}	V_{MIN}	V_{MED}	POT.

Donde:
V_N = Valor nominal
V_M = Valor medido
Tol = Tolerancia
V_{MAX} = Valor máximo = V_N + tol
V_{MIN} = Valor mínimo = V_N - tol
Pot = Potencia

Manipulación adecuada de los terminales de los resistores

Hay que tener cuidado con la manipulación de los terminales de los resistores porque se pueden quebrar y el resistor queda inservible es preferible usar una pinza para doblar los terminales.

1 | RESISTENCIAS

La resistencia es uno de los componentes imprescindibles en la construcción de cualquier equipo electrónico, ya que permite distribuir adecuadamente la tensión y corriente eléctrica a todos los puntos necesarios.

Desde el punto de vista de la resistividad, podemos encontrar materiales conductores (no presentan ninguna oposición al paso de la corriente eléctrica), aislantes (no permiten el flujo de corriente), y resistivos (que presentan cierta resistencia). Dentro de este último grupo se sitúan las resistencias.
Las resistencias son componentes eléctricos pasivos en los que la tensión instantánea aplicada es proporcional a la intensidad de corriente que circula por ellos. Su unidad de medida es el ohmio ( ).

Se pueden dividir en tres grupos:

RESISTENCIAS LINEALES FIJAS	Su valor de resistencia es constante y está predeterminado por el fabricante
RESISTENCIAS VARIABLES	Su valor de resistencia puede variar dentro de unos límites.
RESISTENCIAS NO LINEALES	Su valor de resistencia varia de forma no lineal dependiendo de distintas magnitudes físicas (temperatura, luminosidad, etc.).

A. RESISTENCIAS LINEALES FIJAS

Estos componentes de dos terminales presentan un valor nominal de resistencia constante (determinado por el fabricante), y un comportamiento lineal.

1. Características técnicas

Estas son las especificaciones técnicas más importantes que podemos encontrar en las hojas de características que nos suministra el fabricante:

- **Resistencia nominal (R_n):** es el valor óhmico que se espera que tenga el componente.

- **Tolerancia:** es el margen de valores que rodean a la resistencia nominal y en el que se encuentra el valor real de la resistencia. Se expresa en tanto por ciento sobre el valor nominal.

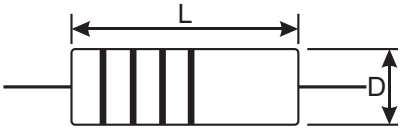
Los valores de resistencia nominal y tolerancia están normalizados de tal forma que disponemos de una gama de valores y sus correspondientes tolerancias a las que tenemos que acogernos a la hora de elegir la resistencia necesitada.

- **Potencia nominal (P_n):** es la potencia (en vatios) que la resistencia puede disipar sin deteriorarse a la temperatura nominal de funcionamiento.

Esta es la potencia que puede disipar la resistencia a una temperatura ambiente al interior del artefacto, magnitud que viene siempre indicada por el fabricante generalmente a 70 °C. Para obtener una buena fiabilidad y estabilidad del montaje se recomienda no pasar jamás del 50 % de su potencia nominal para las resistencias de precisión y del 70% para las resistencias de uso corriente.

Para las resistencias de alambre la indicación de potencia viene dada por cifras en su misma superficie, mientras que para las de carbón y película metálica las cuales llevan franjas de colores, la potencia no se indica con estas franjas sino es necesario reconocer por el tamaño. Para ello se muestra la siguiente tabla:

POTENCIA NOMINAL A 70°C EN VATIOS	DIMENSIONES EN mm	
	D	L
0,125	1,6	4,5
0,250	2,5	7,5
0,500	3,7	10
1,000	5,2	18
2,000	6,8	18
3,000	9,3	32



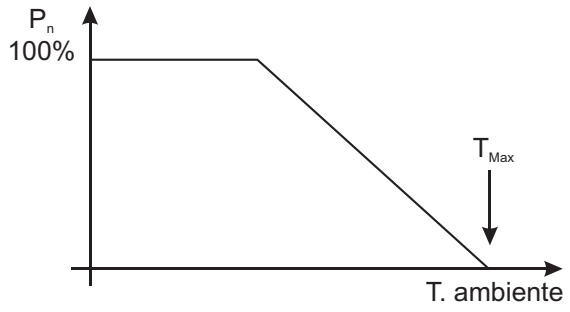
- **Tensión nominal (V_n):** es la tensión continua que se corresponde con la resistencia y potencia nominal.

- **Intensidad nominal (I_n):** es la intensidad continua que se corresponde con la resistencia y potencia nominal.

- **Tensión máxima de funcionamiento (V_{max}):** es la máxima tensión continua o alterna eficaz que el dispositivo no puede sobrepasar de forma continua a la temperatura nominal de funcionamiento.

- **Temperatura nominal (T_n):** es la temperatura ambiente a la que se define la potencia nominal.

- **Temperatura máxima de funcionamiento (T_{max}):** es la máxima temperatura ambiente en la que el dispositivo puede trabajar sin deteriorarse. La disipación de una resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura ambiente en la que está trabajando.



Curva de disipación

- **Coeficiente de temperatura (C_t):** es la variación del valor de la resistencia con la temperatura.

- **Coeficiente de tensión (C_v):** es la variación relativa del valor de la resistencia respecto al cambio de tensión que la ha provocado.

- **Estabilidad, derivas:** representa la variación relativa del valor de la resistencia por motivos operativos, ambientales, periodos largos de funcionamiento, o por el propio funcionamiento.

- **Ruido:** se debe a señal (o señales) que acompañan a la señal de interés y que provoca pequeñas variaciones de tensión.

2. Clasificación de Resistencias Lineales

La clasificación de estas resistencias se puede hacer en base a los materiales utilizados para su construcción, básicamente mezclas de carbón o grafitos y materiales o aleaciones metálicas. También se pueden distinguir distintos tipos atendiendo a características constructivas y geométricas. Una clasificación sería la siguiente:

DE CARBÓN	METÁLICAS
• Aglomeradas • De capa	• De capa. • De película. • Bobinadas.

a) Resistencias de carbón

Es el tipo más utilizado y el material base en su construcción es el carbón o grafito. Son de pequeño tamaño y baja disipación de potencia. Según el proceso de fabricación y su constitución interna, podemos distinguir:

Resistencias Aglomeradas

También se conocen con el nombre de "composición", debido a su constitución: una mezcla de carbón, materia aislante, y resina aglomerante. Variando el porcentaje de estos componentes se obtienen los distintos valores de resistencias.

Entre sus características se puede destacar:

- Robustez mecánica y eléctrica (sobrecarga).
- Bajos coeficientes de tensión y temperatura.
- Elevado nivel de ruido.
- Considerables derivas.

Resistencias de Capa De Carbón

En este tipo de resistencias, la fabricación está basada en el deposito de la composición resistiva sobre un cuerpo tubular formado por materiales vítreos cerámicos.

Como características más importantes:

- Elevado coeficiente de temperatura.
- Soportan mal las sobrecargas.
- Ruido y coeficiente de tensión prácticamente nulos.
- Mayor precisión y menores derivas que las aglomeradas:

b) Resistencias Metálicas

Estas resistencias están constituidas por metales, óxidos y aleaciones metálicas como material base. Según el proceso de fabricación y aplicación a la que se destinan podemos distinguir:

Resistencias de Capa Metálica

Están constituidas por un soporte que puede ser de pirex, vidrio, cuarzo o porcelana, sobre el que se depositan capas por reducción química para el caso de óxidos metálicos o por vaporización al vacío para metales o aleaciones metálicas. Los óxidos más utilizados son de estaño, antimonio e indio, como metales y aleaciones de oro, platino, indio y paladio dentro del grupo de metales preciosos.

Estos componentes tienen una gran estabilidad y precisión y un bajo nivel de ruido por lo que suelen ser utilizadas en aplicaciones exigentes.

Entre sus características más importantes:

- Rangos reducidos de potencia y tensión.
- Estrechas tolerancias y elevada estabilidad.
- Bajo coeficiente de temperatura y altas temperaturas de funcionamiento.
- Reducido nivel de ruido.

Resistencias de Película Metálica

La diferencia fundamental con las anteriores está en las técnicas de fabricación utilizadas, mediante las cuales se han conseguido integrar redes de resistencias. Los materiales base usados en su fabricación y los cuerpos soporte son los característicos de las resistencias metálicas, a excepción de los óxidos metálicos. Dentro de este tipo también podemos diferenciar dos tipos: de película delgada y de película gruesa, diferenciándose en las características constructivas.

Las principales ventajas de estas resistencias radica en su reducido tamaño, y sobretodo en la disponibilidad de redes de resistencias como componente integrado.

A pesar de su reducido margen de potencia, inferior a 1/2 W, las ventajas respecto a las resistencias discreta se pueden resumir en:

- Coste menor para un mismo número de resistencias.
- Reducción del cableado, peso y espacio en el circuito.

- Tolerancias más ajustadas.
- Características generales de las unidades integradas muy similares y valores nominales prácticamente idénticos.
- Posibilidad de obtención de valores óhmicos distintos en función de la configuración interna y el número de resistencias integradas.

Esta última posibilidad está ligada al tipo de encapsulado en que se presenta la red. En la práctica los más comunes que se nos presentan son:

- Tipo SIL, disposición de terminales en una línea, usada también para algunos tipos de conectores.
- Tipo DIL, característica de los encapsulados de circuitos integrados.

Resistencias Bobinadas

En este tipo se emplean como soportes núcleos cerámicos y vítreos, y como materiales resistivos metales o aleaciones en forma de hilos o cintas de una determinada resistividad, que son bobinados sobre los núcleos soporte.

Generalmente se suele hacer una subdivisión de este tipo en bobinadas de potencia y bobinadas de precisión, según la aplicación a la que se destinan.

Como características generales se pueden destacar las siguientes:
- Gran disipación de potencias y elevadas temperaturas de trabajo.
- Elevada precisión, variación con la temperatura y baja tensión de ruido.
- Considerables efectos inductivos.
- Construcción robusta.

Las resistencias bobinadas se pueden incluir en algunos de los modelos comerciales siguientes: hilo descubierto, esmaltadas, vitrificadas, y aisladas.

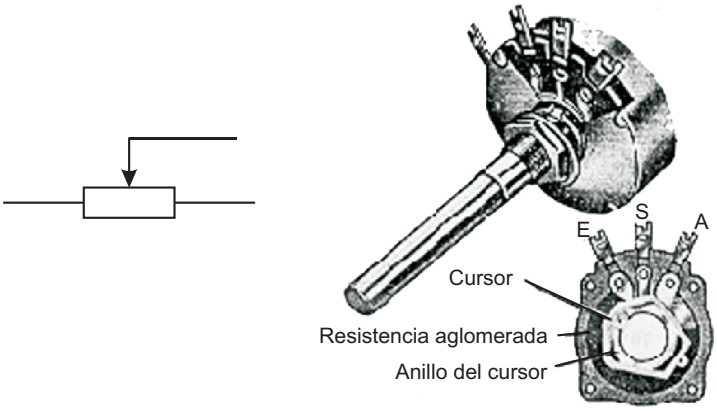
B. RESISTENCIAS VARIABLES

Estas resistencias pueden variar su valor dentro de unos límites. Para ello se les ha añadido un tercer terminal unido a un contacto móvil que puede desplazarse sobre el elemento resistivo proporcionando variaciones en el valor de la resistencia. Este tercer terminal puede tener un desplazamiento angular (giratorio) o longitudinal (deslizante).

Según su función en el circuito estas resistencias se denominan:

- **Potenciómetros:** se aplican en circuitos donde la variación de resistencia la efectúa el usuario desde el exterior (controles de audio, video, etc.).

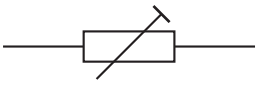
Existen de varias formas y construcciones, por ejemplo se tiene de alambre, de carbón, de plástico conductor, cerámicos, etc. Así mismo existen modelos que pueden tener una variación lineal o no: senos - cósenos, logarítmicos o exponenciales. Se pueden encontrar potencias desde 0.25 W; hasta 2,5 W; en carbón y para mayores potencias en alambre.

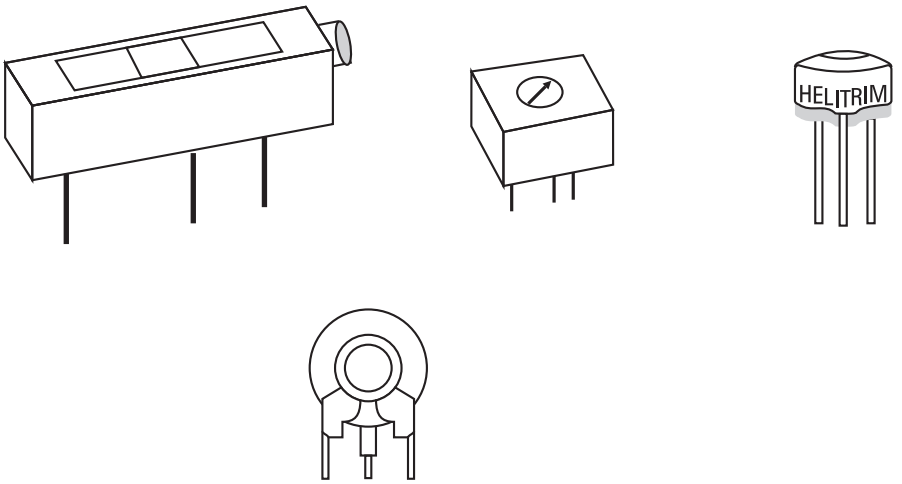


Potenciómetro de película

- **Trimmers :** o resistencias ajustables: se diferencian de las anteriores en que su ajuste es definitivo en el circuito donde van aplicadas. Su acceso está limitado al personal técnico (controles de ganancia, polarización, etc.).

Son resistencias variables miniaturas también llamadas trimpot, existen de los más simples hasta las de precisión, así mismo hay de una vuelta y hasta de 45 vueltas (precisión) estos componentes son destinados a ser montados en los circuitos impresos y son utilizados para la calibración de los circuitos electrónicos, estos elementos no son maniobrables por el usuario en servicio normal. Existen una gama de valores entre 10 y 1 M y desde 0,2 hasta 1 W.

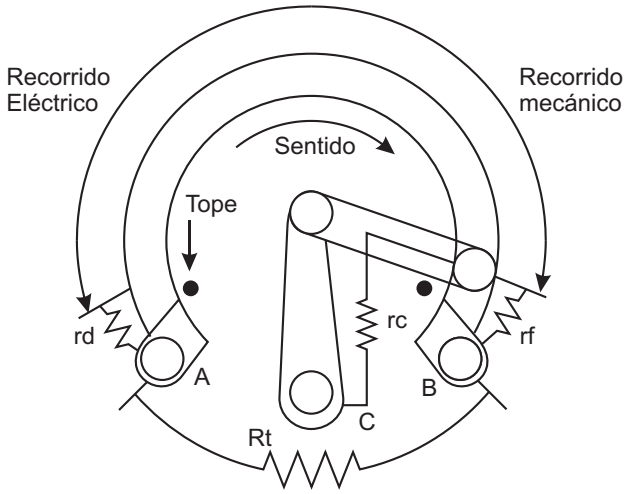




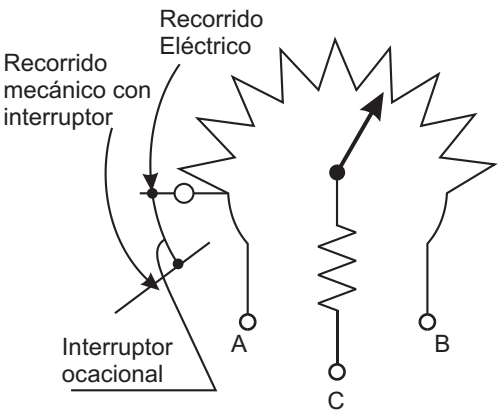
Reóstatos: son resistencias variables en las que uno de sus terminales extremos está eléctricamente anulado. Tanto en un potenciómetro como un trimmer, al dejar unos de sus terminales extremos al aire, su comportamiento será el de un reóstato, aunque estos están diseñados para soportar grandes corrientes.

1. Características Técnicas

Estas son las especificaciones técnicas más importantes que podemos encontrar en las hojas de características que nos suministran el fabricante:



Rt = Rn + tol + rd + rf



- **Recorrido mecánico:** es el desplazamiento que limitan los puntos de parada del cursor (puntos extremos).

- **Recorrido eléctrico:** es la parte del desplazamiento que proporcionan cambios en el valor de la resistencia. Suele coincidir con el recorrido mecánico.

- **Resistencia nominal (R_n):** valor esperado de resistencia variable entre los límites del recorrido eléctrico.

- **Resistencia residual de fin de pista (r_f):** resistencia comprendida entre el límite superior del recorrido eléctrico del cursor y el contacto B (ver figura).

- **Resistencia residual de principio de pista (r_d):** valor de resistencia comprendida entre límite inferior del recorrido eléctrico y el contacto A (ver figura).

- **Resistencia total (R_t):** resistencia entre los terminales fijos A o A' y B, sin tener en cuenta la conexión del cursor e incluyendo la tolerancia. Aunque a efectos prácticos se considera igual al valor nominal (R_t=R_n).

- **Resistencia de contacto (r_c):** resistencia que presenta el cursor entre su terminal de conexión externo y el punto de contacto interno (suele despreciarse, al igual que r_d y r_f).

- **Temperatura nominal de funcionamiento (T_n):** es la temperatura ambiente a la cual se define la disipación nominal.

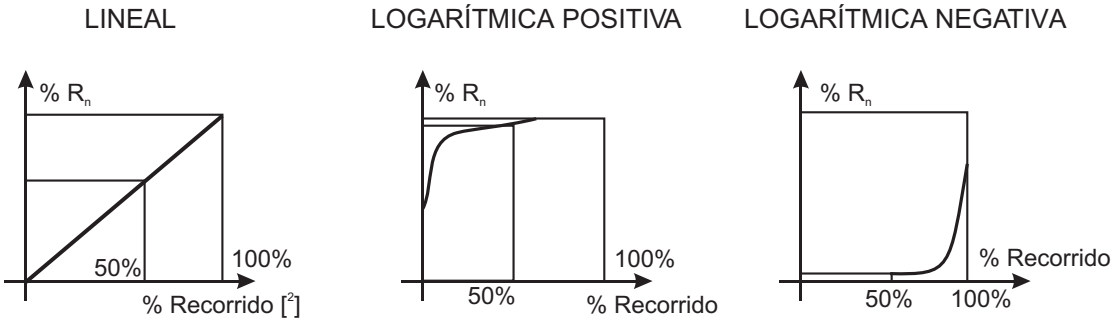
- **Temperatura máxima de funcionamiento (T_{max}):** máxima temperatura ambiente en la que puede ser utilizada la resistencia.

- **Potencia nominal (P_n):** máxima potencia que puede disipar el dispositivo en servicio continuo y a la temperatura nominal de funcionamiento.

- **Tensión máxima de funcionamiento (V_{max}):** máxima tensión continua (o alterna eficaz) que se puede aplicar a la resistencia entre los terminales extremos en servicio continuo, a la temperatura nominal de funcionamiento.

- **Resolución:** cantidad mínima de resistencia que se puede obtener entre el cursor y un extremo al desplazar (o girar) el cursor. Suele expresarse en % en tensión, en resistencia, o resolución angular.

- **Leyes de variación:** es la característica que particulariza la variación de la resistencia respecto al desplazamiento del cursor. Las más comunes son la ley de variación lineal, y la logarítmica (positiva y negativa):



- **Linealidad o conformidad:** indica el grado de acercamiento a la ley de variación teórica que caracteriza su comportamiento, y es la máxima variación de resistencia real que se puede producir respecto al valor total (nominal) de la resistencia.

C. RESISTENCIAS NO LINEALES

Estas resistencias se caracterizan porque su valor óhmico, que varía de forma no lineal, es función de distintas magnitudes físicas como puede ser la temperatura, tensión, luz, campos magnéticos, etc. Así estas resistencias están consideradas como sensores.

Entre las más comunes podemos destacar las siguientes:

- **Termistores** o resistencias NTC y PTC. En ellas la resistencia es función de la temperatura.
- **Varistores** o resistencias VDR. En ellas la resistencia es función de la tensión.
- **Fotorresistencias** o resistencias LDR. En estas últimas la resistencia es función de la luz.

a) Termistores

En estas resistencias, cuyo valor ohmico cambia con la temperatura, además de las características típicas en resistencias lineales fijas como valor nominal, potencia nominal, tolerancia, etc., que son similar para los termistores, hemos de destacar otras:

- **Resistencia nominal:** en estos componentes este parámetro se define para una temperatura ambiente de 25ºC:

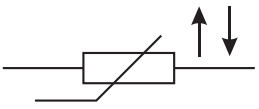
- **Autocalentamiento:** este fenómeno produce cambios en el valor de la resistencia al pasar una corriente eléctrica a su través. Hemos de tener en cuenta que también se puede producir por una variación en la temperatura ambiente.

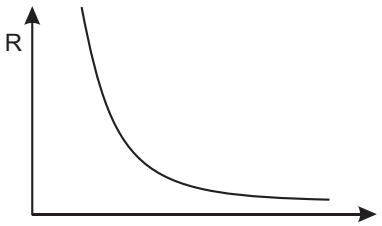
- **Factor de disipación térmica:** es la potencia necesaria para elevar su temperatura en 1ºC.

Dentro de los termistores podemos destacar dos grupos: NTC y PTC.

- **Resistencias NTC**

Esta resistencia se caracteriza por su disminución del valor resistivo a medida que aumenta la temperatura, por tanto presenta un coeficiente de temperatura negativo.
Entre sus características se pueden destacar: resistencia nominal de 10 ohmios a 2M, potencias entre 1 microvatio y 35W, coeficiente de temperatura de -1 a -10% por ºC; y entre sus aplicaciones: regulación, compensación y medidas de temperaturas, estabilización de tensión, alarmas, etc.



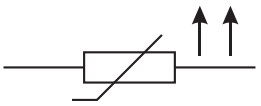


Símbolo

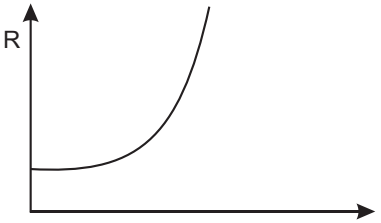
Curva característica de la resistencia en función de la temperatura ( )

RESISTENCIAS PTC

Estas, s diferencia de las anteriores, tiene un coeficiente de temperatura positivo, de forma que su resistencia aumentará como consecuencia del aumento de la temperatura (aunque esto sólo se da en un margen de temperaturas).



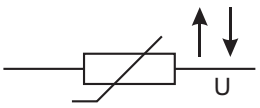
Símbolo



Curva característica de la resistencia en función de la temperatura.

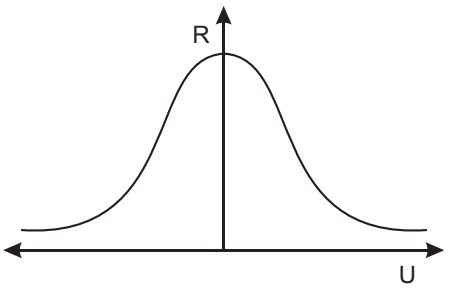
VARISTORES

Estos dispositivos (también llamados VDR) experimentan una disminución en su valor de resistencia a medida que aumenta la tensión aplicada en sus extremos. A diferencia de lo que ocurre con las NTC y PTC la variación se produce de una forma instantánea. Las aplicaciones más importantes de este componente se encuentran en: protección contra sobretensiones, regulación de tensión y supresión de transitorios.



Símbolo





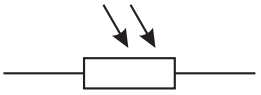
Curva de Característica

FOTORESISTENCIAS

Resistencias dependientes de la luz, también se les llama foto-resistencias o LDR. El valor de su resistencia decrece al aumentar la iluminación, ya que la energía de la luz libera electrones en el material que se suman a los electrones de conducción ya
existentes.
Es el Selenio el primer elemento fotorresistente conocido y utilizado en la industria, después aparecieron un gran número de semiconductores con propiedades fotoconductivas; tal es así que actualmente se fabrican las siguientes células fotorresistentes:

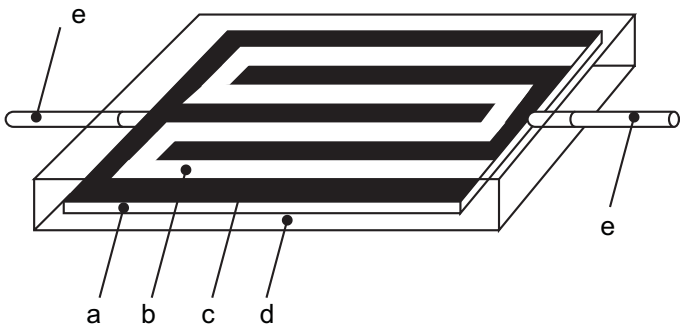
- Células de Sulfuro de cadmio
- Células de Seleniuro de cadmio
- Células de Sulfoseleniuro de cadmio
- Células de Sulfuro de Zinc.

Estas tienen gran aplicación como detectores y medidores de iluminación o de luz; así mismo también existen fotorresistencias detectores infrarrojas.



Símbolo del LDR

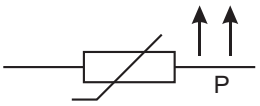
Ejemplo de una fotorresistencia



a) Placa de esteatita.
b) Capa de Cd S
c) Eléctrodos de contacto aquí bajo forma de peines embricados.
d) Base de resina epoxy.
e) conexiones

Resistencias dependientes de la Presión

En este tipo de resistencias su valor óhmico aumenta cuando la presión aumenta. La presión reduce las distancias entre los núcleos atómicos, con lo que aumenta la frecuencia de los choques con los electrones libres y tienen su aplicación en detectores de presión para mediciones o control.

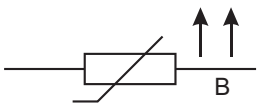


Símbolo

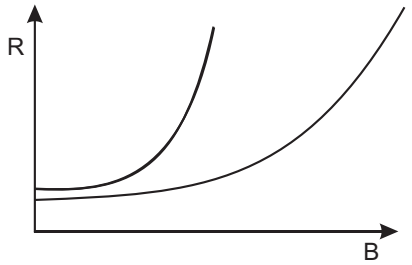
Resistencias dependientes del campo magnético

Se llaman también placas de campo o MDR. Al aumentar la inducción magnética crece también la resistencia. Si un campo magnético es aplicado perpendicularmente a la superficie de una plaquita MDR, las líneas de corriente en el semiconductor son desviados a un cierto ángulo llamado: «ángulo de Hall». Si la inducción no es perpendicular a la plaquita la variación de resistencia disminuye hasta llegar casi a cero, en otras palabras el campo magnético empuja hacia un lado a los electrones en su trayectoria a través de la resistencia con lo que recorren un camino más largo traduciéndose en un conductor de mayor longitud, aumentando su resistencia.

Estas resistencias son utilizadas para medir campos magnéticos.



Símbolo



Curva de característica.

2 | IDENTIFICACIÓN DE RESISTENCIAS

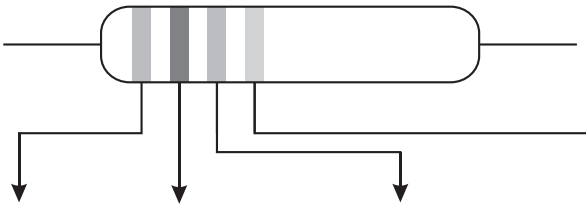
En primer lugar habría que determinar el grupo al que pertenecen, es decir, si son lineales fijas, variables, o no lineales, y el tipo concreto al que pertenecen dentro de cada grupo.
Posteriormente determinaríamos el valor nominal de la resistencia y su tolerancia. Estos valores son indicados en el cuerpo de la resistencia mediante el código de colores, o, el código de marcas.
El valor de potencia nominal solamente suele ir indicado en algunos tipos de resistencias bobinadas y variables. Para su determinación tendríamos que fijarnos en el tamaño del componente.
Para determinar otros parámetros como pueden ser el coeficiente de temperatura, ruido, tensión máxima aplicable, etc., tenemos que recurrir a las hojas de características que nos suministran el fabricante.

A. CÓDIGO DE COLORES

Es el código con el que se regula el marcado del valor nominal y tolerancia para resistencias fijas de carbón y metálicas de capa fundamentalmente.
Tenemos que resaltar que con estos códigos lo que obtenemos es el valor nominal de la resistencia pero no el valor real que se situará dentro de un margen según la tolerancia que se aplique.

CÓDIGO DE COLORES PARA CUATRO LINEAS

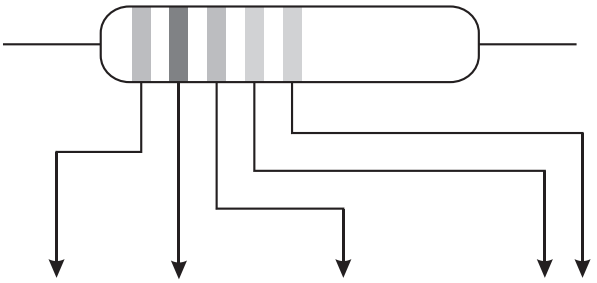
TOLERANCIA: SIN INDICACIÓN +/- 20%



COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	Nº DE CEROS	TOLERANCIA (+/-%)
PLATA	-	-	0,01	10%
ORO	-	-	0,1	5%
NEGRO	-	0	-	-
MARRÓN	1	1	0	1%
ROJO	2	2	00	2%
NARANJA	3	3	000	-
AMARILLO	4	4	0000	-
VERDE	5	5	00000	-
AZUL	6	6	000000	-
VIOLETA	7	7	-	-
GRIS	8	8	-	-
BLANCO	9	9	-	-

Para determinar el valor de la resistencia comenzaremos por determinar la banda de la tolerancia: oro, plata, rojo, marrón, o ningún color. Si las bandas son de color oro o plata, está claro que son las correspondientes a la tolerancia y debemos comenzar la lectura por el extremo contrario. Si son de color rojo o marrón, suelen estar separadas de las otras tres o cuatro bandas, y así comenzaremos la lectura por el extremo opuesto, 1ª cifra, 2ª cifra, número de ceros o factor multiplicador y tolerancia, aunque en algunos casos existe una tercera cifra significativa. En caso de existir sólo tres bandas con color, la tolerancia será de +/- 20%. La falta de esta banda dejará un hueco grande en uno de los extremos y se empezará la lectura por el contrario. Suele ser característico que la separación entre la banda de tolerancia y el factor multiplicativo sea mayor que la que existe entre las demás bandas.

CÓDIGO DE COLORES PARA CINCO LINEAS



TOLERANCIA: SIN INDICACIÓN +/- 20%

COLOR	1ª CIFRA	2ª CIFRA	3ª CIFRA	Nº DE CEROS	TOLERANCIA (+/-%)
PLATA	-	-	-	0,01	10%
ORO	-	-	-	0,1	5%
NEGRO	-	0	0	-	-
MARRÓN	1	1	1	0	1%
ROJO	2	2	2	00	2%
NARANJA	3	3	3	000	-
AMARILLO	4	4	4	0000	-
VERDE	5	5	5	00000	0,5 %
AZUL	6	6	6	000000	-
VIOLETA	7	7	7	-	-
GRIS	8	8	8	-	-
BLANCO	9	9	9	-	-

B. Código De Marcas

Como en el caso del código de colores, el objetivo del código de marcas es el marcado del valor nominal y tolerancia del componente y, aunque se puede aplicar a cualquier tipo de resistencias, es típico encontrarlo en resistencias bobinadas y variables.
Como valor nominal podemos encontrarnos con tres, cuatro, o cinco caracteres formados por la combinación de dos, tres, o cuatro números y una letra, de acuerdo con las cifras significativas del valor nominal. La letra del código sustituye a la coma decimal, y representa el coeficiente multiplicador según la siguiente correspondencia:

LETRA CÓDIGO	R	K	M	G	T
COEFICIENTE MULTIPLICADOR	x1	$x10^3$	$x10^6$	$x10^9$ x	10^{12}

La tolerancia va indicada mediante una letra, según la siguiente tabla. Como se puede apreciar aparecen tolerancias asimétricas, aunque estas se usan normalmente en el marcado de condensadores.

TOLERANCIAS SIMÉTRICAS		**TOLERANCIAS ASIMÉTRICAS**	
Tolerancia %	Letra código	Tolerancia	Letra código
+/- 0,1	B	+30/-10	Q
+/- 0,25	C	+50/-10	T
+/- 0,5	D	+50/-20	S
+/- 1	F	+80/-20	Z
+/- 2	G	-	-
+/- 5	J	-	-
+/- 10	K	-	-
+/- 20	M	-	-
+/- 30	N	-	-

Como ejemplo estas son algunas de los posibles marcados en resistencias a partir del código de marcas:

Valor de la resistencia en ohmios	**Código de marcas**	**Valor de la resistencia en ohmios**	**Código de marcas**
0,1	R10	10K	10K
3,32	3R32	2,2M	2M2
59,04	59R04	1G	1G
590,4	590R4	2,2T	2T2
5,90K	5K9	10T	10T

C. Serie de Valores Normalizados y Tolerancias para Resistencias

En la siguiente tabla se muestra la tolerancia de cada serie (las series más utilizadas son las E6, E12, y E24):

SERIE	E192	E96	E48	E24	E12	E6
TOLERANCIA	+/- 0,5%	+/- 1%	+/- 2%	+/- 5%	+/- 10%	+/- 20%

A partir de estos se puede obtener cualquier resistencia, así para el valor 9,88 obtendríamos resistencias de 0,98Ù, 9,88Ù, 98,8Ù, 988Ù, 9,8KÙ, etc.

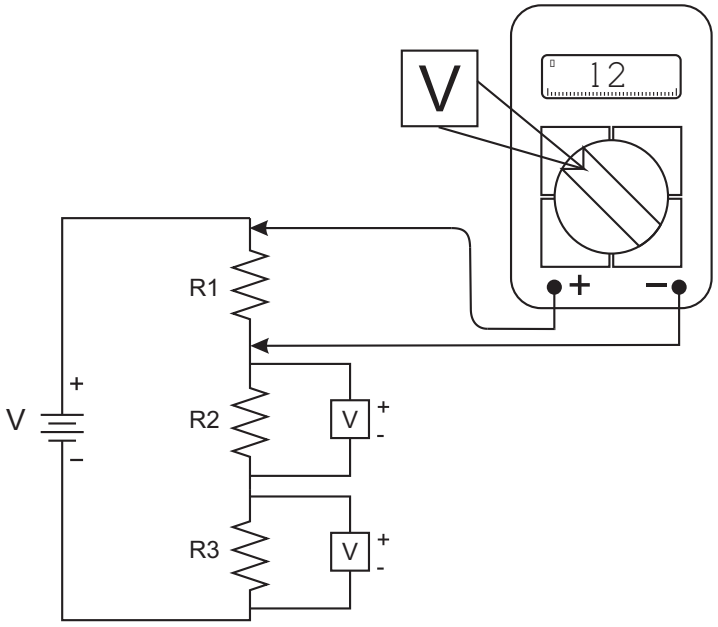
D. Valores Comerciales de Resistencias

Comercialmente se encuentran resistencias de valores diversos pero todos obedecen a un grupo o series normalizadas (IEC)

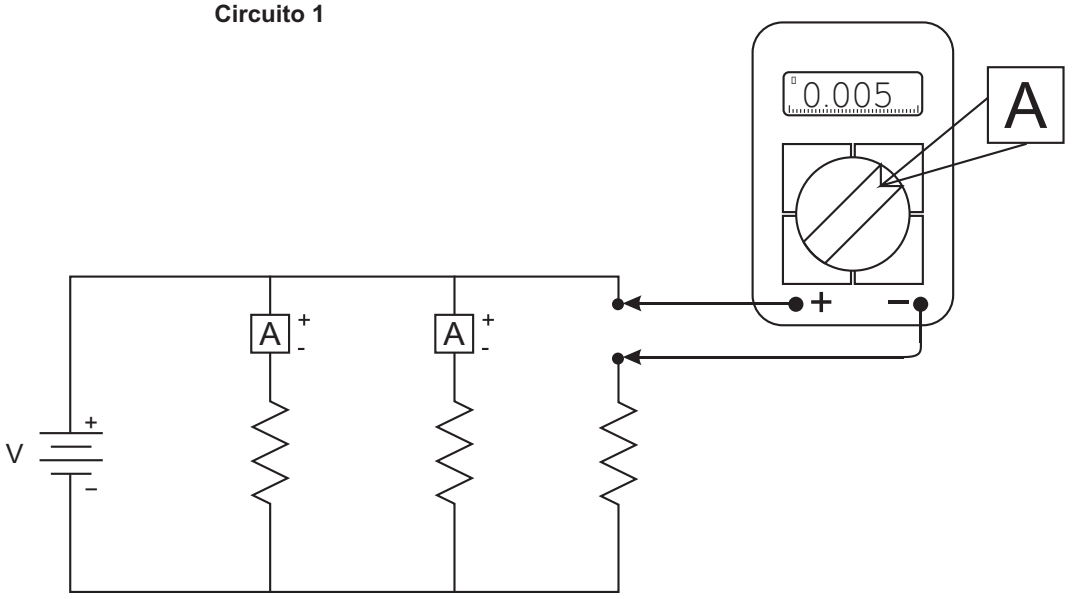
Las series E6, E12, E24, etc., contando cada una de ellas con 6, 12, 24 etc., valores por década como se puede ver en el siguiente cuadro.

E6	**E12**	**E24**	**E48**	**E96**	**E6**	**E12**	**E24**	**E48**	**E96**
20%	10%	5%	2%	1%	20%	10%	5%	2%	1%
100	100	100	100	100	330	330	330	332	332
				102					340
			105	105				348	348
				107					357
		110	110	110			360	365	365
				113					374
			115	115				383	383
				118		390	390		392
	120	120	121	121				402	402
				124					412
			127	127				422	422
		130		130			430		432
			133	133				442	442
				137					453
			140	140				464	464
				143	470	470	470		475
			147	147				487	487

E6	E12	E24	E48	E96	E6	E12	E24	E48	E96
150	150	150		150					499
			154	154			510	511	511
				158					523
		160	162	162				536	536
				165					549
			169	169		560	560	562	562
				174					576
	180	180	178	178				590	590
				182					604
			187	187			620	619	619
				191					634
			196	196				649	649
		200		200					665
			205	205	680	680	680	681	681
				210					698
			215	215				715	715
220	220	220		221					732
			226	226			750	750	750
				232					768
		240	237	237				787	787
				243					806
			249	249		820	820	825	825
				255					845
			261	261				866	866
	270	270		267					887
			274	274			910	909	909
				280					931
			287	287				953	953
				294					976
		300	301	301					
				309					
			316	316					
				324					



Circuito 1



Circuito 2

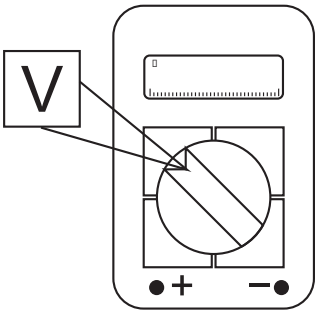
N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	usar multímetro como voltímetro DC/AC	Protoboard
02	Usar multímetro como amperímetro DC	Multímetro digital
03	Montar resistores de carbón	03 resistencias: 1K, 1.5K, 2.2K,

01	01			
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES**		OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MEDICIONES DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS CON EL VOM	HT 02	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: USAR MULTÍMETRO COMO VOLTÍMETRO

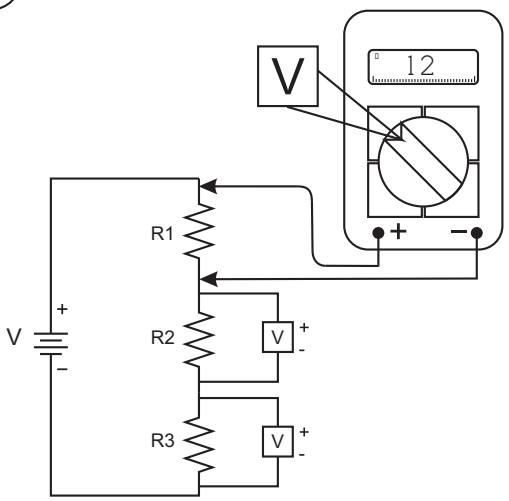
Se aprende a seleccionar el rango y la escala adecuadamente.

Paso 1: Girar el selector a la posición de voltajes y ubicarlo en el rango mayor al voltaje que pensamos medir.



Paso 2: Armar en el protoboard el circuito 1.

Paso 3: Conectar los terminales del multímetro en paralelo con el elemento al cual se le quiere medir el voltaje.



Paso 4: Medir los voltajes en las tres resistencias del circuito 1 y anotar los valores.

Los valores de las resistencias son:

R1 = 1 K
R2 = 1,5 K
R3 = 2,2 K
V = 12 V

Paso 5: Calcular los voltajes teóricos del circuito ya anotarlos.

Paso 6: Llenar el cuadro adjunto y encontrar los errores.

R	ET	EM	Error
1 K			
2,2 K			
1,5 K			

Donde:

ET = Voltaje teórico calculado para cada resistencia.
EM = Voltaje medido con el voltímetro en cada resistencia.

El error se calcula con la siguiente formula:

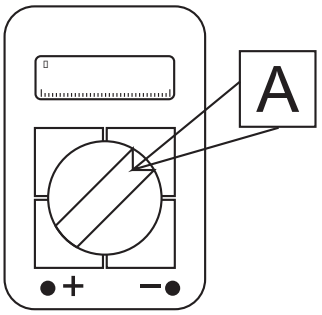
$$\text{Error: } \frac{(V_T - V_M) \times 100\%}{V_T}$$

Paso 7: Dar sus observaciones y conclusiones.

OPERACIÓN: USAR MULTÍMETRO COMO AMPERÍMETRO

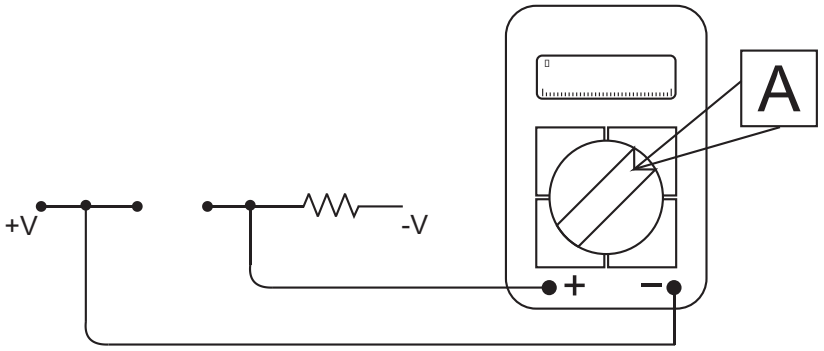
Se aprenderá a seleccionar el rango la escala y conectarlo adecuadamente.

Paso 1: Girar el selector a la posición de Amperios DC y ubicarlo en el rango mayor a la corriente que pensamos medir.



Paso 2: Armar en el protoboard en circuito 2

Paso 3: Conectar los terminales del multímetro en serie con el elemento al cual se le quiere medir la corriente.



Paso 4: Medir las corrientes en cada una de las resistencias como muestra el esquema:

$R_1 = 1\ K$ $R_2 = 1{,}5\ K$ $R_3 = 2{,}2\ K$ $V = 12\ V$

Paso 5: Calcular las corriente térmicas y anotarlas

Paso 6: Llenar el cuadro adjunto y encontrar los errores.

R	I_T	I_M	I_{ERR}
1 k			
1,5 K			
2,2 K			

Donde:

I_T = Corriente teórica
I_M = Corriente medida
E_{RR} = Error

$$\text{Error} = \frac{V_T - V_M}{V_T} \times 100\%$$

Paso 7: Dar sus observaciones y conclusiones

CUIDADO EN LA MEDICIÓN DE INTENSIDADES

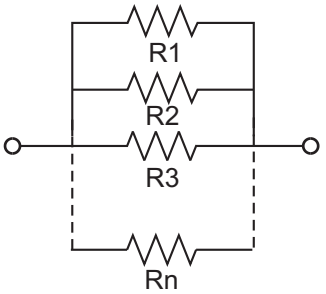
Hay que tener especial cuidado al medir intensidades, una mala conexión como por ejemplo ponerlo en paralelo con el elemento a medir deteriora al instrumento.

1 | ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

Hay dos formas básicas de asociar resistencias en un circuito: asociación serie y asociación paralelo:



ASOCIACIÓN SERIE



ASOCIACIÓN PARALELO

La resistencia equivalente de la combinación serie es:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$$

Lo cual nos indica que una sola resistencia de valor R_T se comportará de la misma forma que las n resistencias R_1, R_2, R_3Ê...ÊR_n conectadas en serie.
Si la combinación es paralelo entonces la resistencia equivalente es:

$$R_T = 1/(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + ... + 1/R_n)$$

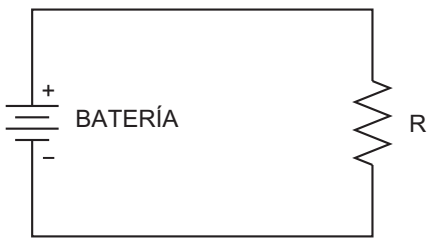
Igualmente que en la asociación serie, R_1, R_2, R_3Ê...ÊR_n. Nótese que siempre el valor de la resistencia R_T de una asociación paralelo es menor que la menor R_n del paralelo.

A. Teoremas de Corriente Continua

Éstos son útiles a la hora de resolver ciertos circuitos en donde las asociaciones de componentes revisten alguna complejidad. Los más importantes son: La ley de Ohm, las leyes de Kirchoff y teoremas de Thévenin y Norton.

LEY DE OHM

La forma más simple de circuito eléctrico es una batería con una resistencia conectada a sus terminales, cuyo esquema se muestra en la figura.



Un circuito completo debe tener un camino no interrumpido para que la corriente pueda circular desde la batería, a través del dispositivo conectado a ella y retornar a la batería.

Si se elimina una conexión en cualquier punto, el circuito está roto, o abierto. Un interruptor es un componente para romper conexiones y por tanto cerrar o abrir el circuito, tanto para permitir que circule la corriente como para evitarlo.

Los valores de corriente, tensión y resistencia en un circuito no son de ningún modo independiente unos de otros. La relación entre ellos se conoce como ley de OMM. Puede ser definida como sigue: La corriente que circula en un circuito es directamente proporcional a la FEM aplicada e inversamente proporcional a la resistencia. Expresado como ecuación queda :

I (amperes) = E (volts)/R (ohms)

"es decir la corriente es igual a la tensión divida por la resistencia**"**
La ecuación da el valor de la corriente cuando la tensión y la resistencia son conocidas. Puede ser reordenada para poder obtener cada una de las tres cantidades cuando se conocen las otras dos:

E = I x R

(es decir , la tensión es igual a la corriente en amperes multiplicada por la resistencia en ohms), y

R= E / I

(o la resistencia del circuito es igual a la tensión aplicada dividida por la corriente).
Las tres formas de la ecuación se usan ampliamente en electrónica y electricidad.
Hay que recordar que las cantidades se expresan en voltios, ohms y amperes; no pueden emplearse otras unidades en las ecuaciones sin antes realizar la transformación.

Por ejemplo: Si la corriente está en miliamperes, debe ser cambiada a la correspondiente fracción de amperes antes de que este valor sea introducido en la ecuación.

Los siguientes ejemplos ilustran el uso de la ley de Ohm:

La corriente que circula en una resistencia de 20.000 ohms es de 150 mA. ¿Cuál es la tensión? Puesto que hay que encontrar la tensión, la ecuación a utilizar es E= IxR.

La corriente debe ser primero convertida de miliamperes a amperes para hacerlo hay que dividir por 1000. Por tanto,

E= 150 / 1000 x 20.000 = 3000 voltios

Cuando se aplica una tensión de 150 V a un circuito, la corriente medida es de 2,5 A. ¿Cuál es la resistencia del circuito? En este caso la desconocida es R, por tanto

R = E / I = 150 / 2,5 =60 ohms

No era necesario conversión, puesto que la tensión y la corriente estaban dadas en voltios y amperios.

¿Cuánta corriente circulará si se aplican 250 V a una resistencia de 5000 ohms? Puesto que I es desconocida

I=E / R=250 / 5000=0,05 amperes

Los miliamperes serían más convenientes para esta corriente, y 0,05 amperes x 1000 = 50 miliamperes.

SEGUNDA LEY DE KIRCHHOFF O LEY DE TENSIONES

La ley de Ohm se aplica a cualquier parte del circuito tanto como al circuito completo. Puesto que la corriente es la misma en las tres resistencias de la figura 1, la tensión total se divide entre ellas.

La tensión que aparece a través de cada resistencia (la caída de tensión) puede obtenerse de la ley de Ohm.

Ejemplo: Si la tensión a través de Rl la llamamos El, a través de R2, E2, y a través de R3, E3, entonces

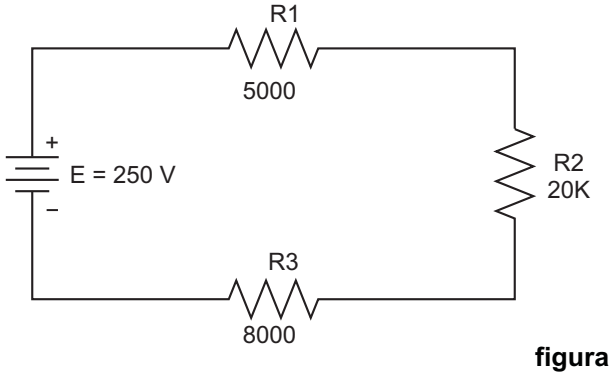


figura 1

El = IxRI = 0,00758 X 5000 = 37,9 V
E2 = IxR2 = 0,00758 X 20.000 = 151,5 V
E3 = IxR3 = 0,00758 X 8000 = 60,6 V

La segunda ley de Kirchhoff describe con precisión la situación del circuito: La suma de las tensiones en un bucle de corriente cerrado es cero. Las resistencias son sumideros de potencia, mientras que la batería es una fuente de potencia, por lo que la convención de signos descrita anteriormente hace que las caídas de potencial a través de las resistencias sean de signo opuesto a la tensión de la batería. La suma de todas las tensiones da cero.

En el caso sencillo de una única fuente de tensión, una sencilla operación algebraica indica que la suma de las caídas de tensión individuales debe ser igual a la tensión aplicada.

E = El + E2 + E3
E = 37,9 + 151,5 + 60,6
E = 250 V

En problemas como éste, cuando la corriente es suficientemente pequeña para ser expresada en miliamperios, se puede ahorrar cantidad de tiempo y problemas expresando la resistencia en kilohms mejor que en ohms. Cuando se sustituye directamente la resistencia en kilohms en la ley de Ohm, la corriente será en miliamperios si la FEM está en voltios.

B. RESISTENCIAS EN PARALELO

En un circuito con resistencias en paralelo, la resistencia total es menor que la menor de las resistencias presentes. Esto se debe a que la corriente total es siempre mayor que la corriente en cualquier resistencia individual. La fórmula para obtener la resistencia total de resistencias en paralelo es

R=1 / (1/R1)+(1/R2)+(1/R3)+...

Donde los puntos suspensivos indican que cualquier número de resistencias pueden ser combinadas por el mismo método.

En el caso de dos resistencias en paralelo (un caso muy común), la fórmula se convierte en:

R= R1xR2 / R1+R2

Ejemplo: Si una resistencia de 500 ohms está en paralelo con una de 1200 ohms, la resistencia total es:

R = 500x1200/500+1200=600000 / 1700 =353

PRIMERA LEY DE KIRCHHOFF O LEY DE CORRIENTES

Hay otra solución para el problema. Suponga que las tres resistencias del ejemplo anterior se conectan en paralelo como se muestra en la figura 2.

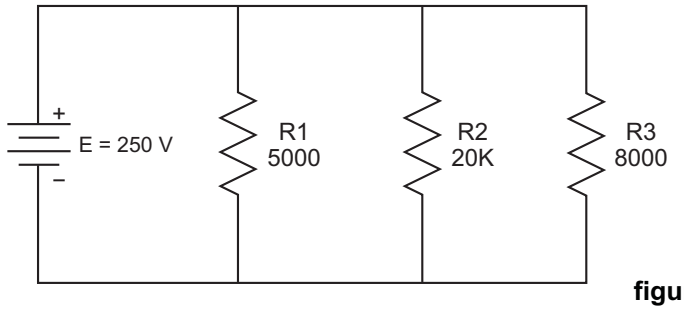


figura2

La misma FEM, 250 V, se aplica a todas las resistencias. La corriente en cada una puede obtenerse de la ley de Ohm como se muestra más abajo, siendo I1 la corriente a través de RI, I2 la corriente a través de R2, e I3 la corriente a través de R3.Por conveniencia, la resistencia se expresará en kilohrms, por tanto la corriente estará en miliamperios.

I1= E / R1 =250 / 5 = 50mA
I2 = E / R2 = 250 / 20 =12,5mA
I3 = E / R3 = 250 / 8 = 31,25 mA

La corriente total es:

I total =I1 + 12 + 13 = 50 + 12,5 + 31,25 = 93,75 mA

Este ejemplo ilustra la ley de corriente de **Kirchhoff.**
“La corriente que circula hacia un nodo o punto de derivación es igual a la suma de las corrientes que abandonan el nodo o derivación.” Por tanto, la resistencia total del circuito es

R_{total} = E / I = 250 / 93,75 = 2,667 Kohms

TEOREMA DE THEVENIN

Una herramienta muy útil para simplificar redes eléctricas es el teorema de Thevenin, que establece que cualquier red de resistencias y fuentes de tensión de dos terminales puede ser reemplazada por una única fuente de tensión y una resistencia en serie. Esta transformación simplifica los cálculos de corriente en una derivación en paralelo. El teorema de Thevenin puede aplicarse fácilmente al circuito serie-paralelo de la figura 3A.

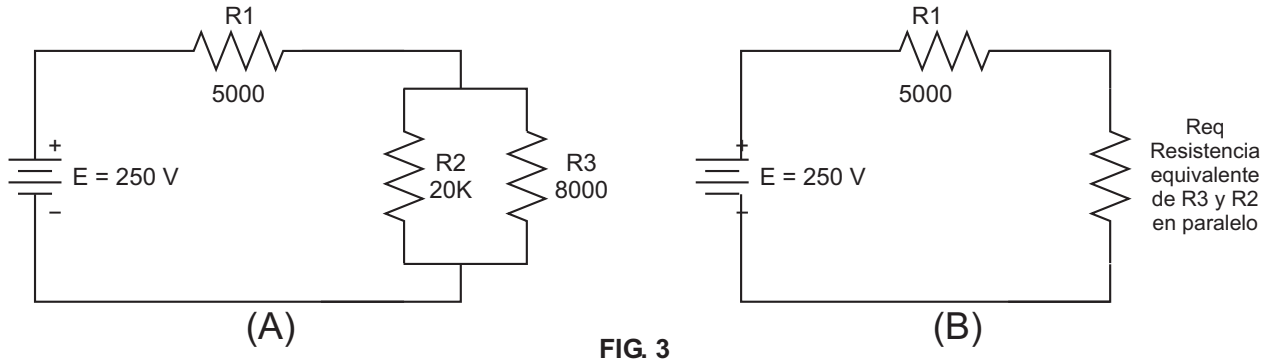


FIG. 3

En este ejemplo, RI y R2 forman un circuito divisor de tensión con R3 como carga (Fig. 4A). La corriente extraída por la carga (R3) es sencillamente el potencial de tensión a través de R3 dividido por la resistencia.

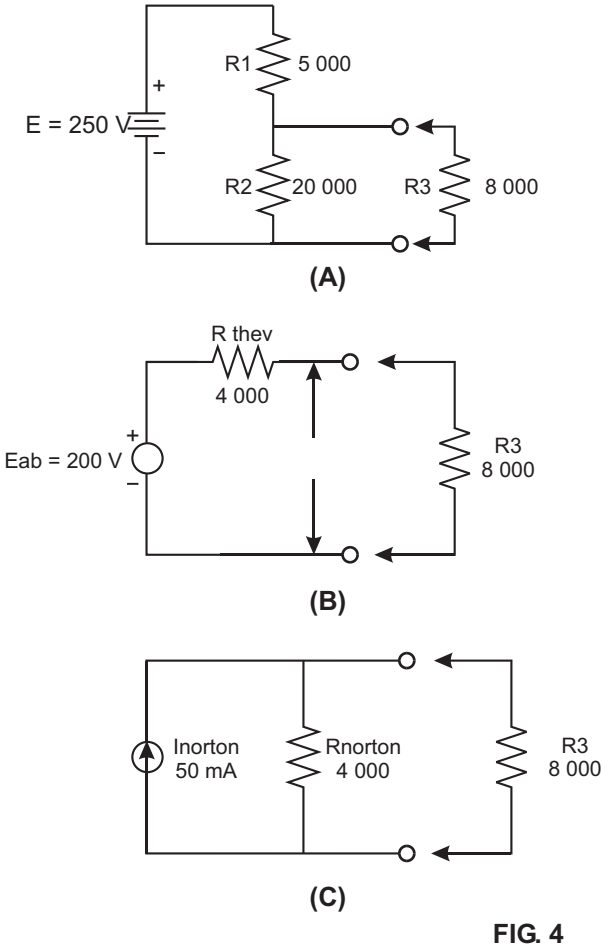


FIG. 4

Desgraciadamente, el valor de R2 afecta al potencial de tensión a través de R3, igual que la presencia de R3 afecta al potencial que aparece a través de R2.
Se precisa un sistema para separarlos, de ahí el circuito equivalente de Thevenin.
La tensión de la batería equivalente de Thevenin es la tensión en circuito abierto tal como se mide cuando no circula ninguna corriente en los terminales A o B. Sin una carga conectada entre Ay B, la corriente total a través del circuito es: (ley de ohm)

I = E/(Rl+R2)

y la tensión entre los terminales Ay B (Eab) es

Eab = I x R2

Sustituyendo la primera ecuación en la segunda, se puede obtener una expresión simplificada de Eab

Eab = R2 / Rl+R2 E

Utilizando los valores reales se obtiene

Eab = (20.000 /(5000+ 20.000))x 250 = 200 V

cuando no hay nada conectado a los terminales Ao B.
Sin circulación de corriente, E es entonces igual a Eab
La resistencia equivalente de Thevenin es la resistencia total de la red entre los terminales Ay B. La fuente de tensión ideal tiene, por definición, una resistencia interna cero. Suponiendo que la batería sea una buena aproximación a una fuente ideal, se cortocircuitan los puntos X e Y del circuito de la figura 4 A.
R1 y R2 quedan entonces en paralelo, visto desde los terminales A y B. La resistencia equivalente de Thevenin es entonces

Rthev= Rl+R2/ R1 x R2

Con esto se obtiene el circuito equivalente de Thevenin como se muestra en la figura 4 B. Los circuitos de las figuras 1A y 1B, por lo que concieme a R3, son equivalentes.
Cuando se conecta R3 a los terminales A y B, circulará corriente a través de Rthev, produciendo una caída de tensión a través de Rthev y reduciendo Eab, Sin embargo, la corriente a través de R3 es igual a

I = Rthev/ Rtotal = Ethev/ Rthev+ R3

Sustituyendo por valores reales se obtiene

I = 200/ 4000 +8000 = 16,67 mA

Esto concuerda con el valor calculado anteriormente.

Teorema de Norton

Otra herramienta para analizar las redes eléctricas es el teorema de Norton, que establece que cualquier red de dos terminales compuesta de resistencias y fuentes de corriente, puede reemplazarse por una única fuente de corriente y una resistencia en paralelo. El teorema de Norton es a las fuentes de corriente lo que el teorema de Thevenin es a las fuentes de tensión. De hecho, la resistencia Thevenin, tal como se calculó anteriormente, se utiliza como resistencia equivalente cuando se usa el teorema de Norton.
El circuito recién estudiado por medio de teorema de Thevenin puede analizarse con la misma facilidad con el teorema de Norton. El circuito equivalente Norton se muestra en la figura 4 C. La corriente I, de la fuente de corriente equivalente es la corriente en cortocircuito a través de los terminales A y B.
En el caso del divisor de tensión mostrado en la figura 4 A, la corriente en cortocircuito es:

$$Isc = E/R1 = 250/5000 = 50mA$$

El circuito equivalente Norton resultante consiste en una fuente de corriente de 50 mA colocada en paralelo con una resistencia de 4000 ohm. Cuando se conecta R3 a los terminales A y B, por la segunda ley de Kirchhoff, un tercio de la corriente de la fuente circula a través de R3 y el resto a través de Rthev.
Esto da una corriente de 16,67 mA a través de R3, que también está de acuerdo con las conclusiones anteriores.
Un circuito equivalente Norton puede transformarse en un circuito equivalente Thevenin y al revés. La resistencia equivalente permanece igual en ambos casos; se coloca en serie con la fuente de tensión en el caso de un circuito equivalente Thevenin, y en paralelo con la fuente de corriente en el caso de un circuito equivalente Norton. La tensión de una fuente equivalente Thevenin es igual a la tensión sin carga que aparece a través de la resistencia en el circuito equivalente Norton. La corriente de una fuente equivalente Norton es igual a la corriente en cortocircuito suministrada por la fuente Thevenin.

POTENCIA Y ENERGÍA

La potencia -el ritmo al que se hace trabajo- es igual a la tensión multiplicada por la corriente. La unidad de potencia eléctrica, llamada watt, es igual a 1 volt multiplicado por 1 amperio. La ecuación de potencia es por tanto:

$$P = E \cdot I$$

donde,

P = potencia en watt
E = FEM en volts
I = corriente en amperes

Unidades fraccionales o múltiplos usuales de la potencia son el miliwatt, una milésima de watt, y el kilowatt o 1000 watt.

Ejemplo: La tensión de placa de una válvula de vacío transmisora es de 2000 V y la corriente de placa es de 350 mA (la corriente debe ser transformada en amperios antes de introducirla en la fórmula, y por tanto es 0,35 A). Entonces:

$$P = ExI = 2000 \times 0{,}35 = 700 \text{ W}$$

Sustituyendo las equivalencias de la ley de Ohm para E e I, se obtienen las siguientes fórmulas para la potencia,

$$P=E^2 / R \qquad P= I^2 \times R$$

Estas fórmulas son muy útiles para calcular potencia cuando se conoce la tensión o la corriente (pero no ambas).

Ejemplo: ¿Cuánta potencia se extraerá de una resistencia de 4000 ohms si el potencial aplicado es de 200 V? De la ecuación,

$$P = E^2 / R = 200^2 / 4000 = 40000 / 4000 = 10 \text{ W}$$

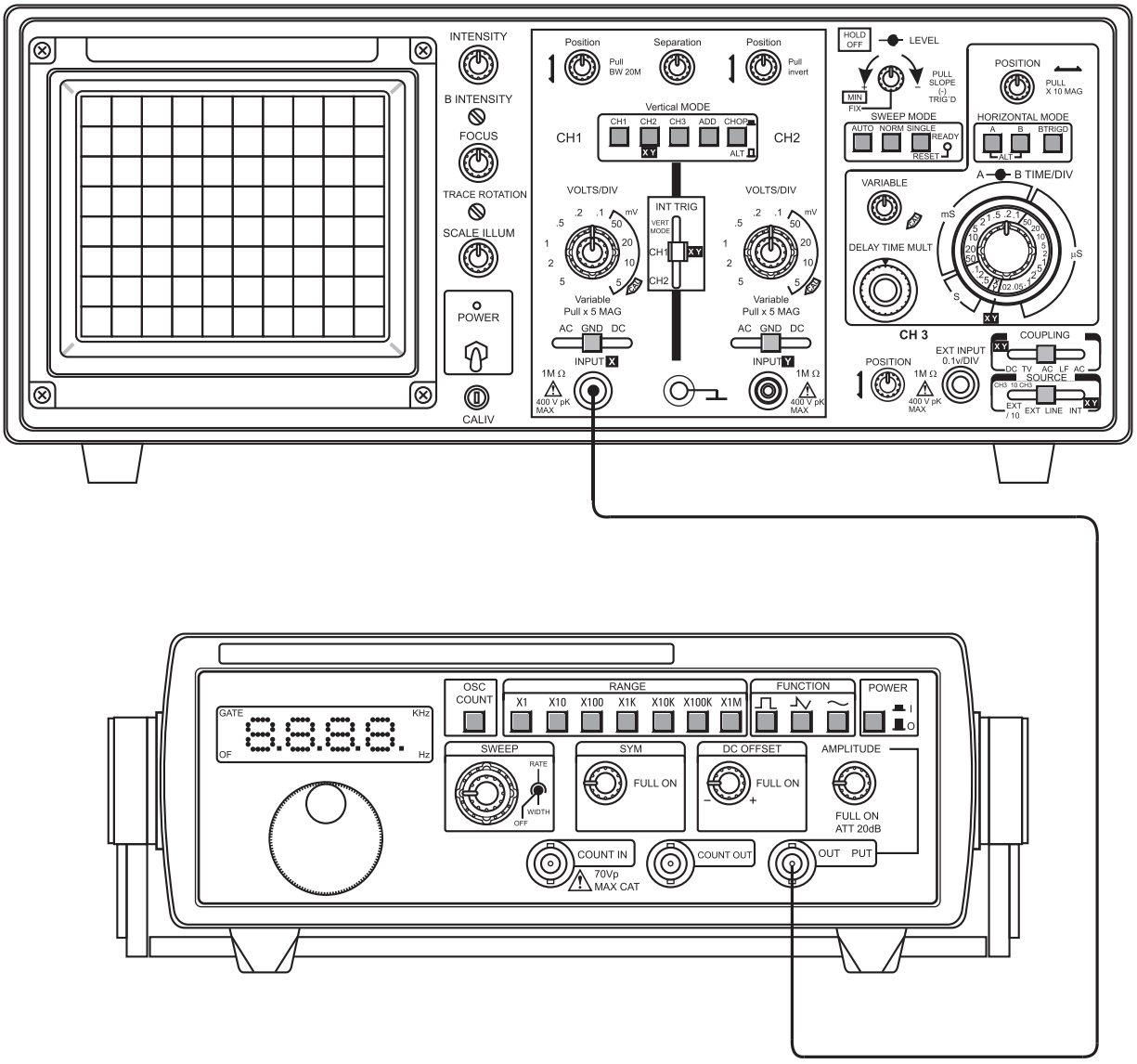
Ahora suponga que una corriente de 20 mA circula a través de una resistencia de 300 ohm. Entonces,

$$P= I^2 \times R = 0{,}02^2 \times 300 = 0{,}0004 \times 300 = 0{,}12 \text{ W}$$

Observe que la corriente ha sido cambiada de miliamperes a amperes antes de emplearse en la fórmula.

La potencia eléctrica en una resistencia se transforma en calor. Cuanto mayor es la potencia, más rápidamente se genera calor. Las resistencias para equipos de radio se fabrican de muchos tamaños, las más pequeñas capaces de disipar (o soportar con seguridad) alrededor de 1/10 W. Las resistencias más grandes generalmente usadas en los equipos de aficionado, disiparán alrededor de 100 W.

Cuando se convierte energía eléctrica en energía mecánica, y viceversa, se debe emplear la siguiente relación: 1 caballo de potencia (HP) = 746 W.

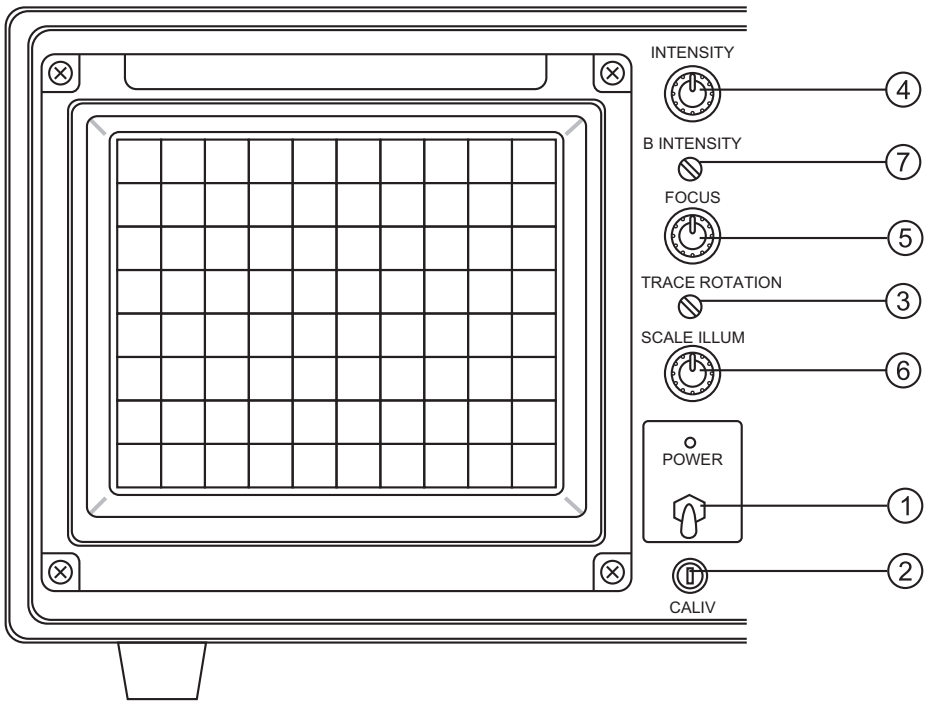


N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Manipular controles de ORC y generador de funciones.	01 osciloscopio 01 generador de funciones
02	Usar ORC como voltímetro /frecuencímetro.	

01	01			
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES**		OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MEDICIONES DE MAGNITUDES ELÉCTRICAS CON ORC	HT 03	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: MANIPULAR CONTROLES DEL OSCILOSCOPIO DE RAYOS CATÓDICOS (ORC) Y GENERADOR DE FUNCIONES.

Paso 1: Identificar y manipular los controles de pantalla.



1 POWER - Main Power Switch. When this switch, lamp indication operates.

2 CALIV - Terminal for 1Vp.p calibration voltage output.

3 TRACE ROTATION - semi-fixed potentiometer for aliggnig the horizontal in parallel with graticul lines.

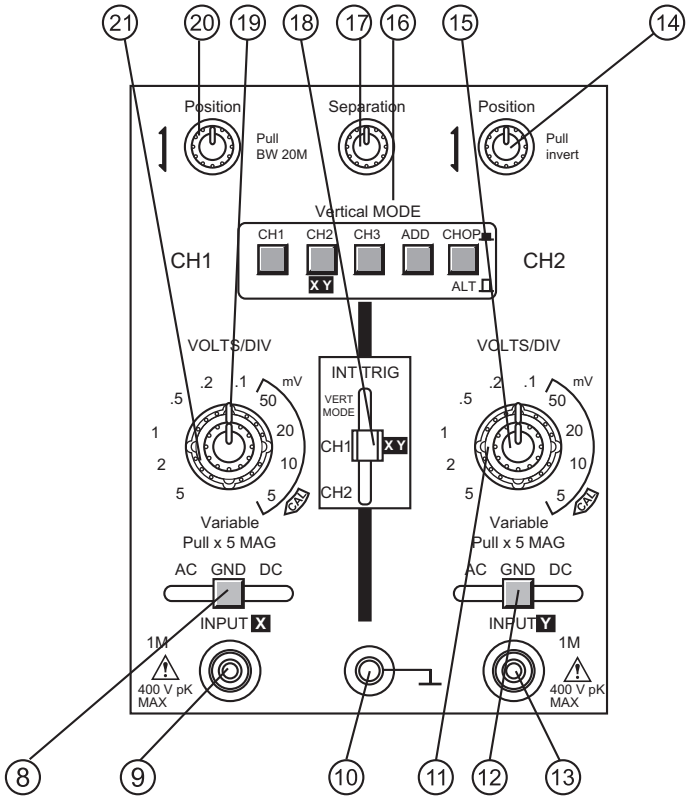
4 INTENSITY - controls the brightness of the spot or trace

5 FOCUS - For focussing the trace to the sharpest image.

6 SCALE ILLUM - Graticule illumination adjustment.

7 B INTENSITY - Semi-fixed potentiometer for adjusting the intensitied sweep or B sweep brightness.

Paso 2: Identificar y manipular los controles verticales (amplitudes).



8 AC GND DC - Switch for selecting connection between input signal and vertical amplifier (CHI)

AC : AC coupling

GND : Input terminals are disconnected and vertical amplifier input is grounded

DC : DC coupling

9 INPUT X - Vertical input terminal of CH1. When in X-Y operation, X axis input terminal. In case of CH3 sweep, Y axis input terminal.

10 1 - Ground terminal of instrument

11 VOLTS/DIV - Selects the vertical axis sensitivity, from 5mV to 5V/DIV with 10 ranges

12 AC_GND_DC - Same function as 8 (CH2) . 1

13 INPUT Y - Vertical input terminal of CH2. When in X-Y operation, Y axis input terminal.

14 ⎍ Position - Vertical position control of the trace or spot. When this knob is pulled out, the polarity of input signal of CH2 is inverted.

15 Variable Pull x 5 MAG - Fine adjustment of sensitivity. When this knob is pulled out, the sensitivity of the vertical amplifier is multiplied by 5 times of the panel indicated value.

16 Vertical MODE . Selects the operation mode of the vertical axis.

CH1 : CH1 operates alone.

CH2 : CH2 operates alone.

CH3 : By depressing the CH3 button and source switch 26 is positioned to INT, it is possible to look at TRIG View.

ADD : For measurement of algebraic sum or difference of CH1 and CH2 signals. Employing the function of CH2, pull the position knob 14

CHOP : The operation between channeks (1.2.3) chopped at a frequency of approx. 300KHz /number of displayed channels. Suitable for observation with slow sweep speeds.
(only time range 0.1ms-0.5s)

17 SEPARATION - Adjusting the vertical positions of B sweep when vertical Mode Swith 16 is set in ALT. PULL BW20M - When the knob is pulled out, the frequency bandwidth of CH-2 result in 20M(Hz).

18 INT TRIG - Selects the 8internal trigger signal source. The signal selected by this swith is fed to the Atrigger circuit if source switch 26 is set in the INT state.

Ch1 : Signal of CH1 is used as the trigger signal and connected to the X axis during X-Y operation.

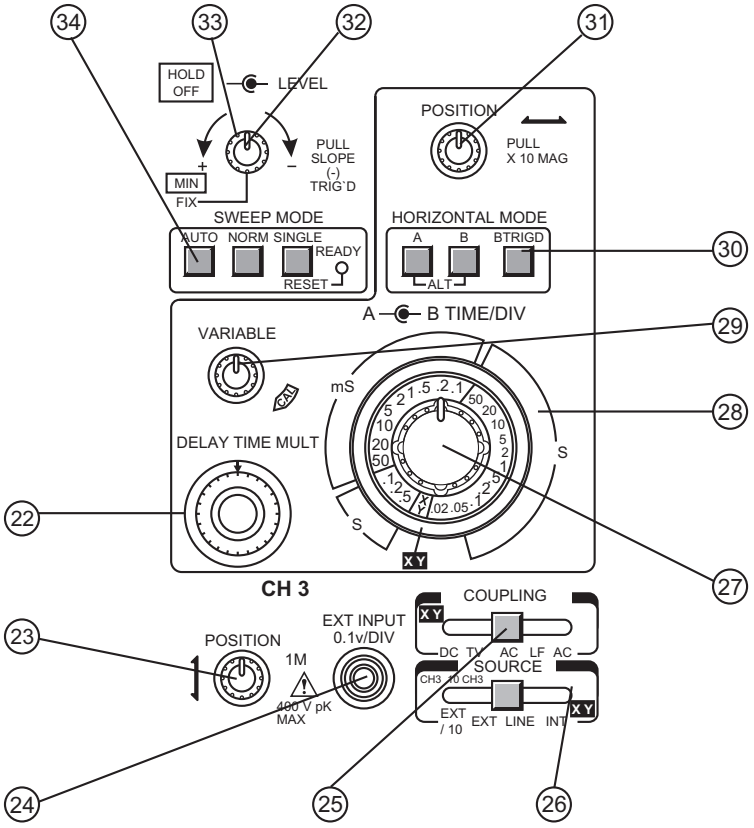
Ch2 : Signal of CH2 . Y axis during - Y operation.
VERT MODE : Signal displayed on the CRT screen is used as trigger signal.

19 VOLST /DIV - Same function as 11 of CH1.

20 POSITION - Adjusts vertical position of trace or spot of CH1.

21 VARIABLE PULLX 5 MAG - Same function as 15 of CH1.

Paso 3 : Identificar y Manipular los Controles Horizontales (Tiempos)



22 DELAY TIME MULT - Multy - turn potentiomcter for continuously variable adjustment of the delay time indicated by ATIME/DIV 28 in order select the section of the Asweep to be expanded 0.3 - 10.3 times.

23 POSITION - Adjusts the vertical position of the trace of spot of CH3.

24 EXT INPUT - Input terminal for an external trigger signal, and also for CH3 input terminal.

25 COUPLING - Selects coupling mode of trigger source.

AC : Tigger signal is applied through an AC coupling circuit witch attenuates signal lower than 10Hz.

AC - LF : Passes signal fron 10 Hz to 50 k Hz.

TV : TV sync, separation circuit is connected to the trier circuit, an the sweep is triggered in synchronization with TV. V or TV. H signal at sweep speed selected by the ATIME /DIV 28

TV.V; 0,5 sec - 0.1 msec/DIV

TV.H; 50 usec - 0.02 usec/DIV

DC : Trigger signal is applied through a DC coupling circuit

26 SOURCE - Selects signal source.
INT : Internal signal selected by INT TRIG switch 18 is used as the trigger signal and also connected signal when X - Y operation.
LINE : AC line signal is used as the trigger signal.
CH3 / EXT : The input signal of EXT TRIG.
CH3 10/EXT 10 - The input signal of EXT TRIG INPUT terminal is attenuated by a factor of 1/10 and used as the trigger signal.

27 B TIME/DIV - Sets sweep rate of B sweep by 20 ranged switch from 0.02us/DIV to 50ms/DIV.

28 A TIME/DIV - Sets sweep rate of A sweep by 23 ranged switch from 0.02us/DIV to 0.5s/DIV and also used as X-Y operation.

29 VARIABLE - Continuosly -variable adjustment of the A sweep rate. The value indicated by A TIME/DIV 28 can be reduced by a factor of 2.5 or more. sweep rate is adjusted at CAL position.

30 HORIZONTAL MODE - Selects A and B sweep mode as follows;
A : Main sweep mode (A sweep) for general waveform observation.
B : Displays the delayed sweep (B sweep) alone.
ALT (push Both A and B) - A sweep, AINT by B, and B sweep (delayed sweep) are displayed alternately.
BTRIGD : Selects between continuos delay and triggered delay.
: For continuous delay. The sweep stars immediately after the sweep delay time determined by A TIME/DIV switch 28 and DELAY TIME MULT Knob, 22 irrespective of B trigger signal.
: For triggered delay. Swelep starts with B trigger signal after the sweep delay time determined by A TIME/DIV Knob 28 and DELAY TIME MULT Knob 22

31 POSITION - Horizontal position control of spot or trace. When pull this knob, vertical amplifier's gain will be 10 times and sweep rate on the CRT screer will be expanded by 10 times.

32 LEVEL - Controls the trigger level for setting the starting point of the displayed waveform. The start of Level is fixed at center position when the knobe is in FIX position. When this knob is pulled out, the polarity of trigger signal will be inverted.

33 HOLD OFF - Complex repeating periods which resist triggering can be stably triggered with a simple adjustment of the hold off.

34 SWEEP MODE - Selects the desired sweep mode.

AUTO : When no triggering signal is applied or signal frequency is less than 50Hz, sweep runs auto maticaly (Free-run)

NORM : When no adequate triggering signal is applied, sweep is in a ready state and the return trace is blanked out.

SINGLE : Used for single sweep operation in conjuction with reset switch. The circuit is reset as this button is pressed. When the circuit is reset, the READY lamp turns on. The lamp goes off when the single sweep operation is over and the SINGL switch should be pressed again if the circuit has to be reset.

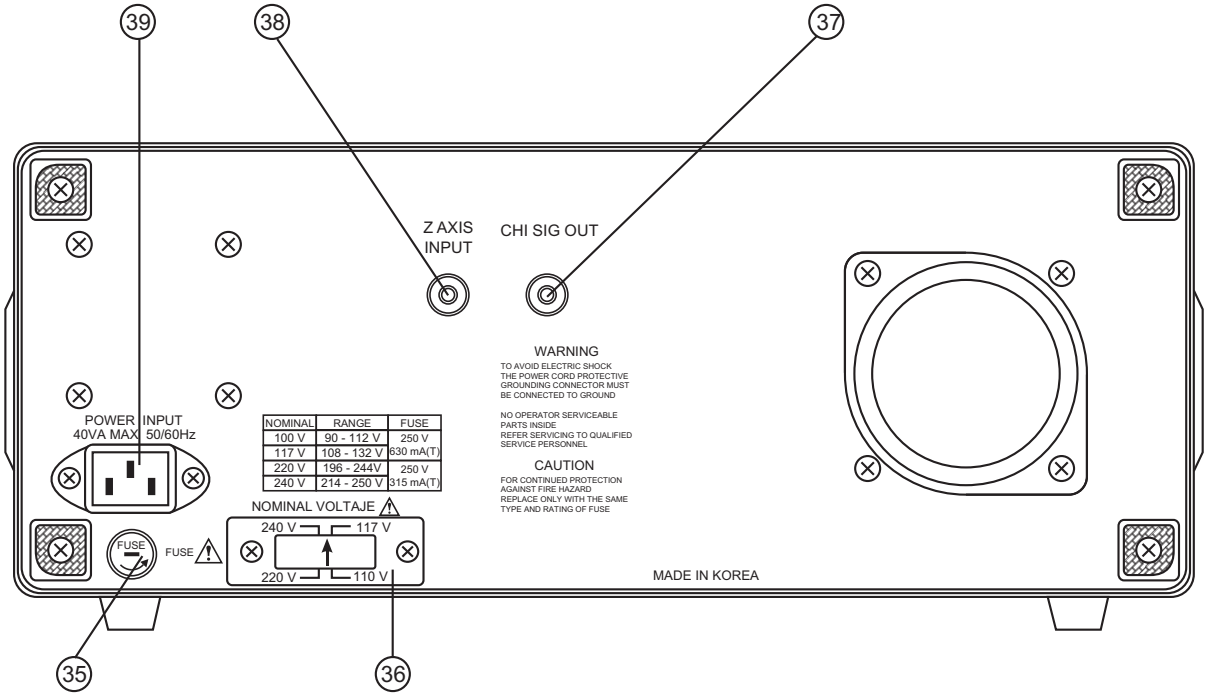
35 FUSE - Fuse holder for spare.

36 Main power voltage selector - Selects according to voltage to be input .

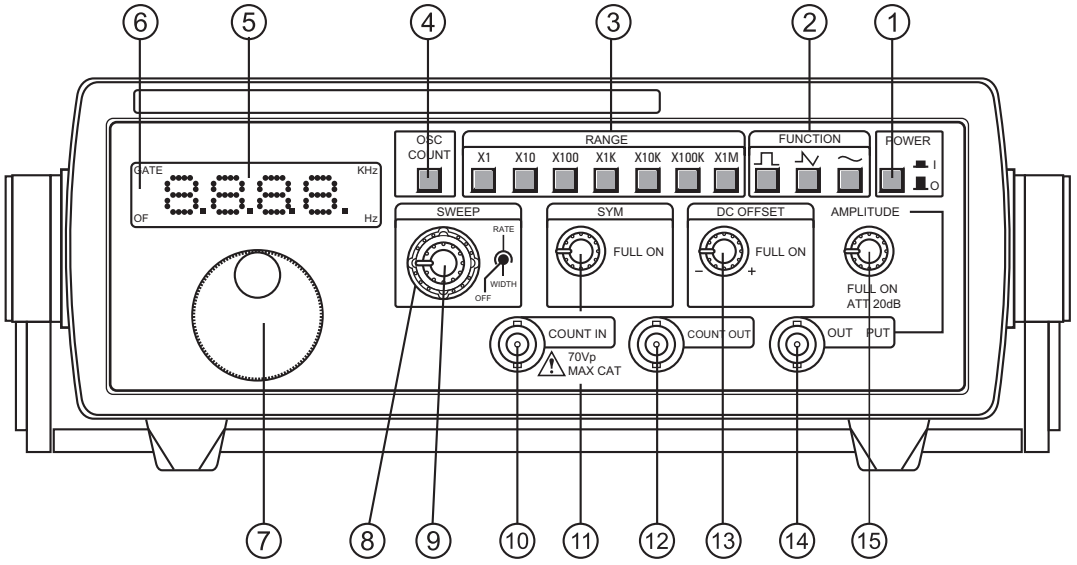
37 CHI SIG OUT - output of pre-Amplifier.

38 Z AXIS INPUT - Terminal for external trace modulation.

39 MAIN INPUT - Connector For power cord.



Paso 4 : Identificar y Manipular los controles del Generador de Funciones



1) POWER ON -OFF: Line voltage input 100V, 120V, 220V or 230V 10%.

2) FUNCTION SWITCH: Selects sine wave, square wave or triangle wave output.

3) RANGE SWITCH: Frequency range selector.

4) OSC/COUNT: Oscillator or counter mode selection switch.

5) DISPLAY: Displays the input or output frequency.

6) O.F LED: Flickers when the input frequency is overflow.

7) FREQUENCY DIAL: Controls the output frequency in selected range.

8) SWEEP RATE CONTROL: Adjusts the sweep rate of internal sweep generator.

9) SWEEP WIDTH CONTROL: Adjusts the sweep magnitude.

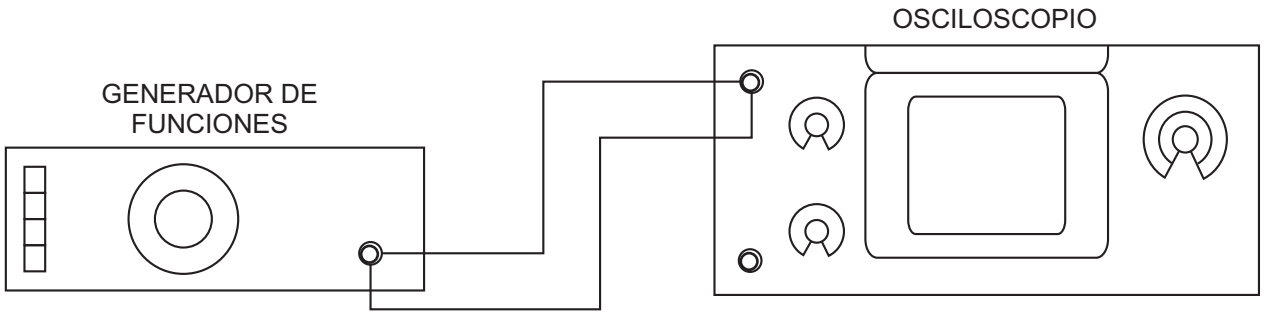
10) COUNT IN: Connector for measuring the external signal when used as frequency tester.

11) SYMMETRY CONTROL: Adjusts the symmetry of output waveform from 1:1 (CAL position) to 4:1.

Operación: Usar el ORC como voltímetro /frecuencímetro

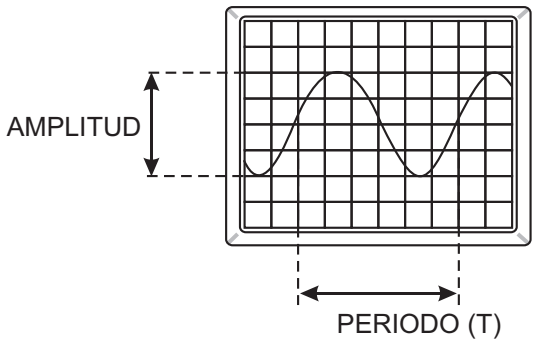
Se explora el osciloscopio para medir voltajes (posición vertical) y para medir tiempos (posición horizontal) con el tiempo se puede hallar la temperatura ($F = {}^{1}/_{T}$).

Paso 1: Conectar el generador de funciones con el osciloscopio.



Paso 2: Ajustar el generador a formas de onda senoidal y una frecuencia cualquiera.

Paso 3: Manipular los controles del osciloscopio para observar una onda completa y medir la amplitud y el período y luego calcular la frecuencia.



$$F = \frac{1}{T}$$

Paso 4: Repetir el paso 3 con otras frecuencias y otras amplitudes.

PRECAUCIÓN EN LA MANIPULACIÓN ADECUADA DE LOS CONTROLES DEL ORC

Manejar los controles con cuidado y evitar desajustar o desquilibrarlos, si pasará esto podríamos estar midiendo erróneamente.

1 | EL OSCILOSCOPIO

INTRODUCCIÓN

El osciloscopio es básicamente un dispositivo de visualización gráfica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje; mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?.

Básicamente esto:

- Determinar directamente el periodo y el voltaje de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.
- Localizar averías en un circuito.
- Medir la fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varia este en el tiempo.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen y lo utilizan desde técnicos de reparación de televisores a médicos. Un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de darnos el valor de una presión, ritmo cardiaco, potencia de sonido, nivel de vibraciones en un coche, etc.

TIPOS DE OSCILOSCOPIOS

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: Analógicos y Digitales. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Por ejemplo un tocadiscos es un equipo analógico y un Compact Disc es un equipo digital.

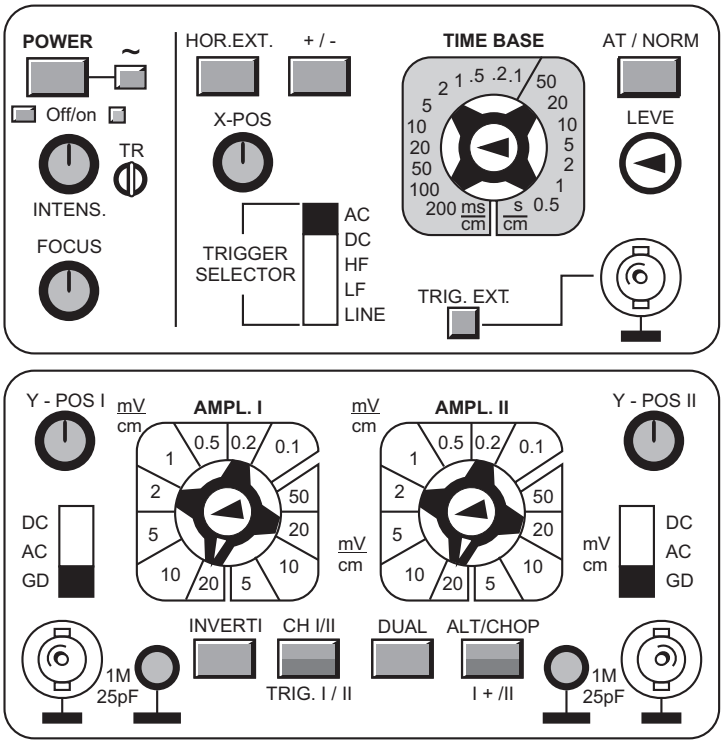
Los Osciloscopios también pueden ser analógicos ó digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, está una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste los osciloscopios digitales utilizan previamente un conversor analógico-digital (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen aleatoriamente).

CONTROLES DE UN OSCILOSCOPIO

A primera vista un osciloscopio se parece a una pequeña televisión portátil, salvo una rejilla que ocupa la pantalla y el mayor número de controles que posee. En la siguiente figura se representan estos controles distribuidos en cinco secciones:

** Vertical. ** Horizontal. ** Disparo. ** Control de la visualización *Conectores.



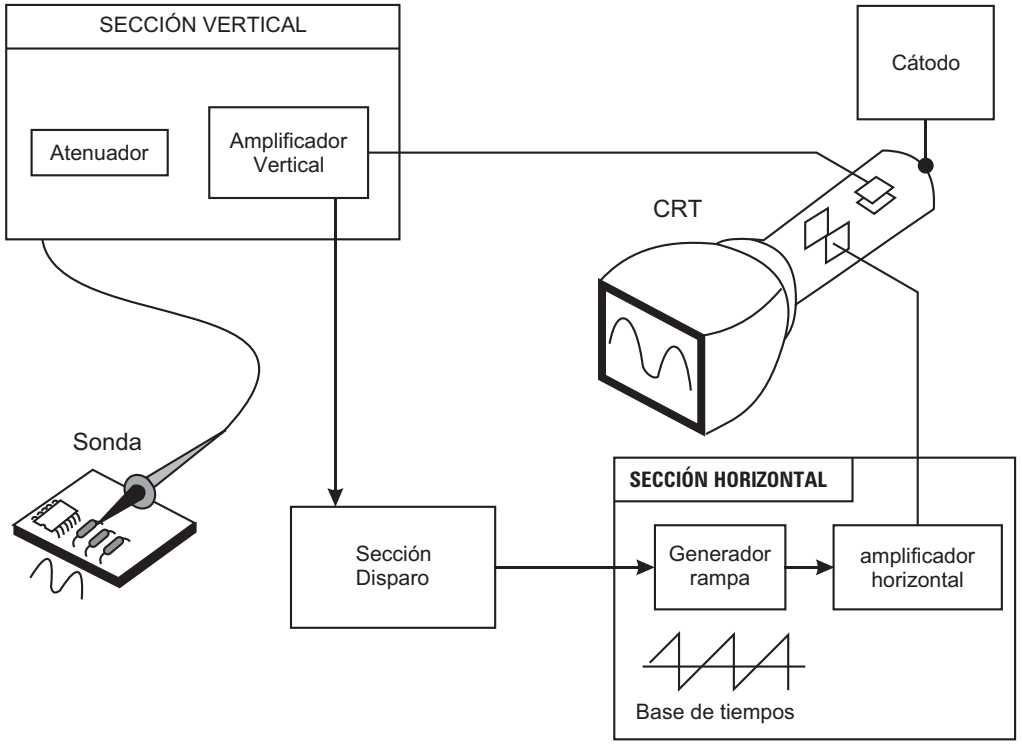
FUNCIONAMIENTO DE UN OSCILOSCOPIO

Para entender el funcionamiento de los controles que posee un osciloscopio es necesario detenerse un poco en los procesos internos llevados a cabo por este aparato. Empezaremos por el tipo analógico ya que es el más sencillo.

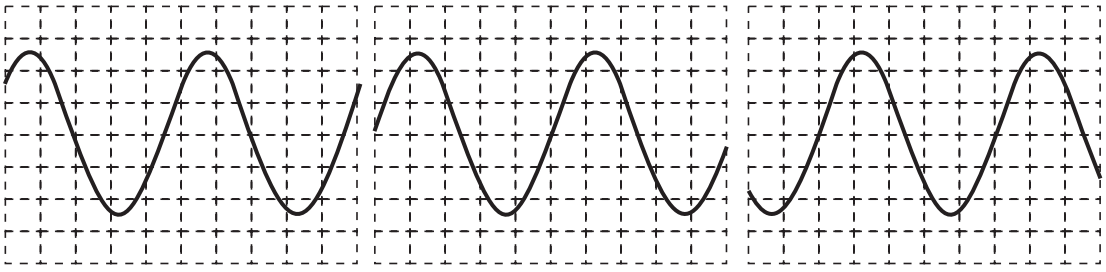
OSCILOSCOPIOS ANALÓGICOS

Cuando se conecta la sonda a un circuito, la señal atraviesa esta última y se dirige a la sección vertical. Dependiendo de donde situemos el mando del amplificador vertical atenuaremos la señal ó la amplificaremos. En la salida de este bloque ya se dispone de la suficiente señal para atacar las placas de deflexión verticales (que naturalmente están en posición horizontal) y que son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surge del cátodo e impacta en la capa fluorescente del interior de la pantalla, en sentido vertical. Hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (GND) ó hacia abajo si es negativa.

La señal también atraviesa la sección de disparo para de esta forma iniciar el barrido horizontal (este es el encargado de mover el haz de electrones desde la parte izquierda de la pantalla a la parte derecha en un determinado tiempo). El trazado (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente de un diente de sierra a las placas de deflexión horizontal (las que están en posición vertical), y puede ser regulable en tiempo actuando sobre el mando TIME-BASE. El retrazado (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma mucho más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra.



De esta forma la acción combinada del trazado horizontal y de la deflexión vertical traza la gráfica de la señal en la pantalla. La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales repetitivas (se asegura que el trazado comience en el mismo punto de la señal repetitiva).
En la siguiente figura puede observarse la misma señal en tres ajustes de disparo diferentes: en el primero disparada en flanco ascendente, en el segundo sin disparo y en el tercero disparada en flanco descendente.



Como conclusión para utilizar de forma correcta un osciloscopio analógico necesitamos realizar tres ajuste básicos:

- La atenuación ó amplificación que necesita la señal. Utilizar el mando AMPL. para ajustar la amplitud de la señal antes de que sea aplicada a las placas de deflexión vertical. Conviene que la señal ocupe una parte importante de la pantalla sin llegar a sobrepasar los límites.

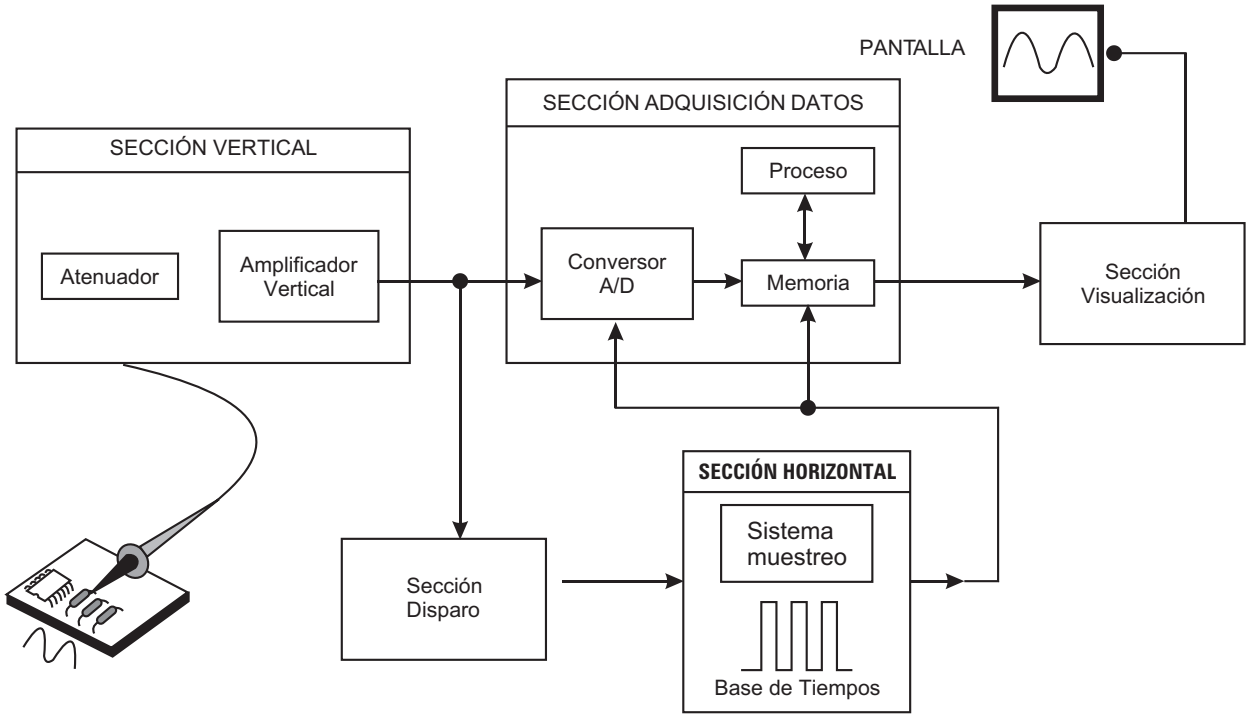
- La base de tiempos. Utilizar el mando TIMEBASE para ajustar lo que representa en tiempo una división en horizontal de la pantalla. Para señales repetitivas es conveniente que en la pantalla se puedan observar aproximadamente un par de ciclos.

- Disparo de la señal. Utilizar los mandos TRIGGER LEVEL (nivel de disparo) y TRIGGER SELECTOR (tipo de disparo) para estabilizar lo mejor posible señales repetitivas. Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS. (intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).

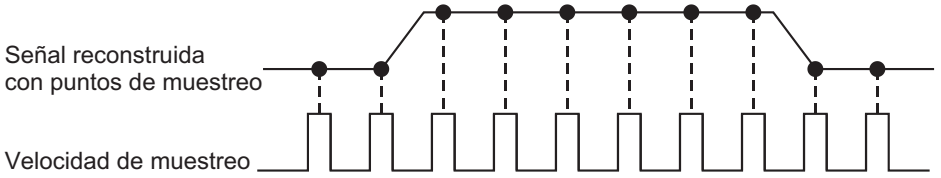
Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS. (intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).

OSCILOSCOPIOS DIGITALES

Los osciloscopios digitales poseen además de las secciones explicadas anteriormente un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar y visualizar la señal.



Cuando se conecta la sonda de un osciloscopio digital a un circuito, la sección vertical ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hacia el osciloscopio analógico.
El conversor analógico-digital del sistema de adquisición de datos muestrea la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de voltaje continua en una serie de valores digitales llamados muestras. En la sección horizontal una señal de reloj determina cuando el conversor A/D toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.



Los valores digitales muestreados se almacenan en una memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina registro. La sección de disparo determina el comienzo y el final de los puntos de señal en el registro. La sección de visualización recibe estos puntos del registro, una vez almacenados en la memoria, para presentar en pantalla la señal.
Dependiendo de las capacidades del osciloscopio se pueden tener procesos adicionales sobre los puntos muestreados, incluso se puede disponer de un predisparo, para observar procesos que tengan lugar antes del disparo.
Fundamentalmente, un osciloscopio digital se maneja de una forma similar a uno analógico, para poder tomar las medidas se necesita ajustar el mando AMPL.,el mando TIMEBASE asi como los mandos que intervienen en el disparo.

MÉTODOS DE MUESTREO

Se trata de explicar como se las arreglan los osciloscopios digitales para reunir los puntos de muestreo. Para señales de lenta variación, los osciloscopios digitales pueden perfectamente reunir más puntos de los necesarios para reconstruir posteriormente la señal en la pantalla. No obstante, para señales rápidas (como de rápidas dependerá de la máxima velocidad de muestreo de nuestro aparato) el osciloscopio no puede recoger muestras suficientes y debe recurrir a una de estas dos técnicas:

- Interpolación, es decir, estimar un punto intermedio de la señal basándose en el punto anterior y posterior.

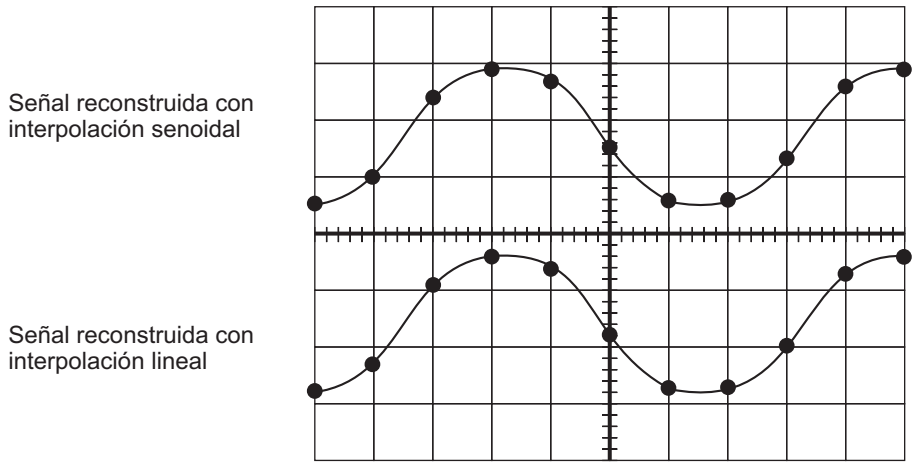
- Muestreo en tiempo equivalente. Si la señal es repetitiva es posible muestrear durante unos cuantos ciclos en diferentes partes de la señal para después reconstruir la señal completa.

MUESTREO EN TIEMPO REAL CON INTERPOLACIÓN

El método standard de muestreo en los osciloscopios digitales es el muestreo en tiempo real: el osciloscopio reúne los suficientes puntos como para reconstruir la señal. Para señales no repetitivas ó la parte transitoria de una señal es el único método válido de muestreo.
Los osciloscopios utilizan la interpolación para poder visualizar señales que son más rápidas que su velocidad de muestreo. Existen básicamente dos tipos de interpolación:

- **Lineal:** Simplemente conecta los puntos muestreados con líneas.

- **Senoidal**: Conecta los puntos muestreados con curvas según un proceso matemático, de esta forma los puntos intermedios se calculan para rellenar los espacios entre puntos reales de muestreo. Usando este proceso es posible visualizar señales con gran precisión disponiendo de relativamente pocos puntos de muestreo.



TERMINOLOGÍA

Estudiar sobre un tema implica conocer nuevos términos técnicos. Este capitulo se dedica a explicar los términos más utilizados en relación al estudio de los osciloscopios.

TÉRMINOS UTILIZADOS AL MEDIR

Existe un término general para describir un patrón que se repite en el tiempo: onda. Existen ondas de sonido, ondas oceánicas, ondas cerebrales y por supuesto, ondas de tensión. Un osciloscopio mide estas últimas. Un ciclo es la mínima parte de la onda que se repite en el tiempo. Una forma de onda es la representación gráfica de una onda. Una forma de onda de tensión siempre se presentará con el tiempo en el eje horizontal (X) y la amplitud en el eje vertical (Y).

La forma de onda nos proporciona una valiosa información sobre la señal. En cualquier momento podemos visualizar la altura que alcanza y, por lo tanto, saber si el voltaje ha cambiado en el tiempo (si observamos, por ejemplo, una línea horizontal podremos concluir que en ese intervalo de tiempo la señal es constante). Con la pendiente de las líneas diagonales, tanto en flanco de subida como en flanco de bajada, podremos conocer la velocidad en el paso de un nivel a otro, pueden observarse también cambios repentinos de la señal (Angulo muy agudos) generalmente debidos a procesos transitorios.

TIPOS DE ONDAS

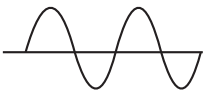
Se pueden clasificar las ondas en los cuatro tipos siguientes:

- Ondas senoidales
- Ondas cuadradas y rectangulares
- Ondas triangulares y en diente de sierra.
- Pulsos y flancos ó escalones.

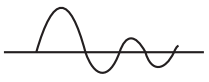
ONDAS SENOIDALES

Son las ondas fundamentales y eso por varias razones: Poseen unas propiedades matemáticas muy interesantes (por ejemplo con combinaciones de señales senoidales de diferente amplitud y frecuencia se puede reconstruir cualquier forma de onda), la señal que se obtiene de las tomas de corriente de cualquier casa tienen esta forma, las señales de test producidas por los circuitos osciladores de un generador de señal son también senoidales, la mayoría de las fuentes de potencia en AC (corriente alterna) producen señales senoidales.

La señal senoidal amortiguada es un caso especial de este tipo de ondas y se producen en fenómenos de oscilación, pero que no se mantienen en el tiempo.



Onda senoidal

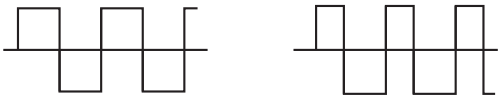


Onda senoidal amortiguada

ONDAS CUADRADAS Y RECTANGULARES

Las ondas cuadradas son básicamente ondas que pasan de un estado a otro de tensión, a intervalos regulares, en un tiempo muy reducido. Son utilizadas usualmente para probar amplificadores (esto es debido a que este tipo de señales contienen en si mismas todas las frecuencias). La televisión, la radio y los ordenadores utilizan mucho este tipo de señales, fundamentalmente como relojes y temporizadores.

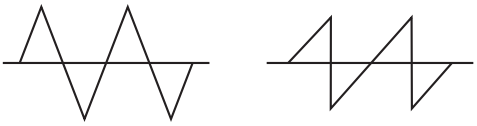
Las ondas rectangulares se diferencian de las cuadradas en no tener iguales los intervalos en los que la tensión permanece a nivel alto y bajo. Son particularmente importantes para analizar circuitos digitales.



Onda cuadrada Onda rectangular

ONDAS TRIANGULARES Y EN DIENTE DE SIERRA

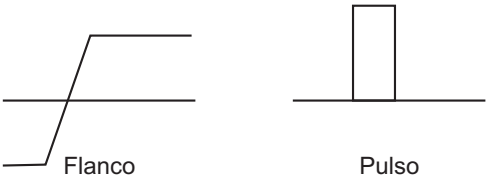
Se producen en circuitos diseñados para controlar voltajes linealmente, como pueden ser, por ejemplo, el barrido horizontal de un osciloscopio analógico ó el barrido tanto horizontal como vertical de una televisión. Las transiciones entre el nivel mínimo y máximo de la señal cambian a un ritmo constante. Estas transiciones se denominan rampas.
La onda en diente de sierra es un caso especial de señal triangular con una rampa descendente de mucha más pendiente que la rampa ascendente.



Onda triangular Onda en diente de sierra

PULSOS Y FLANCOS O OSCALONES

Señales, como los flancos y los pulsos, que solo se presentan una sola vez, se denominan señales transitorias. Un flanco ó escalón indica un cambio repentino en el voltaje, por ejemplo cuando se conecta un interruptor de alimentación. El pulso indicaría, en este mismo ejemplo, que se ha conectado el interruptor y en un determinado tiempo se ha desconectado. Generalmente el pulso representa un bit de información atravesando un circuito de un ordenador digital ó también un pequeño defecto en un circuito (por ejemplo un falso contacto momentáneo). Es común encontrar señales de este tipo en ordenadores, equipos de rayos X y de comunicaciones.



Flanco Pulso

MEDIDAS EN LAS FORMAS DE ONDAS

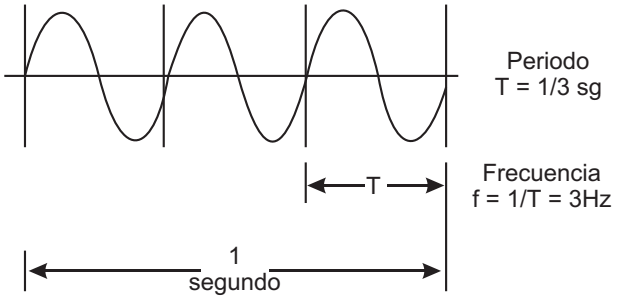
En esta sección describimos las medidas más corrientes para describir una forma de onda.

PERIODO Y FRECUENCIA

Si una señal se repite en el tiempo, posee una frecuencia (f). La frecuencia se mide en Hertz (Hz) y es igual al numero de veces que la señal se repite en un segundo, es decir, 1Hz equivale a 1 ciclo por segundo.

Una señal repetitiva también posee otro parámetro: el periodo, definiéndole como el tiempo que tarda la señal en completar un ciclo.

Período y frecuencia son recíprocos el uno del otro:

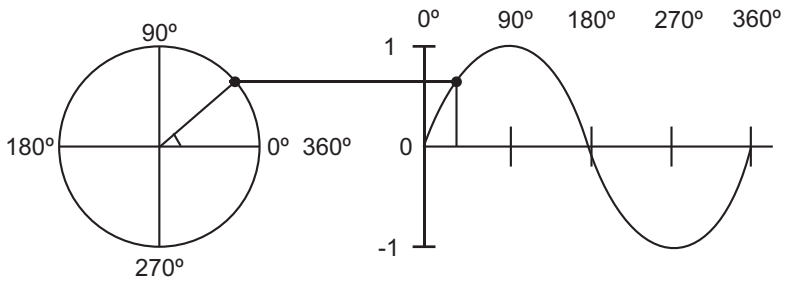


VOLTAJE

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Normalmente uno de esos puntos suele ser masa (GND, 0v), pero no siempre, por ejemplo se puede medir el voltaje pico a pico de una señal (V_{pp}) como la diferencia entre el valor máximo y mínimo de esta. La palabra amplitud significa generalmente la diferencia entre el valor máximo de una señal y masa.

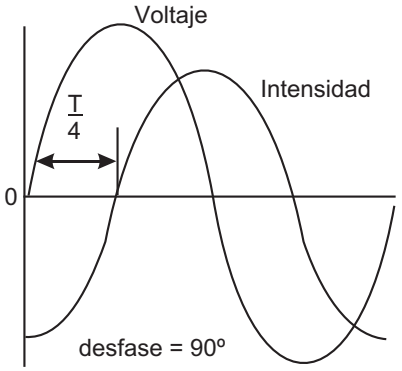
FASE

La fase se puede explicar mucho mejor si consideramos la forma de onda senoidal. La onda senoidal se puede extraer de la circulación de un punto sobre un circulo de 360º. Un ciclo de la señal senoidal abarca los 360º.



Cuando se comparan dos señales senoidales de la misma frecuencia puede ocurrir que ambas no estén en fase, o sea, que no coincidan en el tiempo los pasos por puntos equivalentes de ambas señales. En este caso se dice que ambas señales esta desfasadas, pudiéndose medir el desfase con una simple regla de tres:

Siendo t el tiempo de retraso entre una señal y otra.



¿Qué parámetros influyen en la calidad de un osciloscopio?
Los términos definidos en esta sección nos permitirán comparar diferentes modelos de osciloscopio disponibles en el mercado.

ANCHO DE BANDA
Especifica el rango de frecuencias en las que el osciloscopio puede medir con precisión. Por convenio el ancho de banda se calcula desde 0Hz (continua) hasta la frecuencia a la cual una señal de tipo senoidal se visualiza a un 70.7% del valor aplicado a la entrada (lo que corresponde a una atenuación de 3dB).

TIEMPO DE SUBIDA
Es otro de los parámetros que nos dará, junto con el anterior, la máxima frecuencia de utilización del osciloscopio. Es un parámetro muy importante si se desea medir con fiabilidad pulsos y flancos (recordar que este tipo de señales poseen transiciones entre niveles de tensión muy rápidas). Un osciloscopio no puede visualizar pulsos con tiempos de subida más rápidos que el suyo propio.

SENSIBILIDAD VERTICAL
Indica la facilidad del osciloscopio para amplificar señales débiles. Se suele proporcionar en mV por división vertical, normalmente es del orden de 5 mV/div (llegando hasta 2 mV/div).

VELOCIDAD
Para osciloscopios analógicos esta especificación indica la velocidad máxima del barrido horizontal, lo que nos permitirá observar sucesos más rápidos. Suele ser del orden de nanosegundos por división horizontal.

EXACTITUD EN LA GANANCIA
Indica la precisión con la cual el sistema vertical del osciloscopio amplifica ó atenua la señal. Se proporciona normalmente en porcentaje máximo de error.

EXACTITUD EN LA BASE DE TIEMPOS

Indica la precisión en la base de tiempos del sistema horizontal del osciloscopio para visualizar el tiempo. También se suele dar en porcentaje de error máximo.

VELOCIDAD DE MUESTREO

En los osciloscopios digitales indica cuantas muestras por segundo es capaz de tomar el sistema de adquisición de datos (específicamente el conversor A/D). En los osciloscopios de calidad se llega a velocidades de muestreo de Megamuestras/sg. Una velocidad de muestreo grande es importante para poder visualizar pequeños periodos de tiempo. En el otro extremo de la escala, también se necesita velocidades de muestreo bajas para poder observar señales de variación lenta. Generalmente la velocidad de muestreo cambia al actuar sobre el mando TIME BASE para mantener constante el número de puntos que se almacenaran para representar la forma de onda.

RESOLUCIÓN VERTICAL

Se mide en bits y es un parámetro que nos da la resolución del conversor A/D del osciloscopio digital. Nos indica con que precisión se convierten las señales de entrada en valores digitales almacenados en la memoria. Técnicas de cálculo pueden aumentar la resolución efectiva del osciloscopio.

LONGITUD DEL REGISTRO

Indica cuantos puntos se memorizan en un registro para la reconstrucción de la forma de onda. Algunos osciloscopios permiten variar, dentro de ciertos límites, este parámetro. La máxima longitud del registro depende del tamaño de la memoria de que disponga el osciloscopio. Una longitud del registro grande permite realizar zooms sobre detalles en la forma de onda de forma muy rápida (los datos ya han sido almacenados), sin embargo esta ventaja es a costa de consumir más tiempo en muestrear la señal completa.

PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

Este capítulo describe los primeros pasos para el correcto manejo del osciloscopio.

PONER A TIERRA

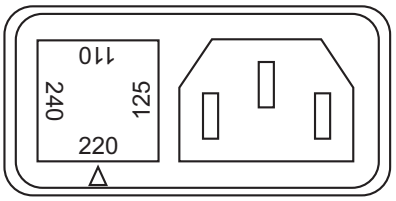
Una buena conexión a tierra es muy importante para realizar medidas con un osciloscopio.

COLOCAR A TIERRA EL OSCILOSCOPIO

Por seguridad es obligatorio colocar a tierra el osciloscopio. Si se produce un contacto entre un alto voltaje y la carcasa de un osciloscopio no puesto a tierra, cualquier parte de la carcasa, incluidos los mandos, puede producirle un peligroso shock. Mientras que un osciloscopio bien colocado a tierra, la corriente, que en el anterior caso te atravesaría, se desvía a la conexión de tierra.

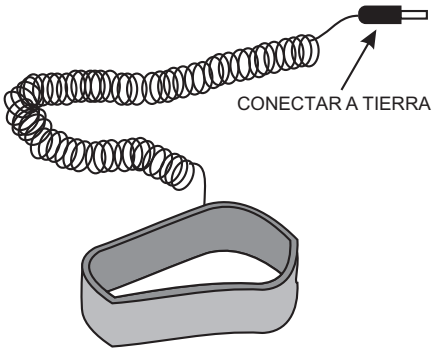
Para conectar a tierra un osciloscopio se necesita unir el chasis del osciloscopio con el punto de referencia neutro de tensión (comúnmente llamado tierra). Esto se consigue empleando cables de alimentación con tres conductores (dos para la alimentación y uno para la toma de tierra).

El osciloscopio necesita, por otra parte, compartir la misma masa con todos los circuitos bajo prueba a los que se conecta.
Algunos osciloscopios pueden funcionar a diferentes tensiones de red y es muy importante segurarse que esta ajustado a la misma de la que disponemos en las tomas de tensión.



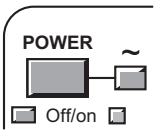
PONERSE A TIERRA UNO MISMO

Si se trabaja en circuitos integrados (ICs), especialmente del tipo CMOS, es necesario colocarse a tierra uno mismo. Esto es debido a que ciertas partes de estos circuitos integrados son suceptibles de estropearse con la tensión está tica que almacena nuestro propio cuerpo. Para resolver este problema se puede emplear una correa conductora que se conectará debidamente a tierra, descargando la electricidad estática que posea su cuerpo.

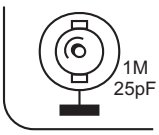


AJUSTE INICIAL DE LOS CONTROLES

Después de conectar el osciloscopio a la toma de red y de alimentarlo pulsando en el interruptor de encendido:



Es necesario familiarizarse con el panel frontal del osciloscopio. Todos los osciloscopios disponen de tres secciones básicas que llamaremos: Vertical, Horizontal, y Disparo. Dependiendo del tipo de osciloscopio empleado en particular, podemos disponer de otras secciones.
Existen unos conectores BNC, donde se colocan las sondas de medida.



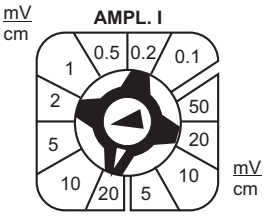
La mayoría de los osciloscopios actuales disponen de dos canales etiquetados normalmente como I y II (ó A y B). El disponer de dos canales nos permite comparar señales de forma muy cómoda.

Algunos osciloscopios avanzados poseen un interruptor etiquetado como AUTOSET ó PRESET que ajustan los controles en un solo paso para ajustar perfectamente la señal a la pantalla. Si tu osciloscopio no posee esta característica, es importante ajustar los diferentes controles del aparato a su posición estándar antes de proceder a medir.
Estos son los pasos más recomendables:

- Ajustar el osciloscopio para visualizar el canal I. (al mismo tiempo se colocará como canal de disparo el I).



- Ajustar a una posición intermedia la escala voltios / división del canal I (por ejemplo 1v/cm).



- Colocar en posición calibrada el mando variable de voltios / división (potenciómetro central).



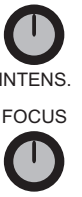
- Desactivar cualquier tipo de multiplicadores verticales.
- Colocar el conmutador de entrada para el canal I en acoplamiento DC.



- Colocar el modo de disparo en automático.

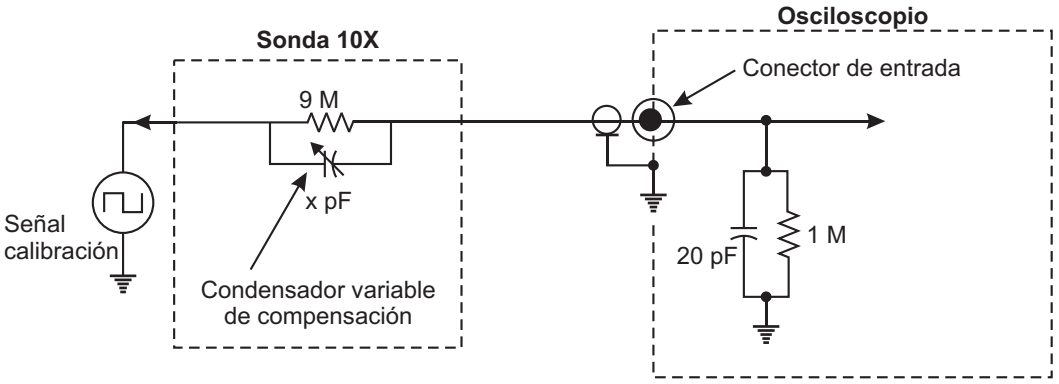


- Desactivar el disparo retardado al mínimo ó desactivado.
- Situar el control de intensidad al mínimo que permita apreciar el trazo en la pantalla, y el trazo de focus ajustado para una visualización lo más nítida posible (generalmente los mandos quedaran con la señalización cercana a la posición vertical).



SONDAS DE MEDIDA

Con los pasos detallados anteriormente, ya estas en condiciones de conectar la sonda de medida al conector de entrada del canal I. Es muy importante utilizar las sondas diseñadas para trabajar específicamente con el osciloscopio. Una sonda no es ,ni muco menos, un cable con una pinza, sino que es un conector específicamente diseñado para evitar ruidos que puedan perturbar la medida.
Además, las sondas se construyen para que tengan un efecto mínimo sobre el circuito de medida. Esta facultad de la sondas recibe el nombre de efecto de carga, para minimizarla se utiliza un atenuador pasivo, generalmente de x10.



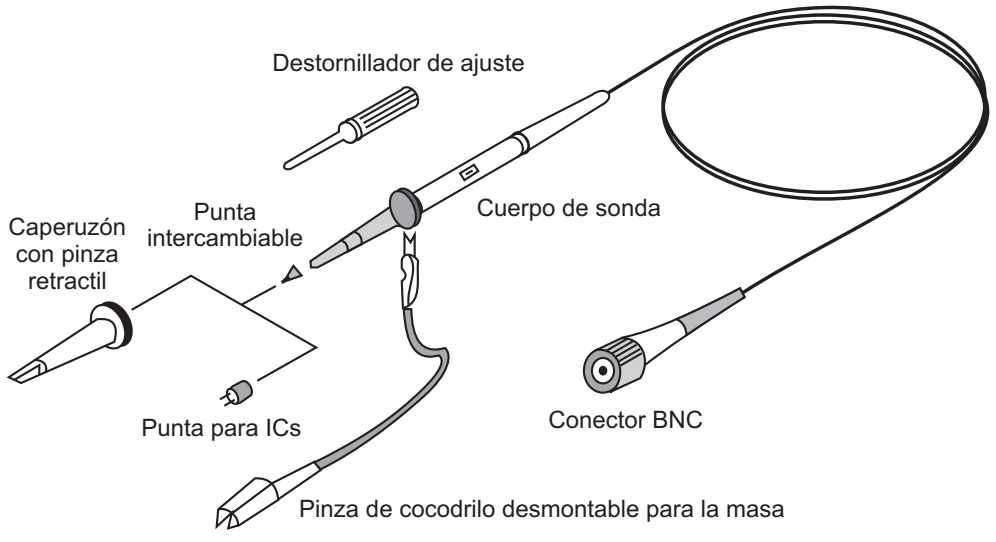
Este tipo de sonda se proporciona generalmente con el osciloscopio y es una excelente sonda de utilización general. Para otros tipos de medidas se utilizan sondas especiales, como pueden ser las sondas de corriente ó las activas.

SONDAS PASIVAS

La mayoría de las sondas pasivas están marcadas con un factor de atenuación, normalmente 10X ó 100X. Por convenio los factores de atenuación aparecen con el signo X detrás del factor de división. En contraste los factores de amplificación aparecen con el signo X delante (X10 ó X100).

La sonda más utilizada posiblemente sea la 10X, reduciendo la amplitud de la señal en un factor de 10. Su utilización se extiende a partir de frecuencias superiores a 5 kHz y con niveles de señal superiores a 10 mV. La sonda 1X es similar a la anterior pero introduce más carga en el circuito de prueba, pero puede medir señales con menor nivel. Por comodidad de uso se han introducido sondas especiales con un conmutador que permite una utilización 1X ó 10X. Cuando se utilicen este tipo de sondas hay que asegurarse de la posición de este conmutador antes de realizar una medida.

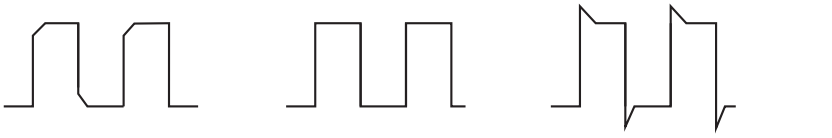




COMPENSACIÓN DE LA SONDA

Antes de utilizar una sonda atenuadora 10X es necesario realizar un ajuste en frecuencia para el osciloscopio en particular sobre el que se vaya a trabajar. Este ajuste se denomina compensación de la sonda y consta de los siguientes pasos.

- Conectar la sonda a la entrada del canal I.
- Conectar la punta de la sonda al punto de señal de compensación (La mayoría de los osciloscopios disponen de una toma para ajustar las sondas, en caso contrario será necesario utilizar un generador de onda cuadrada).
- Conectar la pinza de cocodrilo de la sonda a masa.
- Observar la señal cuadrada de referencia en la pantalla.
- Con el destornillador de ajuste, actuar sobre el condensador de ajuste hasta observar una señal cuadrada perfecta.



Desajustada
amplifica mal altas frecuencias

Ajustada

Desajustada
amplifica mal bajas frecuencias

SONDAS ACTIVAS

Proporcionan una amplificación antes de aplicar la señal a la entrada del osciloscopio. Pueden ser necesarias en circuitos con una cargabilidad de salida muy baja. Este tipo de sondas necesitan para operar una fuente de alimentación.

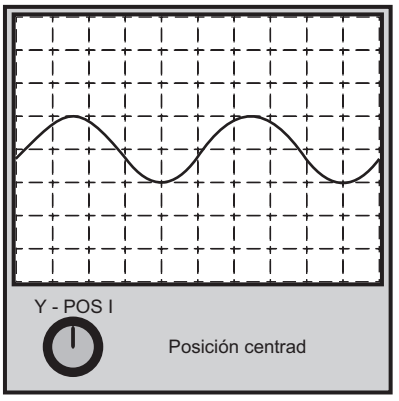
SONDAS DE CORRIENTE

Posibilitan la medida directa de las corrientes en un circuito. Las hay para medida de corriente alterna y continua. Poseen una pinza que abarca el cable a través del cual se desea medir la corriente. Al no situarse en serie con el circuito causan muy poca interferencia en él.

SISTEMA VERTICAL

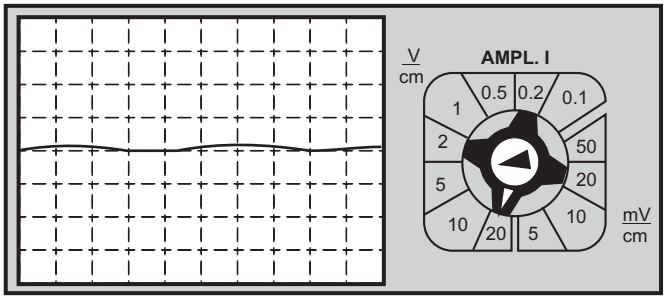
POSICIÓN

Este control consta de un potenciómetro que permite mover verticalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee Cuando se está trabajando con una sola señal el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla.



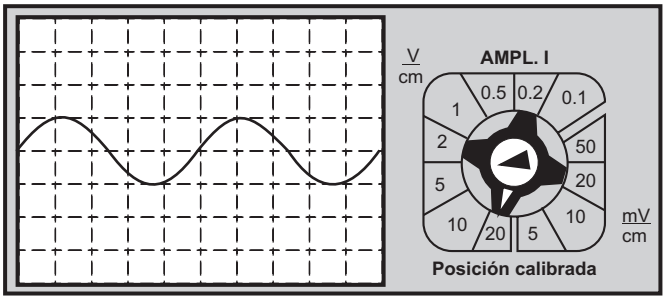
CONMUTADOR

Se trata de un conmutador con un gran número de posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema vertical. Por ejemplo si el mando esta en la posición 2 voltios/div significa que cada una de las divisiones verticales de la pantalla (aproximadamente de un 1 cm.) representan 2 voltios. Las divisiones más pequeñas representaran una quinta parte de este valor, o sea, 0.4 voltios. La máxima tensión que se puede visualizar con el osciloscopio presentado y con una sonda de 10X será entonces: 10 (factor de división de la sonda) x 20 voltios/div (máxima escala) x 8 divisiones verticales = 1600 voltios. En la pantalla se representa una señal de 1Vpp tal como la veríamos en diferentes posiciones del conmutador.



MANDO VARIABLE

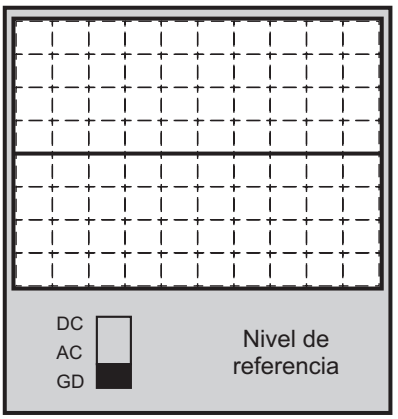
Se trata de un potenciómetro situado de forma concéntrica al conmutador del amplificador vertical y podemos considerarlo como una especie de lupa del sistema vertical.
Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.



ACOPLAMIENTO DE LA ENTRADA

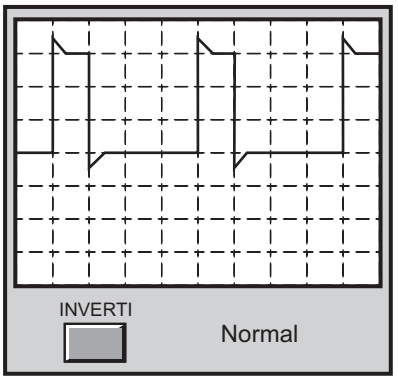
Se trata de un conmutador de tres posiciones que conecta eléctricamente a la entrada del osciloscopio la señal exterior.

El acoplamiento DC deja pasar la señal tal como viene del circuito exterior (es la señal real).El acoplamiento AC bloquea mediante un condensador la componente continua que posea la señal exterior. El acoplamiento GND desconecta la señal de entrada del sistema vertical y lo conecta a masa, permitiéndonos situar el punto de referencia en cualquier parte de la pantalla (generalmente el centro de la pantalla cuando se trabaja con una sola señal).



INVERSIÓN

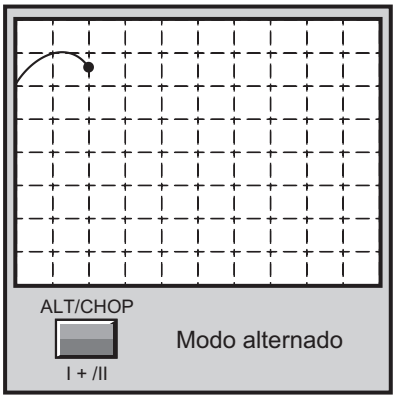
Es un conmutador de dos posiciones en forma de botón que permite en una de sus posiciones invertir la señal de entrada en el canal I (existen otros osciloscopios que invierten el canal II).



MODO ALTERNADO / SHOPEADO

Es un conmutador de dos posiciones, en forma de botón, que permite, cuando nos encontramos en modo DUAL, seleccionar el modo de trazado de las señales en pantalla.

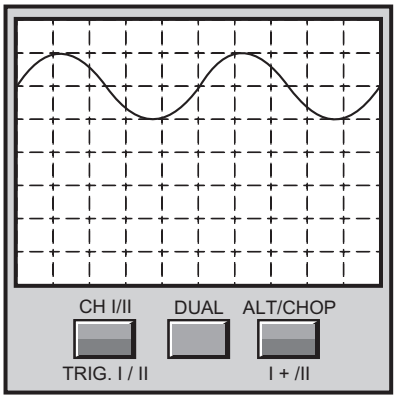
En el modo alternado se traza completamente la señal del canal I y después la del canal II y así sucesivamente. Se utiliza para señales de media y alta frecuencia (generalmente cuando el mando TIME BASE está situado en una escala de 0.5 msg. ó inferior). En el modo chopeado el osciloscopio traza una pequeña parte del canal I después otra pequeña parte del canal II, hasta completar un trazado completo y empezar de nuevo. Se utiliza para señales de baja frecuencia (con el mando TIME BASE en posición de 1 msg. ó superior).



MODO SIMPLE / DUAL / SUMA

Es un control formado por tres conmutadores de dos posiciones, en forma de botón, que permite seleccionar entres tres modos de funcionamiento: simple, dual y suma. En el modo simple actuamos tan solo sobre el conmutador etiquetado como CH I/II.

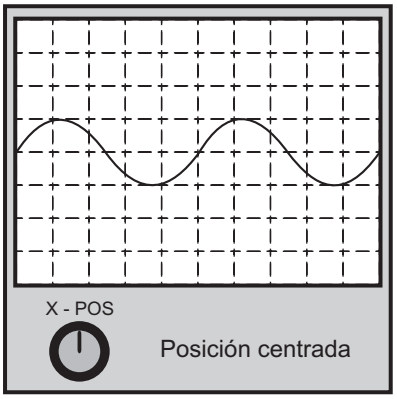
Si no está pulsado visualizaremos la señal que entra por el canal I y si lo está la señal del canal II. El modo dual se selecciona con el conmutador etiquetado DUAL. Si no está pulsado visualizaremos un solo canal (cual, dependerá del estado del conmutador CH I/II) y si lo está visualizaremos simultáneamente ambos canales. El modo suma se selecciona pulsando el conmutador etiquetado I+II (si también lo está el etiquetado como DUAL) y nos permite visualizar la suma de ambas señales en pantalla.



SISTEMA HORIZONTAL

POSICIÓN

Este control consta de un potenciómetro que permite mover horizontalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee cuando se está trabajando con una sola señal el punto normalmente elegido suele ser el centro de la pantalla.(Para observar mejor el punto de disparo se suele mover la traza un poco hacia la derecha).

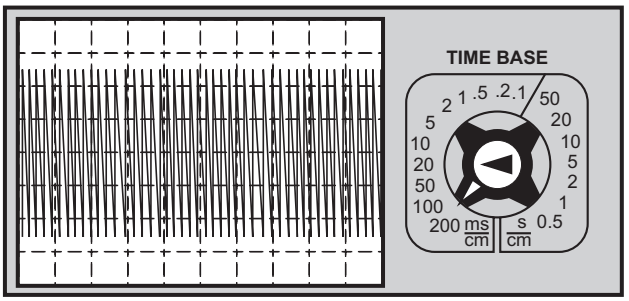


CONMUTADOR

Se trata de un conmutador con un gran número de posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema de barrido horizontal.

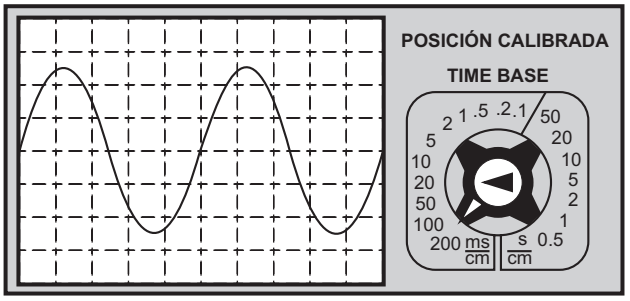
Por ejemplo si el mando esta en la posición 1 msg/div significa que cada una de las divisiones horizontales de la pantalla (aproximadamente de un 1 cm.) representan 1 milisegundo. Las divisiones más pequeñas representaran una quinta parte de este valor, o sea, 200 µsg.

El osciloscopio presentado puede visualizar un máximo de 2 s. g en pantalla (200 m.s.g x 10 divisiones) y un mínimo de 100 n.s.g por división, si empleamos la Amplificación (0.5 µsg / 5).



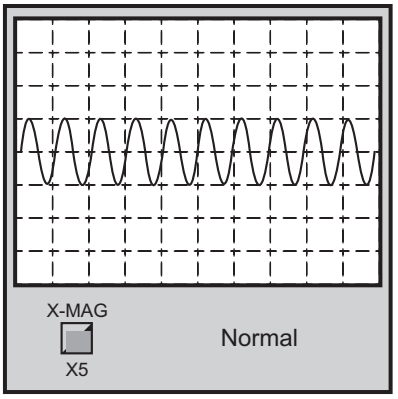
MANDO VARIABLE

Se trata de un potenciómetro situado de forma concéntrica al conmutador de la base de tiempos y podemos considerarlo como una especie de lupa del sistema horizontal. Para realizar medidas es necesario colocarlo en su posición calibrada.



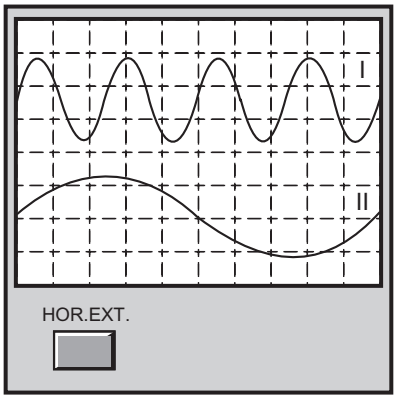
AMPLIFICACIÓN

Este control consta de un pequeño conmutador en forma de botón que permite amplificar la señal en horizontal por un factor constante (normalmente x5 ó x10). Se utiliza para visualizar señales de muy alta frecuencia (cuando el conmutador TIMEBASE no permite hacerlo). Hay que tenerle en cuenta a la hora de realizar medidas cuantitativas (habrá que dividir la medida realizada en pantalla por el factor indicado).



XY

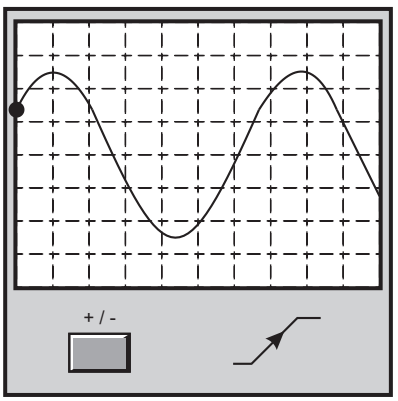
Este control consta de un pequeño conmutador en forma de botón que permite desconectar el sistema de barrido interno del osciloscopio, haciendo estas funciones uno de los canales verticales (generalmente el canal II).
Como veremos en el capítulo dedicado a las medidas esto nos permite visualizar curvas de respuesta ó las famosas figuras de Lissajous, útiles tanto para la medida de fase como de frecuencia.



SISTEMA DE DISPARO

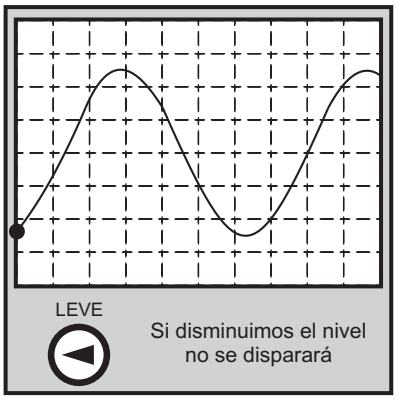
SENTIDO

Este control consta de un conmutador en forma de botón que permite invertir el sentido del disparo. Si está sin pulsar la señal se dispara subiendo (flanco positivo +) y si lo pulsamos se disparará bajando (flanco negativo -).Es conveniente disparar la señal en el flanco de transición más rápida.



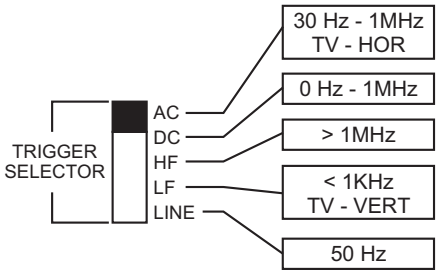
NIVEL

Se trata de un potenciómetro que permite en el modo de disparo manual, ajustar el nivel de señal a partir del cual, el sistema de barrido empieza a actuar. Este ajuste no es operativo en modo de disparo automático.



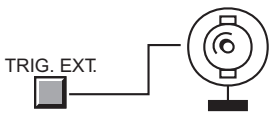
ACOPLAMIENTO

Debido a las muy diferentes señales que se pueden presentar en electrónica, el osciloscopio presenta un conmutador con el que podemos conseguir el disparo estable de la señal en diferentes situaciones. La gama de frecuencias ó tipos de señales que abarca cada posición del conmutador depende del tipo de osciloscopio (es posible incluso que el osciloscopio tenga otras posiciones, especialmente para tratar las señales de televisión). En la siguiente figura se especifica los datos para un osciloscopio en particular. Para tu osciloscopio deberás consultar la información suministrada por el fabricante, para actualizar esta tabla.



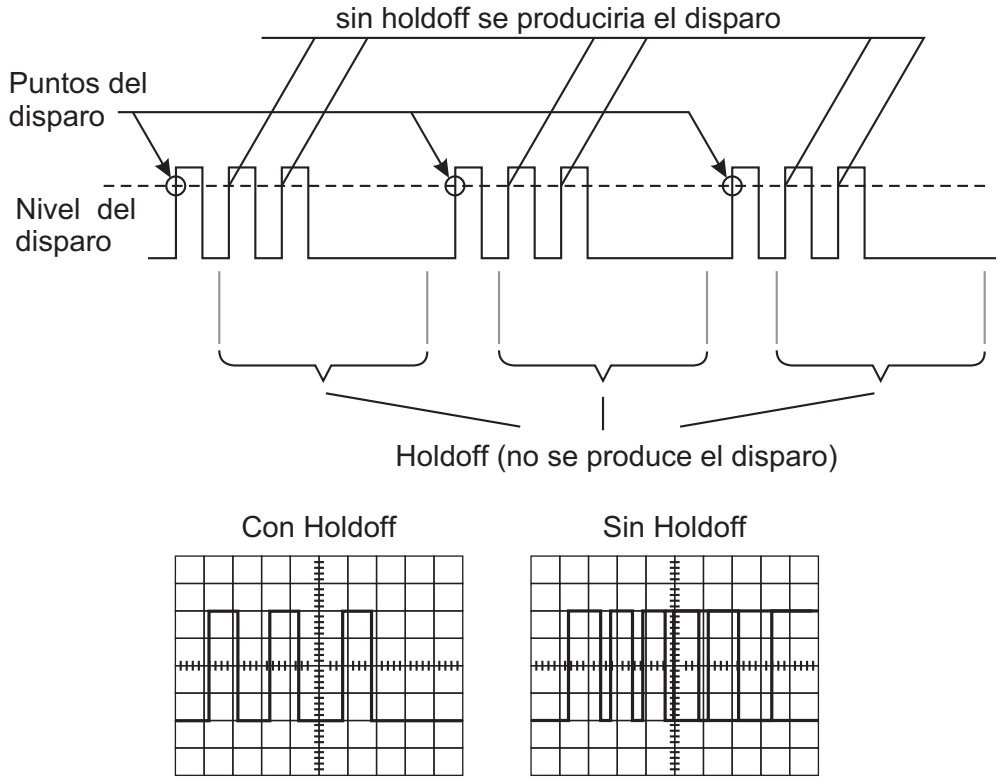
EXTERIOR

La situación normal es que se permita al osciloscopio quien internamente dispare la señal de entrada. Esto permite sincronizar casi todas las señales periódicas siempre que la altura de la imagen supere un cierto valor (generalmente muy pequeño, del orden de media división). Para algunas señales complicadas, es necesario dispararlas con otra señal procedente del mismo circuito de prueba. Esto puede hacerse introduciendo esta última señal por el conector etiquetado TRIG. EXT. y pulsando también el botón que le acompaña.



HOLDOFF

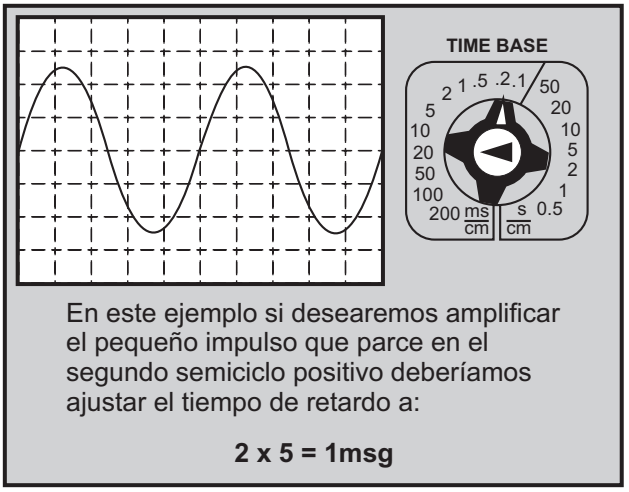
Podía traducirse como mantener (hold) desconectado (off).Este control no está incluido en los osciloscopios de nivel bajo ó medio. Se utiliza cuando deseamos sincronizar en la pantalla del osciloscopio señales formadas por trenes de impulsos espaciados en el tiempo. Se pretende que el osciloscopio se dispare cuando el primer impulso del que consta el tren alcance el nivel de tensión fijado para el disparo, pero que exista una zona de sombra para el disparo que cubra los impulsos siguientes, el osciloscopio no debe dispararse hasta que llegue el primer impulso del siguiente tren. Consta generalmente de un mando asociado con un interruptor, este último pone en funcionamiento el sistema holdoff y el mando variable ajusta el tiempo de sombra para el disparo. En la siguiente figura se observará mejor el funcionamiento.



LINEA DE RETARDO

Tampoco es habitual encontrar dicho mando en los osciloscopios de gama media, baja. Sin embargo cuando deseamos amplificar un detalle que no se encuentra cercano al momento del disparo, necesitamos de alguna manera retardar este último un determinado tiempo para con el mando de la base de tiempos poderlo amplificar. Esto es precisamente lo que realiza este mando. Consta de un conmutador de varias posiciones que nos proporciona el tiempo que el osciloscopio retarda la presentación desde el momento que la señal se dispara, este tiempo puede variar, dependiendo del osciloscopio, desde algunas fracciones de µsg a algunos centenares de msg; posee también, y generalmente concéntrico con el anterior, un

mando variable para ajustar de forma más precisa el tiempo anterior. Y por último, un conmutador que en una posición etiquetada como search indica alosciloscopio que busque el punto a partir del cual deseamos que se presente la señal y otra posición etiquetada como de la que fija la anterior posición y permite el uso de la base de tiempos para amplificar el detalle deseado.



En este ejemplo si desearemos amplificar el pequeño impulso que parce en el segundo semiciclo positivo deberíamos ajustar el tiempo de retardo a:

2 x 5 = 1msg

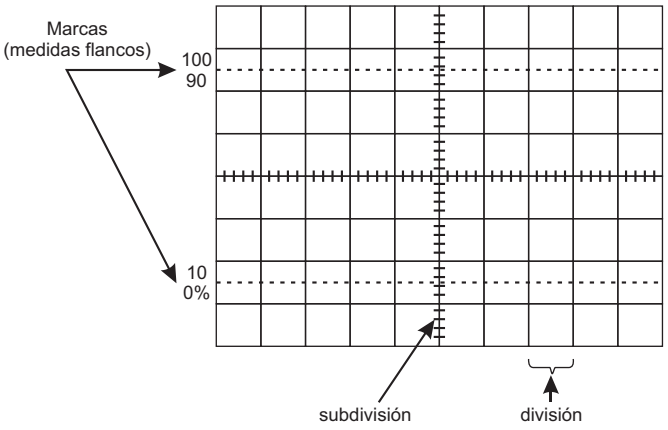
TÉCNICAS DE MEDIDA

Esta sección explica las técnicas de medida básicas con un osciloscopio. Las dos medidas más básicas que se pueden realizar con un osciloscopio son el voltaje y el tiempo, al ser medidas directas.

Esta sección describe como realizar medidas visualmente en la pantalla del osciloscopio. Algunos osciloscopios digitales poseen un software interno que permite realizar las medidas de forma automática. Sin embargo, si aprendemos a realizar medidas de forma manual, estaremos también capacitados para chequear las medidas automáticas que realiza un osciloscopio digital.

LA PANTALLA

Fíjate en la siguiente figura que representa la pantalla de un osciloscopio. Deberás notar que existen unas marcas en la pantalla que la dividen tanto en vertical como en horizontal, forman lo que se denomina retícula ó rejilla. La separación entre dos líneas consecutivas de la rejilla constituye lo que se denomina una división. Normalmente la rejilla posee 10 divisiones horizontales por 8 verticales del mismo tamaño (cercano al cm), lo que forma una pantalla más ancha que alta. En la líneas centrales, tanto en horizontal como en vertical, cada división ó cuadro posee unas marcas que la dividen en 5 partes iguales (utilizadas como veremos más tarde para afinar las medidas)

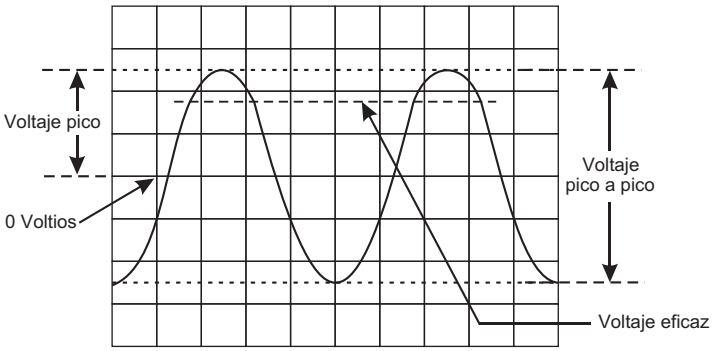


Algunos osciloscopios poseen marcas horizontales de 0%, 10%, 90% y 100% para facilitar la medida de tiempos de subida y bajada en los flancos (se mide entre el 10% y el 90% de la amplitud de pico a pico). Algunos osciloscopios también visualizan en su pantalla cuantos voltios representa cada división vertical y cuantos segundos representa cada división horizontal.

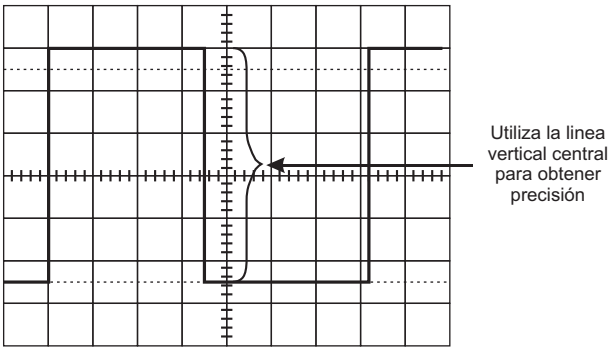
MEDIDA DE VOLTAJES

Generalmente cuando hablamos de voltaje queremos realmente expresar la diferencia de potencial eléctrico, expresado en voltios, entre dos puntos de un circuito. Pero normalmente uno de los puntos esta conectado a masa (0 voltios) y entonces simplificamos hablando del voltaje en el punto A(cuando en realidad es la diferencia de potencial entre el punto Ay GND). Los voltajes pueden también medirse de pico a pico (entre el valor máximo y mínimo de la señal). Es muy importante que especifiquemos al realizar una medida que tipo de voltaje estamos midiendo.

El osciloscopio es un dispositivo para medir el voltaje de forma directa. Otros medidas se pueden realizar a partir de esta por simple cálculo (por ejemplo, la de la intensidad ó la potencia). Los cálculos para señales CA pueden ser complicados, pero siempre el primer paso para medir otras magnitudes es empezar por el voltaje.



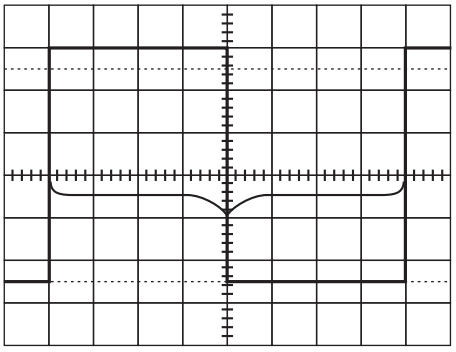
En la figura anterior se ha señalado el valor de pico V_p, el valor de pico a pico V_{pp}, normalmente el doble de V_p y el valor eficaz V_{ef} ó V_{RMS} (root-mean-square, es decir la raíz de la media de los valores instantáneos elevados al cuadrado) utilizada para calcular la potencia de la señal CA.
Realizar la medida de voltajes con un osciloscopio es fácil, simplemente se trata de contar el número de divisiones verticales que ocupa la señal en la pantalla. Ajustando la señal con el mando de posicionamiento horizontal podemos utilizar las subdivisiones de la rejilla para realizar una medida más precisa. (recordar que una subdivisión equivale generalmente a 1/5 de lo que represente una división completa). Es importante que la señal ocupe el máximo espacio de la pantalla para realizar medidas fiables, para ello actuaremos sobre el conmutador del amplificador vertical.



Algunos osciloscopios poseen en la pantalla un cursor que permite tomar las medidas de tensión sin contar el número de divisiones que ocupa la señal. Básicamente el cursor son dos lineas horizontales para la medida de voltajes y dos líneas verticales para la medida de tiempos que podemos desplazar individualmente por la pantalla. La medida se visualiza de forma automática en la pantalla del osciloscopio.

MEDIDA DE TIEMPO Y FRECUENCIA

Para realizar medidas de tiempo se utiliza la escala horizontal del osciloscopio. Esto incluye la medida de periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos. La frecuencia es una medida indirecta y se realiza calculando la inversa del periodo. Al igual que ocurría con los voltajes, la medida de tiempos será más precisa si el tiempo objeto de medida ocupa la mayor parte de la pantalla, para ello actuaremos sobre el conmutador de la base de tiempos.



Utiliza la linea horizontal central
para obtener precisión

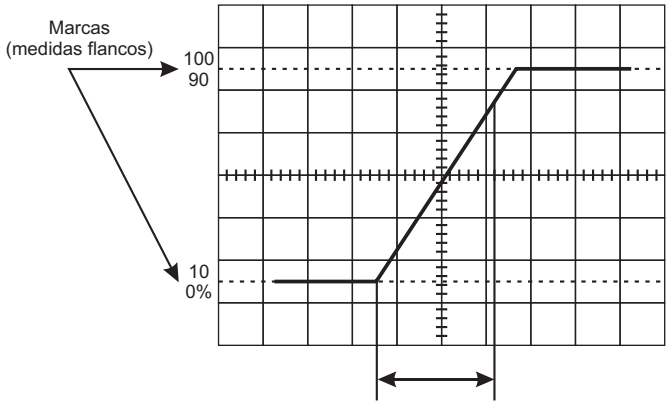
Si centramos la señal utilizando el mando de posicionamiento vertical podemos utilizar las subdivisiones para realizar una medida más precisa.

MEDIDA DE TIEMPOS DE SUBIDA Y BAJADA EN LOS FLANCOS

En muchas aplicaciones es importante conocer los detalles de un pulso, en particular los tiempos de subida ó bajada de estos.

Las medidas estándar en un pulso son su anchura y los tiempos de subida y bajada. El tiempo de subida de un pulso es la transición del nivel bajo al nivel alto de voltaje. Por convenio, se mide el tiempo entre el momento que el pulso alcanza el 10% de la tensión total hasta que llega al 90%.

Esto elimina las irregularidades en las bordes del impulso. Esto explica las marcas que se observan en algunos osciloscopios (algunas veces simplemente unas líneas punteadas).
La medida en los pulsos requiere un fino ajuste en los mandos de disparo. Para convertirse en un experto en la captura de pulsos es importante conocer el uso de los mandos de disparo que posea nuestro osciloscopio. Una vez capturado el pulso, el proceso de medida es el siguiente: se ajusta actuando sobre el conmutador del amplificador vertical y el y el mando variable asociado hasta que la amplitud pico a pico del pulso coincida con las líneas punteadas (ó las señaladas como 0% y 100%). Se mide el intervalo de tiempo que existe entre que el impulso corta a la línea señalada como 10% y el 90%, ajustando el conmutador de la base de tiempos para que dicho tiempo ocupe el máximo de la pantalla del osciloscopio.



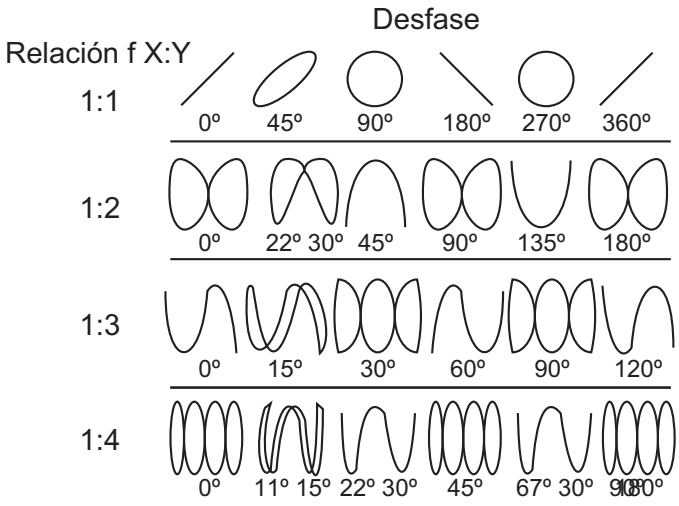
TIEMPO DE SUBIDA

MEDIDA DEL DESFASE ENTRE SEÑALES

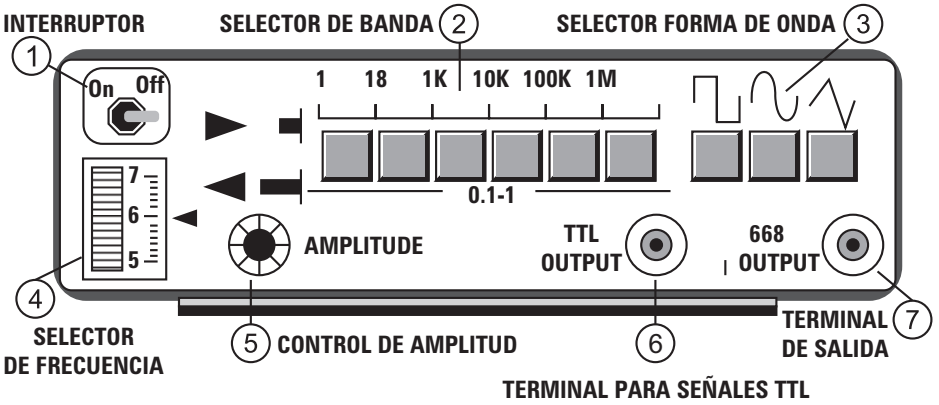
La sección horizontal del osciloscopio posee un control etiquetado como X-Y, que nos va a introducir en una de las técnicas de medida de desfase (la única que podemos utilizar cuando solo disponemos de un canal vertical en nuestro osciloscopio).

El periodo de una señal se corresponde con una fase de 360º. El desfase indica el ángulo de atraso ó adelanto que posee una señal con respecto a otra (tomada como referencia) si poseen ambas el mismo periodo. Ya que el osciloscopio solo puede medir directamente los tiempos, la medida del desfase será indirecta.

Uno de los métodos para medir el desfase es utilizar el modo X-Y. Esto implica introducir una señal por el canal vertical (generalmente el I) y la otra por el canal horizontal (el II). (este método solo funciona de forma correcta si ambas señales son senoidales). La forma de onda resultante en pantalla se denomina figura de Lissajous (debido al físico francés denominado Jules Antoine Lissajous). Se puede deducir la fase entre las dos señales, asi como su relación de frecuencias observando la siguiente figura



GENERADOR DE FUNCIONES (GENÉRICOS)



1. Interruptor

2. Selector de banda: actuando sobre él establecemos el margen de frecuencias en el que nos vamos mover.

3. Selector de la forma de onda: Determinamos si la onda va a ser cuadrada, senoidal o triangular.

4. Selector de frecuencias: Actuando sobre este selector ajustamos la frecuencia que estará dentro del margen elegido (selector de banda). Esta frecuencia será aquella que indique el selector de frecuencias multiplicada por el límite inferior de la banda elegida en el selector de banda.

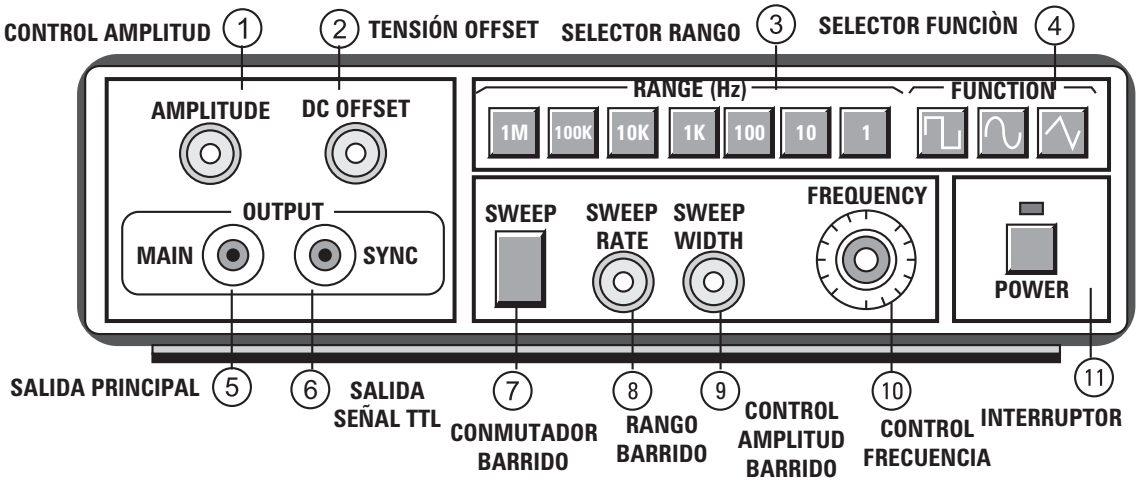
5. Control de la amplitud: Aumentamos o disminuimos la amplitud de la onda. Para controlarla podemos conectar la salida a un osciloscopio, y una vez visualizada, actuamos sobre este control.

6. Terminal para señales TTL: Obtenemos de esta salida una señal de impulsos TTL para su aplicación a estos circuitos.

7. Terminal de salida.

Para la obtención de una señal seguiremos los siguientes pasos: seleccionamos la forma de onda (3) y la banda de frecuencias (2), ajustamos la frecuencia (4) y por último la amplitud.

Es muy importante no suministrar tensión alguna a los terminales de salida ya que pudríamos dañar al instrumento.



1. Control de la amplitud: Determinamos la amplitud de la señal de salida.

2. Tensión de Offset: Superponemos un determinado nivel de tensión continua a la señal de salida previamente ajustada.

3. Selector del rango de frecuencias: Determinamos el margen de frecuencias en el que nos vamos a mover con el control de frecuencias.

4. Selector de función: Determinamos la forma de la señal de salida.

5. Salida principal: Aquí disponemos de la señal previamente seleccionada y ajustada a nuestros requerimientos.

6. Señal de salida TTL: Dependiendo del tipo de generador podemos disponer de una señal cuadrada de una amplitud fija predeterminada y de una frecuencia variable a través de los controles.

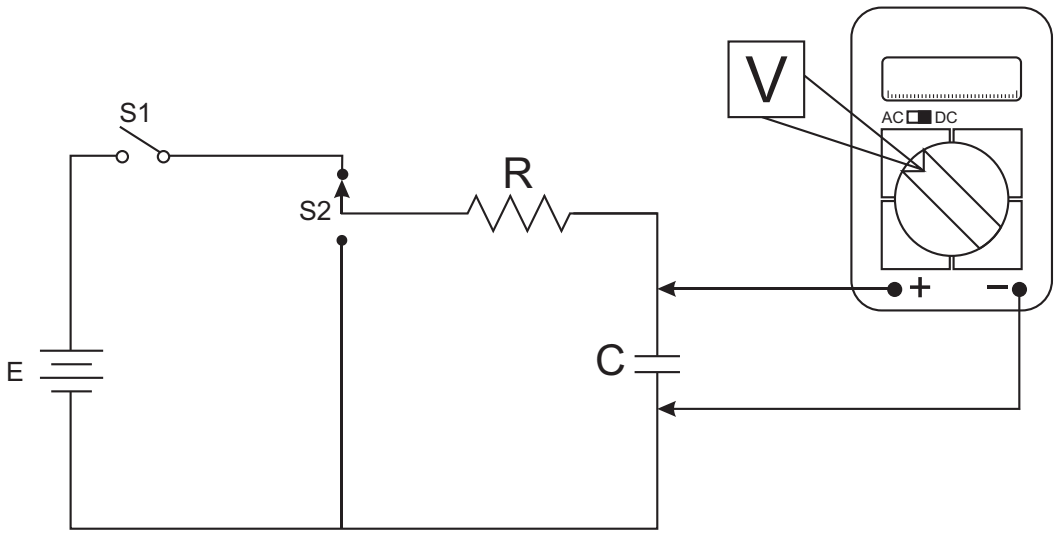
7. Conmutador de barrido: Disponemos de un barrido interno que habilita los controles rango de barrido (8) y amplitud de barrido(9).

8. Rango de barrido: Ajusta el rango de la señal interna de barrido y la repetición del mismo.

9. Control de la amplitud de barrido: Ajusta la amplitud de la señal de barrido interna.

10. Control de frecuencia: Ajusta la frecuencia de salida dentro del rango seleccionado en (3).

11. Interruptor.



N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montar circuitos de carga y descarga del condensador.	01 fuente de alimentación 01 resistencia 10 k 01 condensador 100 u F/25 v 01 condensador 47 u F/25 v 01 interruptor de conmutación 01 Multímetro digital 01 Protoboard Cromómetro

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		MEDICIONES EN EL CONDENSADOR	HT 04	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

PASO 1: IDENTIFICACIÓN CON CONDENSADORES

Estas se indican mediante magnitudes características rotuladas con números, letras o colores en franjas o puntos. Entre las características más importantes se tiene la capacidad nominal, la tolerancia de capacidad y la tensión nominal.

Las capacidad nominal

Es la capacidad de un condensador (a 20 °C) según la cual se le denomina. Los valores de capacidades nominales son los de las series IEC.

La tolerancia de capacidad

Es la desviación admisible del valor real de la capacidad respecto a la capacidad nominal.

Ejemplo:

Capacidad nominal 22 nF 10%

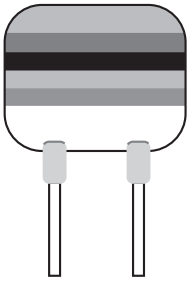
Por tanto obtenemos un margen de capacidad de 22 nF 2,2 nF o sea de 19,8 nF a 24,2 nF.

Tensión nominal

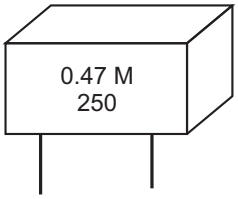
Es la mayor tensión continua o es el máximo valor a que puede ser sometido permanentemente el condensador a una temperatura ambiente de 40 °C.
Esta tensión no deberá sobrepasarse en ningún caso por que de lo contrario se corre el riesgo de perforar el dieléctrico y destruir el condensador.

CÓDIGO DE COLORES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE CONDESANDORES

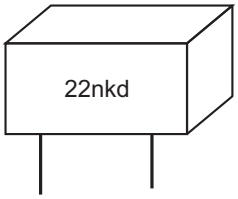
Color	Capacidad en Picofaradios			Tolerancia	Tensión
	1° cifra significativa	2° cifra significativa	factor multiplicador		
Negro	-	0	x 10^0	± 20 %	
Marrón	1	1	x 10^1		
Rojo	2	2	x 10^2		250 V
Naranja	3	3	x 10^3		
Amarillo	4	4	x 10^4		400 V
Verde	5	5	x 10^5		
Azul	6	6	x 10^6		630 V
Violeta	7	7			
Gris	8	8			
Blanco	9	9		10%	
	I	II	III	IV	V



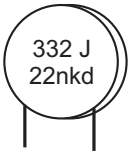
Ejemplos de caracterización de condensadores.



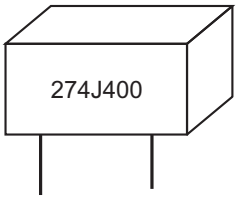
a) Capacidad : 0.47 F
Tolerancia : 20%
Tensión Nominal : 250 V



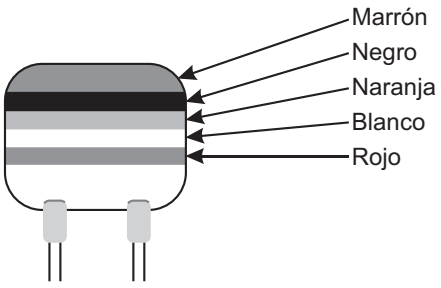
b) Capacidad : 22 nF
Tolerancia : 10%
Tensión Nominal : 250 V



c) Capacidad : 3,3 nF
Tolerancia : 5%
Tensión Nominal : 50 V



d) Capacidad : 0,27 F
Tolerancia : 5%
Tensión Nominal : 400 V



e) Capacidad : 0,01 F
Tolerancia : 10%
Tensión Nominal : 250 V

PASO 2: RECONOCIMIENTO DE LOS CONDENSADORES

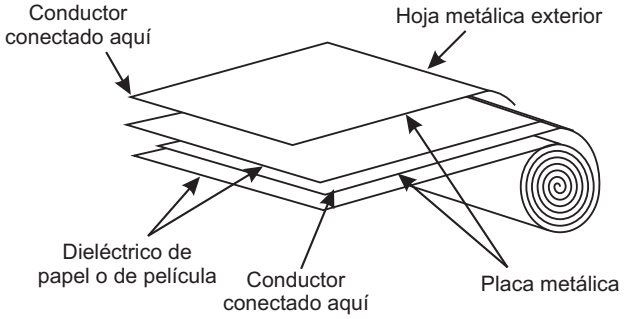
Los condensadores se clasifican en: condensadores fijos (condensadores con capacidad nominal fija) y condensadores variables (con capacidad nominal variable).

Condensadores Fijos

Los condensadores fijos se clasifican y denominan atendiendo al tipo de material que utilizan, como dieléctrico en: condensadores de papel, de plásticos, cerámicos , de mica y electrolíticos.

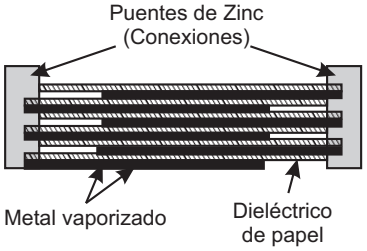
Condensadores de Papel

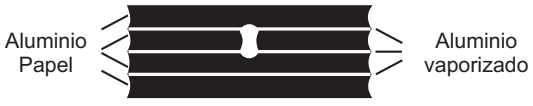
Existen de dos tipos; de papel impregnado que tienen un dieléctrico de dos o más capas de papel de celulosa. Las armaduras están formadas por hojas de aluminio y sus hilos de conexión están soldados a delgadas chapas que también están enrolladas.



El otro tipo es el papel metalizado, donde el dieléctrico también es papel sobre el que se vaporiza al vacío una delgada capa de Aluminio o Zinc. Con ellos se consiguen capacidades mayores en menores dimensiones que en los condensadores de papel impregnado. En la parte frontal del cilindro se inyecta una capa metálica que sirve de conexión para las placas y los hilos terminales.

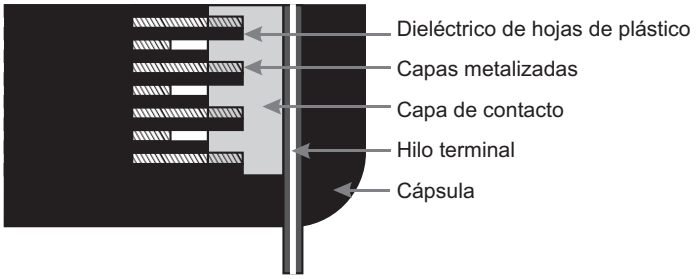
Una gran ventaja de los condensadores de papel metalizado es su AUTORREGENERACIÓN. Cuando se producen en ellos una perforación, la chispa provoca la vaporación en ese lugar de la delgada capa metálica conservando el dieléctrico en buenas condiciones evitándose así la destrucción del condensador. El tiempo de auto regeneración es aproximadamente 10 microsegundo.





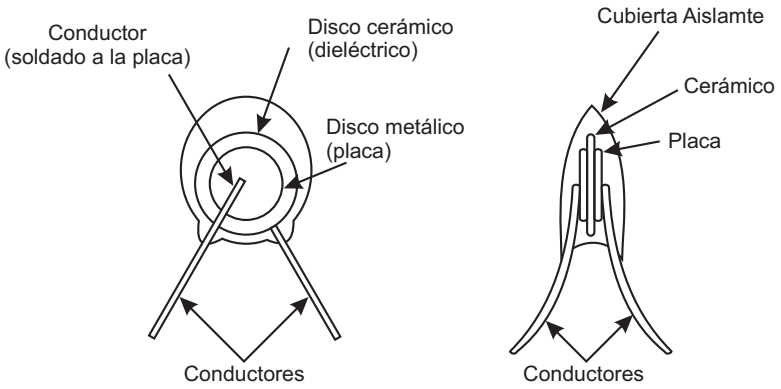
Condensadores de Plásticos

Tienen un dieléctrico de hojas de materia plástica, como poli estireno, poli carbonato, polipropileno, acetatos de celulosa, etc. (en láminas más delgadas que el papel) gracias a lo cual los condensadores de plástico son más pequeños que los condensadores de papel; las armaduras metálicas son de hojas de aluminio aunque también hay de plástico metalizado así mismo se auto regeneran como los de papel metalizado haciéndolos de menor tamaño para las mismas capacidades.



Condensadores Cerámicos

Estos condensadores tienen como dieléctrico una mas cerámica (óxidos de aluminio) de estructura muy densa de manera que la humedad no pueda asentarse en los poros del cuerpo cerámico.
Se fabrican en forma de tubos, discos, perlas, trapezoides y miniaturas.



Condensadores de Mica

Estos tienen un dieléctrico formado por láminas de mica y que están recubiertas por armaduras conductoras bien adheridas. Los condensadores se forman con láminas sueltas o en paquetes.

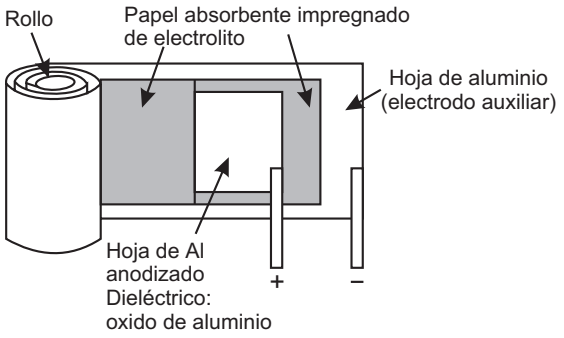
Condensadores Electrolíticos

En estos condensadores el dieléctrico es una delgada capa de óxido, con lo que es posible construir condensadores pequeños con grandes capacidades.

Los condensadores electrolíticos de aluminio se componen de un cilindro de dos tiras de aluminio con papel como capa intermedia, una de las tiras de aluminio, el polo positivo (ánodo) suele ser áspera, con lo que se consigue una gran capacidad. La otra tira de aluminio sirve de contacto con el electrólito. El papel esta impregnado con el electrólito, el cual constituye el polo negativo (cátodo).

El cilindro del condensador electrolítico se monta en un recipiente de aluminio. Para la formación se aplica a ambos electrodos una tensión continua, con lo que se forma sobre el ánodo una delgada capa de óxido alumínico que hace de dieléctrico.

El condensador electrolítico polarizado sólo debe conectarse a una tensión continua con la polaridad indicada, caso contrario se descompone la capa de óxido del ánodo. Además se desprende tanto calor y gases que el condensador se destruye.



El condensador electrolítico de tántalo se compone de una hoja de tántalo que hace de ánodo y esta arrollada con otra hoja que hace de cátodo y con un soporte separador poroso. El rollo se impregna con electrolito, se monta en un recipiente y se cierra herméticamente.

Durante la formación se produce por oxidación sobre el ánodo una capa de pentóxido de tántalo que hace de dieléctrico.

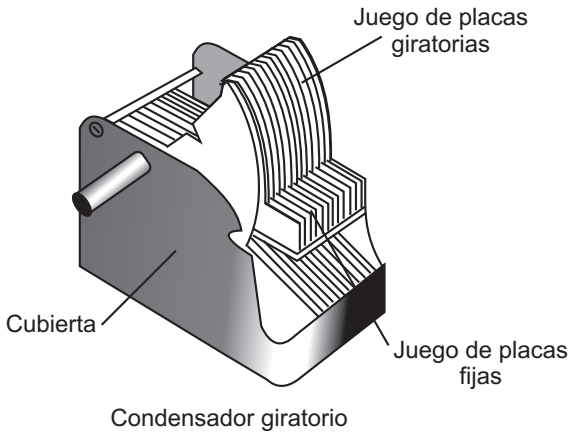
Resumen de las características principales de los diferentes tipos de condensadores.

Condensadores Variables

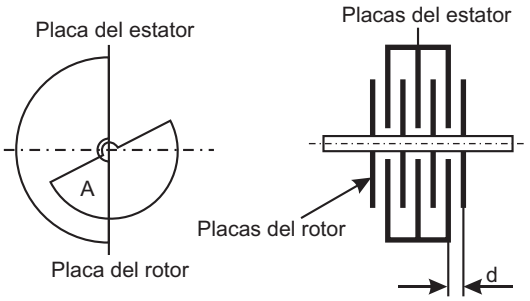
Son de dos tipos: Los condensadores giratorios y los condensadores ajustables (Trimmers).

Los condensadores Giratorios

Los condensadores se componen generalmente de un conjunto de placas metálicas fijo y otro giratorio, el dieléctrico suele ser el aire, las placas de los distintos condensadores pueden tener secciones diferentes. Estos condensadores se emplean sobre todo en la técnica de radio y televisión para sintonizar los circuitos oscilantes.



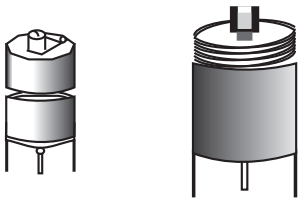
Condensador giratorio



Capacidades : 10 a 1000 pF
Tensión : 400 v a 2500 v
Tolerancia : 5% a; 10%

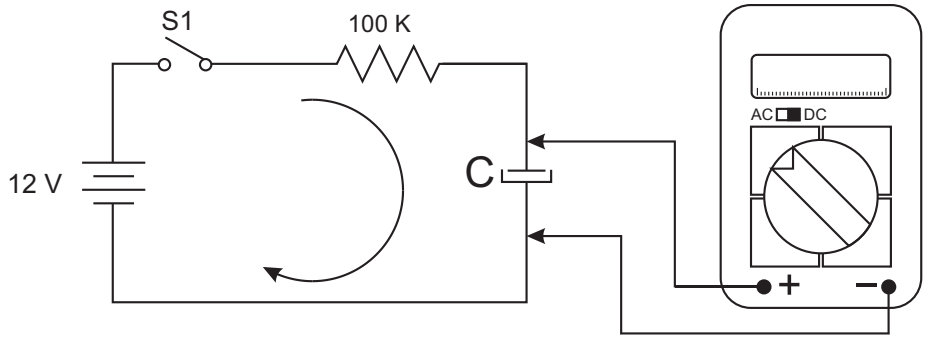
Los condensadores Ajustables

Son condensadores con armaduras metálicas unos fijos y otros móviles, dentro de los cuales se ubica un dieléctrico de discos cerámicos, poliestireno o mica, también se le llama trimmer y se utiliza generalmente en circuitos impresos; sirven para ajustar una vez la capacidad y lograr un ajuste de precisión en circuitos electrónicos diversos.



Capacidades : 3 a 150p
Tensión : 63 a 1000 v
Tolerancia : 5%

Paso 3: Montar circuito de carga de condensador



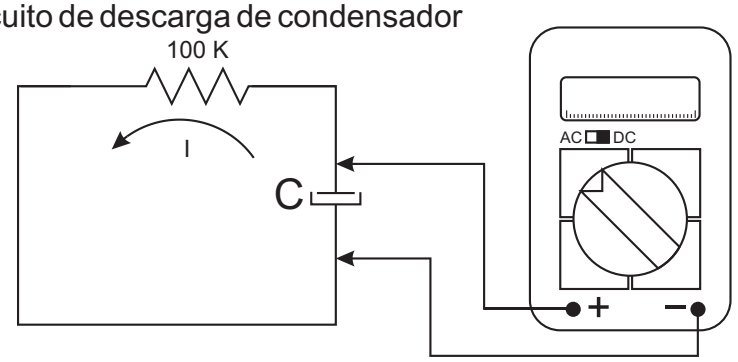
Cerrar el interruptor S1 y medir el tiempo que el condensador demora en cargarse, y llenar la tabla.

Cambiar el condensador y repetir el paso anterior.

C	Tiempo
100 F	
47 F	

Se puede considerar cargado el condensador cuando llega al 90% del voltaje de la fuente.

Paso 4: Montar circuito de descarga de condensador



Conmutar el interruptor S2 y medir el tiempo de descarga del condensador según el condensador que se emplee.

C	Tiempo
100 F	
47 F	

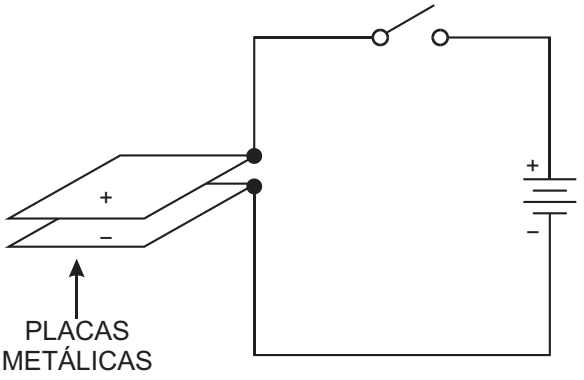
Paso 5: Graficar los tiempos de carga y descarga del condensador



CONDENSADORES

Los condensadores son componentes pasivos diseñados con el fin de almacenar energía electrostática o presentar una capacidad eléctrica determinada. Otra forma de definirlo sería la siguiente: componentes pasivos de dos terminales en los que la intensidad que los atraviesa (aparentemente) es proporcional a la variación de tensión existente entre sus terminales respecto al tiempo.

Suponga que dos láminas de metal se colocan próximas entre sí (pero sin tocarse) y que están conectadas a una batería a través de un conmutador, tal como se muestra en la figura.



En el instante en que se cierra el interruptor, los electrones serán atraídos desde la placa superior hacia el terminal positivo de la batería, y el mismo número de ellos serán repelidos hacia la placa inferior desde el terminal negativo de la batería. Se moverán suficientes electrones hacia una placa o desde la otra hasta conseguir que la FEM entre ellas sea la misma que la FEM de la batería.

Si el conmutador se abre después de que las placas hayan sido cargadas de esta forma, la placa superior permanecerá con una deficiencia de electrones y la inferior con un exceso. Dado que no hay un camino para la corriente entre ellas, las placas permanecen cargadas a pesar de que la batería ya no está conectada. Si se toca con un cable conductor las dos placas (cortocircuitándolas), el exceso de electrones de la placa inferior circulará por el cable hacia la placa superior, restableciendo por tanto la neutralidad eléctrica. Las placas se han descargado.

Las dos placas constituyen un condensador eléctrico; un condensador posee la propiedad de almacenar electricidad en el campo eléctrico entre las dos placas. Durante el tiempo en que los electrones se mueven -o sea, mientras el condensador está siendo cargado o descargado- circula corriente en el circuito a pesar de que, aparentemente, el circuito está roto por el espacio entre las dos placas del condensador. Sin embargo, la corriente circula solamente durante el tiempo de carga y descarga, y este tiempo es generalmente muy breve. La corriente continua no puede pasar a través de un condensador; sin embargo, una corriente alterna sí puede "atravesar". Tan rápidamente como una placa se carga.

Positivamente por la excursión positiva de 1 corriente alterna, la otra placa se carga negativamente. La corriente positiva que circula hacia una placa, hace que otra corriente igual abandone la otra placa durante mitad del ciclo, mientras que ocurre lo contrario durante la otra mitad del ciclo.

La carga o cantidad de electricidad que puede ser almacenada en las placas de un condensador es proporcional a la tensión aplicada y a la capacidad del condensador

$$Q= CV$$

donde

Q = carga en culombios
C = capacidad en faradios
V= potencial en voltios

La energía almacenada en un condensador es también una función del potencial la capacidad

$$W=(V^2xC)/2$$

donde

W = energía en julios (vatios-segundo)
V = potencial en voltios
C = capacidad en faradios

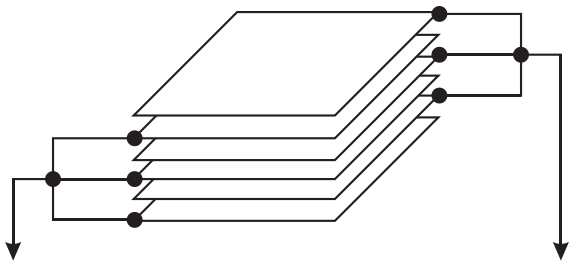
El numerador de esta expresión puede ser deducido fácilmente de las definiciones dadas anteriormente para carga, capacidad, corriente, potencia y energía, Sin embargo, el denominador no es tan obvio. Aparece porque la tensión a través de un condensador no es constante, sino que es una función del tiempo.

La tensión promedio de un intervalo de tiempo determina la energía almacenada. La dependencia respecto al tiempo de la tensión de un condensador se describe en la sección que trata de la constante de tiempo. Cuanto mayores sean las placas y menor el espacio entre ellas, mayor será la capacidad. La capacidad depende también del tipo de material aislante entre las placas; la más pequeña es con aislamiento de aire, y sustituyendo el aire por otros materiales aislantes se puede aumentar la capacidad muchas veces.

La relación entre la capacidad con algún material distinto del aire entre las placas y la capacidad del mismo condensador con aislamiento de aire, se llama constante dieléctrica de ese material en particular. Al material mismo se le llama dieléctrico. Si una hoja de poliestireno sustituye al aire entre las placas de un condensador, por ejemplo, la capacidad aumentará 2,6 veces.

UNIDADES DE CAPACIDAD

La unidad básica de capacidad es el faradio, pero esta unidad es excesivamente grande para ser utilizada en la práctica.
La capacidad se mide usualmente en microfaradios (pF) o picofaradios (pF). El microfaradio es una millonésima parte de faradio y el picofaradio es una billonésima parte de faradio.
Los condensadores casi siempre tienen más de dos placas, conectando entre sí placas alternadas para formar dos conjuntos tal como se indica en la figura.



Esto hace posible obtener grandes capacidades en poco espacio, ya que se pueden apilar muchas placas de pequeño tamaño para formar el equivalente de una única placa grande de la misma superficie. Asimismo, todas las placas excepto las de los extremos están enfrentadas a placas del otro grupo por ambos lados, y así son doblemente efectivas para aumentar la capacidad.
La fórmula para calcular la capacidad es:

$$C=0,0882x(KA/d) \times (n- 1)$$

donde:

C = capacidad en pF
K = constante dieléctrica del material entre placas
A = área de un lado de una placa en cm²
d = separación entre placas en cm
n = numero de placas

Si las placas de un grupo no tienen la misma superficie que las del otro, use el área de las placas más pequeñas.

Condensadores en radio

Los tipos de condensadores que se usan en montajes de radio difieren considerablemente en tamaño físico, construcción y capacidad. En los condensadores variables (casi siempre de dieléctrico de aire), un juego de placas se construye móvil con respecto al otro para poder variar la capacidad.

Los condensadores fijos -los que tienen un único valor, no ajustable, de capacidad- se pueden construir también con placas metálicas y el aire como dieléctrico.

Sin embargo, los condensadores fijos, normalmente se construyen con placas de lámina metálica con un dieléctrico fino, sólido o líquido, emparedado por las placas; de esta forma se obtienen capacidades relativamente grandes en unidades pequeñas.

Los dieléctricos sólidos que se usan comúnmente son mica, papel y cerámicas especiales. Un ejemplo de dieléctrico líquido es el aceite mineral. Los condensadores electrolíticos usan placas de lámina de aluminio con un componente conductor semilíquido.

El dieléctrico real es una película de material aislante que se forma en un juego de placas gracias a una acción electromecánica cuando se aplica una tensión de CC al condensador.

Para una superficie de placa determinada, la capacidad obtenida en los condensadores electrolíticos es muy grande comparada con condensadores que tengan otro dieléctrico, ya que la película es muy fina, mucho más que la que puede obtenerse en la práctica con cualquier dieléctrico sólido.

El uso de condensadores electrolíticos y de aceite se limita al filtrado de las fuentes de alimentación y a aplicaciones de desacoplo de audio debido a que sus dieléctricos tienen grandes pérdidas en frecuencias más altas. Los condensadores de mica y cerámica se usan en el margen de frecuencia desde audio hasta muchos cientos de megahercios.

Tensión de ruptura

Cuando se aplica una tensión elevada a las placas de un condensador, se ejerce una considerable fuerza sobre los electrones y núcleos del dieléctrico. El dieléctrico es un aislante; los electrones no pueden ser desplazados del núcleo como lo hacen en los conductores. Si la fuerza es bastante grande, el dieléctrico se romperá: normalmente se perforará y presentará un camino de baja resistencia a la corriente entre las dos placas.

La tensión de ruptura que un dieléctrico puede soportar depende del tipo y espesor del dieléctrico. La tensión de ruptura no es directamente proporcional al espesor; o sea, doblando el espesor no se dobla la tensión de ruptura. Si el dieléctrico es el aire o cualquier otro gas, la ruptura se aprecia por una chispa o arco entre las placas. Cuando se desconecta la tensión el arco cesa y el condensador puede usarse otra vez. Los dieléctricos sólidos quedan permanentemente deteriorados por la ruptura, y a menudo se cortocircuitarán totalmente, fundiéndose o explotando.

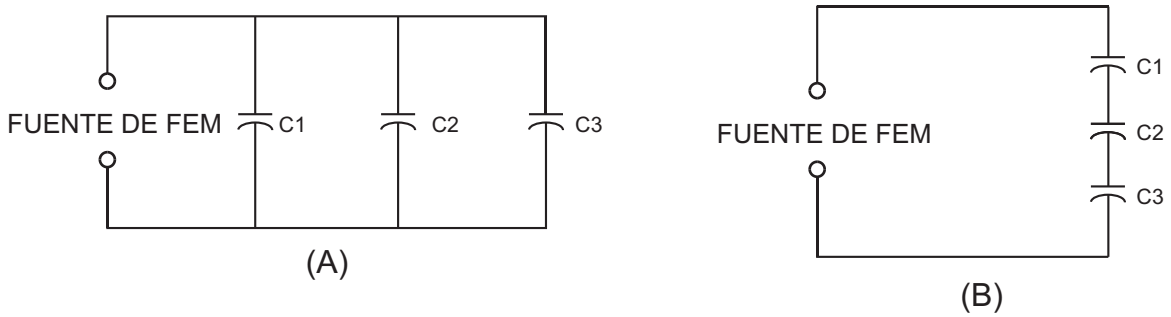
La ruptura se produce a tensiones menores en superficies puntiagudas o afiladas que entre superficies redondeadas o pulidas; en consecuencia, la tensión de ruptura entre placas metálicas con una separación dada puede ser aumentada rebajando los extremos de las placas.

Puesto que el dieléctrico debe ser grueso para soportar altas tensiones y puesto que cuanto más grueso es el dieléctrico menor es la capacidad para una superficie de placas determinada, un condensador de alta tensión debe tener mayor superficie de placas que otro de baja tensión de la misma capacidad.
Los condensadores de alta tensión y alta capacidad son físicamente grandes.

CONDENSADORES EN SERIE Y EN PARALELO

Los términos paralelo y serie cuando se aplican a los condensadores, tienen un significado similar que para los resistores. Cuando cierto número de condensadores se conectan en paralelo como en la figura A, la capacidad total del grupo es igual a la suma de las capacidades individuales:

Ctotal = Cl + C2 + C3 + C4 +...



Cuando dos o más condensadores se conectan en serie, como en la figura B, la capacidad total es más pequeña que la menor de las capacidades del grupo.
La fórmula para obtener la capacidad de un grupo de condensadores conectados en serie es la misma que la que permitía obtener la resistencia de un número de resistores conectados en paralelo. 0 sea,

Ctotal = 1/(1/C1)+(1/C2)+(1/C3)+...

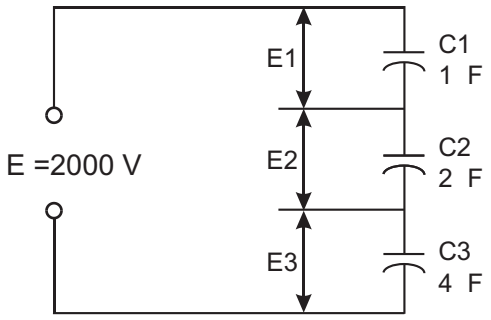
y con sólo dos condensadores en serie,

Ctotal = (C1xc2) x (C1xc2)

Se deben utilizar siempre las mismas unidades en todos los términos; o sea, todas las capacidades deben expresarse en microF o en pF; ambos tipos de unidades no pueden usarse a la vez en la misma ecuación.
Normalmente, los condensadores se conectan en paralelo para obtener mayores capacidades que con uno solo.
La tensión más alta que puede aplicarse con seguridad a un grupo de condensadores en paralelo es la tensión que puede aplicarse con seguridad al condensador que tenga las menores características de tensión.

Cuando los condensadores se conectan en serie, la tensión aplicada se divide entre ellos de acuerdo con la primera ley de Kirchhoff, y la situación es la misma que cuando los resistores están en serie y hay caída de tensión a través de cada uno.
La tensión que aparece en los terminales de cada condensador de un grupo conectado en serie es inversamente proporcional a su capacidad, comparada con la capacidad total del grupo.

Ejemplo: Tres condensadores, con capacidades respectivas de 1, 2 y 4 microF están conectados en serie como se muestra en la figura.



La capacidad total es:

C=1/(1/C1)+(1/C2)+(1/C3)
C=1/(1/1)+(1/2)+(1/4)
C=1/(7/4)=4/7=0,571 microF

La tensión a través de cada condensador es proporcional a la capacidad total dividida por la capacidad del condensador en cuestión; por tanto la tensión en los terminales de Cl es:

E1 =(0,571/1)x2000=1143 V

De forma similar, las tensiones en C2 y C3 son:

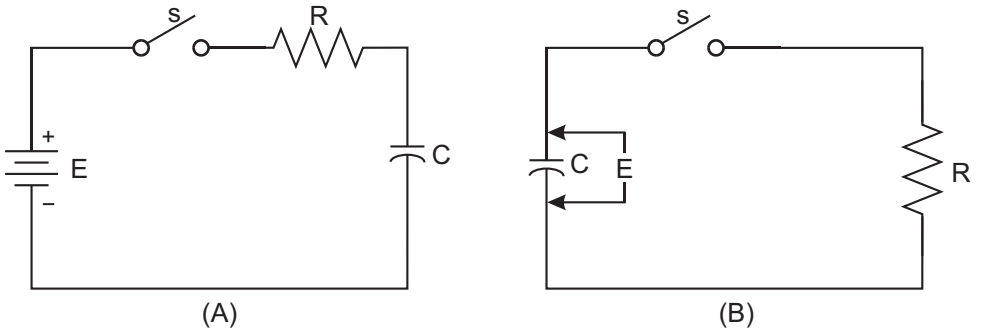
E2 = (0,571/2) x 2000 = 571 V
E3 = (0,571/4) X 2000 = 286 V

La suma de estas tensiones es igual a 2000 V, la tensión aplicada.
Los condensadores se conectan frecuentemente en serie para permitir al grupo soportar una tensión mayor (a expensas de un descenso de la capacidad total) de la que cualquier condensador individual puede soportar. Sin embargo, como se vio en el ejemplo anterior, la tensión no se divide por igual entre los condensadores (excepto cuando todas las capacidades son exactamente iguales), y por tanto hay que tener cuidado y asegurar que ningún condensador del grupo exceda sus características de tensión.

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

CONSTANTE DE TIEMPO RC

La conexión de una fuente de FEM directamente a los terminales de un condensador hace que éste se cargue casi instantáneamente hasta el valor de la FEM. Si el circuito incluye resistencia, como en la figura A, la resistencia limita la circulación de corriente.



Se necesita un tiempo apreciable para que la FEM entre las placas del condensador alcance el mismo valor que la FEM de la fuente. Durante este período de carga, la corriente disminuye de su valor inicial, puesto que la FEM almacenada en el condensador aumenta, ofreciendo creciente oposición a la FEM fija de la fuente.

La tensión es una función exponencial del tiempo durante el cual el condensador es cargado y viene dado por:

$$V_{(t)} = E\ (1 - e^{-t/RC})$$

donde
V(t) = FEM del condensador en t
E = potencial de la fuente que carga en voltios
t = tiempo en segundos desde el inicio de la corriente de carga.
e = base de los logaritmos neperianos 2,718
R = resistencia del circuito en ohmios
C = capacidad en faradios

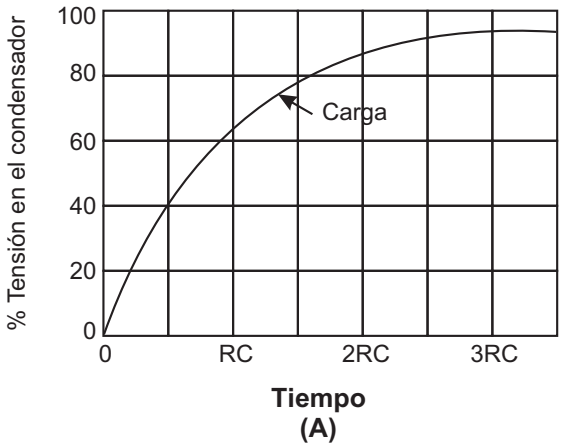
Teóricamente, el proceso de carga no termina nunca, pero, con el tiempo, la corriente de carga cae a un valor inmedible.

Cuando t = RC, la ecuación anterior nos da:

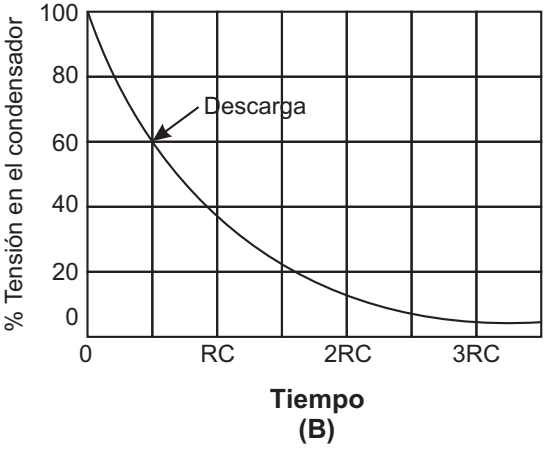
$$V_{(RC)} = E\ (1 - e^{-1}) \quad 0{,}632\ E$$

El producto de R en ohmios y C en faradios se llama constante de tiempo del circuito y es el tiempo en segundos que se precisa para cargar el condensador al 63,2 % de la tensión suministrada.

Después de dos veces la constante de tiempo (t = 2RC) el condensador se carga otro 63,2 % del 36 % restante de la tensión suministrada y la carga será del 86,5 %. Despué s de tres veces la constante de tiempo, el condensador alcanza el 95 % de la tensión aplicada y así sucesivamente, como se muestra en la curva de la figura A.



(A)



(B)

Si un condensador cargado se descarga a través de una resistencia, como se indica en la figura B, se aplica la misma constante de tiempo para la caída de tensión del condensador. Si no hubiera resistencia, el condensador se descargaría inmediatamente que se cerrara S. Sin embargo, la tensión del condensador no puede bajar a cero instantáneamente, puesto que R limita la circulación de corriente; por tanto, la tensión del condensador descenderá tan rápida como pueda eliminar su carga a través de R. Cuando el condensador se descarga a través de una resistencia, la constante de tiempo (calculada de la misma forma que antes) es el tiempo, en segundos, que tarda el condensador en perder el 63,2 % de su tensión, o sea para que la tensión descienda al 36,8 % de su valor inicial.

La tensión como función del tiempo de descarga del condensador se obtiene por:

$$V_{(t)} = E\ (e^{-t/RC})$$

donde
t =tiempo en segundos desde el inicio de la descarga

Desde el punto de vista constructivo, un condensador está constituido por dos placas conductoras separadas por un material dieléctrico. En su interior se establece un campo eléctrico, sin pérdida de energía, como consecuencia de la polarización dieléctrica (no confundir material aislante y dieléctrico, todos los dieléctricos son aislantes, pero no todos los aislantes son dieléctricos; los dieléctricos son materiales no conductores en los que resulta posible su polarización). La capacidad de un condensador va a depender del tamaño de sus placas, de la distancia que las separa y del material del que está formado el dieléctrico.

Igual que en las resistencias nos vamos a encontrar con condensadores:

- Condensadores fijos: su valor capacitivo no se puede alterar.

- Condensadores variables: se puede modificar su capacidad dentro de unos márgenes determinados.

Características técnicas

- **Capacidad nominal (C_n):** es la capacidad que se espera que tenga el condensador. Estos valores suelen corresponderse con valores normalizados de la serie E-12, aunque también se usan los de las series E-6 y E-24, que son los mismos que se dan para resistencias (ver series de valores normalizados para resistencias para las series citadas).

- **Tolerancia**: es la variación que puede presentar respecto al valor nominal del condensador dado por el fabricante. Se expresa en % y puede ser asimétrica (-a +b %).

- **Coeficiente de temperatura**: expresa la variación del valor del condensador con la temperatura. Se suele expresar en %/ºC (tanto por ciento por grado centígrado), o en ppm/ºC (partes por millón por grado centígrado).

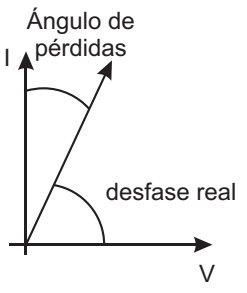
- **Tensión máxima de funcionamiento (V_n):** también llamada tensión nominal, es la máxima tensión continua o alterna eficaz que se le puede aplicar al condensador de forma continua y a una temperatura menor a la máxima de funcionamiento, sin que este sufra algún deterioro.

- **Tensión de pico (V_p):** máxima tensión que se puede aplicar durante un breve intervalo de tiempo. Su valor es superior a la tensión máxima de funcionamiento.

- **Corriente nominal (I_n):** es el valor continuo o eficaz de la corriente máxima admisible para una frecuencia dada en la que el condensador puede trabajar de forma continua y a una temperatura inferior a la máxima de funcionamiento.

- C**orriente de fugas (I_f):** pequeña corriente que hace que el condensador se descargue a lo largo del tiempo.

- **Factor de perdidas (tgÖ):** teóricamente cuando se aplica una tensión alterna a un condensador se produce un desfase de la corriente respecto a la tensión de 90º de adelanto, pero en la práctica esto no es así . La diferencia entre estos 90º y el desfase real se denomina ángulo de pérdidas.



CONDENSADORES FIJOS

Estos condensadores tienen una capacidad fija determinada por el fabricante y su valor no se puede modificar. Sus características dependen principalmente del tipo de dieléctrico utilizado, de tal forma que los nombres de los diversos tipos se corresponden con los nombres del dieléctrico usado.

De esta forma podemos distinguir los siguientes tipos:

- De papel
- Cerámicos.
- Plástico.
- Mica.
- Electrolíticos.
- De doble capa eléctrica.

Condensadores de Papel

Existen de dos tipos; de papel impregnado que tienen un dieléctrico de dos o más capas de papel de celulosa. Las armaduras están formadas por hojas de aluminio y sus hilos de conexión están soldados a delgadas chapas que también están enrolladas.

El otro tipo es el de papel metalizado, donde el dieléctrico también es papel sobre el que se vaporiza al vacío una delgada capa de Aluminio o Zinc. Con ellos se consiguen capacidades mayores en menores dimensiones que en los condensadores de papel impregnado. En la parte frontal del cilindro se inyecta una capa metálica que sirve de conexión para las placas y los hilos terminales.
Una gran ventaja de los condensadores de papel metalizado es su AUTORREGENERACION. Cuando se producen en ellos una perforación, la chispa provoca la vaporización en ese lugar de la delgada capa metálica conservando el dieléctrico en buenas condiciones evitándose así la destrucción del condensador. El tiempo de auto regeneración es aproximadamente 10 microsegundo.

Condensadores cerámicos

El dieléctrico utilizado por estos condensadores es la cerámica, siendo el material más utilizado el dióxido de titanio. Este material confiere al condensador grandes inestabilidades por lo que en base al material se pueden diferenciar dos grupos:

Grupo I: caracterizados por una alta estabilidad, con un coeficiente de temperatura bien definido y casi constante.

Grupo II: su coeficiente de temperatura no está prácticamente definido y además de presentar características no lineales, su capacidad varía considerablemente con la

temperatura, la tensión y el tiempo de funcionamiento. Se caracterizan por su elevada permitividad. Las altas constantes dieléctricas características de las cerámicas permiten amplias posibilidades de diseño mecánico y eléctrico.

CONDENSADORES DE PLÁSTICO

Estos condensadores se caracterizan por las altas resistencias de aislamiento y elevadas temperaturas de funcionamiento.
Según el proceso de fabricación podemos diferenciar entre los de tipo k y tipo MK, que se distinguen por el material de sus armaduras (metal en el primer caso y metal vaporizado en el segundo).

Según el dieléctrico usado se pueden distinguir estos tipos comerciales

KS: styroflex, constituidos por láminas de metal y poliestireno como dieléctrico.
KP: formados por láminas de metal y dieléctrico de polipropileno.
MKP: dieléctrico de polipropileno y armaduras de metal vaporizado.
MKY: dieléctrico de polipropileno de gran calidad y láminas de metal vaporizado.
MKT: láminas de metal vaporizado y dieléctrico de teraftalato de polietileno (poliéster).
MKC: makrofol, metal vaporizado para las armaduras y policarbonato para el dieléctrico.
A nivel orientativo estas pueden ser las características típicas de los condensadores de plástico:

TIPO	CAPACIDAD	TOLERANCIA	TENSIÓN	TEMPERATURA
KS	2pF-330nF	+/-0,5% +/-5%	25V-630V	-55ºC-70ºC
KP	2pF-100nF	+/-1% +/-5%	63V-630V	-55ºC-85ºC
MKP	1,5nF-4700nF	+/-5% +/-20%	0,25KV-40KV	-40ºC-85ºC
MKY	100nF-1000nF	+/-1% +/-5%	0,25KV-40KV	-55ºC-85ºC
MKT	680pF-0,01mF	+/-5% +/-20%	25V-630V	-55ºC-100ºC
MKC	1nF-1000nF	+/-5% +/-20%	25V-630V	-55ºC-100ºC

CONDENSADORES DE MICA

El dieléctrico utilizado en este tipo de condensadores es la mica o silicato de aluminio y potasio y se caracterizan por bajas pérdidas, ancho rango de frecuencias y alta estabilidad con la temperatura y el tiempo.

CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS

En estos condensadores una de las armaduras es de metal mientras que la otra está constituida por un conductor iónico o electrolito. Presentan unos altos valores capacitivos con relación al tamaño y en la mayoría de los casos aparecen polarizados.
Podemos distinguir dos tipos:

- Electrolíticos de aluminio: la armadura metálica es de aluminio y el electrolito de tetraborato armónico.

- Electrolíticos de tántalo: el dieléctrico está constituido por óxido de tántalo y nos encontramos con mayores valores capacitivos que los anteriores para un mismo tamaño. Por otra parte las tensiones nominales que soportan son menores que los de aluminio y su coste es algo más elevado.

Los condensadores electrolíticos de aluminio se componen de un cilindro de dos tiras de aluminio con papel como capa intermedia, una de las tiras de aluminio, el polo positivo (ánodo) suele ser áspera, con lo que se consigue una gran capacidad. La otra tira de aluminio sirve de contacto con el electrólito. El papel esta impregnado con el electrólito, el cual constituye el polo negativo (cátodo).

El cilindro del condensador electrolítico se monta en un recipiente de aluminio. Para la formación se aplica a ambos electrodos una tensión continua, con lo que se forma sobre el ánodo una delgada capa de óxido alumínico que hace de dieléctrico.
El condensador electrolítico polarizado sólo debe conectarse a una tensión continua con la polaridad indicada, caso contrario se descompone la capa de óxido del ánodo. Además se desprende tanto calor y gases que el condensador se destruye.

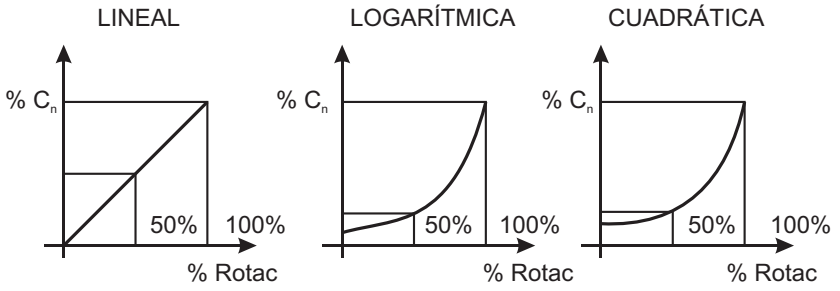
El condensador electrolítico de tántalo se compone de una hoja de tántalo que hace de ánodo y esta arrollada con otra hoja que hace de cátodo y con un soporte separador poroso. El rollo se impregna con electrolito, se monta en un recipiente y se cierra herméticamente.
Durante la formación se produce por oxidación sobre el ánodo una capa de pentóxido de tántalo que hace de dieléctrico.

Condensadores de doble capa eléctrica

Estos condensadores también se conocen como super condensadores o CAEV debido a la gran capacidad que tienen por unidad de volumen. Se diferencian de los condensadores convencionales en que no usan dieléctrico por lo que son muy delgados. Las características eléctricas más significativas desde el punto de su aplicación como fuente acumulada de energía son: altos valores capacitivos para reducidos tamaños, corriente de fugas muy baja, alta resistencia serie, y pequeños valores de tensión.

CONDENSADORES VARIABLES

Estos condensadores presentan una capacidad que podemos variar entre ciertos lí mites. Igual que pasa con las resistencias podemos distinguir entre condensadores variables, su aplicación conlleva la variación con cierta frecuencia (por ejemplo sintonizadores); y condensadores ajustables o trimmers, que normalmente son ajustados una sola vez (aplicaciones de reparación y puesta a punto).
La variación de la capacidad se lleva a cabo mediante el desplazamiento mecánico entre las placas enfrentadas. La relación con que varían su capacidad respecto al ángulo de rotación viene determinada por la forma constructiva de las placas enfrentadas, obedeciendo a distintas leyes de variación, entre las que destacan la lineal, logarítmica y cuadrática corregida.



Son de dos tipos: Los condensadores giratorios y los condensadores ajustables (Trimmers).

LOS CONDENSADORES GIRATORIOS

Los condensadores se componen generalmente de un conjunto de placas metálicas fijo y otro giratorio, el dieléctrico suele ser el aire, las placas de los distintos condensadores pueden tener secciones diferentes. Estos condensadores se emplean sobre todo en la técnica de radio y televisión para sintonizar los circuitos oscilantes.

Capacidades : 10 a 1000 pF
Tensiones : 400 v a 2500 v
Tolerancia : ± 5% a; ± 10%

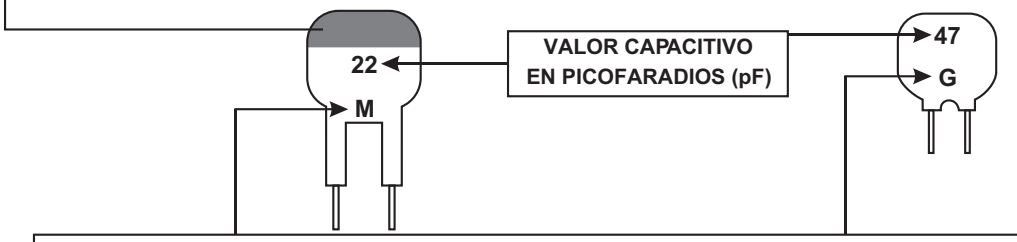
2.5.2 Los condensadores ajustables

Son condensadores con armaduras metálicas unos fijos y otros móviles, dentro de los cuales se ubica un dieléctrico de discos cerámicos, poli estireno o mica, también se le llama trimmer y se utiliza generalmente en circuitos impresos; sirven para ajustar una vez la capacidad y lograr un ajuste de precisión en circuitos electrónicos diversos.

IDENTIFICACIÓN DE CONDENSADORES

CONDENSADORES CERÁMICOS TIPO PLACA

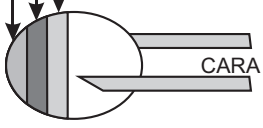
COEFICIENTE TEMPERATURA p.p.m. ºC											
Color	Rojo + Violeta (oro)	Gris Oscuro	Negro	Marrón	Rojo oscuro	Rojo claro	Naranja	Verde oscuro	Azul claro	Violeta	Azul oscuro
Coeficiente (x10^{-6})	+100	+33	0	+33	-47	-75	-220	-330	-475	-750	-1500



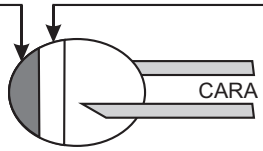
TOLERANCIA													
Letra	B	C	D	F	G	H	J	K	M	P	R	S	Z
C<10 pF (+/-pF)	0,1	0,25	0,5	1	2								
C>=10 pF (+/ - %)			0,5	1	2	2,5	5	10	20	-0 +100	-20 +30	-20 +50	-20 +80

CONDENSADORES CERÁMICOS TIPO DISCO

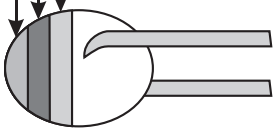
VALOR CAPACITIVO EN PICOFARADIOS (pF)										
Primer color 1ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Segundo color 2ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Tercer color 3ª Cifra	Negro (1)	Marrón (10)	Rojo (100)	Naranja (1000)	Amarillo (10000)	Verde (100000)	Azul -	Violeta (0,001)	Gris (0,01)	Blanco (0,1)



COEFICIENTE TEMPERATURA p.p.m. ºC											
Color	Rojo + Violeta (oro)	Gris Oscuro	Negro	Marrón	Rojo oscuro	Rojo claro	Naranja	Verde oscuro	Azul claro	Violeta	Azul oscuro
Coeficiente (x10^{-6})	+100	+33	0	+33	-47	-75	-220	-330	-475	-750	-1500



TOLERANCIA										
C < 10 pF (+/-pF)	Negro (2)	Marrón (0,01)	—	—	—	Verde (0,1)	—	—	Gris (0,25)	Blanco (1)
C < 10 pF (+/-%)	Negro (20)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	—	Verde (5)	—	—	—	Blanco (10)



VALOR CAPACITIVO EN PICOFARADIOS (pF)										
Primer color 1ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Segundo color 2ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Tercer color 3ª Cifra	Negro (1)	Marrón (10)	Rojo (100)	Naranja (1000)	Amarillo (10000)	Verde (100000)	Azul -	Violeta (0,001)	Gris (0,01)	Blanco (0,1)

CONDENSADORES CERÁMICOS TUBULARES

CÓDIGO DE COLORES

VALOR CAPACITIVO EN PICOFARADIOS (pF)										
Primer color 1ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Segundo color 2ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Tercer color 3ª Cifra	Negro (1)	Marrón (10)	Rojo (100)	Naranja (1000)	Amarillo (10000)	Verde (100000)	Azul -	Violeta (0,001)	Gris (0,01)	Blanco (0,1)



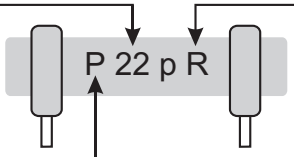
TOLERANCIA										
C < 10 pF (+/-pF)	Negro (2)	Marrón (0,01)	—	—	—	Verde (0,1)	—	—	Gris (0,25)	Blanco (1)
C < 10 pF (+/-%)	Negro (20)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	—	Verde (5)	—	—	—	Blanco (10)

COEFICIENTE TEMPERATURA p.p.m. ºC											
Color	Rojo + Violeta (oro)	Gris Oscuro	Negro	Marrón	Rojo oscuro	Rojo claro	Naranja	Verde oscuro	Azul claro	Violeta	Azul oscuro
Coeficiente (x10^{-6})	+100	+33	0	+33	-47	-75	-220	-330	-475	-750	-1500

CÓDIGO DE MARCAS

TOLERANCIA												
Letra	B	C	D	F	G	H	J	K	M	P	R	S	Z
C<10 pF (+/-pF)	0,1	0,25	0,5	1	2								
C>=10 pF (+/ - %)			0,5	1	2	2,5	5	10	20	-0 +100	-20 +30	-20 +50	-20 +80

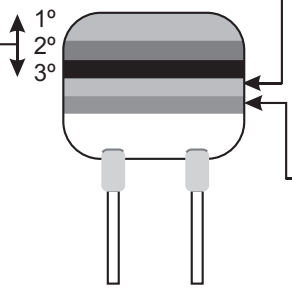
VALOR CAPACITIVO EN PICOFARADIOS (pF)



COEFICIENTE DE TEMPERATURA p.p.m. ºC										
Letra	A	C	H	L	P	R	S	T	U	W
Coeficiente (x10^{-6})	+100	0	-33	-75	-150	-220	-330	-470	-750	-1500

CONDENSADORES DE PLASTICO

CÓDIGO DE COLORES



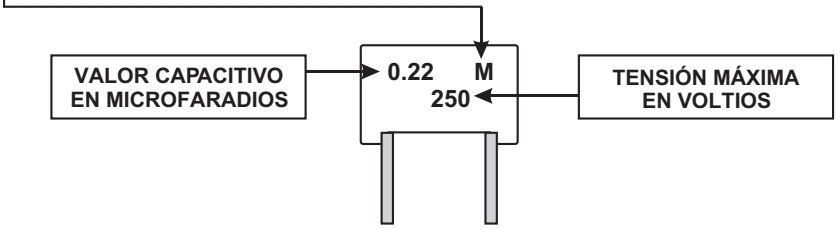
TOLERANCIA										
C < 10 pF (+/-pF)	Negro (2)	Marrón (0,01)	—	—	—	Verde (0,1)	—	—	Gris (0,25)	Blanco (1)
C < 10 pF (+/-%)	Negro (20)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	—	Verde (5)	—	—	—	Blanco (10)

TENSIÓN MÁXIMA V_{cc}			
ANILLO DE COLOR			
COLOR	Rojo	Amarillo	Azul
V	250	400	630

VALOR CAPACITIVO EN PICOFARADIOS (pF)										
Primer color 1ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Segundo color 2ª Cifra	Negro (0)	Marrón (1)	Rojo (2)	Naranja (3)	Amarillo (4)	Verde (5)	Azul (6)	Violeta (7)	Gris (8)	Blanco (9)
Tercer color 3ª Cifra	Negro (1)	Marrón (10)	Rojo (100)	Naranja (1000)	Amarillo (10000)	Verde (100000)	Azul -	Violeta (0,001)	Gris (0,01)	Blanco (0,1)

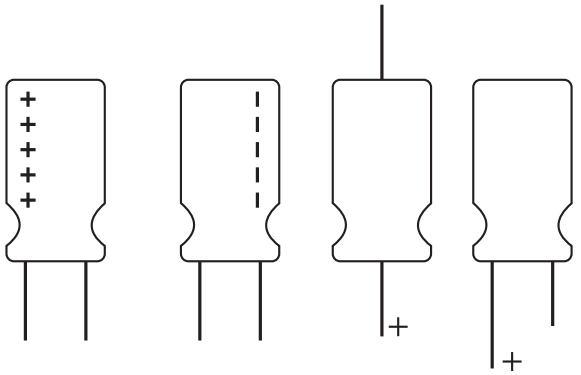
CÓDIGO DE MARCAS

	TOLERANCIA												
Letra	B	C	D	F	G	H	J	K	M	P	R	S	Z
C<10 pF (+/-pF)	0,1	0,25	0,5	1	2								
C>=10 pF (+/ - %)			0,5	1	2	2,5	5	10	20	-0 +100	-20 +30	-20 +50	-20 +80



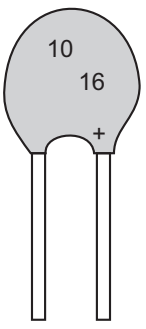
CONDENSADORES ELECTROLÍTICO

Estos condensadores siempre indican la capacidad en microfaradios y la máxima tensió n de trabajo en voltios. Dependiendo del fabricante también pueden venir indicados otros parámetros como la temperatura y la máxima frecuencia a la que pueden trabajar. Tenemos que poner especial atención en la identificación de la polaridad. Las formas más usuales de indicación por parte de los fabricantes son las siguientes:



CONDENSADORES DE TANTALO

Actualmente estos condensadores no usan el código de colores (los más antiguos, sí). Con el código de marcas la capacidad se indica en microfaradios y la máxima tensión de trabaja en voltios. El terminal positivo se indica con el signo +:

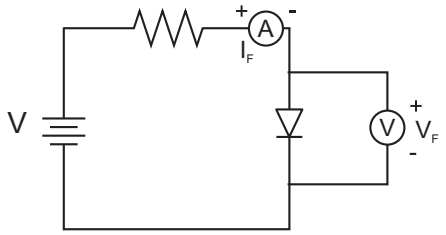


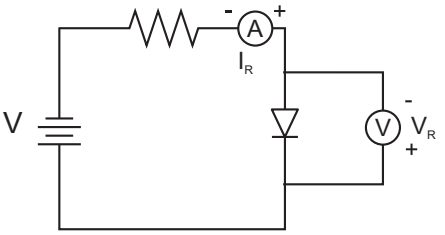
Existe mucha variedad de capacitores a lo que a tipos se refiere. Existen los cerámicos, que están construidos normalmente por una base tubular de dicho material con sus superficies interior y exterior metalizadas con plata, sobre las cuales se encuentran los terminales del mismo. Se aplican tanto en bajas como en altas frecuencias.

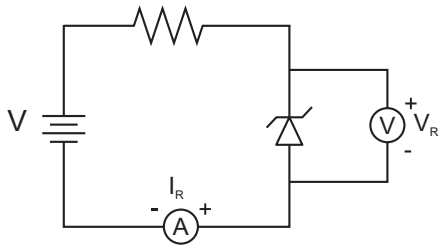
Otro tipo es el de plástico, que está fabricado con dos tiras de poliéster metalizado en una cara y arrolladas entre sí. Este tipo de capacitor se emplea a frecuencias bajas o medias. Con este tipo de capacitor se pueden conseguir capacidades elevadas a tensiones de hasta 1.000 V.

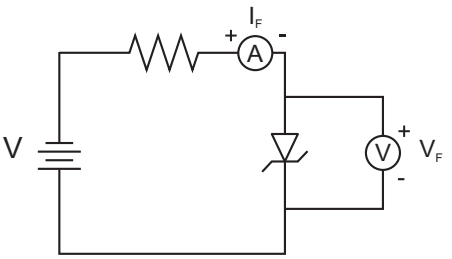
También existen capacitores electrolíticos, los cuales presentan la mayor capacidad de todos para un determinado tamaño. Pueden ser de aluminio o de tántalo. Los primeros están formados por una hoja de dicho metal recubierta por una capa de óxido de aluminio que actúa como dieléctrico, sobre el óxido hay una lámina de papel embebido en un líquido conductor llamado electrolito y sobre ella una segunda lámina de aluminio. Son de polaridad fija, es decir que solamente pueden funcionar si se les aplica la tensión continua exterior con el positivo al ánodo correspondiente. Son usados en baja y media frecuencia.

Los capacitores electrolíticos de tántalo son muy similares a los de aluminio.









N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montar circuito diodo semiconductor	01 diodo 1N 4004 01 diodo 1N 4007 01 diodo 1N 4148 01 diodo zener 5,1v 02 multímetro digital 01 Protoboard 01 resistencia de 1k Cables y conectores 01 fuente de alimentación
02	Montar circuito con diodo zener	

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		MEDICIONES EN EL DIODO SEMICONDUCTOR	HT 05	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: MONTAR CIRCUITO CON DIODO SEMICONDUCTOR

En esta operación se observarán las características del diodo semiconductor.

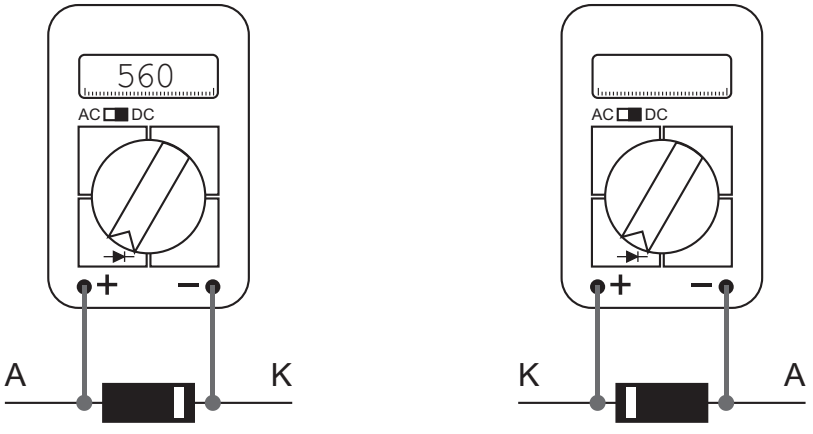
Paso 1: Identificar diodo semiconductor

Leer el código de cada diodo y buscar sus características en el manual de reemplazos (ECG o NTE) y llenar el cuadro adjunto.

Diodo	I	V	Aplicación
1N4004			
1N4007			
1N4148			

Paso 2: Verificar estado de diodo semiconductor

- Colocar el selector del multímetro digital en la posición para medir diodos " ".
- Conectar los terminales del multímetro en paralelo con el diodo y luego cambiar la posición de los terminales del multímetro.
- En una posición el multímetro indicará baja resistencia (400 700) yen la otra posición indicará un valor extremadamente alto.

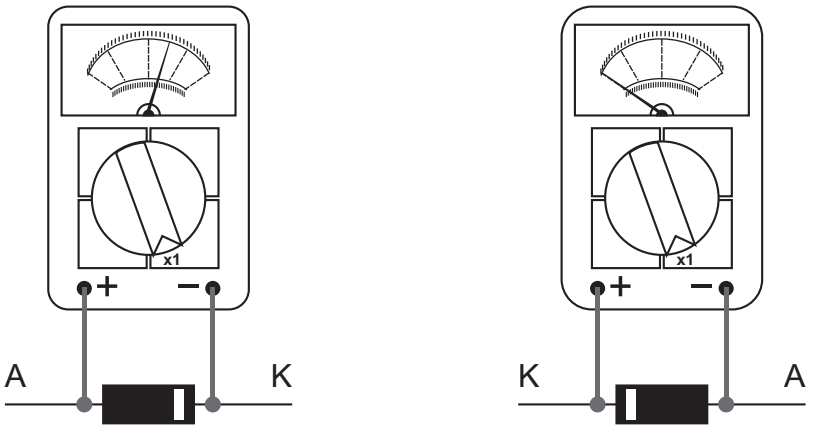


Observación:

Cuando el multímetro indica baja resistencia el terminal negatico esta conectado al cátodo del diodo

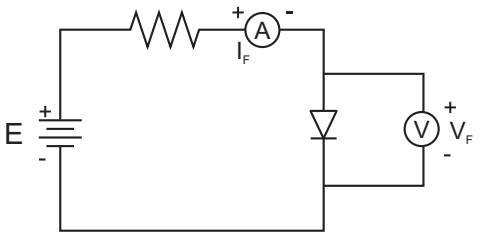
Observación:

Cuando se emplea un multímetro con indicador de aguja, el selector se coloca en la posición "x1" y se hace la misma prueba que con el multímetro digital, con la diferencia que con el multímetro indica baja resistencia, el terminal rojo esta conectado al cátodo del diodo.



Paso 3: Graficar la curva característica del diodo

- Armar el circuito mostrado, empleando un multímetro como amperímetro y el otro multímetro como voltímetro.

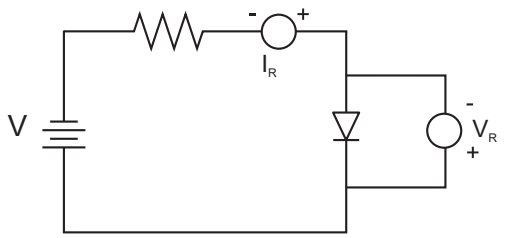


- Varía el voltaje de la fuente de alimentación (E) con los valores que indica la tabla 1 y anotar sus valores.

E(V)	I_F	V_F
0		
0,5		
2,0		
4		
6		
8		
10		
12		
15		

Tabla 1

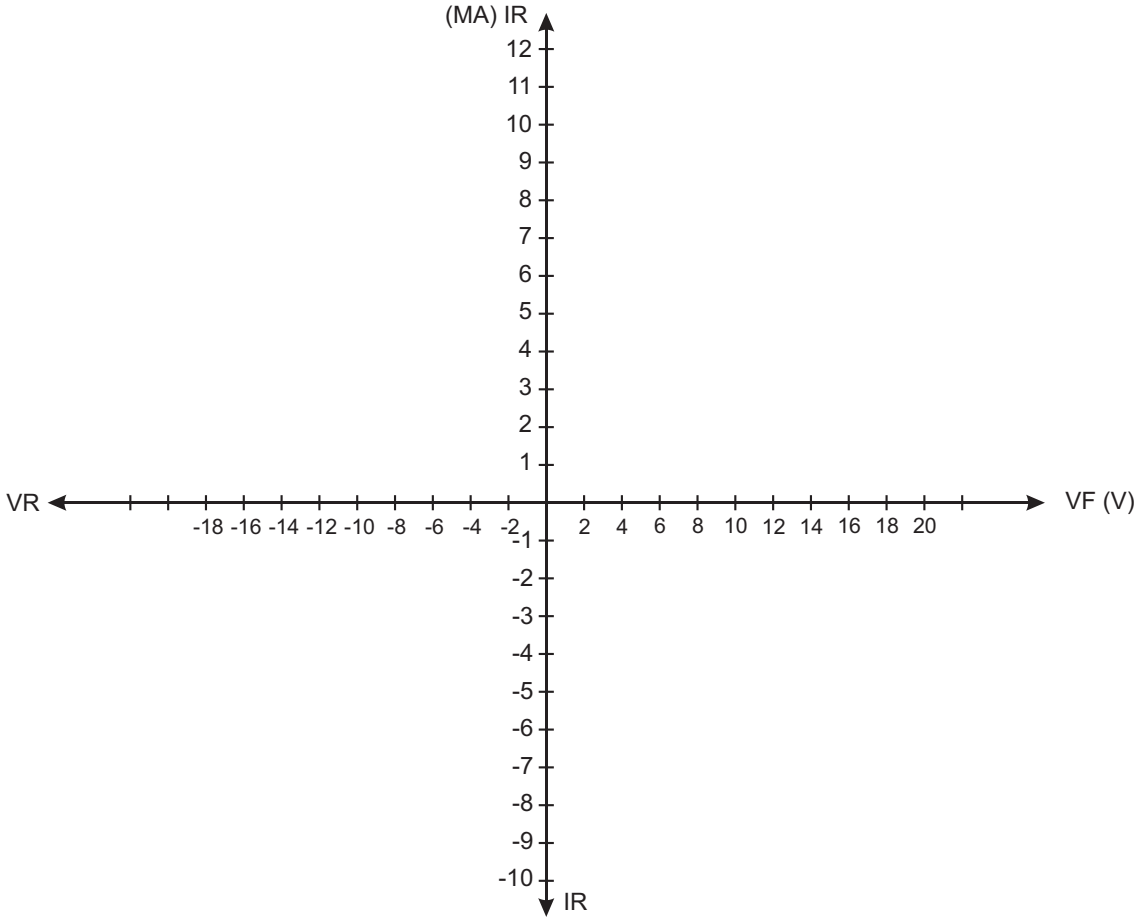
- Invertir la fuente de alimentación como indica la figura.



- Variar el voltaje de la fuente de alimentación con los valores que indica la tabla 2 y anotar los valores.

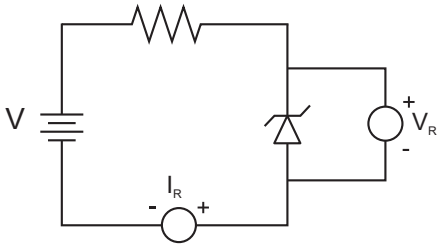
E(V)	I_R	V_R
-14		
-5		
-10		
-15		

- Graficar en un solo gráfico los valores de la tabla 1 y 2



OPERACIÓN: MONTAR CIRCUITO CON DIODO ZENER

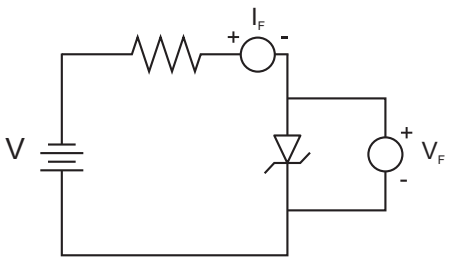
Armar el circuito de la figura, variar el voltaje de la fuente como indica la tabla 1 y anotar los valores de la corriente y voltaje.



E(V)	I_R	V_R
0		
1		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
15		

Tabla 1

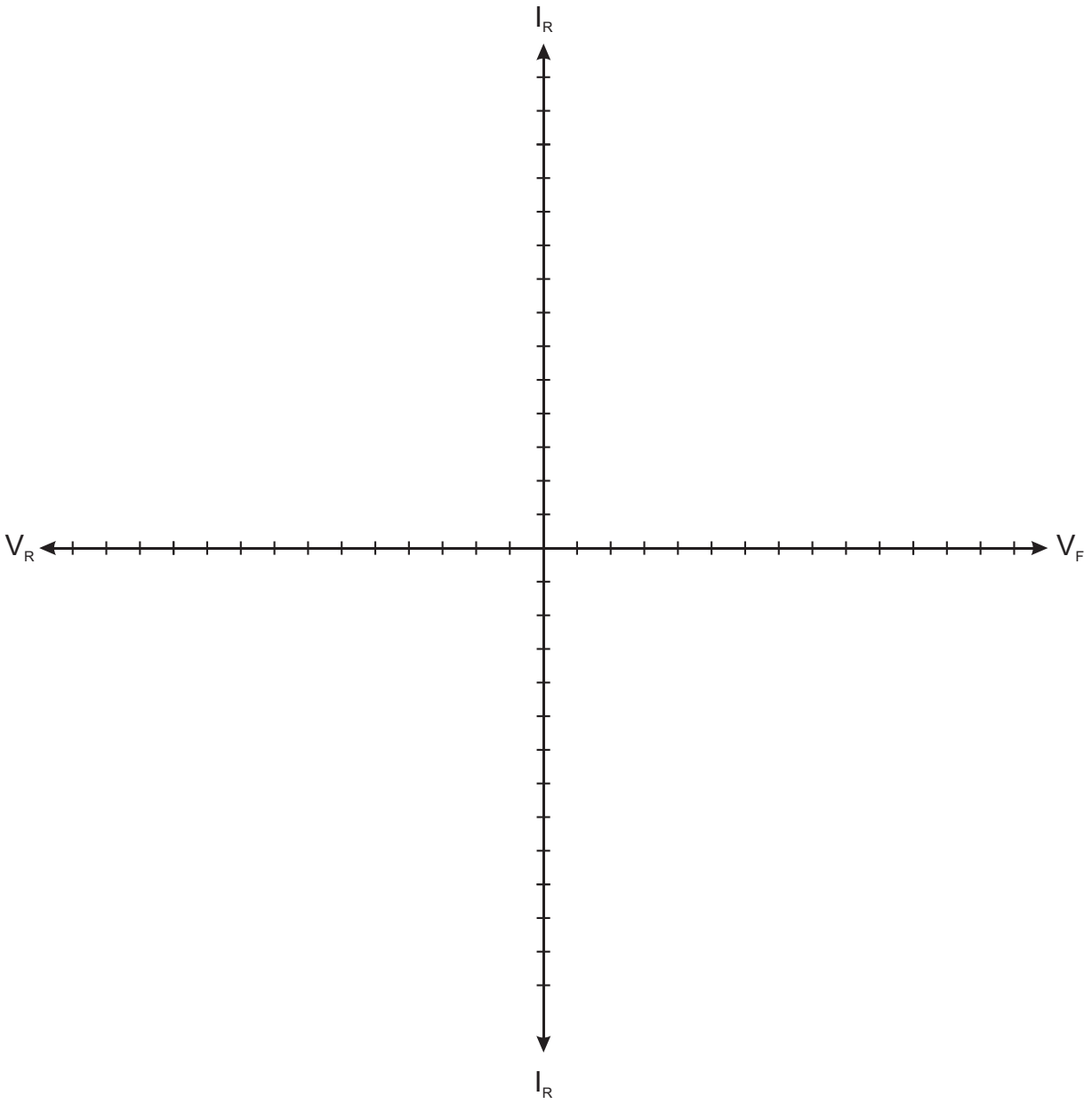
Armar el circuito de la figura, variar el voltaje como indica la tabla 2 y anotar los valores de la corriente y el voltajes.



E(V)	I_F	V_F
0		
1		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
15		

Tabla 2

Graficar los valores de la tabla 1 y 2.



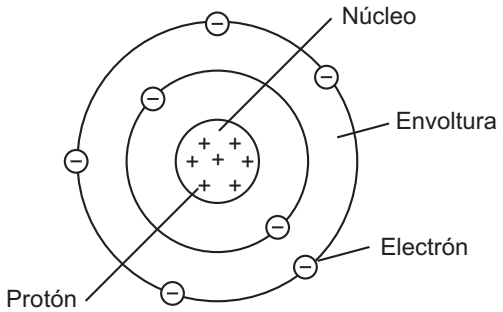
DIODO SEMICONDUCTOR

SEMICONDUSCTORES

El átomo

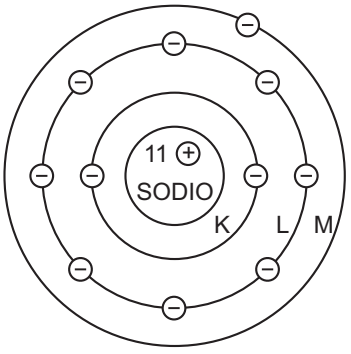
Es la más pequeña partícula de un elemento y que aun mantiene las características químicas de éste.

La constitución del átomo, refiriéndose al aspecto eléctrico, consta de un determinado número de protones con carga positiva en el núcleo y una cantidad igual de electrones, con carga negativa, girando en diferentes órbitas en el espacio, que reciben el nombre de envoltura, como se muestra en la siguiente figura.

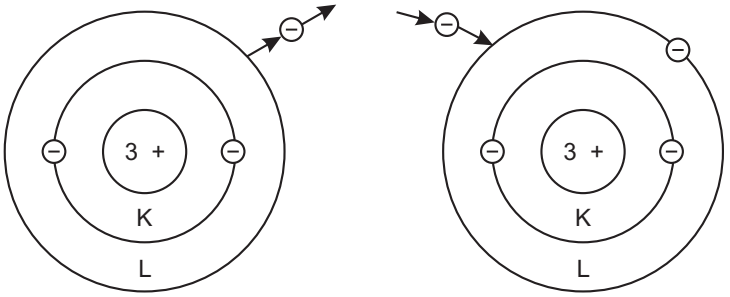


Cada cuerpo simple se diferencia de los demás en el número de electrones y protones que contienen.

Los electrones giran en órbitas casi elípticas, en cada una de las cuales y según su proximidad al núcleo solo pueden existir un número máximo de electrones. Así, en la 1° órbita mas cercana al núcleo, llamada órbita K, caben com máximo dos electrones; en la 2° o L caben 8; en la 3°, 18 en la 4°, 32..... De esta forma , el átomo del cuerpo simple llamado Sodio, que contiene en su núcleo 11 protones, dispone de 3 órbitas para sus 11 electrones; es decir que los electrones van llenando las órbitas hasta su capacidad máxima, comenzando por la primera conforme se muestra en la siguiente fig.



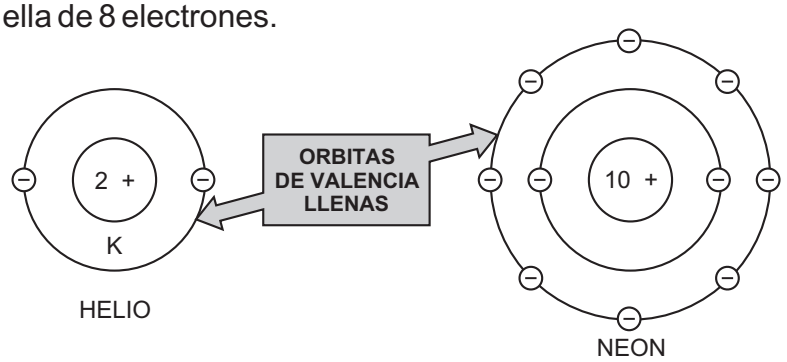
Los átomos de los elementos imples cuando están completos son neutros, puesto que contienen igual cantidad de electrones que de protones;, pero dado que los electrones de la última órbita son los más alejados del núcleo y perciben menos su fuerza de atracción, pueden salirse de dicha órbita, denominada «periférica» o de «valencia ». Estos átomos, a los que se les ha desprovisto de algún electrón o lo han capturado en su última órbita, se les denomina iones, y pueden ser iones positivos o iones negativos como se muestra en la fig. siguiente



ION POSITIVO ION NEGATIVO

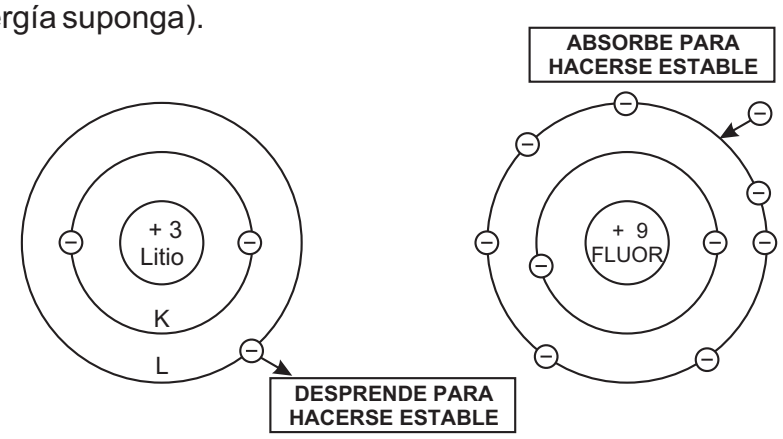
Los átomos atendiendo al número de electrones que poseen en la órbita periférica se clasifican en estables e inestables.

Se llama átomo estable el que tiene completa de electrones su última órbita o al menos dispone en ella de 8 electrones.



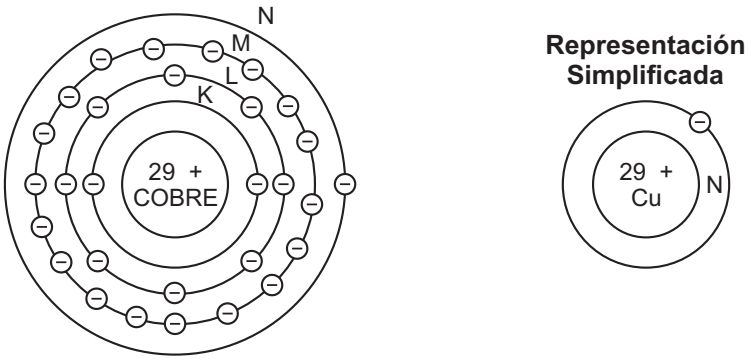
HELIO NEON

Los átomos « inestables», que son los que no tienen llena su órbita periférica ni tampoco 8 electrones en ella, tienen una gran propensión a convertirse en estables, bien deprendiendo los electrones de valencia o bien absorbiendo del exterior electrones libres hasta completar la última órbita; (en cada caso realizaran lo que menos energía suponga).



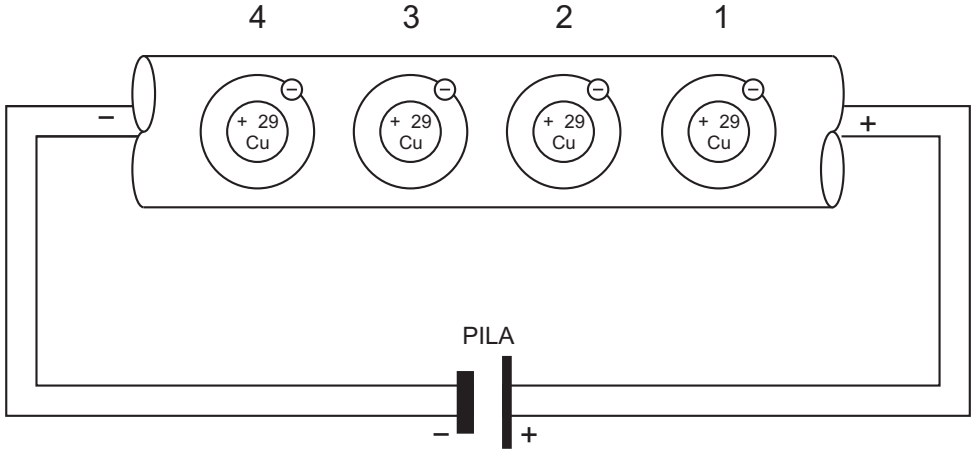
Cuerpos Conductores

Los cuerpos conductores son aquellos cuyos átomos permiten fácilmente el paso de electrones a su través. El átomo de cobre, que posee 29 electrones y 29 protones, disponiendo de un solo electrón en su 4° órbita, N será por tanto un átomo inestable y tendrá una gran tendencia a desprenderse del electrón de la última órbita.

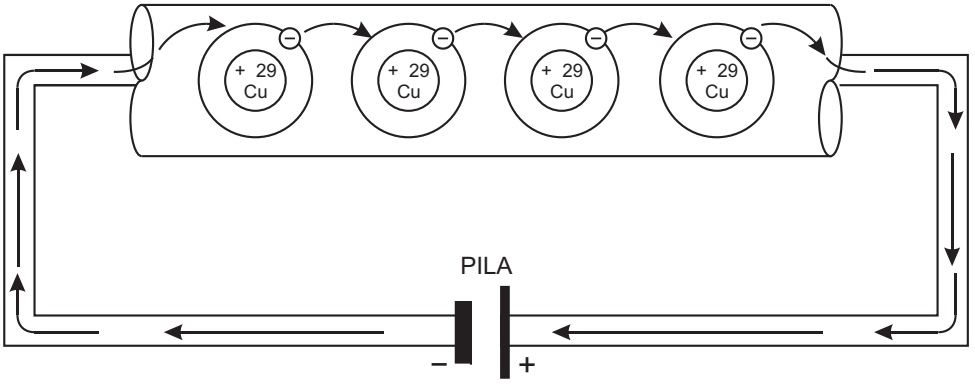


Átomo de Cobre

Al aplicar una diferencia de potencial a un conductor de cobre (Cu), el terminal positivo atrae fácilmente electrones de los átomos de Cu cercanos y que están deseando soltarlos para hacerse estables, mientras que estos mismos átomos, al quedar cargados positivamente, absorben electrones de los átomos conectados al terminal negativo, habiendo perdido su electrón periférico, lo recuperan de dicho terminal, que se los proporciona. Por ejemplo, supongamos que el cable posea sólo 4 átomos, según se muestra en la fig. siguiente.



El átomo N°1 desprende fácilmente su electrón periférico al ser atraído por el borde positivo de la pila. Al mismo tiempo, dicho átomo queda cargado positivamente y absorbe el electrón periférico del átomo N°2; éste lo absorbe del N°3; éste del N°4; y este último recibe el electrón periférico que, habiendo salido del átomo N°1, la pila traslada hasta el borne negativo, como se presenta en la fig. siguiente.



La posibilidad que tiene los átomos de Cu, dada su inestabilidad, de desprender sus electrones periféricos, intercambiándoselos, constituye su buena conductibilidad.

Cuerpos aislantes

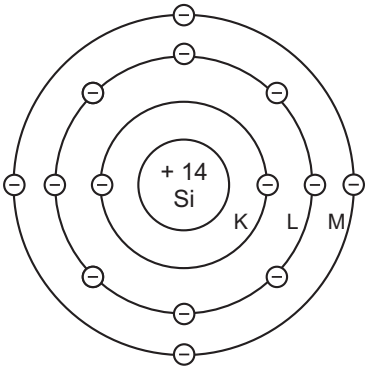
Son los que no permiten el paso e intercambio de electrones periféricos, siendo sus átomos normalmente estables. Entre los elementos naturales los mejores aislantes vienen a ser los gases inertes.

Cuerpos semiconductores:

Mientras que los cuerpos buenos conductores ofrecen escasa resistencia al paso de los electrones y los aislantes la ofrecen elevadísima, los semiconductores presentan una resistencia intermedia entre ambos extremos.

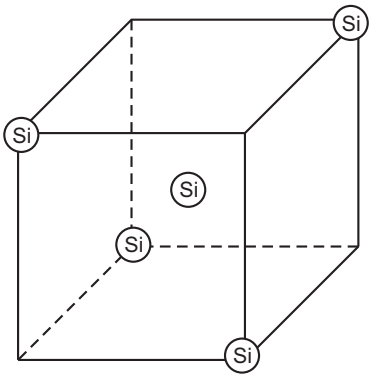
Semiconductores intrínsecos

Son los elementos puros como el silicio y el germanio. El silicio como se indica en la fig. consta de 14 electrones y 14 protones.



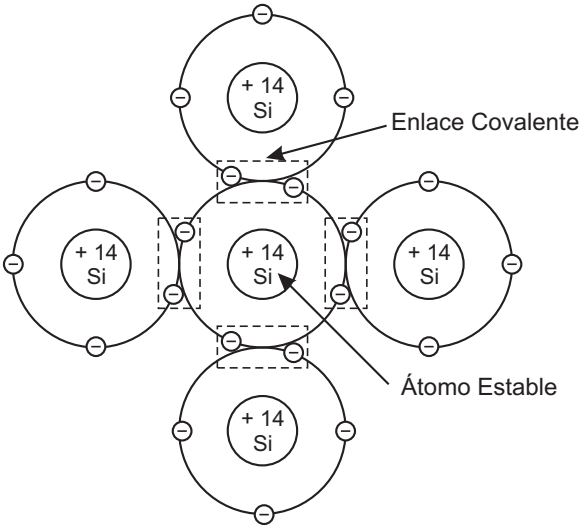
La característica fundamental de los cuerpos semiconductores es la de poseer 4 electrones en su órbita de valencia. Con esta estructura el átomo es inestable, para hacerse estable se presenta un dilema: «Le cuesta lo mismo desprender los 4 electrones periféricos y quedarse sin una órbita, que absorber otros 4 electrones para hacerse estable al tener la órbita de

valencia 8 electrones». En estas especiales circunstancias, ciertos elementos como el silicio y el germanio agrupan sus átomos de modo muy particular, formando una estructura reticular en la que cada átomo queda rodeado por otros 4, como se indica en la fig. siguiente.

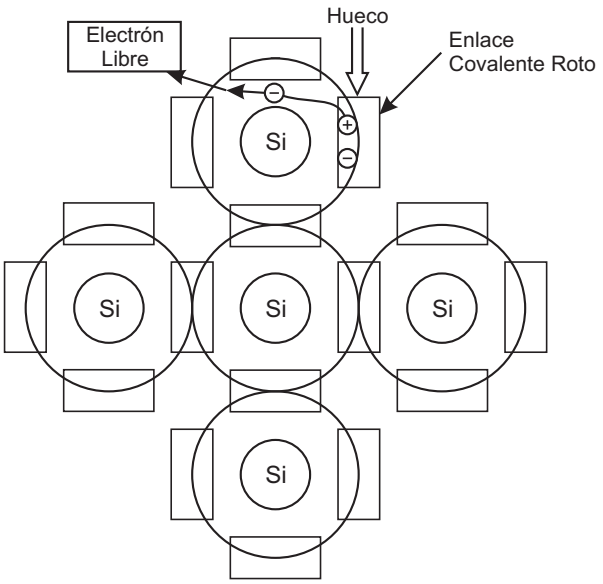


Cada átomo de silicio (Si) ocupa siempre el centro de un cubo que posee otros 4 átomos de silicio en cuatro de sus vértices. Esta estructura cristalina obliga al átomo a estar rodeado por otros 4 iguales, propiciando la formación de los llamados «enlaces covalentes», que de una forma simple consisten en la participación de cada electrón en dos átomos contiguos, algo así como si cada electrón periférico de cada átomo sirviese no sólo al que pertenece, sino también al contiguo.

Como se observa en la fig. siguiente; de esta forma el átomo se hace estable, pues se comporta como se tuviese 8 electrones periféricos.



A - 273°C, o sea O°Kelvin, la formación de los enlaces covalentes es perfecta y la estructura es completamente estable comportandose como un cuerpo aislante, pero a medida que se eleva la temperatura aumenta la agitación térmica, con lo que algunos eléctricos periféricos salen de su órbita rompiendo el enlace covalente. Cuanto más alta es la temperatura, mayor es la agitación y el número de enlaces covalentes rotos, junto con la cantidad de electrones libres. La salida de un electrón del enlace covalente deja en éste un« hueco», al que se le tratará como si fuese una carga positiva, una representación de la rotura de estos enlaces se puede observar en el siguiente gráfico.



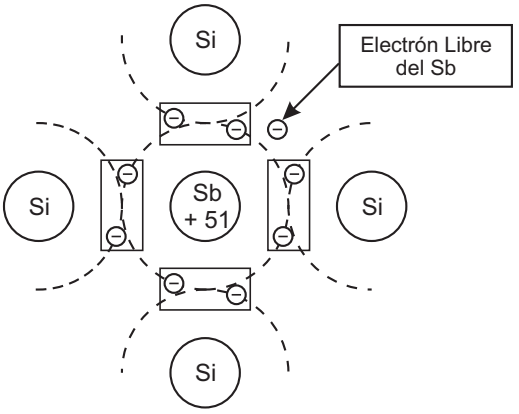
En estas condiciones, a una determinada temperatura habrá dentro de la estructura cristalina una cierta cantidad de electrones libres y la misma de huecos. Concretamente a la temperatura de 17 °C el germanio (Ge) tiene una concentración aproximada de 1013 huecos o electrones libras por cm. 3, y el silicio sólo 1010, por tener menos órbitas y estar la periférica por lo tanto más cerca del núcleo y más atraídos sus electrones por él.

Semiconductores extrínsecos

La constitución de los enlaces covalentes en los átomos de silicio y germanio hacen que estos se comporten como átomos estables de 8 electrones periféricos, no obstante estos enlaces se debilitan y pierden electrones en función de la temperatura, y al aplicar una diferencia de potencial a un semiconductor intrínseco se consigue el paso de una débil corriente, pero que, dado su escaso valor no es útil (por eso, para la fabricación de los diferentes tipos de semiconductor se utilizan los «extrínsecos» que son los mismos intrínsecos a los cuales se les ha añadido «impurezas».

Semiconductor extrínseco de tipo **N**

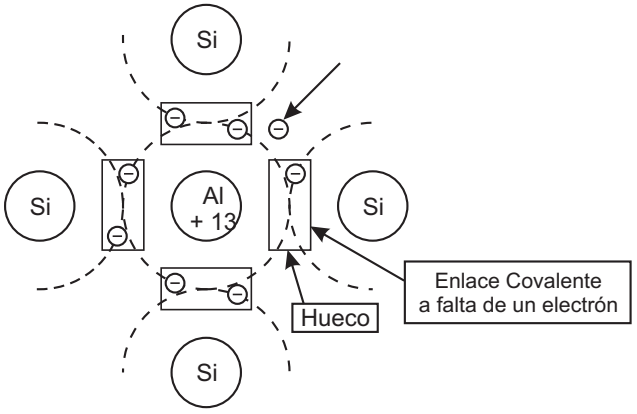
El semiconductor extrínseco de tipo. Por ejemplo el átomo de antimonio (Sb) tiene en su órbita de valencia 5 electrones (pentavalente), si a la estructura ya conocida del semiconductor intrínseco se le añade átomos de (Sb) en relación de 1por 1000000. Estos átomos se asientan en la estructura cristalina quedando rodeado por 4 átomos de semiconductor intrínseco que tratan de formar con él los 4 enlaces covalentes para la estabilización.



El átomo de Sb después de cumplir con los 4 enlaces covalentes le sobra un electrón que tiende a salirse de su órbita para que el átomo quede estable. Por cada átomo de impurezas añadido aparece un electrón libre en la estructura.

Semiconductor extrínseco de tipo **P**

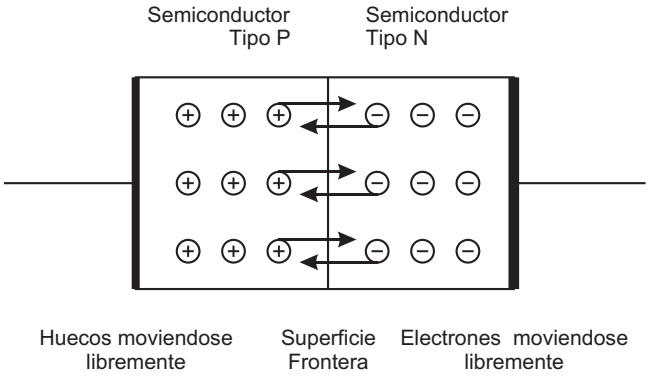
Este tipo de semiconductor se forma añadiendo impurezas trivalentes (B, Al, Ga, In) al semiconductor intrínseco. Al entrar estas impurezas a formar parte de la estructura cristalina (un átomo de impurezas por cada millón de átomo de semiconductor), quedan rodeados por 4 átomos de Si o Ge formando con 3 de ellos enlaces covalentes y dejando uno sin formarlo a falta de un electrón, quedando un hueco como se muestra en la siguiente fig.



Por cada átomo de impureza trivalente que se añade al semiconductor intrínseco aparece en la estructura un hueco, como en este semiconductor hay mayor número de cargas positivas o huecos se les llama «portadores mayoritarios» siendo los electrones los «portadores minoritarios».

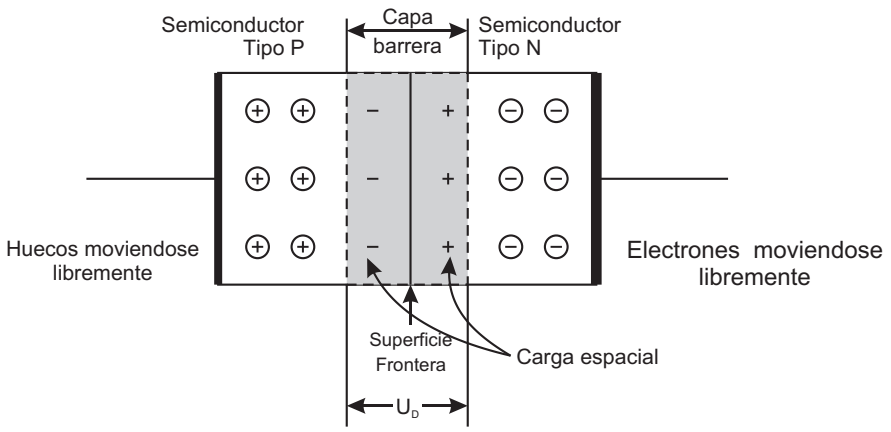
Unión del semiconductor **P** con el **N**

Al colocar una parte del semiconductor de tipo **P** unido a otra parte de semiconductor de tipo **N** debido a la ley de la difusión los electrones de la zona **N**, tienden a dirigirse a la zona **P,** sucediendo lo contrario con los huecos que tratan de dirigirse de la zona **P** a la **N**.



Al encontrarse un electrón con un hueco desaparece el electrón libre, que pasa a ocupar el lugar del hueco y por lo tanto también desaparece este último, formandose en dicha zona de unión una estructura estable y neutra.

La zona **N** que en un principio era neutra y al unirlo a la zona **P** pierde electrones, cada vez va siendo más positiva,,mientras que la zona **P** al perder huecos, se hace cada vez más negativa. En consecuencia entre las zonas **P** y **N** aparece una diferencia de potencial separada por la zona de unión que es neutra, a la cual se le llama «barrera de potencial», esta barrera de potencial se opone a la ley de la difusión ya que el potencial positivo creado en la zona **N** repele a los huecos que se acercan de **P** y el potencial negativo de la zona **P** repele a los electrones de la zona **N**.

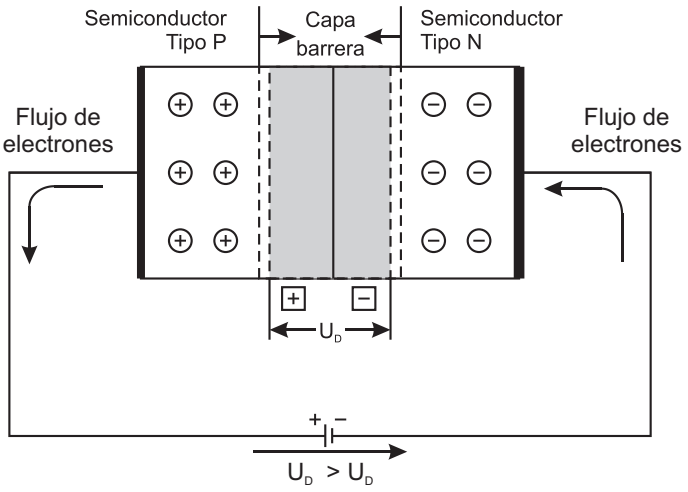


Diodos semiconductores

Son dispositivos electrónicos formado por la unión de un material semiconductor del tipo **P** con otro del tipo **N** y tiene como características el de ofrecer una baja resistencia al paso de la corriente en un sentido y una alta resistencia al paso de la misma en el sentido contrario.

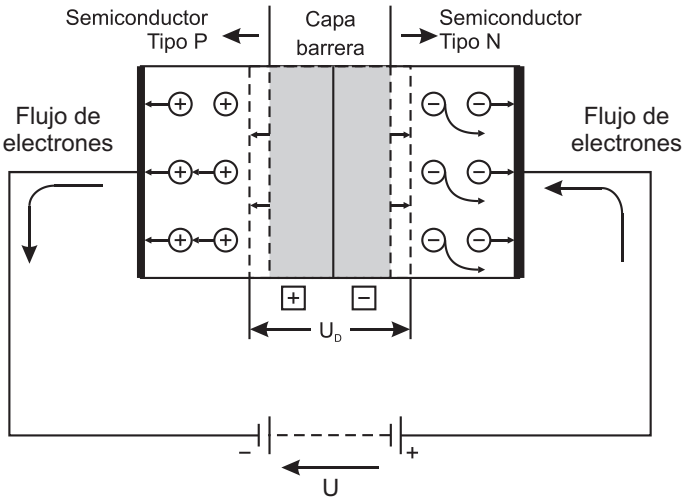
a. Polarización Directa

Una unión **P** - **N** o **NP** se dice que está polarizada directamente cuando se le aplica un potencial negativo a la zona **N** y positivo a la zona **P**. La tensión de la fuente crea un campo eléctrico en el sentido de la corriente del más al menos oponiéndose al campo interno (barrera de potencial), disminuyendo el potencial existen en la barrera. Si la tensión de fuente sigue aumentado llegara el momento en que superará al potencial existe en la unión y comenzará una circulación de electrones de la zona **N** a la zona **P,** ofreciendo una baja resistencia al paso de corriente. Entonces es cuando se dice que el diodo está en polarización directa.

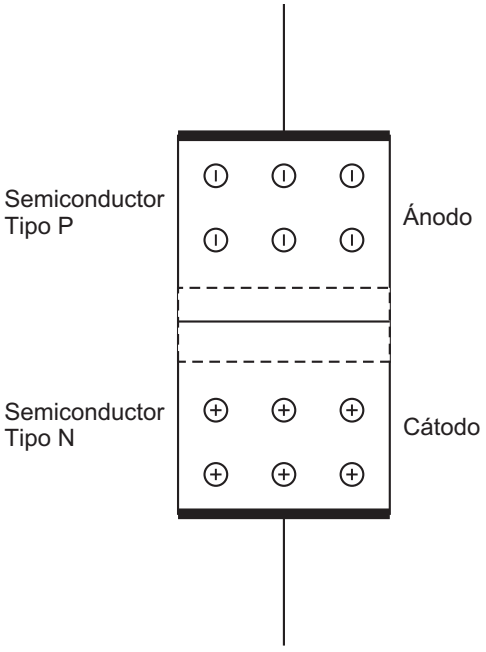


b. Polarización Inversa

Si se invierte la polaridad de la batería, el campo eléctrico creado por está será del mismo sentido que el del campo interno y viene a reforzar su acción. la barrera de potencial es más importante, el espesor de la zona neutra aumenta.
los electrones libres de la región **N** no pueden pasar a la región **P**, la unión no deja pasar prácticamente alguna corriente presentando una gran resistencia al paso de la corriente y entonces se dice que el diodo se encuentra en polarización inversa.



A los terminales del diodo semiconductor se les denomina ánodo y cátodo; el ánodo es el terminal que está en contacto con el material **P** y cátodo (**K**)es el terminal que está en contacto con el material **N**.



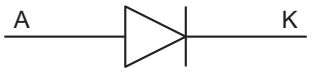
Tipos de Diodos

- Diodo Rectificador.
- Diodo Zener.
- Diodo Tunel.
- Diodo Varicap.
- Fotodiodo.
- Diodo Luminiscente(LED).
- Diodo Schockley.
- Diodo Schottky.

El Diodo Rectificador

Es el diodo utilizado para la rectificación de la corriente alterna aunque también puede utilizarse en detección de señales y conmutación.

Símbolo



El triángulo en el símbolo de conexión simboliza la zona **P** y la raya transversal la zona de tipo **N.**

Especificaciones técnicas

Es muy importante el conocer y reconocer un diodo rectificador por sus especificaciones cuando se quiere reparar o diseñar circuitos con diodos.
Las principales especificaciones del diodo rectificador son:

- Máxima intensidad en directo.(I_0)
- Máxima tensión en inverso. (PRV)

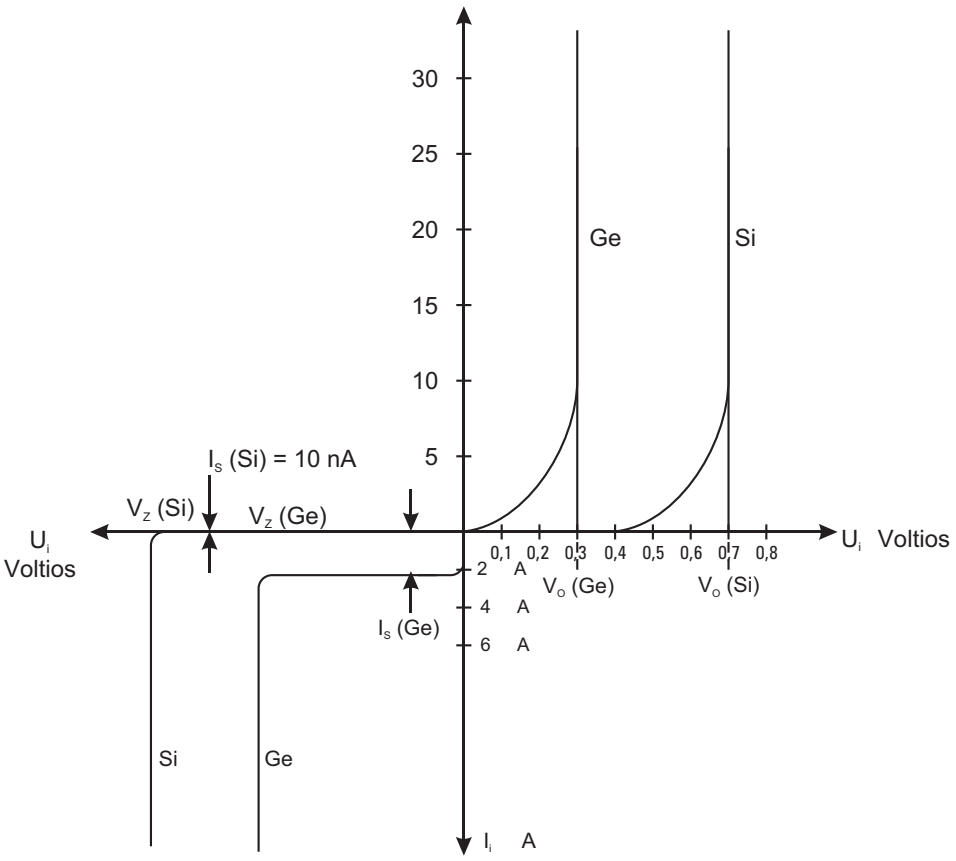
Símbolos de las denominaciones más usuales

Existen denominaciones y símbolos para reconocer las diversas características del diodo rectificador, entre ellas podemos citar:

- Corriente en directo (Id); (If).
- Corriente en inverso (Ii); (Ir)
- Tensión en directo (Ud); Uf, Vf, Vd
- Tensión en inverso Ui; Ur; Vi, Vr
- Tensión Zener Uz; Vz
- Corriente inversa de saturación Is
- Tensión de umbral Uo; Vo

Curva de características

El diodo rectificador semiconductor como todos los diodos tiene características directas e inversas que pueden graficarse en el primer y tercer cuadrante de un plano cartesiano en ella se indica la intensidad de la corriente que circula por el diodo en función de la tensión aplicada a sus terminales, cuando se aumenta la tensión directa aumenta rápidamente la intensidad de la corriente directa. No obstante la corriente no debe sobrepasar
una determinada intensidad, pues caso contrario el diodo se deteriora.

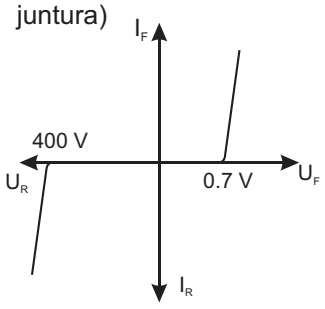
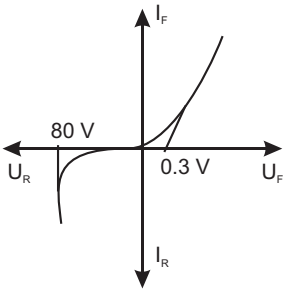
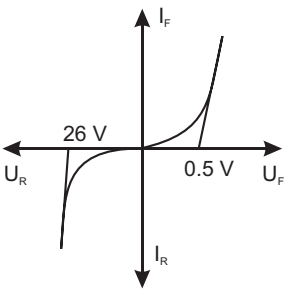


Curvas de características de diodos de silicio y germanio.

1 Diodos semiconductores

Propiedades características de diodos de Si, Ge y Se

En la tabla se han juntado y comparado los datos de las de las propiedades características de los diodos de silicio, germanio y selenio. Los diodos de selenio fueron muy difundidos anteriormente, pero en estos días son utilizados sólo como rectificadores en cargadores.

Propiedad Característica	Diodo de Silicio	Diodo de Germanio	Diodo de Selenio
Tensión de Umbral U_u	0.5 V - 0.8 V	0.2 V - 0.4 V	0.6 V
Máxima tensión inversa $U_{Rmáx}$	80 V - 1500 V	40 V - 100 V	20 V - 30 V por placa
Máxima densidad de corriente permisible de la capa semiconductora	100 A/ cm^2	50 A/cm^2	0.1 A/cm^2
Corriente inversa $/_R$	5 nA - 500 nA	10 µA - 500 µA	100 µA - 500 µA
Máxima temperatura de la juntura $_{Jmáx}$	150 °C - 200 °C	70 °C - 90 °C	60 °C - 80 °C
Dependencia de temperatura de la corriente inversa	Se duplica con un aumento de 8 K de temperatura	Se duplica con un aumento de 10 K de temperatura	Se duplica con un aumento de 5 K de temperatura
Potencia de pérdida permisible $P_{pérmáx}$	Alta (debido a la más alta temperatura de juntura)	Promedio	Promedio
Forma de la curva característica			
Aplicaciones	Rectificación de todo tipo en operación de conmutación	Rectificación en HF	Rectificación de sistemas de potencia

Propiedades características de diodos de Si, Ge y Se

1.3 Diodos rectificadores y de conmutación

Designación de diodos

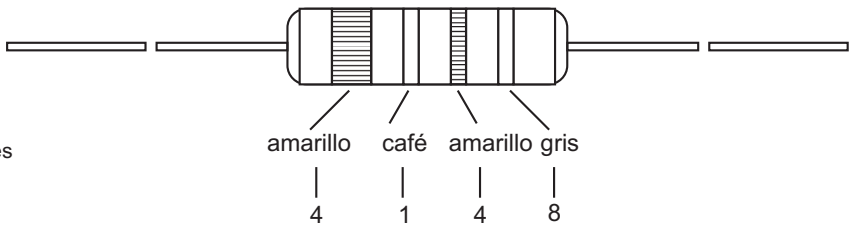
Para la designación de tipos de semiconductores, los fabricantes europeos utilizan mayormente la codificación «PRO ELECTRON», mientras que los fabricantes americanos y japoneses usan la codificación «JEDEC». En ambos casos se utilizan letras y números. Sin embargo, como muchos tipos de diodos tienen dimensiones muy pequeñas, la impresión de las letras y números sobre la cápsula es inevitablemente muy pequeña y por consiguiente de difícil lectura. Además el peligro de borrado y de confusión es muy grande. Por estas razones, hoy en día, los diodos pequeños de cualquier tipo se los identifica muchas veces no con letras y números sino con anillos de colores, de la misma forma que las resistencias.

Designación según JEDEC

La codificación JEDEC para diodos consiste de una combinación de «**1 N**» y una cifra de cuatro dígitos. La indicación básica «**1 N**» indica la presencia de una unión «**PN**». Luego sigue una cifra de cuatro dígitos la cual está impresa sobre la cápsula o indica por medio de anillos de colores. El primer anillo de color siempre tiene el doble de ancho que las tres siguientes. Este indica al mismo tiempo el terminal de cátodo del diodo. Existe la misma la correlación entre los colores y los diez dígitos como el código de colores para, resistencias:

Negro	0	Verde	5
Café	1	Azul	6
Rojo	2	Violeta	7
Naranja	3	Gris	8
Amarillo	4	Blanco	9

La designación del diodo de Si del tipo **1N4148**, cuyos datos característicos ya están indicados en la fig. 1.42, se muestra en la fig. 1.43.



Designación por colores del diodo de Si 1N4148 según JEDEC

Designación según PRO ELECTRON

La codificación «JEDEC» tiene un gran inconveniente, que la designación del diodo no da ninguna indicación sobre el tipo y posibilidades de utilización del respectivo diodo. Por el contrario, con la codificación «PRO ELECTRON» los tipos de diodo se diferencian más. La primera letra indica el material semiconductor. La segunda letra indica la función principal y eventualmente se encuentra una tercera letra, la cual indica un uso comercial. Luego siguen todavía dos o tres números

1 Diodos semiconductores

En la designación de diodos según «PROELECTRON», la 1ra. de información sobre el material semiconductor:
A = germanio
B = silicio

La 2da. letra describe detalladamente la función principal:

A = generalmente para la rectificación de pequeña señal; diodo de conmutación
B = diodo de capacitancia variable (varicap)
E = diodo túnel
G = diodo de oscilación para la utilización en HF (alta frecuencia)
H = diodo que responde a un campo magnético
X = diodo multiplicador
Y = diodo de potencia para rectificadores de sistemas de potencia
Z = diodo Zener; diodo de referencia

La 3ra. letra se utiliza para la indicación de tipos comerciales. Aquí se utilizan principalmente las letras X e Y, así como también Z.

Los tipos estándar de diodos tienen una designación que consiste de dos letras y dos cifras.
mientras que los tipos de diodos de uso comercial tienen tres letras y dos cifras.

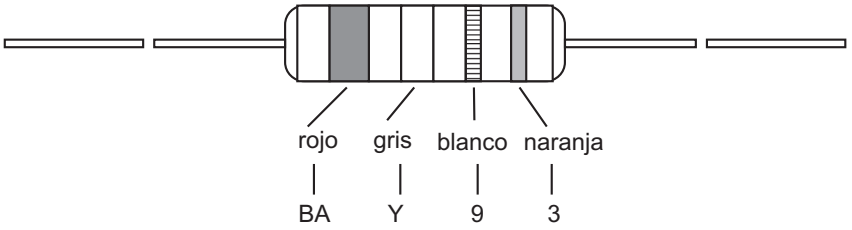
Las letras y números se imprimen sobre la cápsula o están indicadas por un código de anillos de colores según la tabla. El primero y el segundo anillo de color son de doble ancho y además indican el terminal del cátodo.

Bandas de color anchas		**Bandas de color delgadas**
1ra y 2da letras	**3ra letra**	**Números**
Café = AA	Blanco =Z	Negro =0
Rojo = BA	Gris =Y	Café =1
	Negro =X	Rojo =2
	Azul =W	Naranja=3
	Verde =V	Amarillo=4
	Amarillo=T	Verde =5
	Naranja=S	Azul =6
		Violeta =7
		Gris =8
		Blanco =9

Código de colores para la designación de diodos según «PRO ELECTRON »

Diodos rectificadores y de conmutación

La Fig. muestra como ejemplo la designación por colores del diodo BAY93. Se trata de un diodo de Si (1ra. Letra B) para rectificación de pequeñas señales o para trabajos de conmutación (2da. Letra A), como tipo comercial (3ra Letra Y), con número de serie 93.

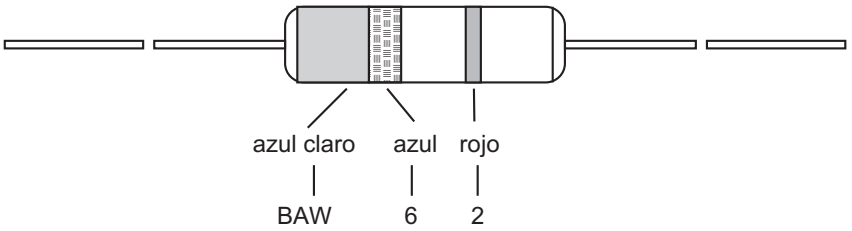


Designación por colores del diodo BAY93 según la codificación «PRO ELECTRON»

Para diodos comerciales de Si, hay todavía la posibilidad de que la combinación de las letras se indican por el color de la envoltura. Entonces es válido:

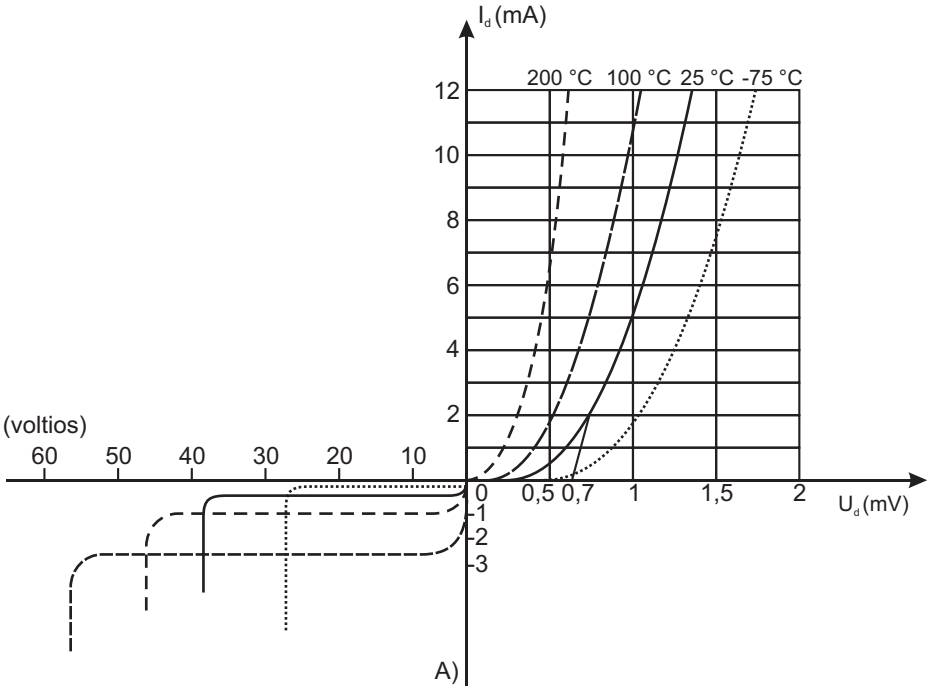
verde claro = BAV
azul claro = BAW
negro = BAX

El siguiente número de serie se indica normalmente por anillos de colores. El primer anillo ancho se encuentra en el lado del cátodo del diodo. La fig. indica un ejemplo de este tipo de codificación para un diodo BAY62.



Designación por colores el diodo BAY62

También se encontraran diodos con una designación que varía de los dos sistemas de codificación mencionados. Así, los anillos de colores pueden tener todos el mismo ancho, pero están claramente situados a un extremo del diodo. Entonces este extremo es el lado del cátodo. muchas veces este lado está marcado también por un punto de color o con la impresión de un símbolo de diodo.



La temperatura afecta virtualmente todas las características de un dispositivo semiconductor siendo una consideración muy importante en el diseño o análisis de sistemas electrónicos.

DIODO ZENER

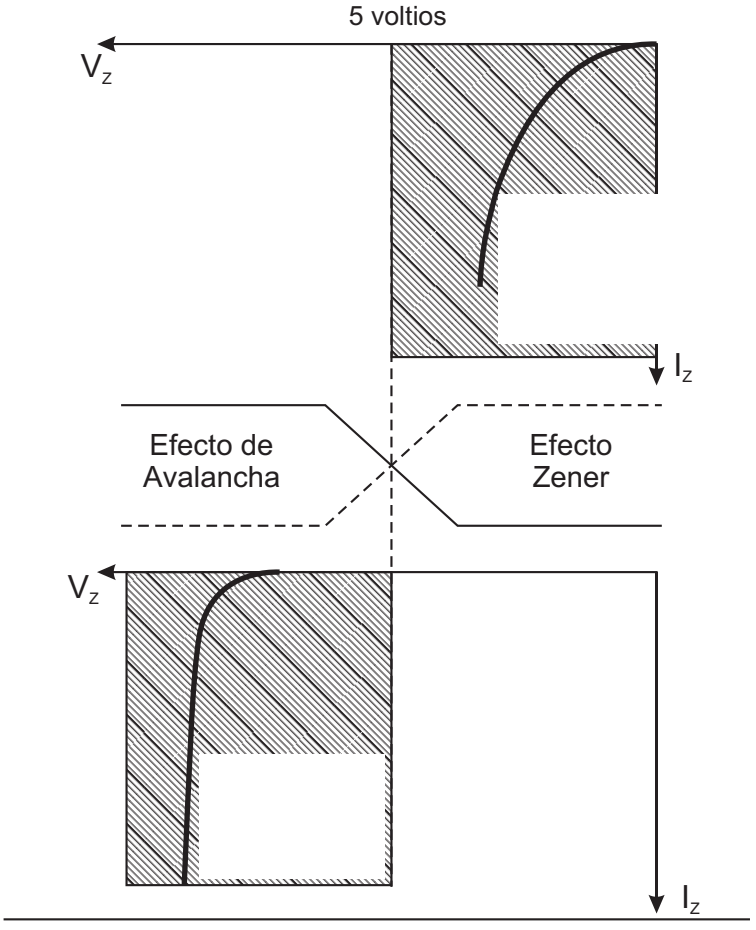
Definición

Los diodos rectificadores nunca deben operar en la región de ruptura por que esto puede dañarlos. Un diodo Zener es diferente, es un diodo de Silicio que el fabricante optimiza para trabajar en la región de ruptura, el diodo Zener es el elemento más importa de los reguladores de tensión, circuitos que mantiene la tensión de carga prácticamente constante a pesar de las grandes variaciones en la tensión de linea y de la resistencia de carga.

Efecto Zener y Avalancha

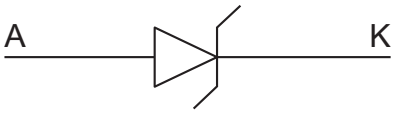
La tensión inversa aplicada origina un campo eléctrico que ejerce un fuerza sobre los electrones del diodo.

A partir de una determinada tensión y hasta 6V aproximadamente, algunos electrones de valencia son arrancadores de sus enlaces, con lo que se originan portadores de carga que pueden moverse libremente hecho al cual se denomina denomina efecto Zener, conseguido con los materiales fuertemente dopados.

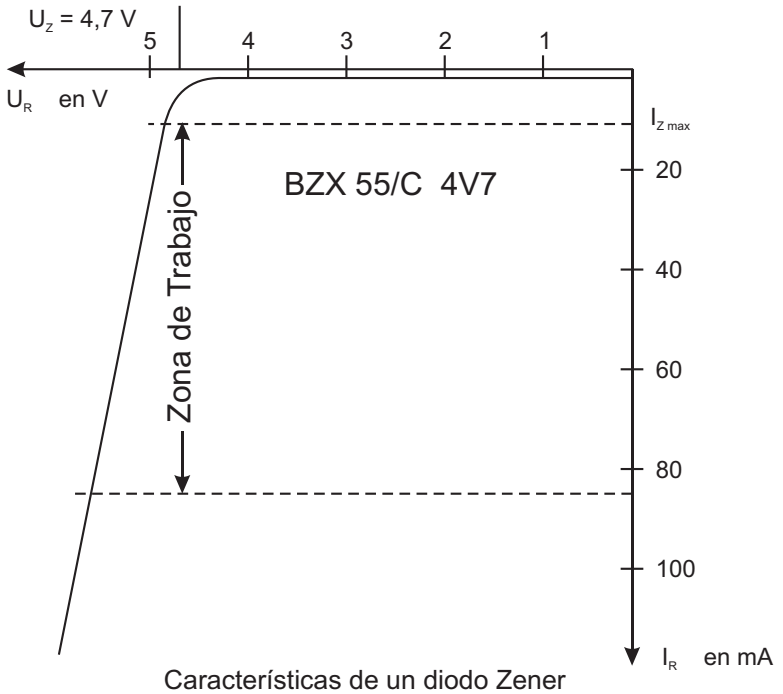


Como consecuencia de la eleva d.d.p. (arriba de 5V) los electrones libres son además acelerados en el interior del cristal, tanto que al chocar con los átomos arrancan nuevos electrones de valencia de sus enlances dando origen con ellos a nuevos portadores libres hecho a los que se le denomina efecto de valencia.

Símbolo



Curva de Características



Características de un diodo Zener

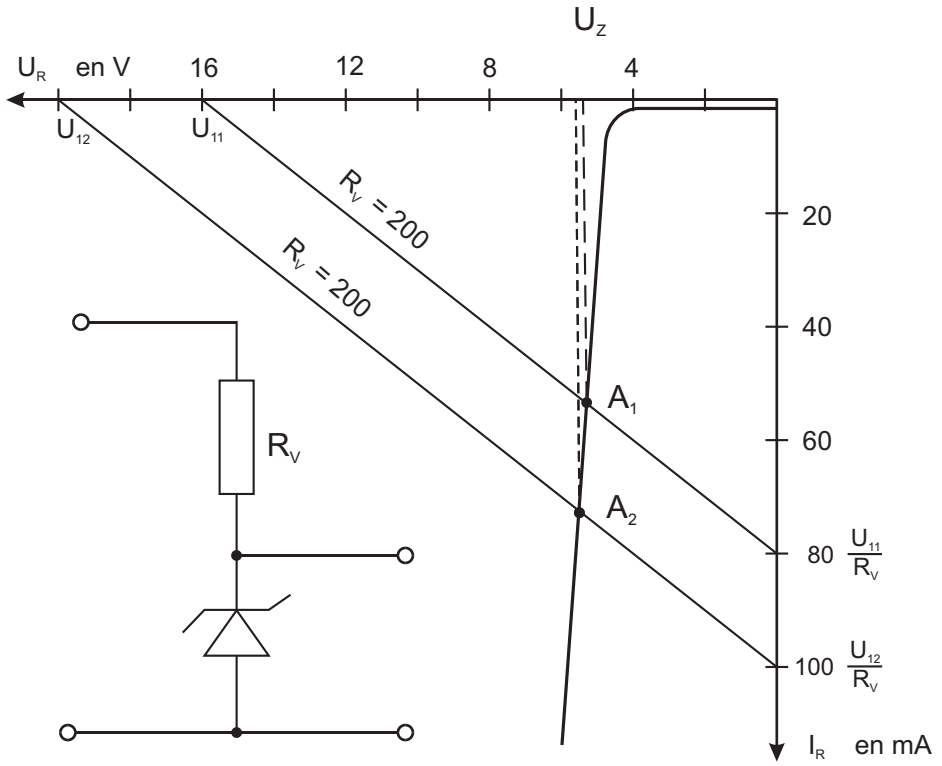
Especificaciones Técnicas o Características eléctricas

. Tensión Zener (U_Z)
. Corriente inversa máxima (I_R O I_Z)
. Corriente directa máxima (I_{FM})
. Temperatura máxima de la unión
. Potencia total
. Resistencia o impedancia dinámica
. Coeficiente de temperatura
. Ruido del diodo
. Capacidad del diodo

De todos estos los más importantes son la Tensión Zener y Potencia de disipación.

Aplicaciones

Este tipo de diodo tiene una gran aplicación en circuitos reguladores de tensión como diodos de referencia de tensión, limitadores de crestas de tensión y como protección de circuitos o elementos de picos de tensiones peligrosas.



Estabilización con diodo Zener

Rangos de tensión

La tensión Zener indicada para un diodo Zener usualmente se aplica para una corriente I_z=5mA. Hoy en día se suministran diodos Zener con tensiones Zener entre U_Z= 2.4V y U_Z = 47V. De todas formas, también se producen diodos Zener de potencia para tensiones Zener de hasta U_Z = 200V.Los valores de las diferentes tensiones Zener de los diodos de una serie corresponden frecuentemente a la serie E24, es decir, existen solamente diodos Zener con tensiones Zener de 2,4V;2,7V; 3,0V; 3,3V; 3,6V; etc. La tensión Zener indicada no obstante tiene todavía una cierta tolerancia, la cual depende del grado de calidad del diodo Zener, y puede estar entre 1 % y 10 %.

Designaciones

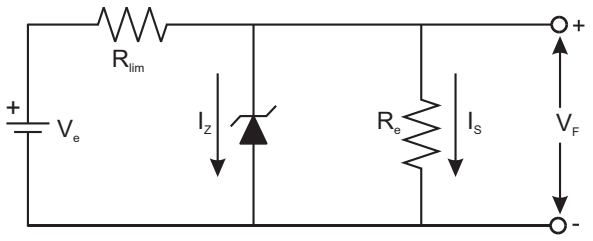
Para poder distinguir los diferentes grupos de tensiones con las tolerancias asociadas de diodos Zener de un tipo básico, se añaden letras adicionales a las designaciones de tipo del tipo básico (ej. BZX 83). De acurdo al sistema «PRO ELECTRON», las diferentes letras tienen el siguiente significado:

A ± 1%; B ± 2%; C ±5%; D ±10%.

A esta indicación de tolerancia se le añade una indicación del valor medio de la tensión Zener en voltios. Si se tratan de valores entre dos números enteros, ej. 6,8 V, se inserta en lugar de la coma una «V», es decir 6V8.
Si por ejemplo, un diodo Zener tiene un designación de tipo BZX 83 C 6V8, de esto se obtiene la siguiente información:

BZX 83	C	6V8
Tipo básico	Tolerancia	Tensión Zener
B Silicio Z Diodo Zener X Tipo industrial 83 Numero de registro	C ± 5%	6,8 V valor nominal

En base a este sistema de designación, es muy fácil reconocer las ´ropiedades más importantes de un diodo Zener en particular. El extremo del cátodo siempre está marcado por un anillo de color.



Donde: V_e = Tensón de entrada 9 a 12V
V_s = Tensión de salida 7v
I_z = Corriente en el zéner 5 mA
I_s = Corriente de salida 20 a 50 mA

Con el uso de este circuito podemos asegurar una tensión máxima a la salida del circuito independientemente de las fluctuaciones originada en la entrada del mismo.

Este circuito es muy sencillo de implementar, solamente tendremos que ver cual es el valor de la resistencia Rlim que será la resistencia limitadora que absorberá la diferencia de tensión que queremos "recortar en la entrada.
Para el cálculo de la misma hacemos:

$$R_{lim} \qquad \frac{V_e(min) - V_s}{I_Z(min) + I_s(máx)}$$

Donde:

Ve(min) =Tensión de entrada mínima
VS = Tensión de salida
Iz(min) = Corriente mínima que circula por el diodo (Dato obtenido de la hora de datos del fabricante).
Is(máx)= Corriente máxima que atraviesa la carga

Si por ejemplo, nuestra fuente de entrada varía entre 9 y 12 V y queremos a la salida una tensión de 7 V, entonces Rlim será.

RlimW (9-7)/(0,005+0,050) = 2/0,055 = 36,36

El valor Iz(min)l o obtuvimos de la hoja de datos del zéner.

Vemos que Rlim tiene que ser menor o igual a 36,36 ohms, ¿prer existe en el mercado dicho valor de resistencia? Como ya vimos en el capítulo 1, cuando hablamos de las resistencias, que no todos los valores de resistencias están disponibles, sólo podremos encontrar ciertos valores para las resistencias. Pero en este caso no habremos de preocuparnos dado que para Rlim tenemos una cota de menor o igual a 36,36 , entonces bastará con elegir un valor próximo a éste pero sin pasarlo. De la tabla de valores vemos que el que más se aproxima es 33 , por lo tanto elegimos éste

Ya tenemos el valor ohmico de la resistencia, ahora nos falta ver qué potencia va a disipar la resistencia, para ello multiplicamos la corriente que la atraviesa por la tensión que cae en ella (Ve- Vs)

La corriente es: I = 2/33 = 60,60 mA

Entonces P =2V x 60,60 mA =0,12 W

Elegimos una Rlim cuta disipación de potencia sea 1/2 W

Datos límites

Un diodo puede ser eléctricamente sobrecargado de diferentes maneras:

1. Por una excesiva corriente directa $/_F$.
2. Por una excesiva corriente inversa U_R.
3. Por una excesiva potencia de pérdida $P_{pér.}$
4. Por una excesiva temperatura ambiental $_{amb.}$

(Frecuentemente, en las hojas de datos se usa también T_{amb}.)

Consecuentemente, los fabricantes entregan, para cada tipo de carga, valores límite cuyo símbolo usualmente se indica con el subíndice máx = máximo. Al sobrepasar estos datos límite de forma apreciable, usualmente se produce como consecuencia la destrucción inmediata o prematura del componente. Ya que los diodos son muy utilizados en complejos circuitos y equipos electrónicos, los resultados de una sobrecarga y su consecuente inserbilidad, pueden causar serios daños.

Valores límite para UR **e** /F

Las hojas de datos generalmente contienen valores de corriente y tensión con los siguiente significado:

U_R = máxima tensión continua en dirección inversa.

U_{FM} = máxima tensión pico inversa permisible. Este es el valor pico de una tensión alterna en dirección inversa para una frecuencia de operación mayor a 20 Hz.

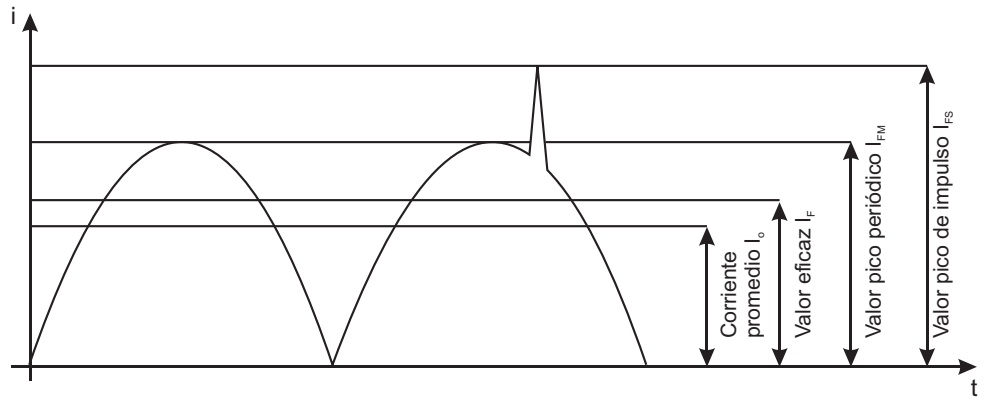
$/_F$ = máxima corriente en dirección directa como un valor continuo o eficaz.

$/_o$ = corriente promedio como un valor medio de la corriente del diodo.

$/_{FM}$ = máxima corriente directa de pico periódica permisible. Este es el valor pico de una corriente alterna en dirección directa para una frecuencia de operación mayor a 20 Hz.

$/_{FS}$ = máximo valor de corriente que puede fluir durante máximo 1 segundo.

Para una mejor ilustración, los valores límite de corriente listados se representan gráficamente en la fig



Valores límite de corriente para diodos semiconductores

Diodos rectificadores y de conmutación

Valores límite carga pulsante

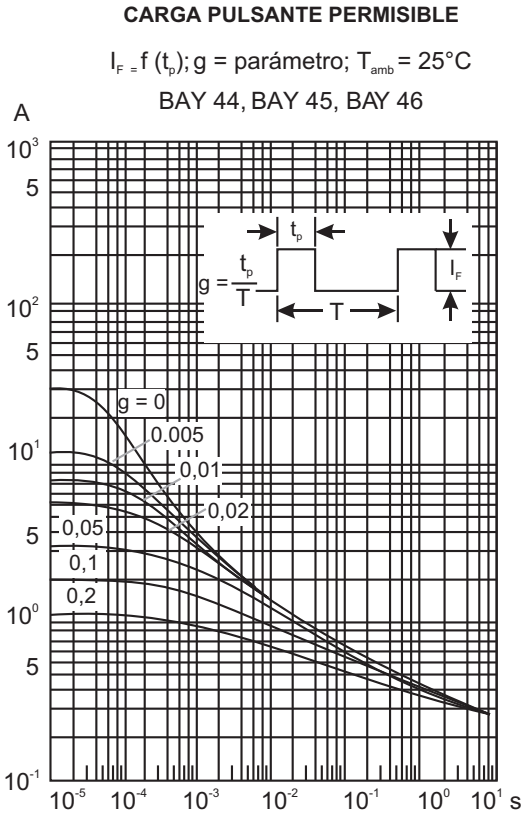
Cuando un diodo no opera con una tensión de operación de forma sinusoidal, sino con una de forma rectangular, se debe tomar en cuenta, la carga pulsante permisible que se indica en la fig

El diagrama de la fíg. 1.26 indica la dependencia de la corriente directa /F permisible sobre la duración del pulse /p para los diodos tipo BAY 44, BAY 45 y BAY 46 seleccionados aquí como ejemplos. La relación g = se da como parámetro. Cuando más grande es el valor de g más pequeña es la máxima corriente permisible en dirección directa.

Valores límite para la potencia de pérdida P_{tot}

Cuando un diodo opera en dirección directa, a los terminales se aplica la tensión directa U_F, y fluye una cierta corriente directa $/_F$. El producto de corriente y tensión da la potencia de pérdida $P_{pér.}$

$P_{pér} = U_F - /_F$



Carga pulsante permisible de diodos

Esta potencia de pérdida $P_{pér}$ produce un calentamiento del cristal semiconductor.

La máxima potencia de pérdida permisible está indicada por el fabricante para ciertas condiciones de temperatura como la potencia de pérdida total $P_{tot.}$ Básicamente es válido:

$$P_{pér} = P_{tot}$$

1 Diodos semiconductores

El diodo BAY45 ya mencionado tiene una potencia de pérdida total P_{tot} = 250 mW con una temperatura ambiental $_{amb}$ = 25°C. Esto indica que, por ejemplo, con una tensión directa U_F = 1V, una corriente de

$$/_F \quad \frac{P_{lot}}{U_F} = 250 \text{ mA}$$

puede fluir mientras se mantengan las condiciones de temperatura.
También en la operación de un diodo en dirección inversa ocurre una potencia de pérdida, como resultado de la tensión inversa U_R aplicada y del flujo de corriente residual $/_{resit.}$ Puesto que la corriente inversa es muy pequeña, l a disipación de potencia es despreciable cuando opera en dirección inversa. Así, para un diodo BAY45 en operación inversa, sólo aparece una disipación de potencia de

$P_{pér} = U_R \cdot /_R = 150 \text{ V} \cdot 0{,}02 \quad A = 3 \quad W$

Valores límite para la temperatura de la juntura $_{Jmáx}$

Esencial mente por la potencia de pérdida en operación directa, se produce calor en la capa barrera el cual aumenta la temperatura de la juntura. Esta temperatura de la juntura $_J$ no debe exceder ciertos valores, porque entonces el cristal cambiaría fuertemente sus propiedades semiconductores y el diodo se destruiría. La temperatura permisible de la juntura depende del material semiconductor y es

$_{máx}$ 70°C hasta 90°C con diodos de germanio y

$_{máx}$ 150°C hasta 200°C con diodos de silicio.

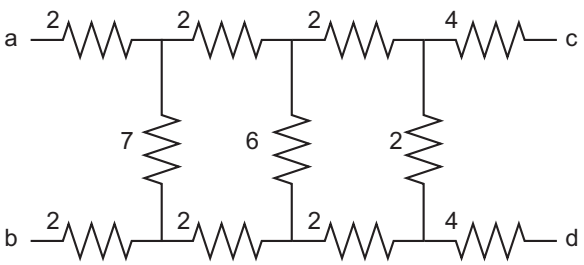
Valores límite de la temperatura ambiental $_{amb\ máx}$

Algunos fabricantes indican en lugar de la máxima temperatura de la juntura, la máxima temperatura ambiental $_{amb\ máx}$ como valor límite $_{amb\ máx}$ siempre es menor que $_{Jmáx.}$ Existe el peligro de que la máxima temperatura permisible de la juntura se sobrepase como consecuencia de la disipación de potencia y de la temperatura ambiental, entonces el diodo debe ser enfriado. El asunto del enfriamiento de diodos se trata con más detalle en la sección 1.3.2.3.

HOJA DE TRABAJO

01. Hallar Rab

a) 5,5
b) 6
c) 6,5
d) 7
e) 7,5



02. A la cantidad de trabajo que se realiza en un circuito eléctrico se le denomina:

a) Fuerza electromotriz
b) Diferencia de potencial
c) Voltaje
d) Potencia
e) N.A.

03. Un puente de soldadura puede causar:

a) Un cortocircuito
b) Un circuito abierto
c) Fuego
d) Una corriente norton
e) N.A.

04. Una manera de poner un dispositivo en cortocircuito es:

a) Con una soldadura fría
b) Con un puente de soldadura
c) Desconectándolo
d) Abriendo la resistencia
e) N.A.

05. Una resistencia cortocircuitada provoca:

a) Una corriente infinita a través de ella
b) Una tensión nula entre sus bornes
c) Una tensión infinita entre sus bornes
d) Una corriente nula a través de ella
e) N.A.

06. Una fuente ideal de tensión tiene:

a) Resistencia interna nula
b) Resistencia interna infinita
c) Una tensión dependiente de la carga
d) Una corriente dependiente de la carga
e) N.A.

07. Cual de las siguientes expresiones representa la ley de ohm.

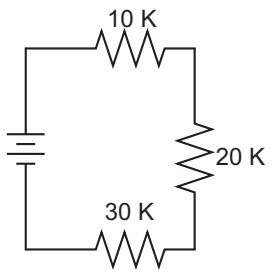
A) I = E/R
B) I = E.R
C) R = I/E
D) P = I.E
E) P = I.R

08. Cual es el valor de un resistor que tiene los siguientes colores: marrón, negro, negro, dorado

A) 10 Ohm. 5%
B) 100 Ohm. 5%
C) 1 Ohm. 5%
D) 1K 5%
E) N.A.

09. Si la corriente por la resistencia de 30k es 2 mA, cual es el voltaje de la fuente de alimentación

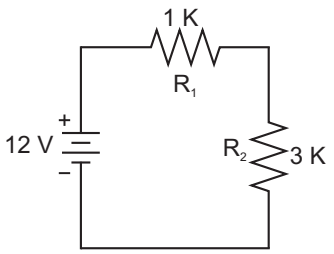
A) 100 V
B) 110 V
C) 120 V
D) 130 V
E) 140 V.



10. Una batería
- **a)** La energía eléctrica en energía química
- **b)** La energía eléctrica en energía mecánica
- **c)** La energía mecánica en energía eléctrica
- **d)** La energía química en energía eléctrica
- **e)** La energía química en energía luminosa

11. Una substancia que presenta una fuerte atracción sobre sus electrones y que por lo tanto es resistente a liberar o aceptar electrones es:
- **a)** Un conductor
- **b)** Un aislador
- **c)** Un semiconductor
- **d)** Un superconductor
- **e)** N.A.

12. Hallar el voltaje de R1 y R2
- **a)** 9V y 3V
- **b)** 3V y 9V
- **c)** 6V y 6V
- **d)** 8V y 4V
- **e)** 4V y 8V



13. Cuál es el valor de un resistor que tiene los siguientes colores: Verde, azul, negro, marrón, rojo
- **a)** 560000 Ohm. 2%
- **b)** 5.6 K 2%
- **c)** 5600 Ohm. 2%
- **d)** 56000 Ohm. 2%
- **e)** 56 K 5%

14. Una resistencia en circuito abierto provoca:
- **a)** Una corriente infinita a través de ella
- **b)** Una tensión nula entre sus bornes
- **c)** Una tensión infinita entre sus bornes
- **d)** Una corriente nula a través de ella
- **e)** N.A.

15. Una soldadura fría puede causar:
- **a)** Un cortocircuito
- **b)** Un circuito abierto
- **c)** Fuego
- **d)** Una tensión Thévenin
- **e)** N.A.

16. Cuando un electrón consigue liberarse de un átomo, se desplaza a través del espacio hasta que choca con un segundo átomo el cual lo acepta incorporándolo a su estructura y expulsa a uno de sus electrones originales, se dice que hay:
- **a)** Fuerza electromotriz
- **b)** Corriente eléctrica
- **c)** Electricidad
- **d)** Resistencia eléctrica
- **e)** Conductividad

PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La humanidad necesita preservar sus recursos naturales, de forma tal que las necesidades de las presentes generaciones sean satisfechas pero sin poner en riesgo su existencia para satisfacer las necesidades de las futuras. Es decir, aprovechar los recursos de la Tierra de manera sostenible y prudente.

Es por todos conocida la importancia de la temática referida a los recursos naturales y al problema ambiental. Esta toma de conciencia se debe a que el deterioro del Medio Ambiente es un hecho irrefutable.
Debemos adoptar estilos de vida y pautas de desarrollo que respeten y se desenvuelvan dentro de los límites "tolerables" por el Medio Ambiente.

En 1991, Organizaciones Internacionales (The World Conservation Union, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y World Wildlife Fundation), dieron a conocer una nueva declaración sobre la emergencia ambiental mundial, mediante un documento titulado "Cuidar la Tierra". Este informe no sólo es un análisis, sino también un plan de acción de carácter práctico sobre las políticas que se deben adoptar y las acciones que se deben emprender para el cuidado y la conservación de la naturaleza.
Los nueve principios centrales para guiar la acción humana hacia un futuro en el cual la comunidad viva en equilibrio continuo con la tierra son:

Entre las acciones que se recomienda para preservar el medio ambiente son:
Contribuir a preservar el Medio Ambiente en el ámbito donde el elemento desarrolla las actividades guarnicionales y operacionales, a fin de mejorar la calidad de vida del personal militar, sus familias y la comunidad.

Desarrollar las actividades guarnicionales con el mínimo impacto, negativo medioambiental y un máximo impacto positivo, contribuyentes a los planes regionales gubernamentales o los que establezca la Fuerza.

Inculcar y difundir en el personal del elemento, el respeto a las leyes, disposiciones y reglamentaciones establecidas por la Fuerza , el Municipio, la Provincia o la Nación, que al respecto se encuentren vigentes.

Confeccionar la Carta de Preservación del Medio Ambiente del Elemento, que consiste en una evaluación de la incidencia de los factores contaminantes de la atmósfera, el suelo y el agua; cuáles son los efectos de la degradación ambiental y cuáles son las actividades a desarrollar dentro de la unidad para evitarlos.

ELECTRÓNICA BÁSICA II

PRESENTACIÓN

El presente manual de aprendizaje corresponde al módulo formativo **Electrónica Básica.**

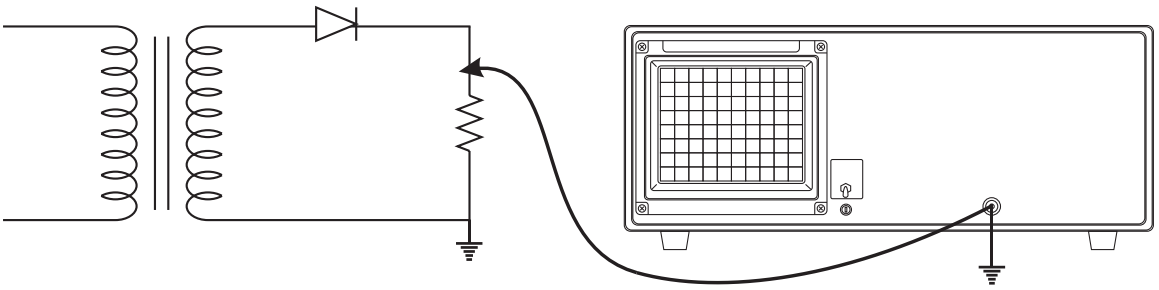
Por la cantidad de tareas se ha dividido en dos partes, este manual se denomina Electrónica Básica II. Este módulo formativo es de aplicación en la especialidad de **Electricista Industrial.**

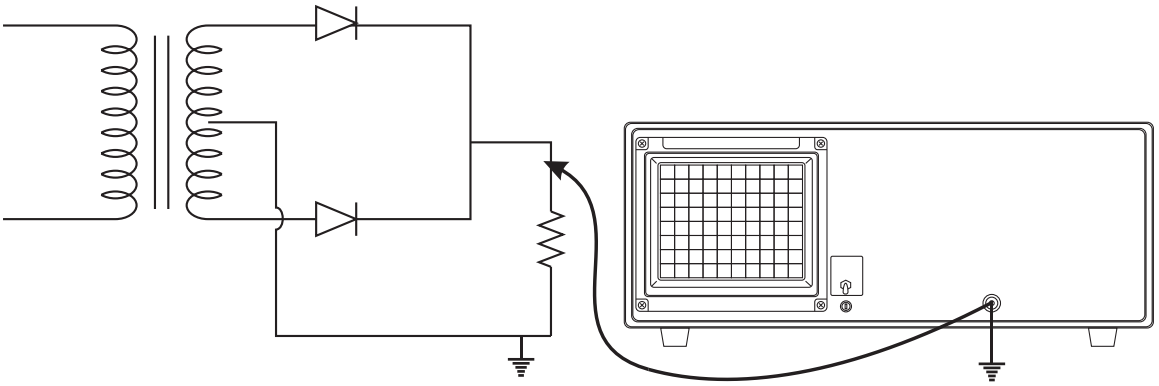
El presente manual esta estructurado por las siguientes tareas:

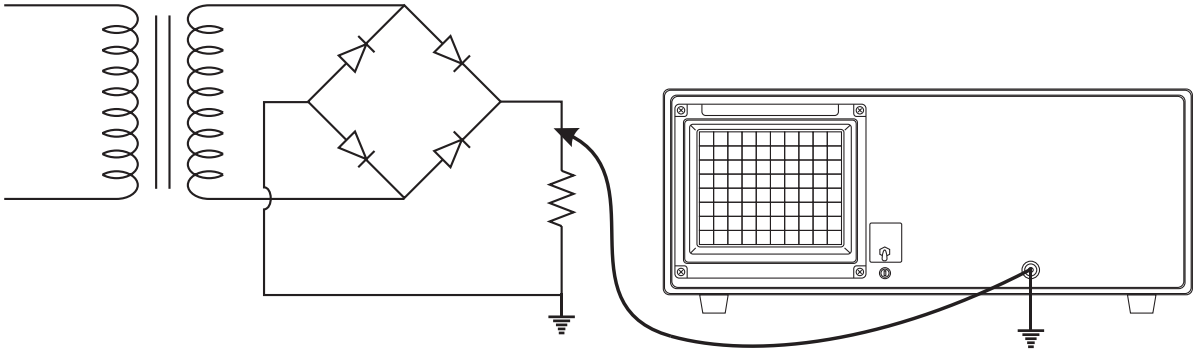
- MONTAJE DE CIRCUITOS RECTIFICADORES
- MONTAJE DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN
- MEDICIONES EN EL TRANSISTOR BJT
- MEDICIONES EN EL CIRCUITO DEL TRANSISTOR BJT
- MONTAJE DE CIRCUITO AMPLIFICADOR POR BJT
- MONTAJE DE CIRCUITO REGULADOR SERIE CON TRANSISTOR BJT
- MEDICIONES EN EL SCR
- MEDICIONES EN EL TRIAC
- MONTAJE DE CIRCUITOS CON EL CI 555

Este manual incluye también con su hoja de trabajo, protección del medio ambiente, precauciones de uso de los componentes.

Elaborado en la Zonal	**:**	Lambayeque Cajamarca Norte
Año	**:**	2004
Instructor	**:**	Romelio Tores Mayanga







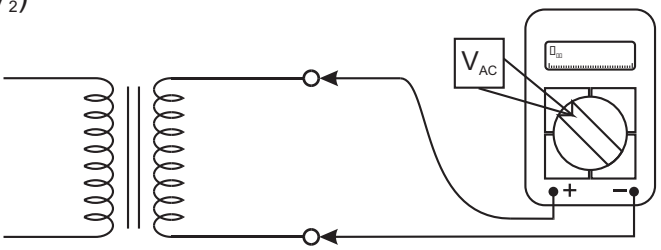
N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montar circuito rectificador de 1/2 onda.	Transformador 220/12-0-12v-2A 04 diodos 1N4004 01 resistencia 1k 01 osciloscopio Cables 01 multímetro digital
02	Montar circuito rectificador de onda completa.	

01	01			
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES**		OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MONTAJE DE CIRCUITOS RECTIFICADORES	HT 06	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

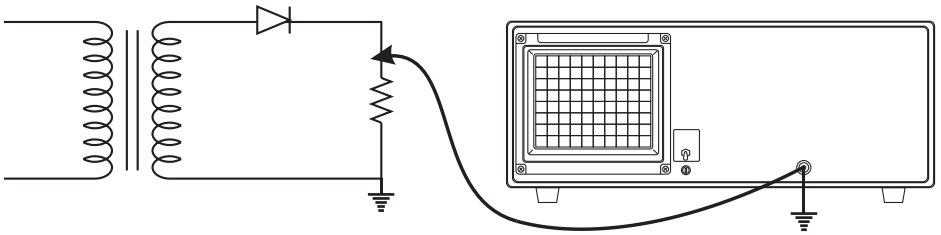
OPERACIÓN: MONTAR RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

Se observará el procedimiento de convertir corriente alterna en corriente continua.

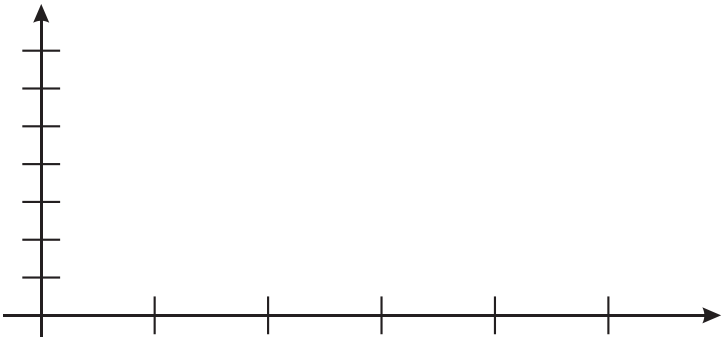
Paso 1: Conectar el primario del transformador a la línea de 220 v y medir al voltaje en el secundario (V_2)



Paso 2: Armar el circuito de la figura y conectar el osciloscopio para observar la 1/2 onda en la carga, a este voltaje le llamamos Vp.



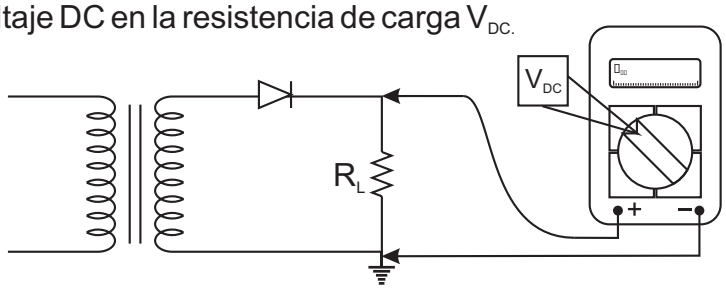
Paso 3: Dibujar la onda de salida indicando el voltaje pico.



Paso 4: Verificar que se cumple la relación.

$$V_p = V_{2x} \sqrt{2} - 0{,}7 \text{ v}$$

Paso 5: Medir el voltaje DC en la resistencia de carga $V_{DC.}$



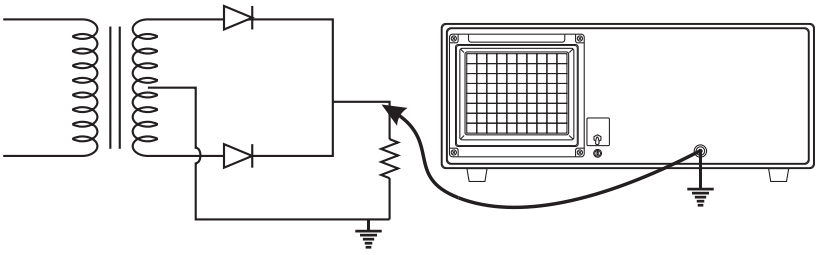
Paso 6: Verificar que se cumple la relación.

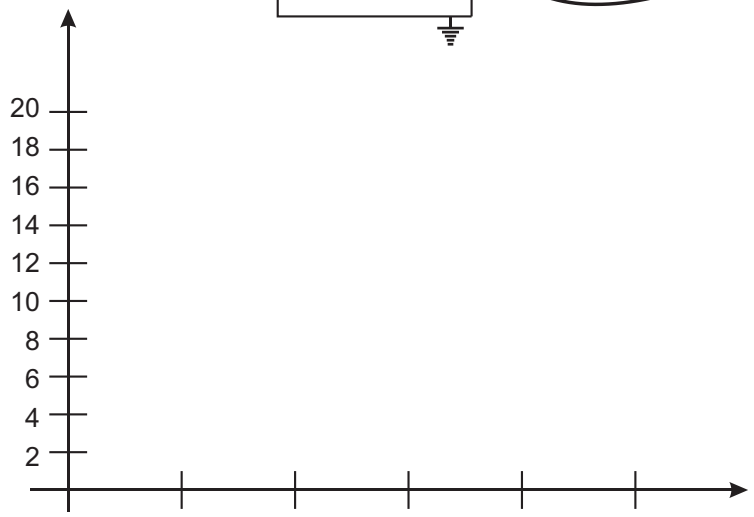
$$V_{DC} = \frac{Vp}{}$$

OPERACIÓN: MONTAR CIRCUITO RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

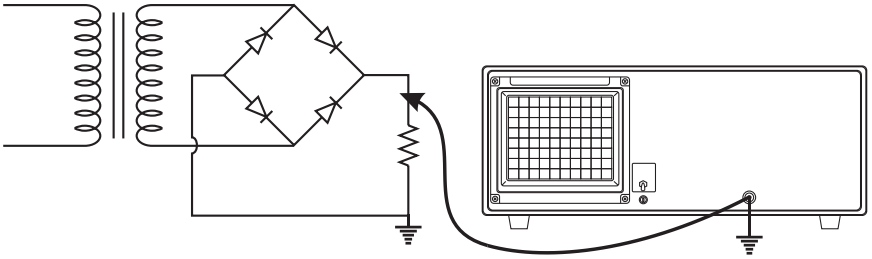
Paso 1: Observar y graficar la onda de salida en el osciloscopio.

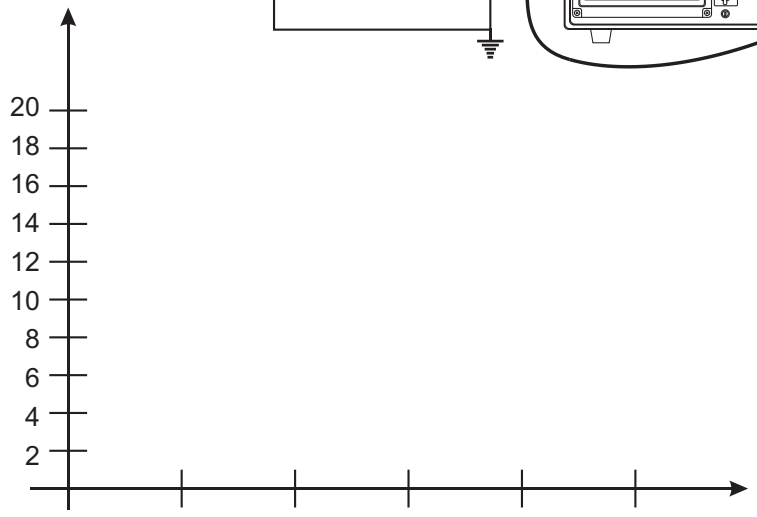
Circuito A





Circuito B

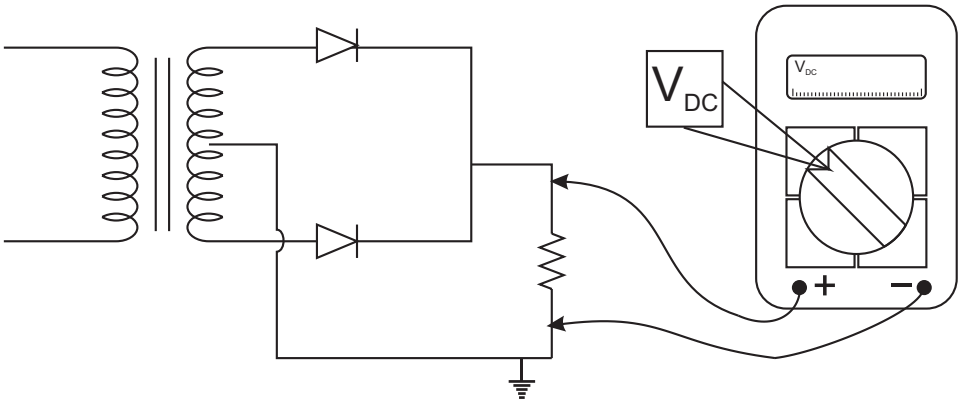




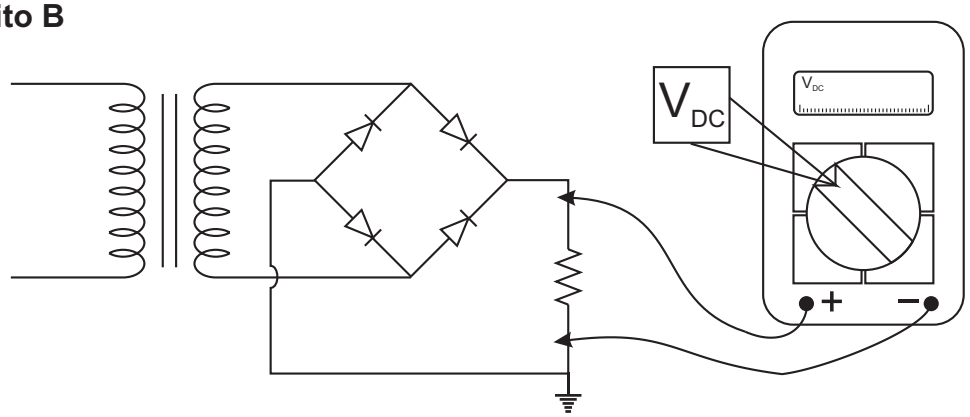
Paso 2: En cada circuito (A y B) medir voltaje de salida en DC y verificar que se cumple:

$$V_{DC} = \frac{2\,Vp}{}$$

Circuito A



Circuito B



EL CIRCUITO RECTIFICADOR

Concepto

Prácticamente todos los equipos electrónicos necesitan, una fuente de alimentación de corriente continua para poder funcionar. En sistemas portátiles de pequeña potencia pueden utilizarse baterías. Sin embargo en la mayoría de los casos el circuito electrónico recibe energía de un CIRCUITO RECTIFICADOR, que es la unidad integrante del equipo que convierte la forma de onda alterna de la red industrial en continua.

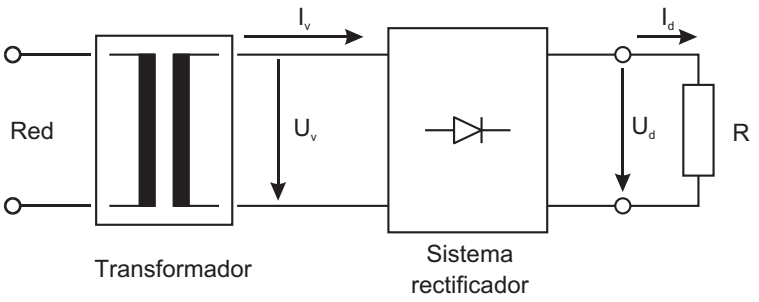
Clasificación

Los circuitos rectificadores se clasifican en:

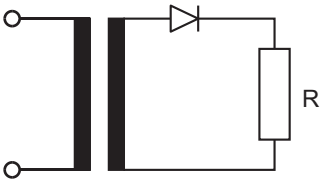
- Rectificador monofásico de media onda
- Rectificador monofásico de onda completa
- Rectificador monofásico en puente.

Circuito Monofásico de Media Onda

Este circuito es capaz de convertir una onda de entrada alterna senoidal, cuyo valor medio es cero, en una onda unidireccional (aunque no constante) con un valor medio distinto de cero. En la siguiente figura se tiene la estructura de un circuito rectificador así como el esquema de un circuito rectificador monofásico de media onda.



Envoltura de un circuito rectificador



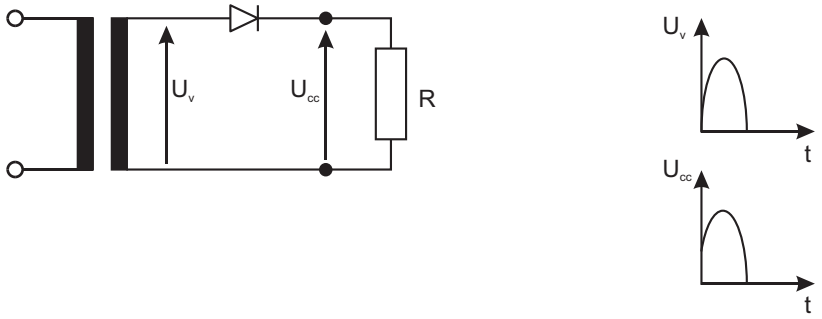
Rectificador monofásico de media onda

En el circuito rectificador de media onda, en la mitad positiva del ciclo de tensión secundaria el diodo se polariza directamente para todas las tensiones instantáneas mayores d e la tensión de umbral del mismo (0,6 V a 0,7 V para diodos de Si y 0,2 V a 0,3 V para diodos de Ge).

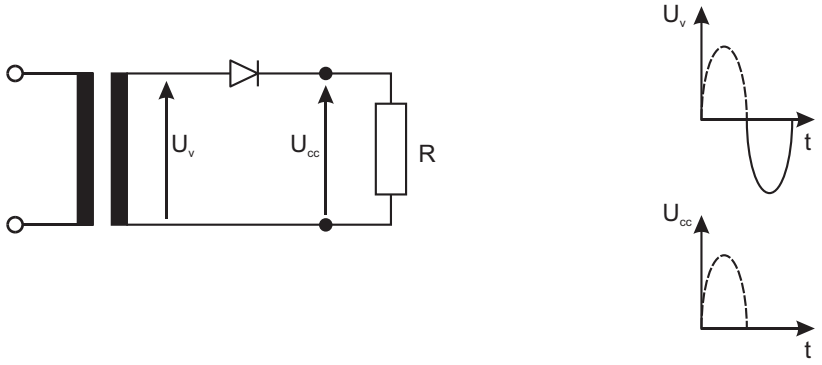
Esto produce una tensión casi la mitad de una onda senoidal en la resistencias de carga. Para simplificar la explicación se usa la aproximación del diodo ideal.

El valor pico de la tensión rectificada es igual al valor pico de la tensión secundaria.

En el primer medio ciclo, alternancia positiva; el diodo se encuentra polarizado en directo y la corriente pasa por él presentándose en la carga una señal de valor igual a U_v.



Segundo medio ciclo alternancia negativa del diodo se encuentra polarizado en inverso y no hay paso de corriente por él por lo tanto la tensión en la carga será cero.



Características Técnicas

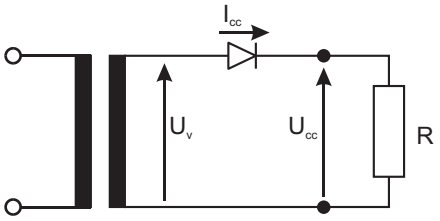
Las características técnicas en los circuitos rectificadores están dadas por las características de las señales de entrada y salida, así como de sus componentes.

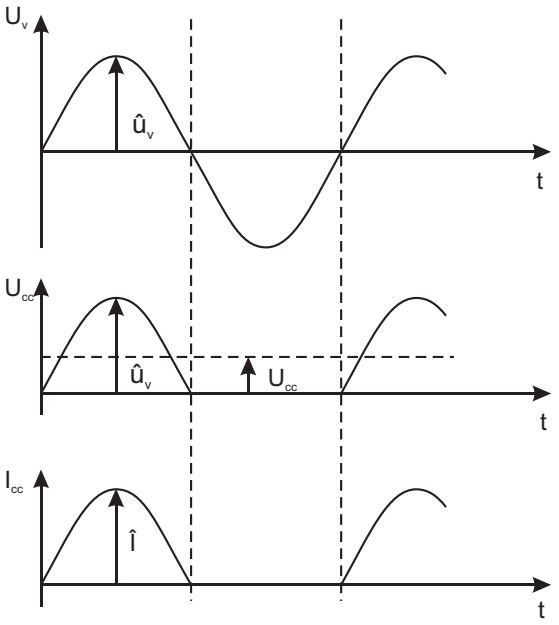
El valor de la tensión media

Si se desprecia la caída de tensión en el diodo, el promedio de la señal de media onda será:

$$U_{cc} = \frac{U_{v(máx)}}{} \text{ o también se puede expresa como: } U_{cc} = 0{,}318 \times U_{v(máx)}$$

En este gráfico puede notarse el circuito rectificador y las formas de las señales alternas y continuas correspondientes al circuito.





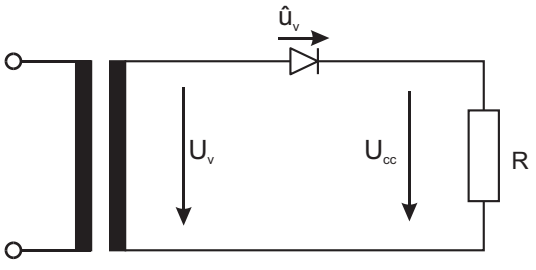
Corriente nominal del diodo

Conociendo la formula para calcular la tensión continua en la carga (U_{cc}) y si se conoce la Resistencia de carga (R_L), se puede calcular la corriente de carga I_{cc}
Como se sabe una de las características del diodo rectificador es I_0, esto indica la cantidad de corriente continua que puede conducir el diodo; por lo tanto cuando se diseña un circuito rectificador se debe conocer el valor de I_{cc} para determinar el I_0 del diodo a utilizar.

Ejemplo: Si la hoja de datos del diodo 1N4004 dice 1 A; siendo la tensión de la fuente U_{cc} de 10 V y la resistencia de la carga de 18 , se tendrá una I_{cc} de 0,55 A. En este caso el diodo 1N4004 puede usarse sin problemas puesto que sus corriente nominal I_0 (1A) es mayor que I_{cc}.

Tensión inversa de pico del diodo (PRV)

El gráfico siguiente, muestra un circuito rectificador de media onda en el supuesto instante de que la tensión del secundario del transformador alcanza su pico negativo máximo. En este instante no existe tensión en la carga debido a que está polarizado inversamente.



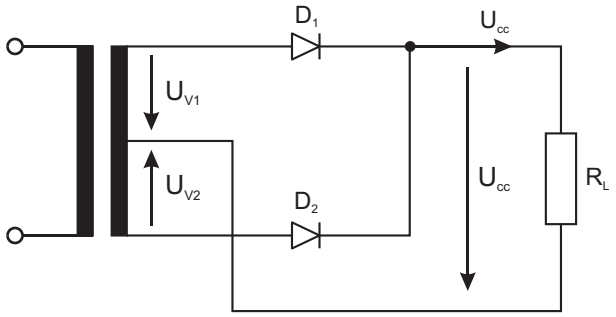
$$\hat{u}_v = U_{Ak}$$

Para que se cumpla la ley de Kirchoft referente a las tensiones, la tensión del secundario aparecerá en los extremos del diodo como se indica. Esta tensión inversa de pico (PRV). Para evitar el punto de ruptura, la tensión inversa de pico debe ser menor que el PRV nominal del diodo. Ejemplo si la tensión inversa de pico es de 160 voltios el diodo debe tener un PRV nominal superior a 160 voltios.

Rectificador Monofásico de Onda Completa

El rectificador monofásico de onda completa al igual que el rectificador de media onda, entrega una señal rectificada pulsante, pero por ser la señal obtenida de una rectificación de 1/2 onda muy discontinua y con mucho rizado, en muchas aplicaciones es necesario usar rectificadores de onda completa con los cuales es posible obtener a partir de una señal senoidal, una que tenga la misma polaridad: medio ciclo para cada una de las alternancias de la señal de entrada. Esta señal rectificada de onda completa proporciona una señal que tiene dos veces el valor de la señal rectificada de media onda.

El transformador de secundario dividido consta de un bobinado con dos arrollamientos y son bobinados de tal manera que la tensión inducida en uno este en oposición de fase con el del otro, teniendo en la salida del transformador dos tensiones iguales, desfasadas en 180°.



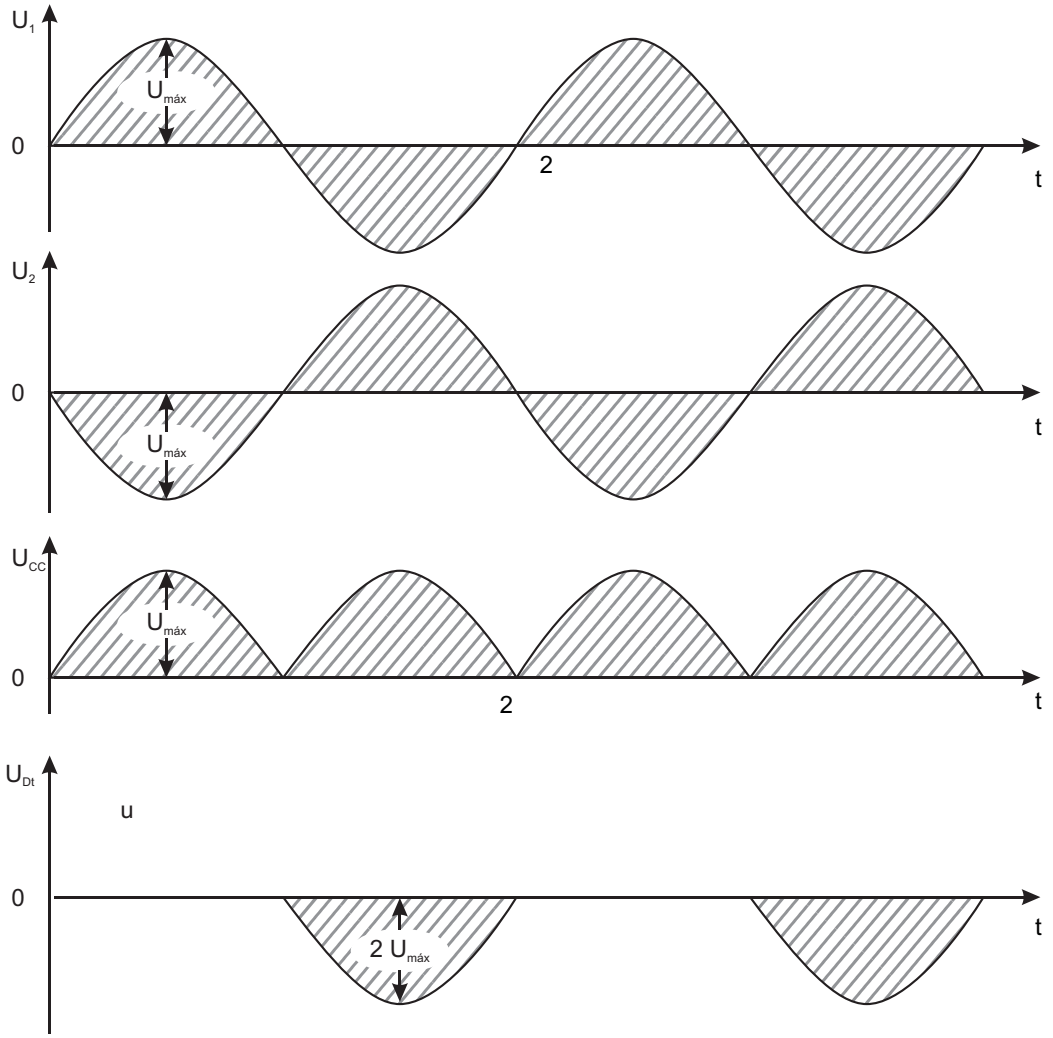
Funcionamiento

Analizado el rectificador: cuando la tensión en el arrollamiento superior crece, el diodo D1 es polarizado directamente y conduce una corriente que pasa por RL. Al mismo tiempo, la tensión en el arrollamiento inferior disminuye, polarizado D2 inversamente. Cuando termina el semiciclo, la situación se invierte, o sea: D2 queda polarizado directamente, mientras que D1 esta bloqueado.

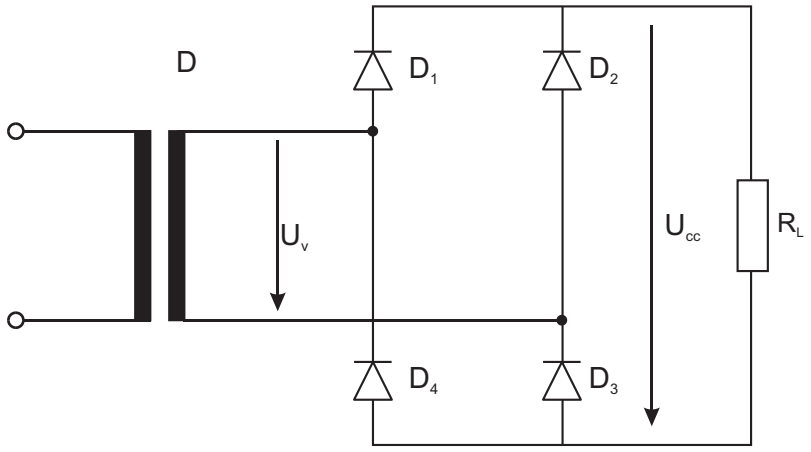
La corriente en la carga fluye siempre en el mismo sentido.

El valor medio de la tensión y de la corriente en este tipo de rectificador será:

$$U_{cc} = \frac{2U_{v(máx)}}{} \qquad I_{cc} = \frac{U_{cc}}{RL}$$



Rectificador de onda completa con puente de diodos

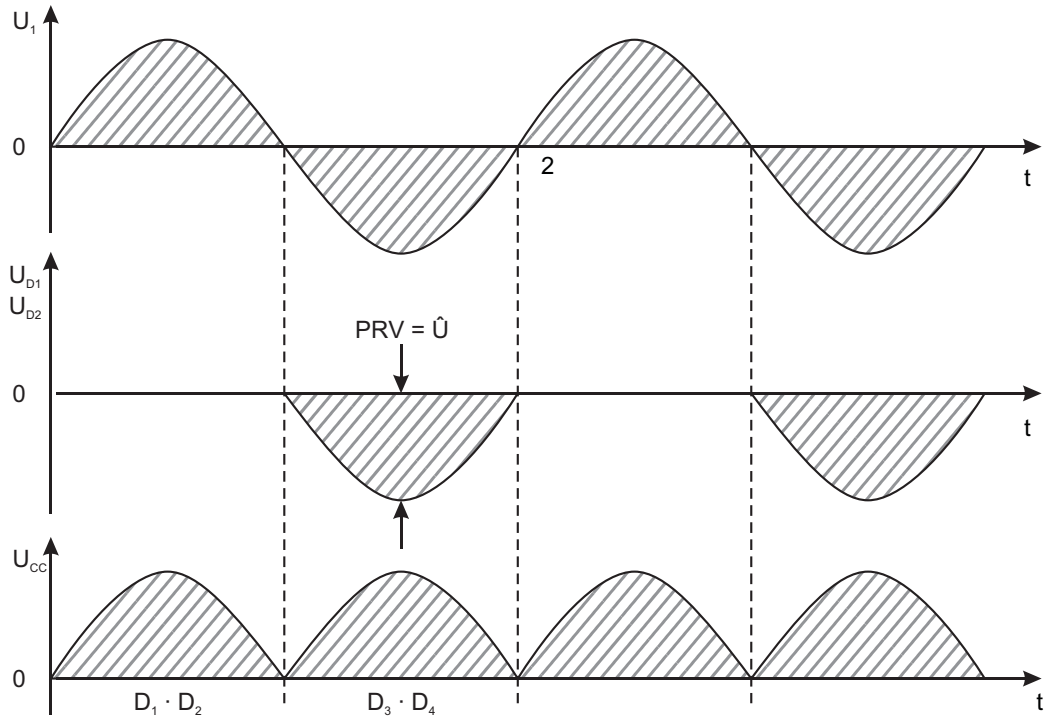


Concepto

Existe otro tipo de rectificador, en el cual solamente se necesita un secundario en el transformador reduciéndose el tamaño del mismo, y donde se interconectan 4 diodos en una configuración en puente presentado características muy similares al del caso anterior.

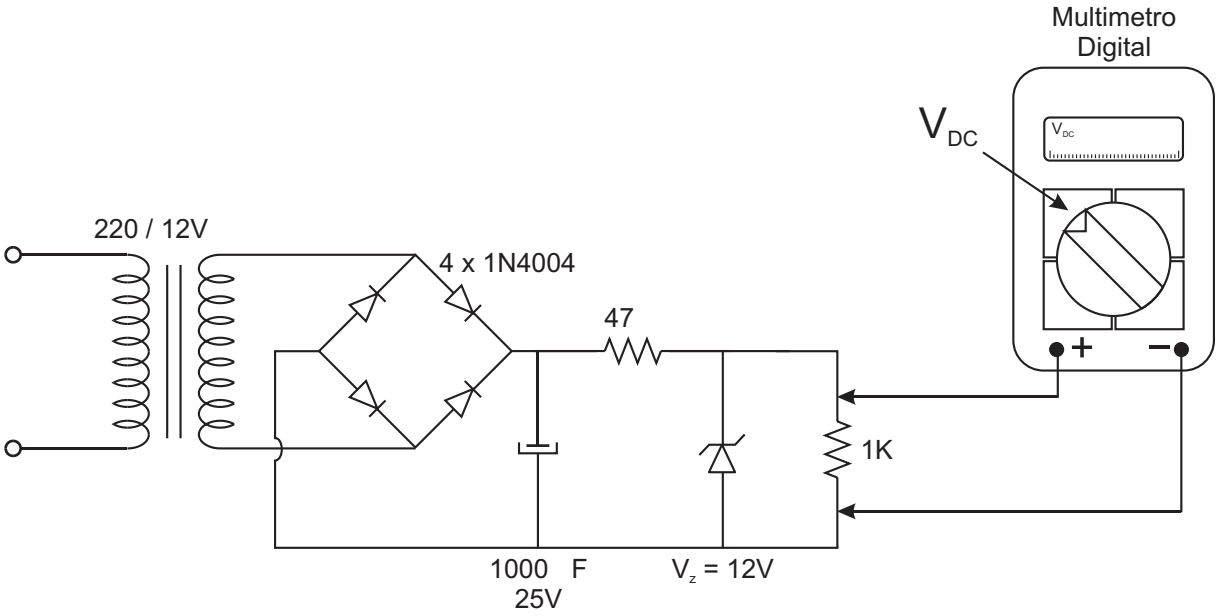
Funcionamiento

Durante el primer semiciclo de UV, una tensión positiva es aplicada en el ánodo del Diodo D1 y n el cátodo D4.
En consecuencia sólo D1, entra en conducción ya que D4, se encuentra polarizado inversamente.
Con D1 en conducción, la corriente circula a través de D1, RL y D2.
Es necesario notar que también en este semiciclo, D3 queda polarizado inversamente, por lo tanto, no entra en conducción.
Cuando la polaridad de la tensión de entrada se invierte (segundo semiciclo), D1 y D2 entran en corte.
D3 y D4 entonces quedan directamente polarizados y entran en conducción.
La corriente de carga pasa siempre en el mismo sentido y, por lo tanto la tensión asume siempre la misma polaridad.



El valor medio de la señal rectificada con este tipo de rectificador es similar al del circuito anterior:

$$U_{cc} = \frac{2U_{v(máx)}}{} \qquad I_{cc} = \frac{U_{cc}}{RL}$$

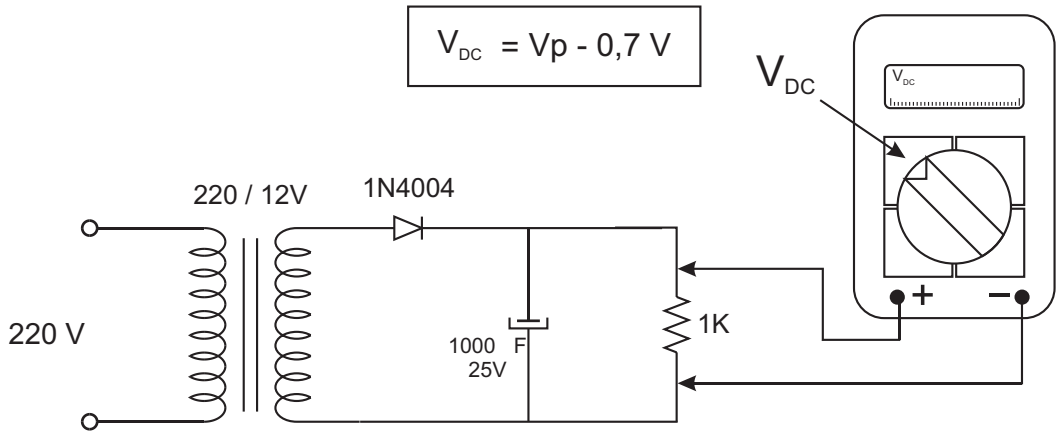


N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montar circuito de fuente de alimentación de 1/2 onda	Transformador 220/12v-2A 04 diodos 1N4004 01 condensador 1000 F /25v 01 resistencia 47r 01 diodo Zener de 12 v 01 resistencia de 1k 01 multímetro digita 01 protoboardl
02	Montar circuito de fuente de alimentación de onda completa	
03	Montar circuito de fuente de alimentación con estabilizador por diodo Zener	

01	01		
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES**	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		MONTAJE DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN	HT 07 / REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO: / HOJA: 1/1
			ESCALA: / 2004

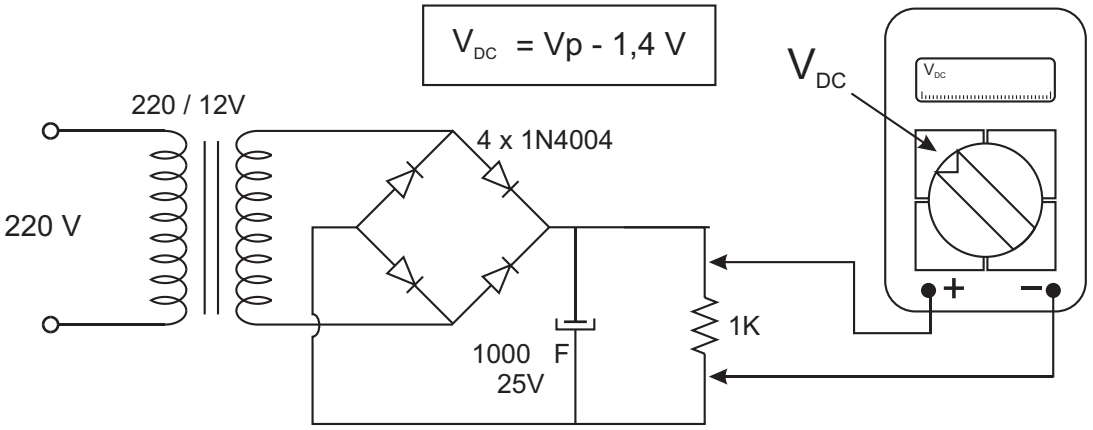
OPERACIÓN: MONTAR CIRCUITO DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE 1/2 ONDA

Paso 1: Armar el circuito de la figura y verificar la relación.

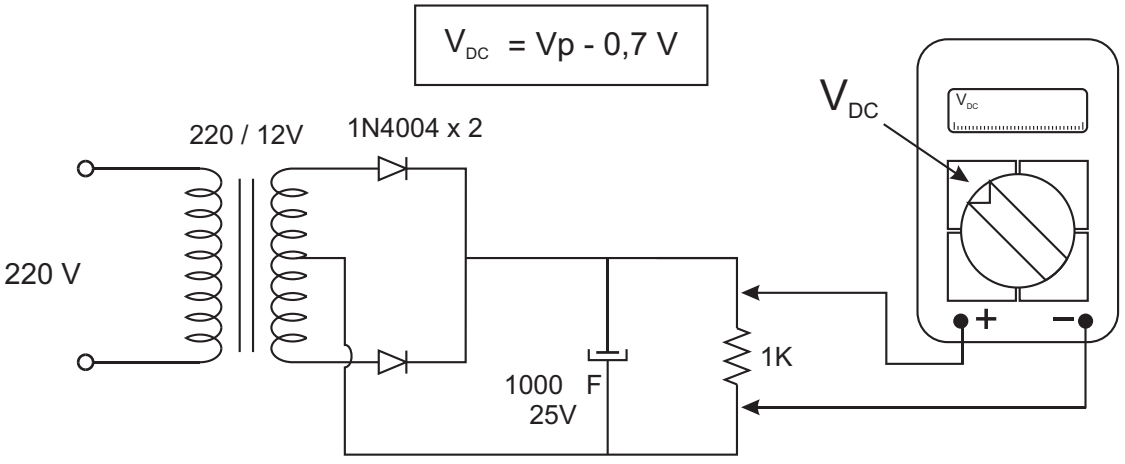


OPERACIÓN: MONTAR CIRCUITO DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ONDA COMPLETA

Paso 2: Armar el circuito de la figura y verificar la relación.



Paso 3: Armar el circuito de la figura y verificar la relación.



FUENTES DE ALIMENTACIÓN

Generalidades

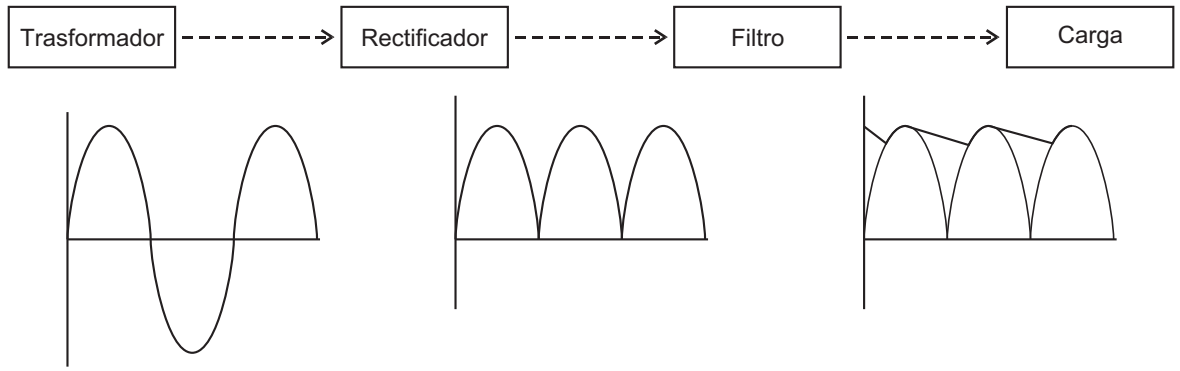
Para operar los circuitos electrónicos, módulos y dispositivos, éstos necesitan estar alimentados con tensión continua. La energía requerida generalmente no se puede proveer por baterías - es decir, ni por elementos primarios ni por elementos secundarios - sin involucrar grandes gasto:. En la práctica, esta energía se obtiene de la red de alimentación principal. La tensión alterna de la red que ser convertida necesariamente en tensión continua o corriente continua.

A estos circuitos se les denomina fuentes de alimentación y se clasifican en dos grandes grupos:

a) Fuentes de alimentación no reguladas
b) Fuentes de alimentación reguladas

Fuentes de alimentación no reguladas

La señal obtenida a la salida de un rectificador es continua pulsante cuyo uso está limitado entre otor a cada de batería y alimentación de motores DC. Para alimentar circuitos electrónicos es necesario una tensión continua de valor constante, similar a la tensión que se obtiene de una batería, y para conseguir este tipo de señal es necesario conectar filtros a la salida de los rectificadores con los cuales se reduce el rizado.



Tipos de Filtros

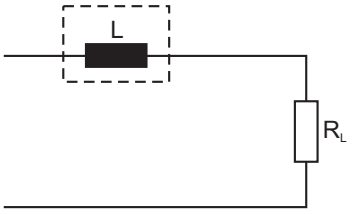
Los elementos o componentes que en las fuentes se utilizan como filtros son: Las inductancias o bobinas de choque y los condensadores.

El funcionamiento del filtro por inductancia se basa en la propiedad fundamental de este componente de oponerse a cualquier variación de la corriente.

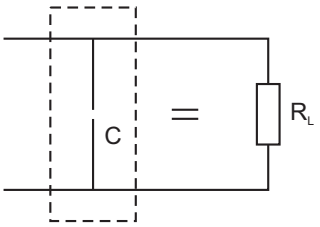
De tal manera que toda variación que aparece en un circuito sin inductancia se reducirá al colocar este elemento en el circuito

El funcionamiento del filtro por condensador se basa en su principio de almacenamiento de energía a la carga de la fuente durante el período de no-conducción, de esta forma se prolonga el tiempo durante el cual circula la corriente por la carga y disminuye notablemente su rizado.

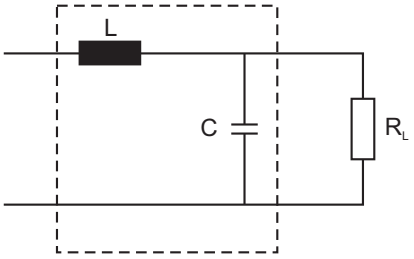
En casos en que la tensión filtrada aún no reciba los requisitos necesarios se le puede filtrara aún más con ayuda de filtros de varios componentes presentando el mejor efecto filtrante el filtro LC en los que se suman los efectos de inductancia y condensador.



Filtro por inductancia (L)



Filtro por condensador (C)

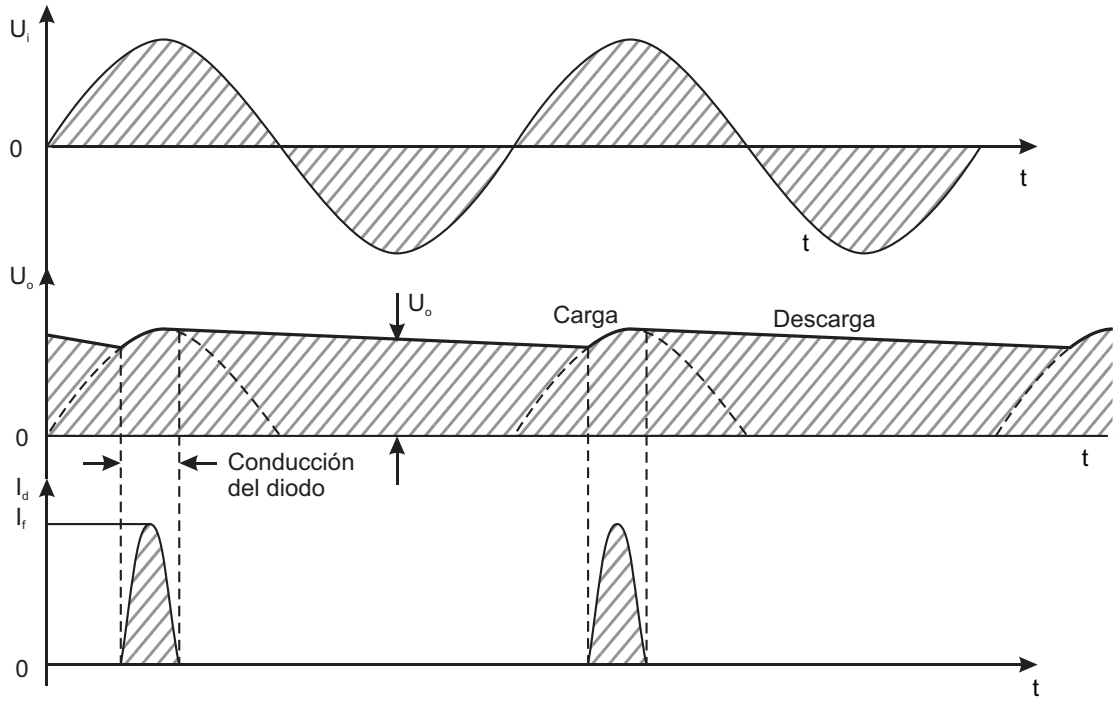


Filtro LC

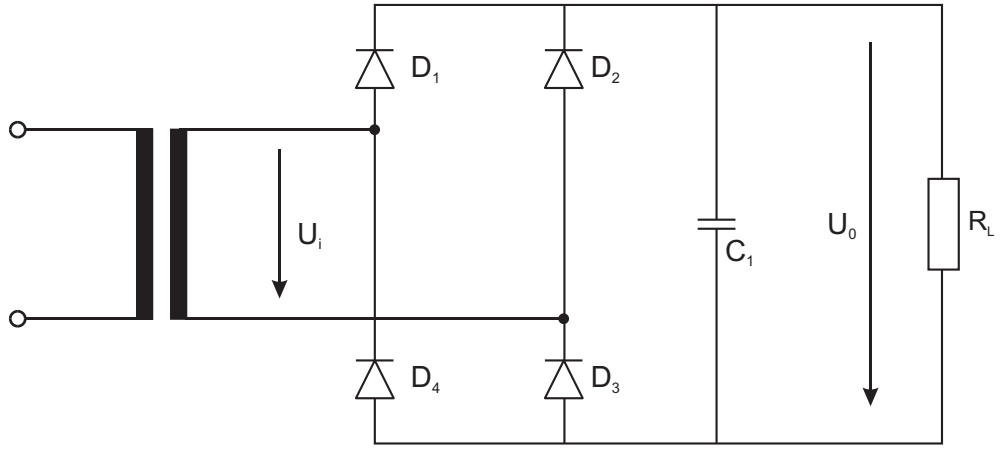
Si S1 cerrado

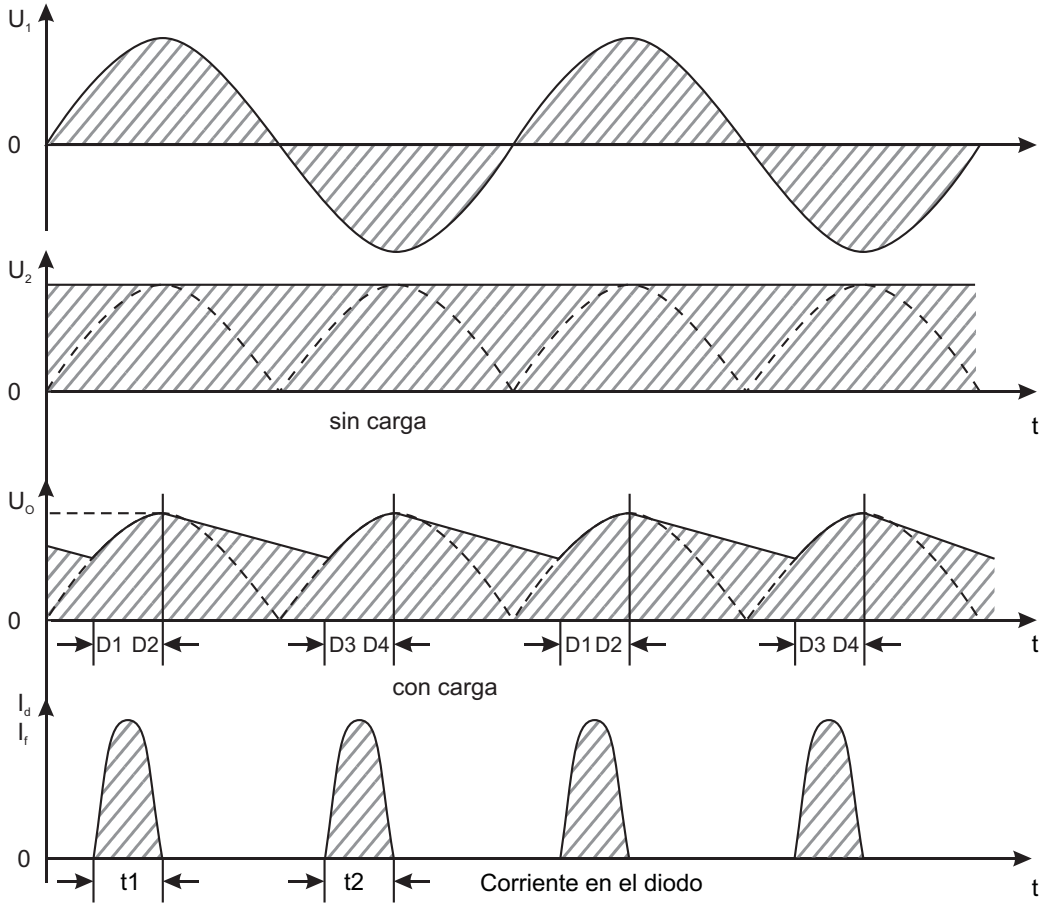
Cuando S1 se cierra, la carga es alimentada durante el período de tiempo en que el diodo está en corte, el condensador proporciona corriente para la resistencia de carga y, por lo tanto, su tensión disminuye hasta que la tensión Ui sea mayor que Uo. En este caso, el diodo D pasa a conducir y carga nuevamente al condensador.

El período de conducción del diodo es indicado en la siguiente figura, donde se puede notar que cuando se usa el condensador el tiempo de conducción es mucho menor que en el caso del rectificador sin filtro como consecuencia, tiene un pico de corriente en el diodo cada vez que él conduce.

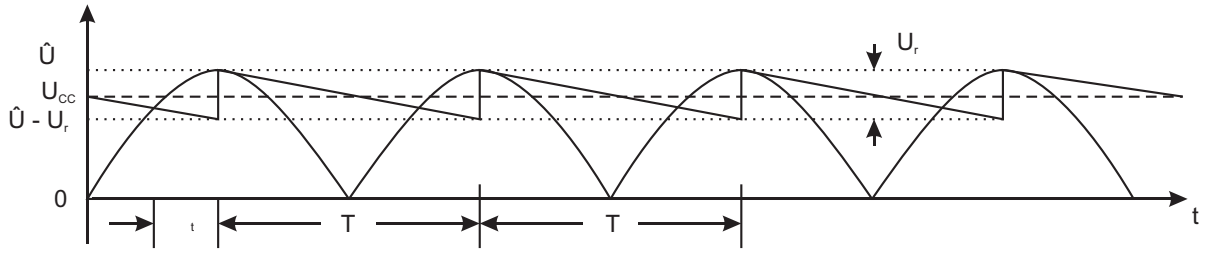


Caundo Ui z Ucc el diodo entra en corte, cuando Ui = -Ui(máx), en el diodo se tiene: UAK-2u se tiene por lo tanto sobre el diodo una tensión inversa de 2u que es el doble de PRV sin el condensador.


D1
D2
Ui
C1
U0
RL
D4
D3


U1
0
U2
0
sin carga
t
UO
0
D1 D2
D3 D4
D1 D2
D3 D4
t
con carga
Id
If
0
t1
t2
Corriente en el diodo
t

Si se considera, que el tiempo de carga del condensador t es mucho menor que T, podemos suponer, sin mayores errores, que el condensador se carga instantáneamente.



Por lo tanto la forma de onda de la tensión U_{CC} será como se muestra en el gráfico, donde también es fácil notar que:

$$U_{cc} = U_{i(máx)} - \frac{Ur}{2}$$

Siendo Ur: tensión de riple o rizado o la amplitud de la onda triangular de la carga y descarga del condensador de donde resulta que:

$$Ur = \frac{U_{cc} U}{F \times C}$$

entonces: $U_{CC} = Ui(máx) - \frac{U_{cc}}{2 \times RL \times F \times C}$

y consecuentemente $$U_{cc} = \frac{U_{i(máx)}}{1 + \frac{1}{2 \times RL \times F \times C}}$$

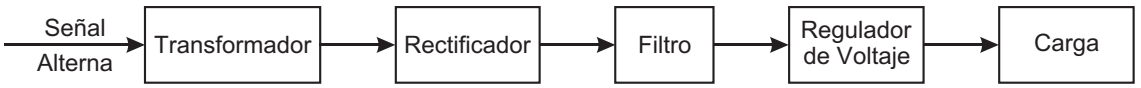
Siendo F la frecuencia de oscilación:

Para media = 60 Hz
para onda completa = 120 Hz

Precauciones con la Polaridad de Condensador

Los condensadores de filtro usados en la construcción de fuente de alimentación son de tipo electrolítico y tienen polaridad definida, al conectarlos hay que tener en cuenta la polaridad de lo contrario una inadecuada conexión producirían el deterioro automático del condensador.

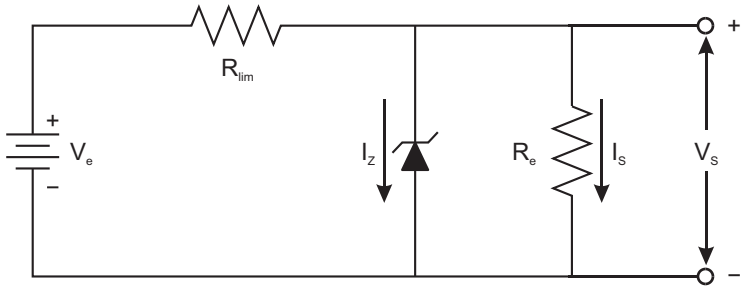
Fuentes de alimentación reguladas



Es una fuente no regulada que incluye un regulador de voltaje.

Regulador de Voltaje: Circuito que mantiene el voltaje en la carga constante aunque varíe el voltaje de entrada o varía la corriente de carga.
Los reguladores pueden ser:
Reguladores con diodo zener.
Reguladores integrados
Reguladores con transistores

Regulador por diodo Zener



Donde: V_e = Tensón de entrada 9 a 12V
V_s = Tensión de salida 7v
I_z = Corriente en el zéner 5 mA
I_s = Corriente de salida 20 a 50 mA

Con el uso de este circuito podemos asegurar una tensión máxima a la salida del circuito independientemente de las fluctuaciones originada en la entrada del mismo.

Este circuito es muy sencillo de implementar, solamente tendremos que ver cual es el valor de la resistencia Rlim que será la resistencia limitadora que absorberá la diferencia de tensión que queremos "recortar en la entrada.

Para el cálculo de la misma hacemos:

$$R_{lim} \qquad \frac{V_e(min) - V_s}{I_Z(min) + I_s(máx)}$$

Donde:

Ve(min) =Tensión de entrada mínima
VS = Tensión de salida
Iz(min) = Corriente mínima que circula por el diodo (Dato obtenido de la hora de datos del fabricante).
Is(máx)= Corriente máxima que atraviesa la carga

Si por ejemplo, nuestra fuente de entrada varía entre 9 y 12 V y queremos a la salida una tensión de 7 V, entonces Rlim será.

RlimW (9-7)/(0,005+0,050) = 2/0,055 = 36,36

El valor Iz(min)l o obtuvimos de la hoja de datos del zéner.

Vemos que Rlim tiene que ser menor o igual a 36,36 ohms, ¿prer existe en el mercado dicho valor de resistencia? Como ya vimos en el capítulo 1, cuando hablamos de las resistencias, que no todos los valores de resistencias están disponibles, sólo podremos encontrar ciertos valores para las resistencias. Pero en este caso no habremos de preocuparnos dado que para Rlim tenemos una cota de menor o igual a 36,36 , entonces bastará con elegir un valor próximo a éste pero sin pasarlo. De la tabla de valores vemos que el que más se aproxima es 33 , por lo tanto elegimos éste

Ya tenemos el valor ohmico de la resistencia, ahora nos falta ver qué potencia va a disipar la resistencia, para ello multiplicamos la corriente que la atraviesa por la tensión que cae en ella (Ve- Vs)

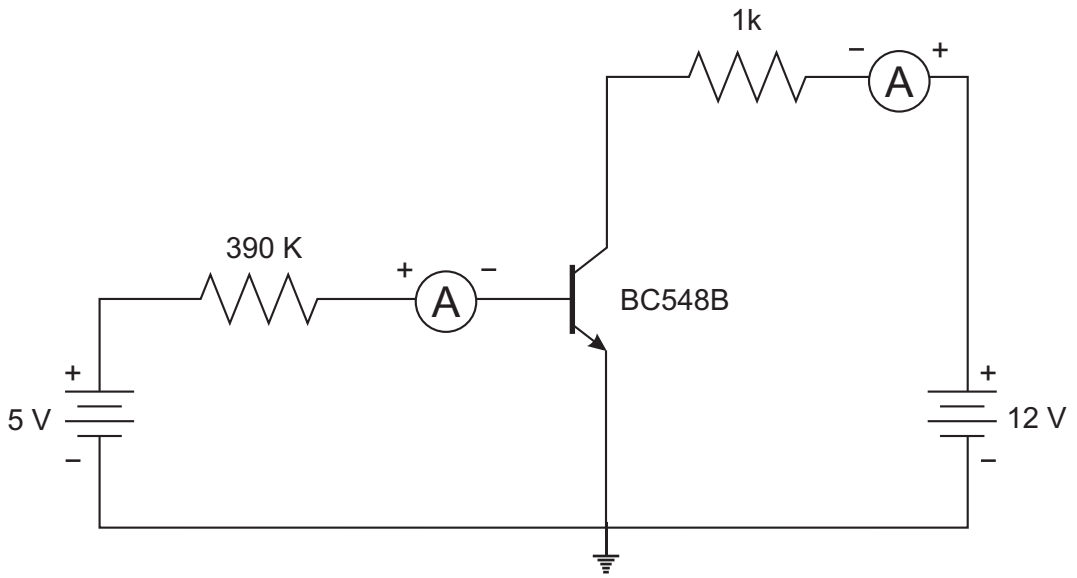
La corriente es: I = 2/33 = 60,60 mA

Entonces P =2V x 60,60 mA =0,12 W

Elegimos una Rlim cuta disipación de potencia sea 1/2 W

Precauciones con la polaridad del diodo Zener

La potencia del diodo Zener determina la máxima corriente permisible para el diodo y hay que tener muy en cuenta de que en el circuito no sobrepase esta corriente lo que producirá la destrucción del dispositivo, una regla general hay que hacerlo trabajar como máximo hasta la mitad de su corriente nominal máxima dada por el fabricante.



N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montaje de circuito con el transistor BJT	01 transistor BC548B 01 transistor BC55813 01 transistor B401 01 transistor BD135 01 transistor BD136 01 Multímetro digital 01 Protoboard 02 fuentes de alimentación 01 resistencia 1 k 01 resistencia 3901C

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		MEDICIONES EN EL TRANSISTOR BJT	HT 08	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: MONTAJE DE CIRCUITO CON EL TRANSISTOR BJT

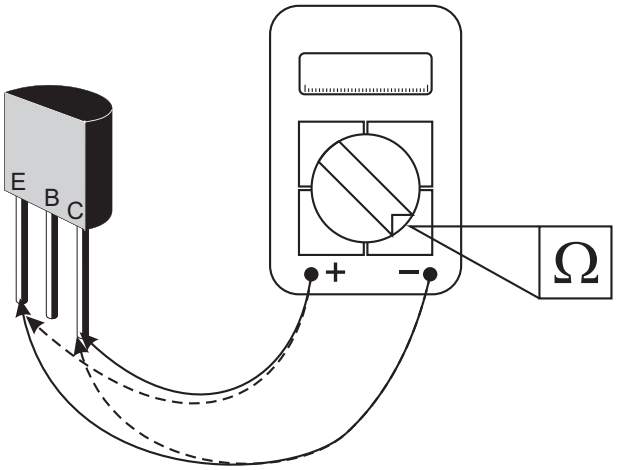
Paso 1: Identificar transistores:

Con el código de cada transistor buscar en el manual de ..... sus características y anotarlos en el ancho mostrado.

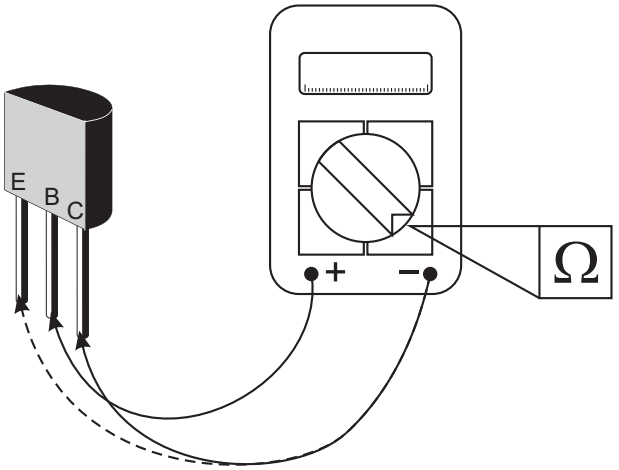
Transistor	I_C	V_{CEO}	hfe	F	P_D	Aplicación
BC548B						
BC558B						
D401						
BD135						
BD136						

Paso 2: Verificar estado de transistores

a) Mida la resistencia entre el emisor y el colector del transistor la resistencia debe ser extremadamente alta (centenas de Megaohms) en cualquier posición.

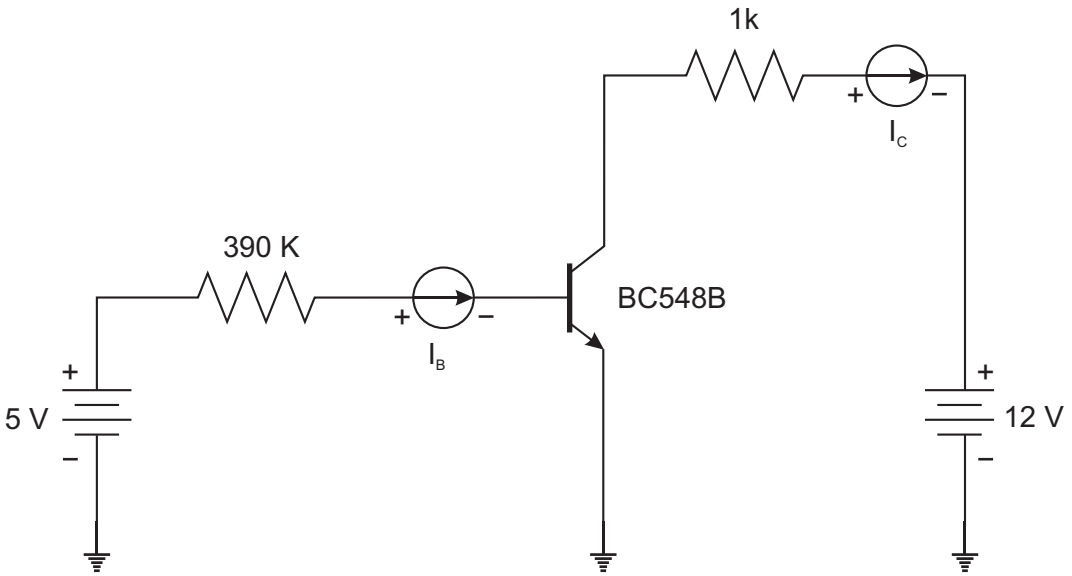


b) Mida las resistencias directa e inversa del diodo base-emisor y del diodo colector - base, para los dos diodos la razón entre las resistencias inversa y directa debe ser por lo menos de 1000/1.



Paso 3: Determinar la ganancia de corriente (hfe) de un transistor NPN midiendo la corriente de colector (I_C) y la corriente base (I_B) en el circuito rastrado. Luego calcular la ganancia de corriente con la siguiente expresión:

$$hfe = \frac{I_C}{I_B}$$



EL TRANSISTOR BJT

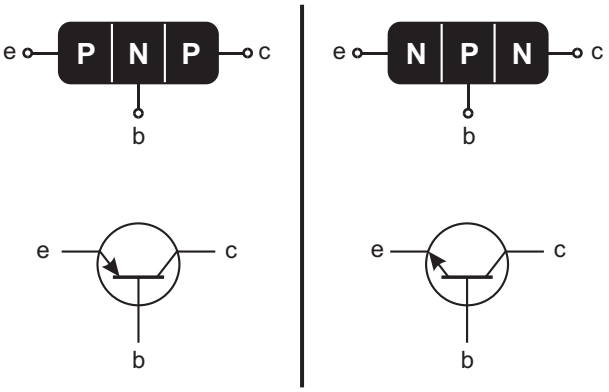
El transistor es un elemento semiconductor que tiene la propiedad de poder gobernar a voluntad la intensidad de corriente que circula entre dos de sus tres terminales (emisor y colector), mediante la circulación de una pequeña corriente aplicada en el tercer terminal (base).

Este efecto se conoce con el nombre de amplificación de corriente.

Se utilizan fundamentalmente en circuitos que realizan funciones de amplificación, control, proceso de datos, etc.

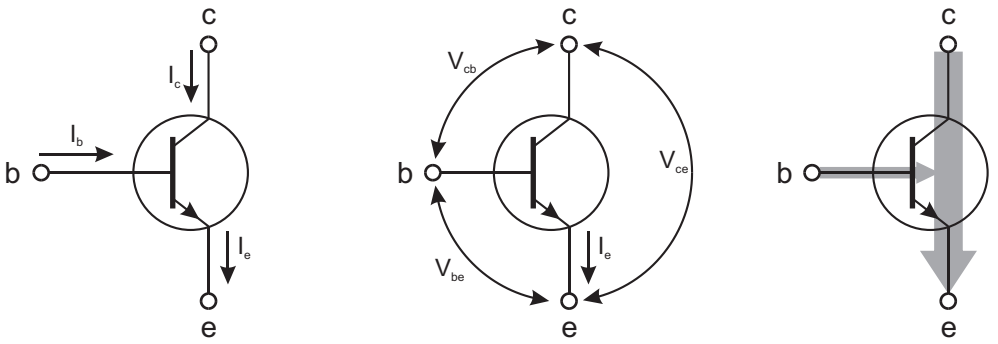
El funcionamiento interno se puede describir a partir de lo ya explicado para los diodos, con la diferencia de que este último posee dos uniones semiconductoras, esto es: el transistor posee dos zonas semiconductoras, que pueden ser N o P, y entre ambas una muy delgada del tipo P o N respectivamente.

Este conjunto formará dos uniones : una N-P, entre el emisor y la base, y la otra P-N entre la base y el colector (si las dos zonas exteriores son del tipo N y la interior tipo P, es decir un transistor NPN. Si las regiones exteriores son del tipo P y la interior del tipo N el transistor será del tipo PNP).



Si le aplicamos una tensión externa a la unión N-P de forma que quede polarizada en directa, se producirá una circulación de corriente entre ambas regiones. Aplicando una segunda tensión externa a la otra unión, de modo que ésta quede en inversa (el terminal positivo de la fuente conectado al colector y el negativo a la base), la corriente generada en la otra unión, será atraída por la diferencia de potencial positiva aplicada al colector, generando que prácticamente toda la corriente proveniente del emisor llegue al colector, salvo una pequeña cantidad de corriente que saldrá por la base. Y es justamente esta pequeñísima corriente de base la que nos permite gobernar la corriente circulante desde el emisor al colector.

El sentido de circulación de la corriente adoptado hasta ahora es el de circulación de los electrones, y como la convención utilizada toma el sentido opuesto entonces en un transistor del tipo NPN la corriente será entrante por el colector y la base, y saliente por el emisor.



En la figura c tenemos una regla mnemotécnica para recordar la relación entre las corrientes que atraviesan el transistor.

Debido a que la corriente de emisor será siempre un múltiplo de la base obtendremos los resultados deseador de amplificación. Supongamos que dicha corriente de colector (Ic) es 100 veces la corriente de emisor (Ie), entonces si Ib = 5 mA; Ie = 500 mA. Si ahora Ib = 2 mA; Ie = 200 mA. Donde se puede apreciar que una pequeña variación en la corriente de base (3 mA), produce una gran variación en la de emisor (300 mA). Dicho factor de amplificación es denominado generalmente con la letra griega (Beta).

Ya hemos hecho notar que existen transistores del tipo NPN según sea los dopados de las tres regiones, pero entre ambos tipos no existe ninguna diferencia en cuanto a lo funcional, salvo que todos los sentidos de circulación de las corrientes son opuestos en uno y otro, por lo tanto, para polarizar un transistor PNP, de igual manera que uno NPN, se deberán utilizar tensiones opuestas en uno y otro.

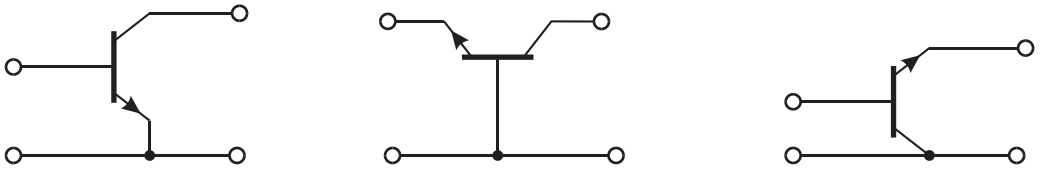
Los transistores tienen una característica muy interesante que es la capacidad que tienen éstos de entregar una intensidad de corriente constante a una resistencia, independientemente del valor de ésta, es decir que las variaciones de corriente obtenidas por la acción de la base, producirán en la resistencia una variación de la tensión, la cual será, según la ley de OHM: $V = I \times R$

Entonces v dependerá del valor de la corriente de base y d ela resistencia en el colector, siendo V mayor cuando mayor es R, estando fijado el límite por el valor de la tensión externa aplicada al circuito.

Este efecto resulta en una "amplificación de tensión" que es una de las características más importante de los transistores y el motivo por el cuál son de uso casi imprescindible en los montajes electrónicos. Esta amplificación de tensión se calcula como la relación entre el voltaje en la resistencia de carga y la tensión aplicada entre las junturas base-emisor.

Los transistores según sea la tecnología de fabricación, se clasifican en grandes grupos con diferentes características: Bipolares, fet MOSFET, UNI UNION. Hasta el momento nos hemos referido al primer grupo de ellos.

El estudio y análisis de los transistores se realizan mediante el empleo de las "curvas características" del mismo, con las cuales se puede caracterizar completamente el comportamiento o funcionamiento eléctrico de transistor, siendo esta expresada en relaciones gráficas de las corrientes Ib, Ic e Ie, en función de las tensiones externas y para las distintas configuraciones: emisor común (EC), base común (BC) y colector común (CC).

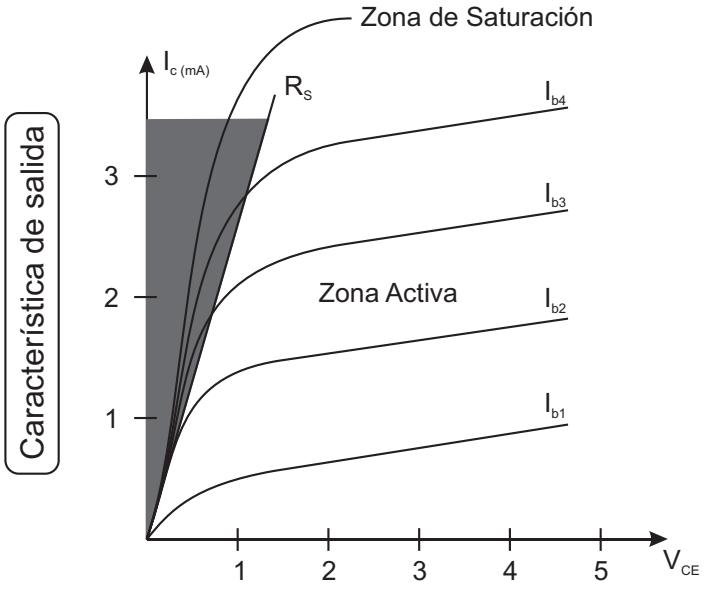


EMISOR COMUN BASE COMUN COLECTOR COMUN

Las curvas describen el comportamiento de los transistores, pero como estos no se comportan de igual manera, éstas varían según el tipo de transistor, y, si bien difieren de un tipo a otro, son muy semejantes en la forma. Además no se refieren a uno en concreto, sino que son un promedio de un gran número de unidades. Estas gráficas son proporcionadas por el fabricante, y como el montaje más común es la de emisor común, y además los fabricantes nos suministran las curvas basadas en este tipo de configuración, nos centraremos en el análisis de las curvas referidas a este tipo de montaje.

También es importante conocer los valores máx, min típico de las características más importantes, para poder emplear, en los cálculos, el valor que resultará más desfavorable a fin de asegurarnos que el funcionamiento de cualquier unidad de la muestra estará dentro de lo estipulado.

Las curvas características más importantes son las características de entrada y la de salida. En las de entrada, se expresan las gráficas de la relación entre la corriente de base (Ib) y la tensión base-emisor (Vbe) para la tensión colector-emisor (Vce) constante. Apartir de ellas podemos calcular la corriente que circula por la base cuando se aplica una tensión externa entre ésta y el emisor.

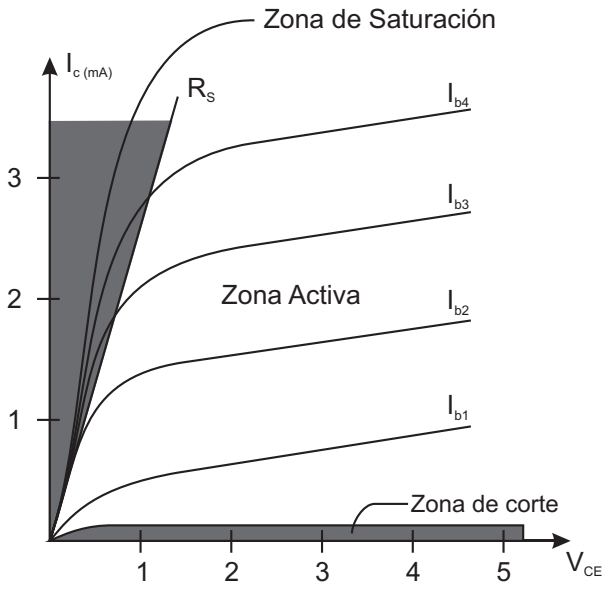


Como el transistor en montaje en emisor común tiene comportamiento similar al de un diodo polarizado en directa, las curvas son de igual forma. es decir, que existe una determinada tensión umbral por debajo de la cual la corriente es prácticamente nula.

También de las características de entrada podemos deducir la resistencia de entrada del transistor, que es la variación de la tensión base-emisor (Vbe) con respecto a la corriente de base (Ib).

En las curvas de salida se gráfica la corriente de colector Ic en función d ela tensión colector emisor Vce cuando mantenemos constante Ib. Generalmente se dibuja una familia de curvas para distintas Ib. En esta gráfica se observa que por encima de un valor de tensión colector emisor.

Vce 1 la corriente se mantiene prácticamente constante, independientemente del valor de Vce. Por debajo de este valor todo lo contrario, Ib varía rápidamente con las variaciones de Vce. Este valor de Vce 1 es aproximadamente 0,5 V. Aesta zona de funcionamiento donde Ic es casi constante, se denomina región activa y es en la que se desea que funcione el transistor cuando se lo usa en amplificadores. En este caso Ic solamente depende de Ib.



En la gráfica podemos observar una recta denominada Rs, que delimita una de las 3 posibles regiones de trabajo de los transistores.
El transistor trabajará en alguna de las 3 regiones dependiendo de las polarizaciones que reciban cada una de las uniones P-N que lo componen. Las tres regiones son:
Región de saturación: El transistor se comporta como un interruptor entre emisor y colector.
Región de corte: El transistor se comporta como un interruptor abierto entre emisor y colector.
Región lineal (o activa): Se comporta como un dispositivo amplificador de corriente de entrada (corriente de base).

Algunos de los parámetros importantes de los transistores y que generalmente son suministrados por el fabricante son:

Vce (sat) =Tensión máxima entre colector y emisor trabajando en saturación.

Vceo =Tensión máxima entre colector y emisor.

Vcbo = Tensión máxima entre colector y base.

Vebo = Tensión máxima entre emisor y base.

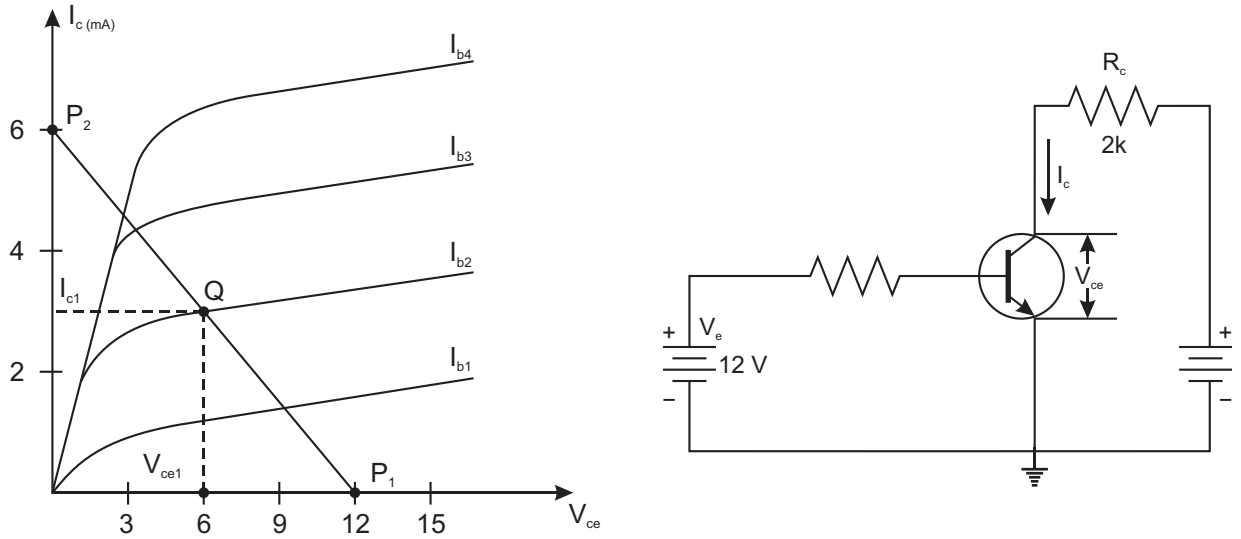
Icmáx = Corriente máxima de colector (valor pico)

Ibmáx = Corriente máxima de base (valor pico)

Ptot = Potencia disipable total.

De la misma manera que en las características de entrada podemos deducir la resistencia de entrada, en las características de salida podemos deducir la resistencia de salida de la forma: Variación de la tensión Vce con respecto a Ic. otro factor que podemos deducir es la ganancia de corriente del transistor ( ).
De las curvas se deduce, al ser casi horizontal, que la resistencia de salida será muy elevada.

Es conveniente fijar el punto de trabajo del transistor, dependiendo de la tarea que queremos que éste realice en un circuito y utilizando las curvas antes vistas.
Para ello se ha de polarizar al transistor con algunos de los circuitos de polarización que veremos a continuación, pero antes de ello haremos referencia a la recta de carga de un transistor. Para obtenerla deberemos volver a la familia de curvas de salida ya vista. La recta de carga es útil dado que nos muestra, en forma gráfica, todos los puntos de trabajo posibles del transistor para una polarización dada.

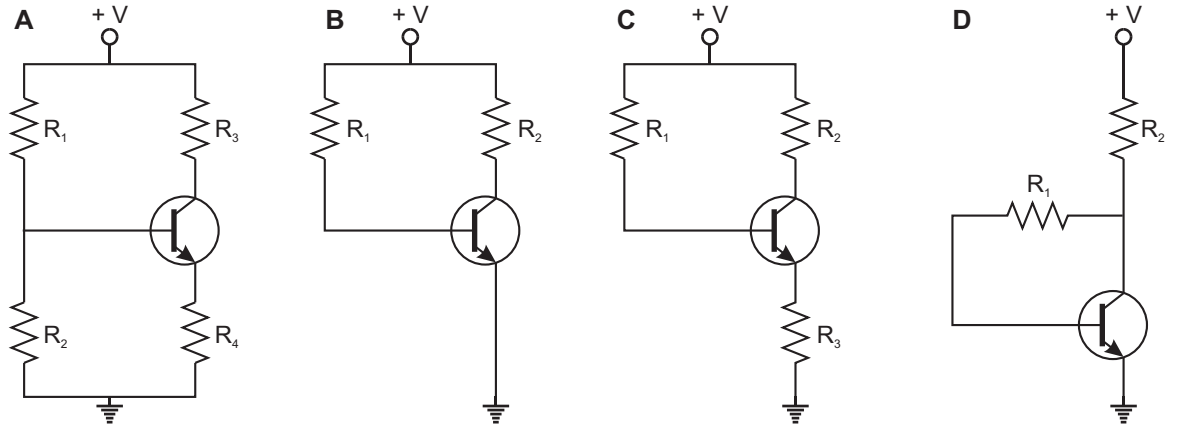


En la figura podemos ver la recta de carga superpuesta a la familia de curvas de salida, en la que vemos puntos de interés, los que pasamos a explicar a continuación:
Para el cálculo de la recta de carga consideraremos al transistor en dos de sus estados: corte y saturación.

En el estado de corte Ic es prácticamente cero, entonces podemos concluir que Vc = Vce, la que en nuestro ejemplo es de 12 V. Entonces con Ic 0 V y Vce 12 V obtenemos el primer punto de la recta de carga, al que llamamos P1 en la gráfica.

En el estado de saturación tenemos que Vce 0 V con lo que entonces podemos calcular el valor de Ic =Vc/Rc que en nuestro ejemplo da 12 V / 2000 = 6 mA. Al punto Vce = 0, Ic = 6 mA lo llamamos P2 en la gráfica.
Si unimos P1 y P2 obtendremos la recta de carga buscada.
Para obtener el punto de trabajo (Q) del transistor necesitamos saber Ib, de esta forma el punto Q es el punto de intersección de la recta de carga con la curva correspondiente al valor de la corriente que opera el transistor en ese instante (Ib).
La recta de carga puede ser diferente con cada transistor y cada punto de polarización.
Proyectando al punto Q sobre los ejes coordenados de la gráfica obtendremos los valores de Ic y Vce, denominados en el gráfico como Ic1 y Vce1.
comenzaremos hora si con los circuitos para polarizar a los transistores.
La tarea de estos polarizadores no es otra que la de hacer que a las distintas patas del transistor le lleguen diferentes tensiones, pero a partir de una única fuente de alimentación, intentando, además hacer que el parámetro sea lo más estable posible, es decir, que no varíe con los diversos factores extremos que pueden llegar a alterar al mismo.

En la figura podemos ver varias de las configuraciones para polarizar al transistor.



El primer diagrama (A) muestra una configuración denominada polarización por división de tensión. Las resistencias R1 y R2 forman un divisor de tensión, lo cual le da el nombre a la configuración. Este tipo de polarización es uno de lo más idóneos y el mejor para trabajar en la zona activa del transistor.
En al parte B de la figura vemos otra forma de polarizador, denominada "polarización de base".
Ahora la corriente de base se obtiene a través de R1. Este tipo de polarización se utiliza en circuitos que trabajan en conmutación, no siendo aconsejable su uso en transistores a los que se desea trabajen en la zona activa.
La polarización que se muestra en C es denominada "polarización por realimentación de emisor" y por medio de ésta logramos una mayor estabilidad del punto Q.
A la configuración en D se le llama "polarización por realimentación de colector".

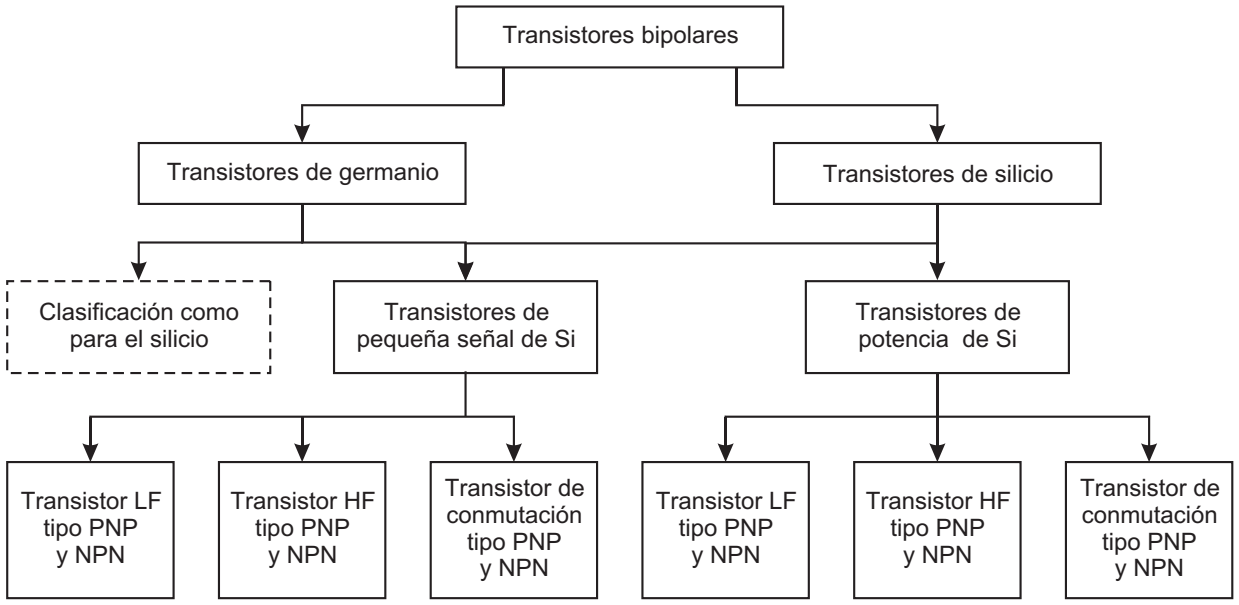
Aplicaciones más usuales de los transistores

Ya comentamos que al transistor se lo puede montar en emisor común (EC), la base común (BC) o colector común (CC). Cada una de estas configuraciones posee ventajas y desventajas una respecto de las otras, siendo la de emisor común la más recurrida a la vez que es la de mejor respuesta en la mayor parte de las aplicaciones.
Cada configuración obtiene diferentes coeficientes de ganancias en tensón (GV), así como diferentes impedancias tanto de entrada como de salida.
A continuación vemos un resumen de las principales características de cada uno de los tres posibles montajes.

MONTAJE	G. V.	DESFASAJE (V)	Ze	Zs
E. C.	Alta	180°	Media	Media
B. C.	Alta	0°	Baja	Alta
C. C.	< 1	0°	Alta	Baja

El montaje en Base Común posee una mayor ganancia de tensión frente a los otros dos. También tiene baja impedancia de entrada, lo que lo hace bastante inadecuado para operar en circuitos de baja potencia (B. F.).

Con un montaje en Colector Común logramos una muy baja distorsión sobre la señal de salida y junto con el montaje en Base Común, es bastante idóneo a la hora de diseñar adaptadores de impedancia.



Codificación de los transistores

los fabricante d e transistores han introducido un sistema de designación para mejorar la distinción entre los diferentes tipos de transistores. Los fabricantes europeos utilizan principalmente la codificación << PRO ELECTRON>>, consistente en una combinación de letras y números.

De acuerdo al sistema PRO ELECTRON, los elementos semiconductores se designan con tres letras y dos números.

Como una derivación de este sistema, los tipos que son usados en su mayoría en aparatos de radio, de televisión y grabadores de cintas se identifican con dos letras y tres números.

Diseño de transistores

La primera letra informa sobre el material inicial. Estas letras tienen los siguientes significados:

A = Material inicial germanio
B = Material inicial silicio
C = Material inicial arseniuro de galio, etc.
R = material inicial para fotosemiconductores y generadores Hall

La segunda letra designa la función principal del componente. Las letras significan:

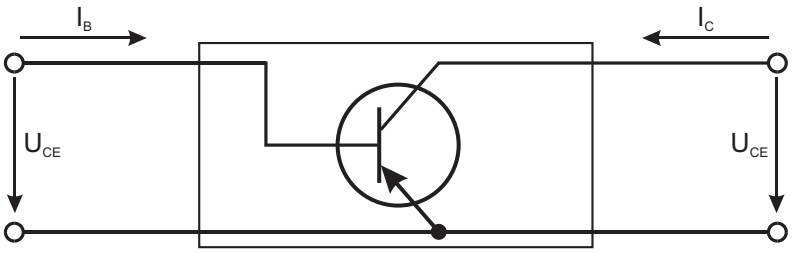
A = Diodo rectificador de pequeñas señales; diodo de conmutación
B = Diodo de capacitancia variable (varicap)
C = Transistor LF (baja frecuencia)
D = Transistor LF de potencia
E = Diodo Túnel
F = Transistor HF (alta potencia)
G = iodos osciladores para aplicaciones HF
H = Sonda de campo Hall (Capítulo 5)
L = Transistor HF de potencia
N = Opto transistor aislador (optoacoplador) (Capítulo 6)
P = Fotodiodo, celda fotovoltáica (Capítulo 5)
Q = Diodo emisor de luz (Capítulo 6)
R = Tiristor (Capítulo 8)
S = Transistor de conmutación
T = Tiristor (Capítulo 8)
U = Transistor de conmutación de potencia
X = Diodo multiplicador
Y = Diodo de potencia
Z = Diodo Zener

Como tercera letra se utiliza solamente X, Y y Z. Estas letras indican solamente el uso comercial de estos tipos.

Los siguientes dos o tres números representan únicamente un número de registro, y no tienen ningún significado técnico particular.

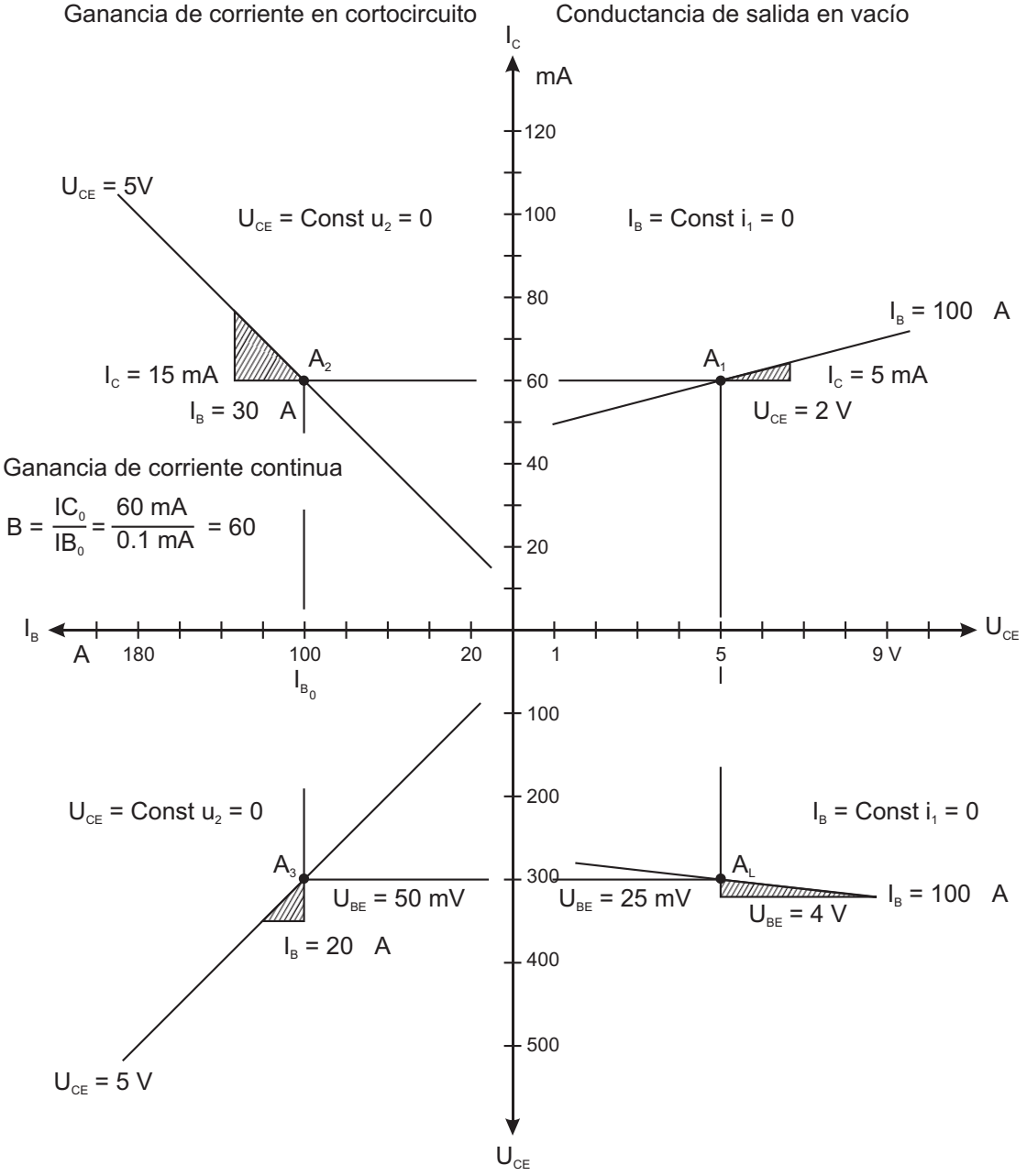
De acuerdo al sistema JEDEC, los diodos serán designados por una combinación << 1N>> y un número de cuatro cifras. <<1N>> indica que el componente referido tienen una juntura PN. Consecuentemente, la designación de los transistores comienza con <<2N>> debido a sus dos junturas PN. El subsecuente número de cuatro cifras indica simplemente el número de registro.

Aparte de los componentes semiconductores con estos dos códigos de designación, hay todavía numerosos tipos de transistores sólo con designaciones específicas de sus fábricas.



Ganancia de corriente en cortocircuito

Conductancia de salida en vacío



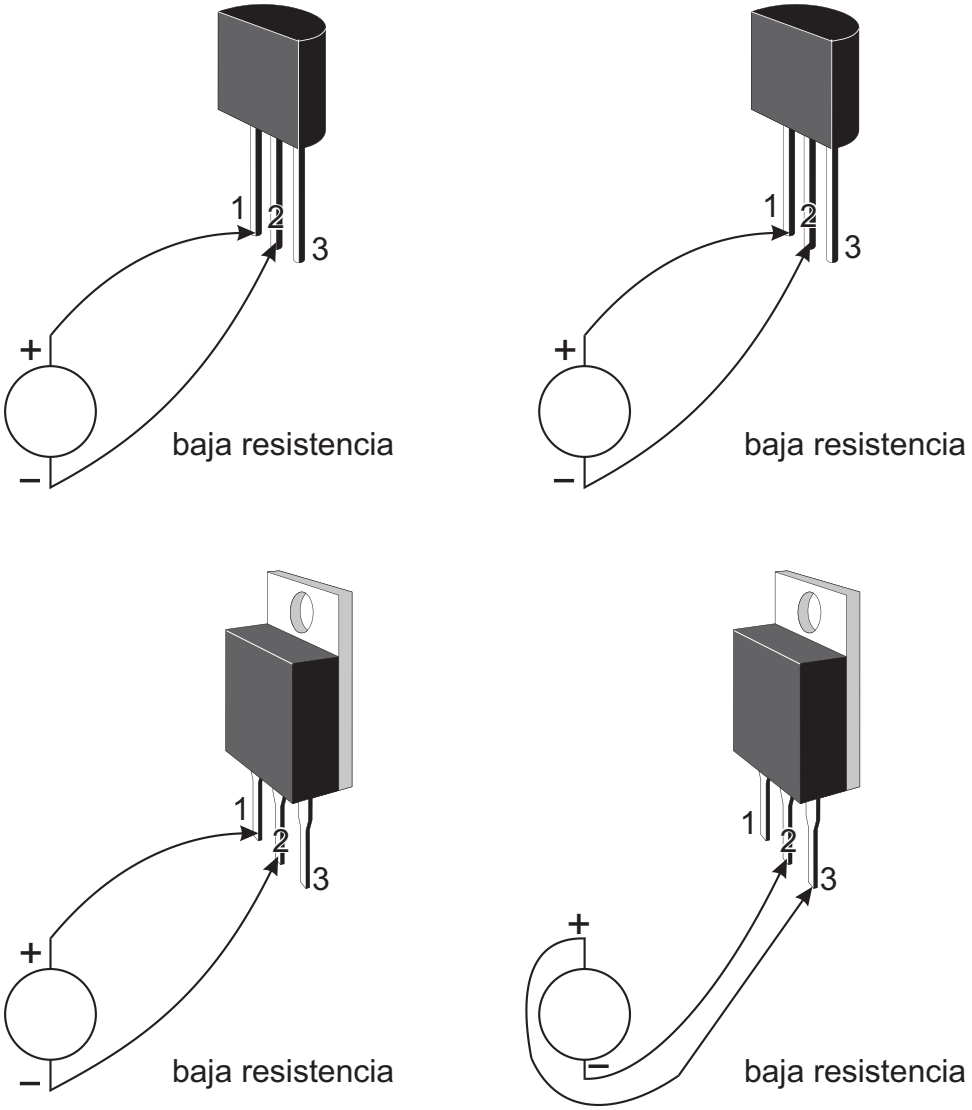
impedancia de entrada de cortocircuito

Retroacción de tensión en vacío

Mediciones de un Transistor Bipolar

Identificación de la polaridad de un transistor

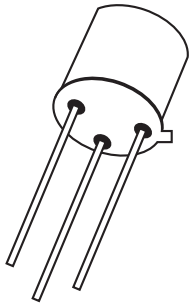
Existen dos maneras de averiguar la polaridad de un transistor; una de ellas es utilizando el catálogo de fabricante o de reemplazos y la otra es haciendo uso de un ohmímetro y para ello primeramente hay que identificar la polaridad del instrumento. Se busca un terminal común en el transistor el cual tanga baja resistencia con los otros dos, si se encuentra que el terminal común esta conectado al positivo del instrumento quiere decir que es un NPN y si está conectado al terminal negativo del instrumento será un transistor PNP. Si estas condiciones o mediciones de terminal común de baja resistencia no se cumple quiere decir que el transistor esta malogrado.

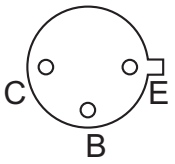


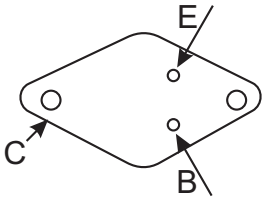
Identificación de los terminales del transistor

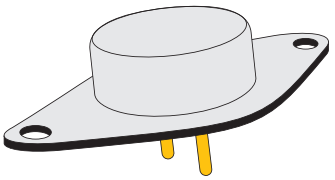
Los transistores vienen en presentaciones distintas, desde los más pequeños (pequeña potencia) de cubierta de plástico hasta los más grandes (de potencia) con cubierta metálica, para cada uno de los tipos existen resúmenes de características en los catálogos del fabricante o de reemplazos. Así mismo en estos catálogos están indicados la disposición de cada uno de los terminales.

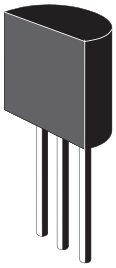
Aunque casi siempre los terminales de un transistor están debidamente identificadas por su disposición constructiva conforme se indica en el siguiente gráfico; muchas veces al técnico tiene que recurrir al uso del catálogo y cuando no se cuenta con ello se puede utilizar un ohmímetro y medir las resistencias entre terminales.

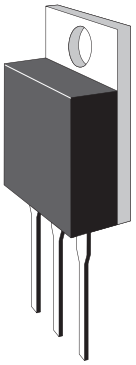


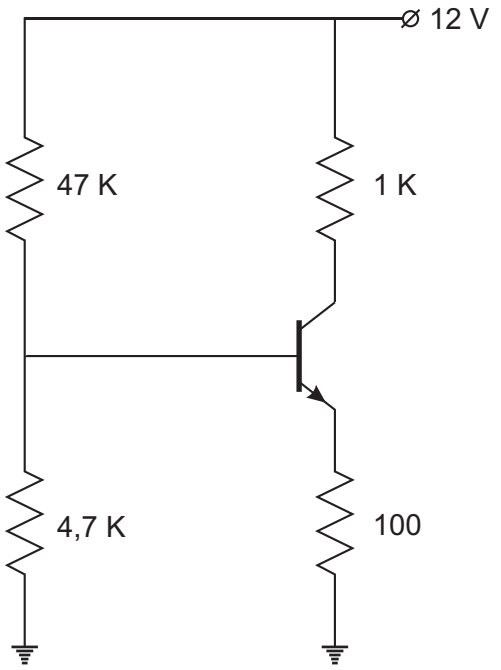


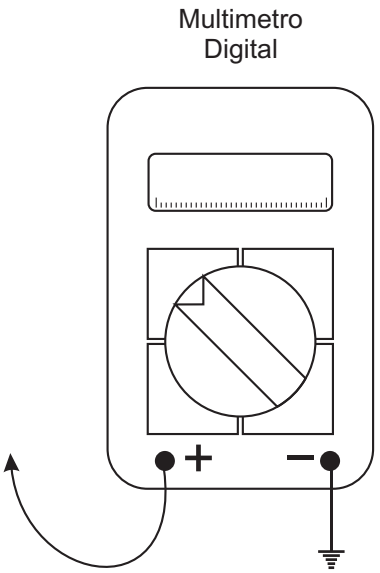










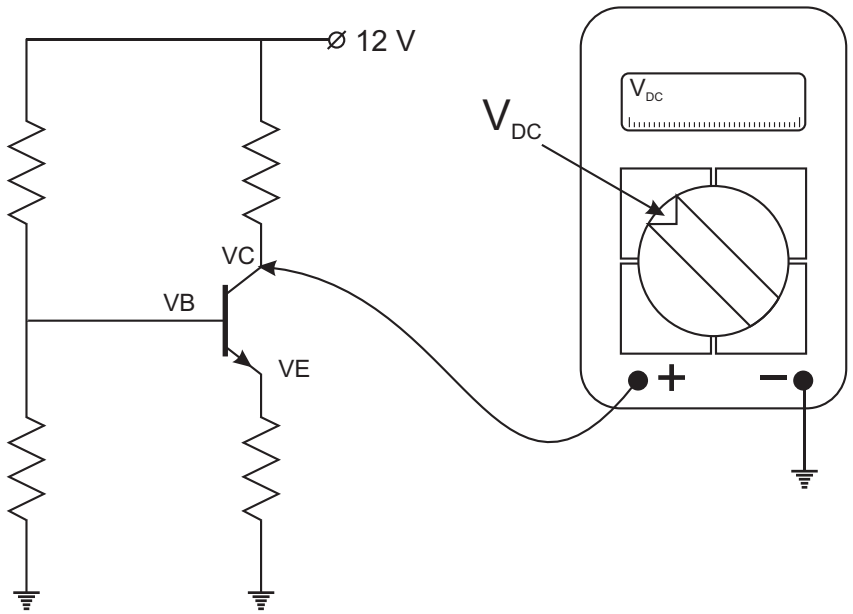


N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	▫ Montaje de circuito de polarización del transistor BJT	▫ 01 Protoboard ▫ 01 transistor BC548B ▫ 01 Multímetro digital ▫ 05 resistencias 1 k, 100 r, 4,7 k, 47 k, 470 k ▫ 01 fuente de alimentación DC

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		MEDICIONES EN EL CIRCUITO DEL TRANSISTOR BJT	HT 09	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: MONTAJE DE CIRCUITO DE POLARIZACIÓN DE TRANSISTOR BJT

Paso 1: Armar el circuito mostrado y medir con el multímetro el voltaje en la base (VB), voltaje en el colector (VC) y el voltaje en el emisor (VE), a estos valores les llamamos valores medidos.



Paso 2: Calcular teóricamente los valores VB, VC, VE, a estos valores les llamamos valores teóricos.

Paso 3: Comparar los valores teóricos con los valores medidor y hallar los errores.

	VT	VM	ERR
VB			
VC			
VE			

VT = Valor teórico
VM = Valor medido
ERR = Error

$$ERR = \frac{V_T - V_M}{V_T} \times 100\%$$

POLARIZACIÓN DE TRANSISTORES

Introducción

Una de las principales condiciones para que un transistor bipolar pueda trabajar como tal es que su unión base-emisor sea polarizada directamente y su unión base-colector polarizado inversamente, para cumplir con esto se necesitarían dos fuetes de polarización cosa que resultaría costosa y complicada y que para evitar esto se realiza la polarización utilizando unas resistencias adicionales conectadas de cierta forma para así utilizar sólo una fuente.

Así mismo es necesario entender que el transistor tiene dos aplicaciones muy definidas; en conmutación donde el transistor trabaja como un interruptor y en amplificación o trabajo lineal donde además de polarizar correctamente sus uniones también es necesario que el punto de trabajo sea fijado correctamente en la zona lineal para obtener una amplificación de señal sin cortes o desformaciones, esto se consigue realizando un cálculo adecuado de las resistencias de polarización.

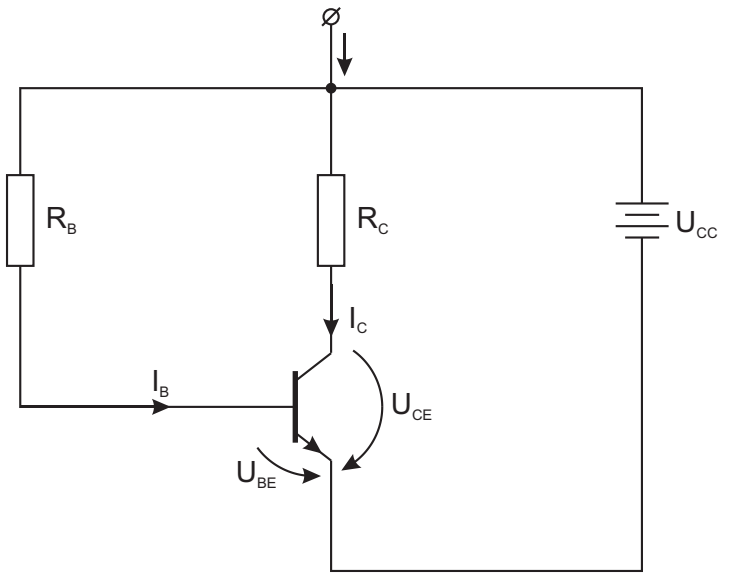
Tipos de polarización del BJT:

Existen varias formas de polarizar el BJT, entre las más utilizadas o conocidas tenemos:

Polarización por corriente de base constante

también llamada polarización de base o polarización fija, la cual es una forma difícil de polarizar un transistor para operación lineal porque el punto Q es inestable.

En el siguiente ejemplo se analiza esta forma de polarización.



a) Conociendo

$U_{CC} = 12\ V$

$R_C = 3{,}3\ k$

$R_B = 470\ k$

$B = 100$ Silicio

b) Calcular:

I_B
I_C
U_{CE}

Calculando I_B

$$I_B = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{U_B}$$

$$I_B = \frac{12V - 0{,}6V}{470k}$$

$I_B = 2{,}43\ A$

Calculando I_C

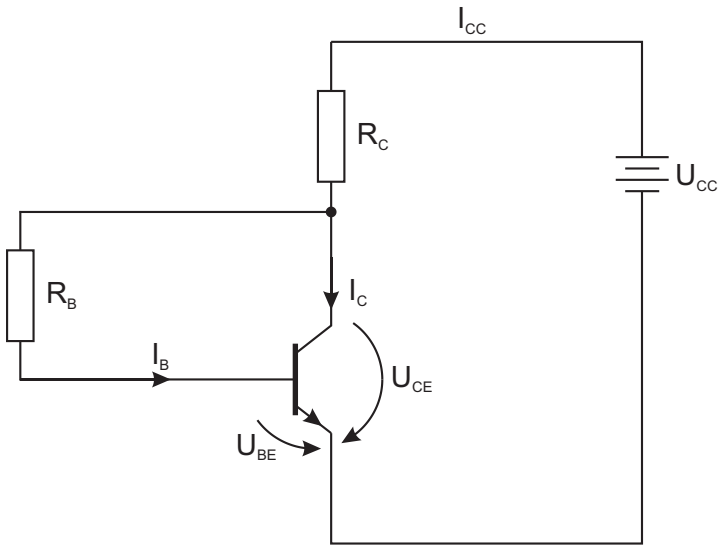
$I_C = \ \ x\ I_B$
$I_C = 2{,}43\ mA$

Calculando UCE

$U_{CE} = U_{Cc} - (I_C \times R_C)$
$U_{CE} = 3{,}98V$

Por Autopolarización

También denominado polarización por retroalimentación de colector, la RB en este circuito está conectada a la salida del colector y por lo tanto tienen mejor estabilización del punto de funcionamiento (Q).



a) Conociendo

$U_{CC} = 12\,V$

$R_C = 3{,}3\,k$

$R_B = 470\,k$

$B = 100$ Silicio

b) Calcular:

I_C
I_B
I_{CC}
U_{CE}

Calculando I_C

$$U_{CC} = (I_{CC} \times R_C) + (R_B \times I_B) + U_{BE}$$

$$(I_C \times R_C) + (R_B \times \frac{I_C}{\ }) = U_{CC} - U_{BE}$$

$$I_C\,(R_C \times \frac{R_B}{\ }) = U_{CC} - U_{BE}$$

$$I_C = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_C + \frac{R_B}{\ }}$$

$I_C = 1{,}42$ mA

Calculando I_B

$$I_B = \frac{I_C}{}$$

$I_B = 1,42$ A

Calculando I_{CC}

$I_{CC} = I_C + I_B$

$I_{CC} = 1,4342$ m A

Calculando U_{CE}

$U_{CE} = U_{CC} - (I_{CC} \times R_C)$

$U_{CE} = 7,27$ V

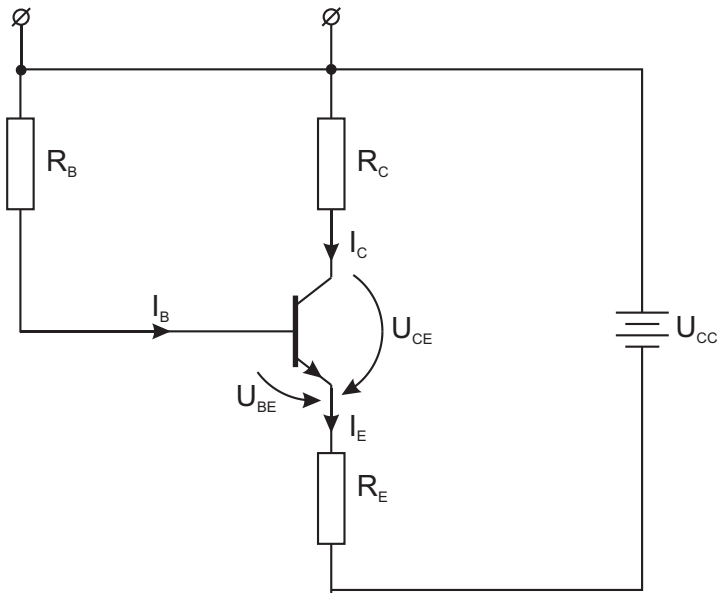
Análisis: Si IB aumenta por alguna razón, también aumenta IC y produce una mayor caída de tensión en RC reduciendo la tensión de colector emisor UCE; como UCE = UBC,por ley de kirchoff entonces: Si disminuye UCE debe disminuir UBE o UBC. UBE es valor constante entonces será UBC que disminuirá, UBC es la caída de tensión en RB; si UBC baja y si sabemos que UBC = IB RB entonces deberá disminuir IB o RB. Pero como RB es constante. La única posibilidad es que IB disminuya. Con esto manteniéndose casi siempre una IC cosntante.

Polarización con resistencia de estabilización de emisor

Este tipo de polarización, también llamado "polarización por retroalimentación del emisor" ofrece mayor estabilización del punto de funcionamiento.

Si por efecto de la temperatura se produce un aumento de IB e IC, IE por ser igual a IB + IC también aumentará, este aumento de IE produce un aumento de la caída de tensión en RE.

UCC = URB + UBE + URE; donde UCC y UBE son valores constantes, entonces la única posibilidad de mantener la igualdad en la ecuación es que IB.RB disminuya, como la única variable es IB por tanto será está la que disminuirá corrigiéndose automáticamente cualquier aumento de IB producido por un aumento de temperatura.



a) Conociendo

$U_{CC} = 12\,V$

$R_C = 3{,}3\,k$

$R_E = 820$

$R_B = 620\,k$

$B = 100$ Silicio

b) Calcular:

I_B
I_C
I_E
U_{CE}

Calculando I_B

$$U_{CC} = (I_B \times R_B) + U_{BE} + (I_E \times R_E)$$

$$U_{CC} = (I_B \times R_B) + U_{BE} + (\quad \times I_B \times R_E)$$

$$I_B = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_B + (\quad \times R_E)}$$

$I_B = 1{,}62$ A

Calculando I_C

$I_C =$ x I_B

$I_C = 1,62$ mA

Calculando I_E

$I_E = I_B + I_C$

$I_E = 1,6362$ mA

Calculando U_{CE}

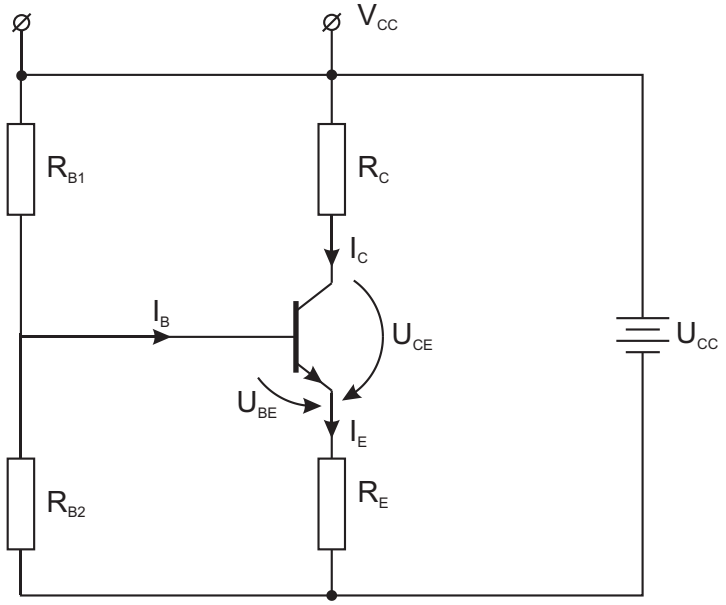
$U_{CC} = U_{CE} + (I_C \times R_C)$

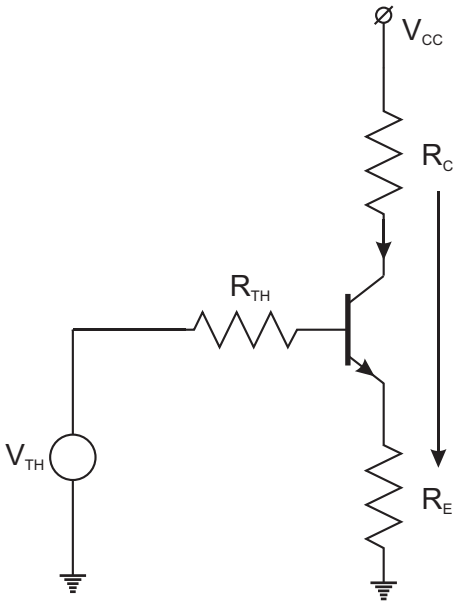
$U_{CE} = U_{CC} - (I_C \times R_C)$

$U_{CE} = 5,25$ V

Polarización Tipo H

También denominado polarización por divisor de tensión o más conocido como polarización universal porque es el más utilizado en circuitos lineales, es un circuito





$$V_{TH} = \frac{U_{CE}\ R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

$$R_{TH} = \frac{R_{B1}\ R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

a) Conociendo:

$U_{CC} = 12\,V$

$I_C = 4\,mA$

$= 130$

b) Calcular:

R_C
R_E
R_{B1}
R_{B2}

Para realizar los cálculos de las resistencias de polarización de este circuito se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

$R_E \times I_1 = 0{,}2\, U_{CC}$

$R_C \times I_C = 0{,}4\, U_{CC}$

$U_{CE} = 0{,}4\, U_{CC}$

$I_2 = 10\ I_B$

Calculando R_C

$I_C \times R_C = 4{,}8\,V$

$$R_C = \frac{R_C \times I_C}{I_C}$$

$R_C = 1{,}2\ k$

Calculando R_E

$U_E = I_E \times R_E = 2{,}4\,V$

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

$R_E = 600$

Calculando R_{B2}

$I_C =$ x I_B

$I_B = \frac{I_C}{} = 30$ A

$I_2 = 10\ I_B = 300$ A

$R_2 = \frac{U_B}{I_2} = \frac{(I_E \times R_E) + U_{BE})}{I_2}$

$R_E = 10$ K

Calculando R_1

$U_E = I_E \times R_E = 2,4$ V

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

$R_E = 600$

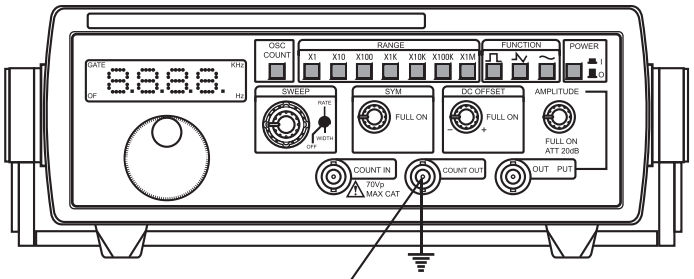
Calculando R_{B2}

$I_1 = I_2 + I_B$

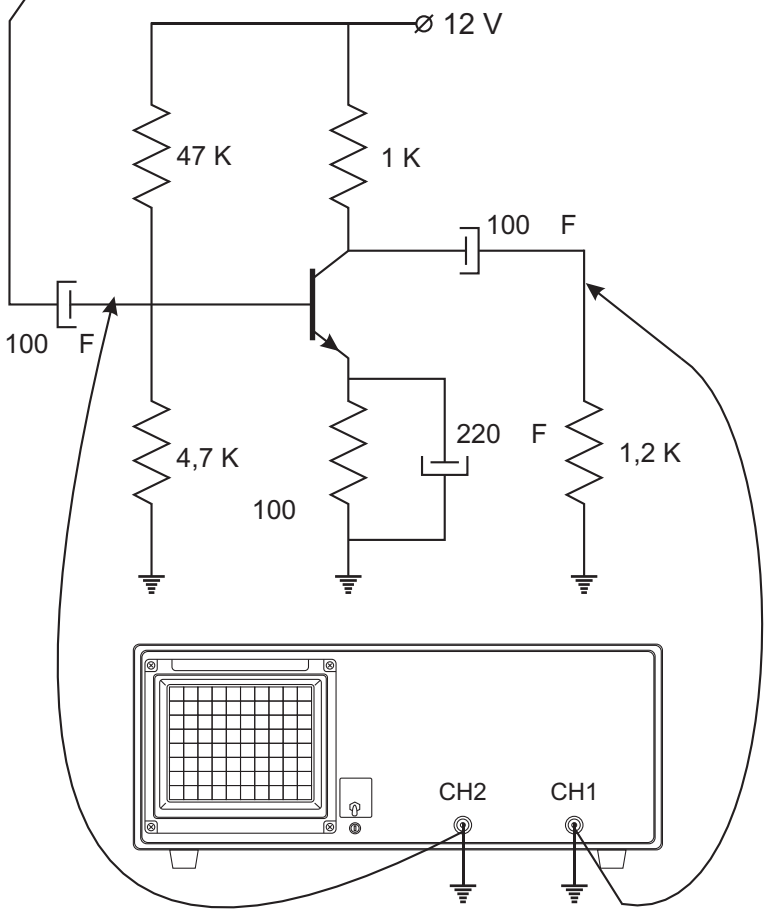
$I_1 = 300$ A + 30 A = 330 A

$R_1 = \frac{U_{CC} - U_B}{I_1}$

$R_1 = 27$ K



Generador de funciones

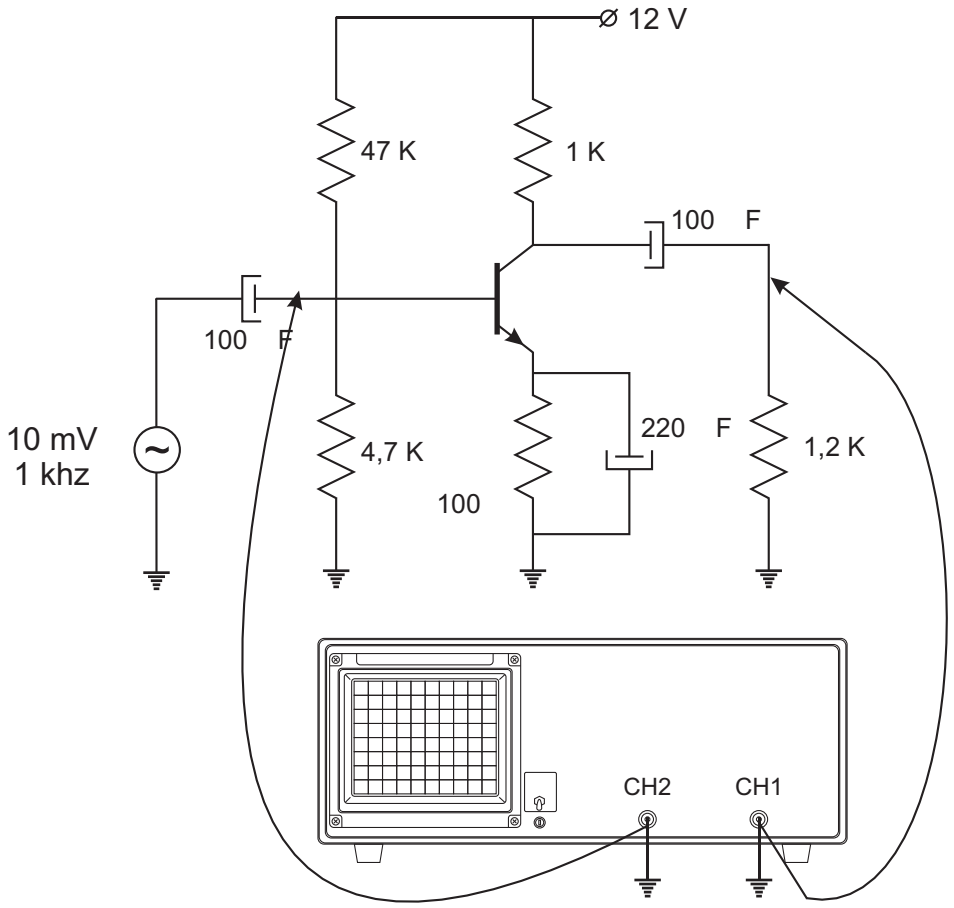


N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montaje de circuito amplificador de tensión con transistor BJT	01 transistor BC548B 05 resistencias 1 k, 1,2 k, 4.7 k, 47 k, 100 r 03 condensadores : 100 F (02), 220 F /IGV 01 osciloscopio de doble trazo 01 generador de funciones 01 fuente de alimentación DC 01 Protoboard

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		MONTAJE DE CIRCUITO AMPLIFICADOR POR BJT	HT 10	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

OPERACIÓN: MONTAR CIRCUITO AMPLIFICADOR DE TENSIÓN CON TRANSISTOR BJT.

Paso 1: Armar el circuito mostrado y conectar el generador de funciones y el osciloscopio.



Paso 2: Ajustar el generador de funciones a 10 m v y 1k H_2 y medir en el osciloscopio el voltaje de entrada con el canal 1(V_i) y el voltaje de salida con el canal 2(V_o).

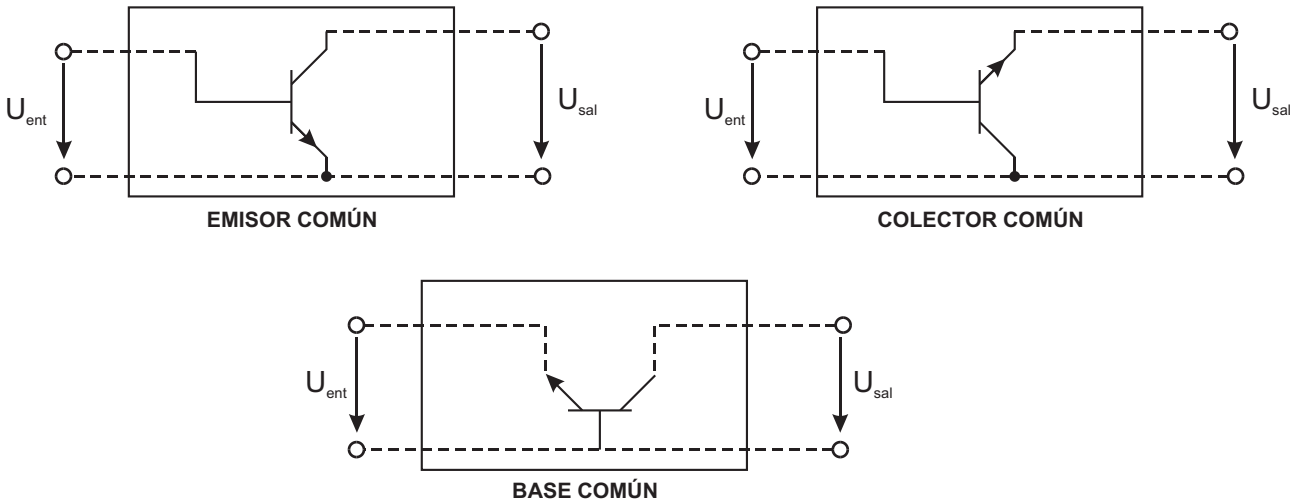
Paso 3: Calcular la ganancia de tensión del amplificador con la expresión:

$$Av = \frac{V_o}{V_i}$$

EL AMPLIFICADOR POR BJT

Circuitos básicos del transistor

Un amplificador tiene siempre dos terminales para la entrada y dos terminales para la salida. Pero, los transistores tienen solamente tres terminales. Por lo tanto, si un transistor debe ser utilizado como amplificador, entonces uno de estos electrodos debe pertenecer tanto para los terminales entrada como para los terminales de salida. En consecuencia hay tres formas posibles de usar los transistores como amplificadores.



Con respecto al modo de operación de un transistor, cada uno de los tres circuitos tiene propiedades particulares. Estas propiedades técnicas de los circuitos básicos del transistor se describen con más detalle por medio de una serie de valores característicos.
Los valores característicos de amplificación más importantes son:

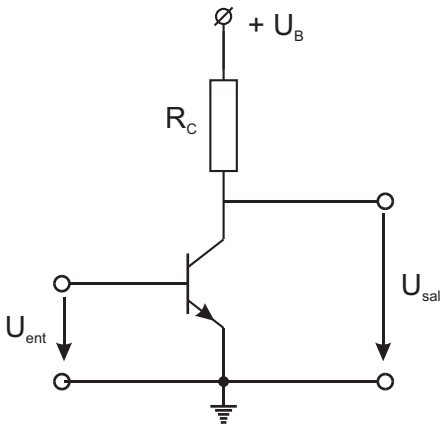
Resistencia dinámica de entrada
Resistencia dinámica de salida
Amplificación de tensión
Amplificación de corriente
Amplificación de potencia
Desfasamiento entre las señales de entrada y salida
Frecuencias de corte del circuito

Debido a sus altas frecuencias de corte, el circuito de baje común se usa casi exclusivamente en circuitos HF y VHF. Se lo encuentra mayormente como etapa de entrada para frecuencias de señal mayores a 100 Mhz. En circuitos de radio y televisión, la baja resistencia de entrada es otra ventaja más ya que permite que se logre un fácil y muy buen acoplamiento a la baja impedancia de antena de, por ejemplo, Z = 75 . A causa de estas propiedades y de los circuitos de uso práctico especiales asociados con ellas, aquí no se tratará con mayor detalle al circuito de base común.

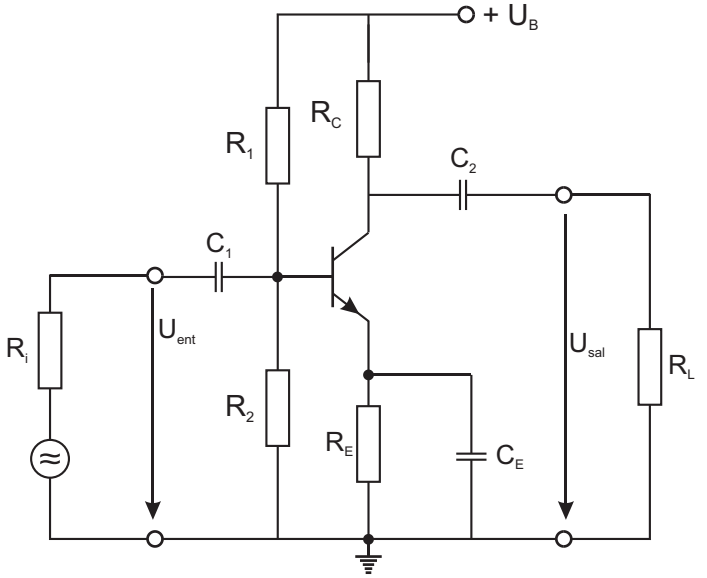
Circuito de emisor común

Un transistor se opera en circuito de emisor común cuando el emisor es el punto de referencia tanto para la señal de entrada como para la señal de salida. La figura A muestra un transistor en circuito de emisor común. En la figura se muestra una etapa de amplificación completa con un generador de tensión interna para la señal de entrada, con generación de tensión de polarización de base, con resistencia de carga RL, estabilización del punto de trabajo, y con condensadores de entrada y de salida.
Aquí el transistor es operado en circuito de emisor común. Por esto, a esta etapa de amplificación completa se la denomina generalmente como << circuito de emisor común >>.

En el circuito de la figura B, la tensión de polarización de base se genera por medio del divisor de tensión formado por R_1 y R_2. La estabilización del punto de trabajo se logra por medio de la resistencia de emisor R^E. En relación a la corriente alterna, esta se puentea por el condensador de emisor C_E. El condensador de entrada C_1 evita un posible cortocircuito de la tensión de polarización de base a causa del generador de señal. En relación a la tensión continua, el condensador de salida C_2 aísla la resistencia de carga de la tensión de colector.



A: Principio del Circuito de Emisor Común



B: Etapa de amplificación con circuito de Emisor Común

Los dos condensadores deben tener una capacitancia lo suficientemente grande como para que no aparezca una caída de tensión notable en su resistencia capacitiva. Para obtener los valores característicos de un circuito de emisor común partiendo del circuito de la figura B, solo se necesita el diagrama del circuito equivalente de corriente alterna.

como la fuente de tensión de la tensión de operación U_B representa un corto circuito para la tensión alterna de la señal de entrada en el circuito equivalente, entonces la resistencia R_1 del divisor de tensión de base y la resistencia de colector R_C pueden ser conectadas directamente a masa.

La resistencia de emisor puede ser eliminada en el circuito equivalente, ya que, en términos de corriente alterna, ésta se encuentra puenteada por medio del condensador de emisor. También los dos condensadores C1 y C2 pueden ser omitidos, puesto que ellos representan un corto circuito para la señal de tensión alterna. La resistencia interna R1 del generador y una resistencia de carga RL están dibujadas adicionalmente en el diagrama del circuito equivalente de corriente alterna.
Los diferentes valores característicos del circuito de emisor común pueden ser determinados del diagrama del circuito equivalente

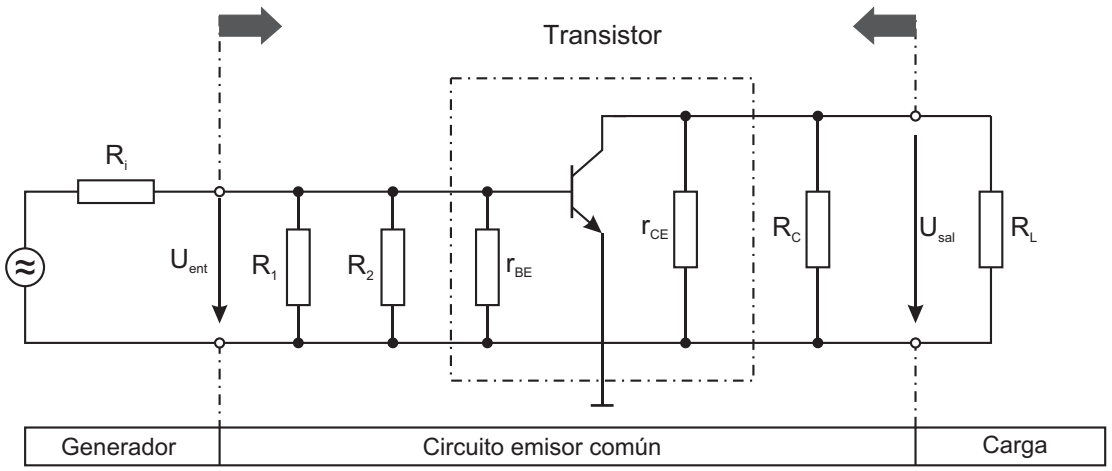


Diagrama del circuito equivalente de corriente alterna para el circuito de emisor común.

Sin tomar en cuenta la resistencia de carga RL, se aplica lo siguiente:

Resistencia de entrada de corriente alterna r_{ent}

$$r_{ent} = R_1 \,||\, R_2 \,||\, r_{BE}$$

Puesto que R1 y R2 son generalmente mucho mayores a rBE, entonces se aplica la siguiente aproximación:

$$r_{ent} = r_{BE}$$

Resistencia de salida de corriente alterna r_{sal}

$$r_{sal} = R_C \,||\, r_{CE}$$

Puesto que r_{CE} generalmente es más grande en comparación a R_C, entonces se aplica la siguiente aproximación:

$$r_{sal} = R_C$$

Amplificación de tensión A_u

Para la amplificación de tensión se aplica básicamente lo siguiente:

$$A_i = \frac{\text{Corriente alterna de salida } /_{sal}}{\text{Corriente alterna de entrada } /_{ent}} = \frac{C}{/_B}$$

$$A_i = \cdot \frac{r_{CE}}{r_{CE} + R_C}$$

$$A_i = h_{21e} =$$

Amplificación de potencia A_P

La amplificación de potencia A_P es el producto de la amplificación de tensión A_U por la amplificación de corriente A_i

$A_P = A_U \cdot Ai$

Desfasamiento de la señal

Si el transistor es comandado por el semiciclo positivo, la tensión de base aumenta. De este modo fluye una mayor corriente de colector, causando una mayor caída de tensión en la resistencia de colector, y en consecuencia U_{CE} disminuye. Con el semiciclo positivo en la entrada, en la salida aparece entonces el semiciclo negativo. Para el circuito de emisor común el desfasamiento entre las tensiones de entrada y de salida es:

= 180º

Propiedades características

El circuito de emisor común tiene una alta amplificación de tensión y una alta amplificación de corriente. En consecuencia, también se produce una alta amplificación de potencia. Por estas razones, el circuito de emisor común se utiliza como un circuito estándar para amplificadores LF y HF.

Ejemplo:

Un transistor BC 237 A se opera en circuito de emisor común, como se muestra en la figura 2.42

Para el punto de trabajo $U_{CE} = 5$ V; IC = 2 mA; $U_{BE} = 0{,}62$ V, éste tiene los siguientes datos: h..= 2,7 k ; $h_{21e} = 220$; $h_{22e} = 18$ S B = 170. Adicionalmente se especifican los valores: $U_B = 10$ V; $U_{RE} = 1$ V $\cdot$ e/$_U = 5 \cdot$ /$_B$

¿Cúales son los valores de A_U, A_i, A_P, r_{ent} y r_{sal} para este circuito de emisor común ?

a) Cuando no hay resistencia de carga, y,

b) Cuando está conectada una resistencia de carga $R_L = 1$k

$$R_C = \frac{U_B - U_{CE} - U_{RE}}{I_C} = \frac{10\ V - 5V - 1\ V}{2\ mA} = 2\ k$$

Escogido: el valor normalizado $R_C = 2.2\ k$

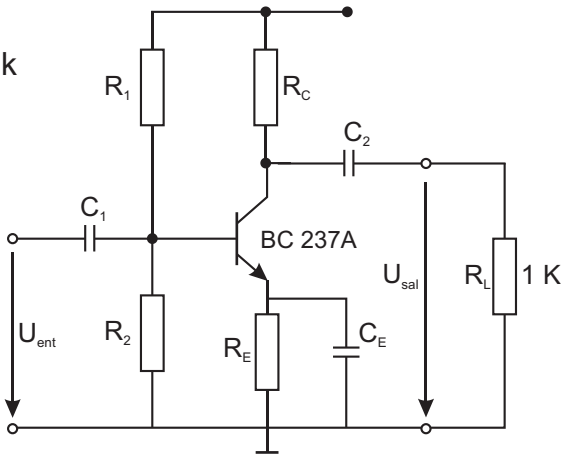
$$I_B = \frac{I_C}{B} = \frac{2mA}{170} = 11,77\ A$$

$$R_2 = \frac{U_{RE} + U_{BE}}{/_U} = \frac{1\ V + 0,62\ V}{5\ 11,77\ A} = 27,5\ k$$

Escogido: el valor normalizado $R_2 = 27\ k$

$$R_1 = \frac{U_B + U_{BE} - U_{RE}}{/_U + /_B} = \frac{10\ V + 0,62\ V - 1V}{6.11,77\ A} = 118,7\ k$$

Escogido: el valor normalizado $R_1 = 120\ k$



Etapa de amplificación con circuito de emisor común

a) Sin R_L

$$A_U = \frac{\cdot R_C}{r_{BE}} = \frac{220\ V \cdot 2,2\ k}{2,7\ k} = 179,3$$

b) Con $R_L = 1k$

$$A_U = \frac{}{r_{BE}} \cdot \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} = \frac{220}{2,7\ k} \cdot \frac{2,2\ k \quad \cdot 1k}{2,2\ k \quad + 1k} = 56$$

La baja resistencia de carga $R_L = 1\ k \quad \cdot 1k$ disminuye la amplificación de tensión a cerca de un tercio.

Amplificación de corriente A_i

a) Sin R_L

$$A_i = \frac{h_{21e}}{1 + h_{22e} \cdot R_C} = \frac{220}{1 + 18 \quad S \cdot 2,2\ k} = 211,6$$

b) Con $R_L = 1k$

$$A_i = \frac{h_{21e}}{1 + h_{22e} \cdot (R_C \,II\, R_L)} = \frac{220}{1 + 18 \quad S \cdot \frac{2,2\ k \quad \cdot 1k}{2,2\ k \quad + 1k}} = 217,3$$

La influencia de la resistencia de carga R_L sobre la amplificación de corriente A_i es considerablemente menor que su influencia sobre la amplificación de tensión A_U.

Amplificación de potencia A_P

a) Sin R_L

$A_P = A_U \cdot A_i = 179{,}3 \cdot 211{,}6 = 37940$

b) Con R_L = 1 k

$A_P = A_U \cdot A_i = 56,\ 217.3 = 12168.8$

Resistencia de entrada de corriente alterna r_{ent}

$r_{ent} = R_1 \text{ II } R_2 \text{ II } r_{BE} = 120 \text{ k} \quad \text{II } 27 \text{ k} \quad \text{II } 2{,}7 \text{ k}$

$r_{ent} = 2.4 \text{ k}$

Valor aproximado $r_{ent} = r_{BE} = 2{,}7$ k

Resistencia de salida de corriente alterna r_{sal}

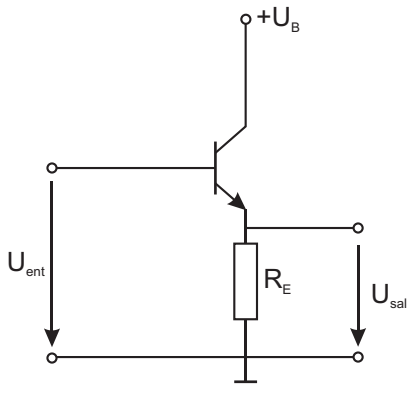
$$r_{sal} = R_C \text{ II } r_{CE} = 2{,}2 \text{ k} \quad \text{II } \frac{1}{18 \quad S}$$

$r_{sal} = 2{,}1$ k

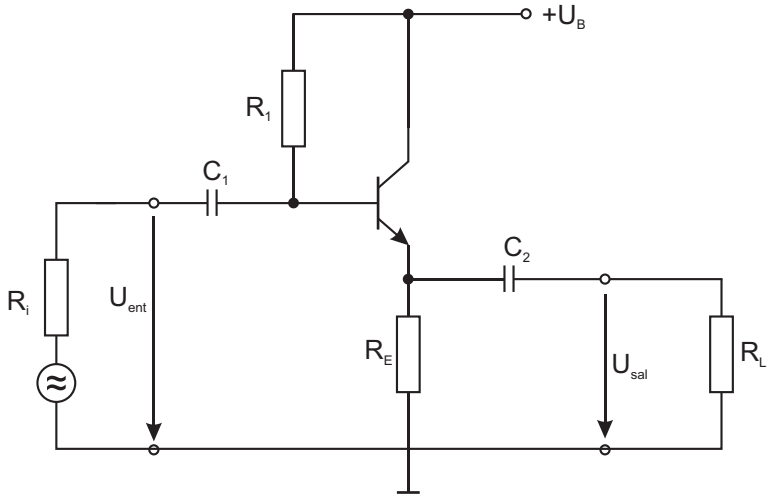
Valor aproximado $r_{sal} = R_C = 2{,}2$ k

Circuito de colector común

En un circuito de colector común, el colector es el punto de referencia común tanto para la señal de entrada como para la señal de salida.



Principio del circuito de colector común



Etapa de amplificación con circuito de colector común

El principio básico de un circuito de colector común está representado en la fig. 2.43.
La fig. anterior muestra un circuito completo de una etapa de amplificación con un circuito de colector común, con generador , con generación de tensión de polarización de base y con resistencia de carga.
En el circuito de la fig. 2.44 la tensión de polarización de base es producida por medio de la resistencia R1, el punto de trabajo estabilizado por medio de la resistencia de emisor $R_{E.}$ Pero, en el circuito de colector común, esta resistencia de emisor no debe ser punteada por un condensador ya que la señal de salida se toma de R_E. El condensador C1 tiene la tarea de evitar que la tensión de polarización de base pueda ser cortocircuitada a causa del generador. En términos de corriente continua, el condensador C2 separa la resistencia de carga de la tensión de emisor. Ambos condensadores deben tener una capacitancia lo suficientemente alta como para que no se produzca una caída de tensión apreciable en ellos.
los valores característicos de un circuito de colector común pueden ser derivados del diagrama del circuito equivalente de corriente alterna del circuito de colector común.

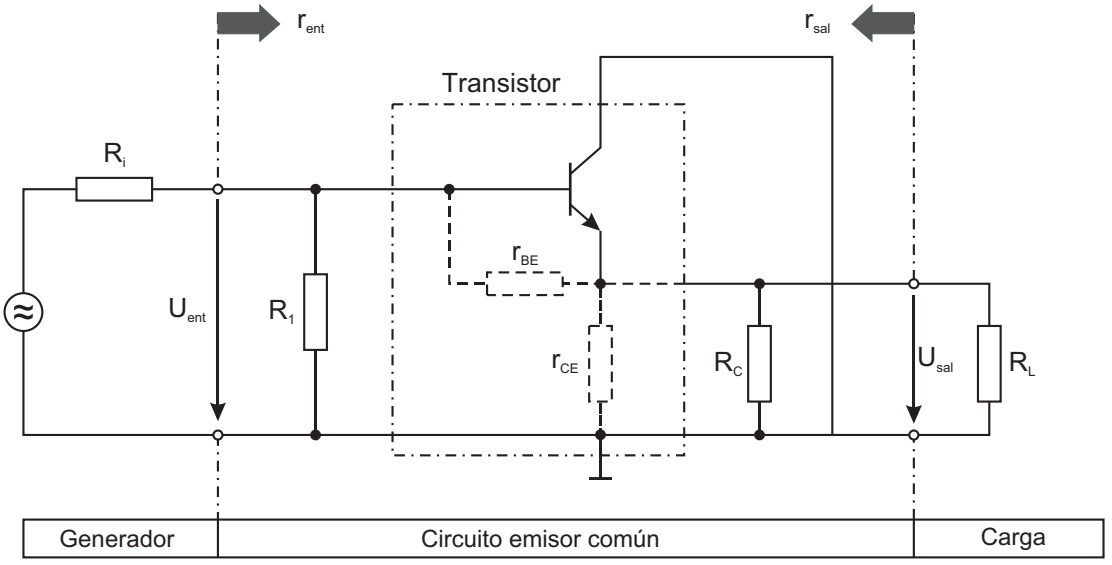


Diagrama del circuito equivalente de corriente del circuito de colector común.

Sin tomar e n cuenta la resistencia de carga R_L, se plica lo siguiente:

Resistencia de entrada de corriente alterna r_{ent}

La resistencia de entrada de corriente alterna r_{ent} de un circuito de colector común está compuesta de r_{BE} y de la amplificación de corriente multiplicada por la resistencia de emisor $R_{E,}$ todo junto conectado en paralelo con la resistencia serie de base R1.

$r_{ent} = [r_{BE} + \quad \cdot (R_E \,II\, r_{CE})] \,II\, R_1$

Puesto que $r_{CE} > R_{E}$, se aplica lo siguiente:

$r_{ent} = (r_{BE} + \quad \cdot R_E)$ II R_1

Resistencia de salida de corriente alterna r_{sal}

La resistencia de salida de corriente alterna r_{sal} de un circuito de colector común está compuesta del circuito en paralelo de la resistencia de emisor con la conexión serie de r_{BE} y la resistencia interna R_1 del generador, disminuida por la ganancia de corriente .

$$r_{sal} = R_E \text{ II } \frac{r_{BE} + R_1}{}$$

Amplificación de tensión A_U

$$A_U = \frac{U_{sal}}{U_{ent}} = \frac{U_{RE}}{U_{RE} + U_{BE}} < 1$$

La tensión de salida de un circuito de colector común, reducida por el valor de la tensión de base-emisor, es menor que la tensión de entrada. Por está razón, la amplificación de tensión de un circuito de colector común debe ser siempre menor que 1. Con los valores del transistor y los valores del circuito, la ecuación se lee:

$$A_U = \frac{\cdot R_E}{\cdot R_E + r_{BE}}$$

Amplificación de corriente A_i

$$A_i = \frac{I_{sal}}{I_{ent}} = \frac{I_E}{I_B} = \frac{I_C + I_B}{I_B} = \quad + 1$$

$A_i =$

Valor más preciso:

$$A_i = \frac{r_{CE} \cdot (1 + \quad)}{R_E + r_{CE}}$$

Amplificación de potencia A_P

La amplificación de potencia se obtiene del producto de A_U y A_i. Por esto se aplica lo siguiente:

$A_p = A_U \cdot A_i$

Ya que en el circuito de colector común $A_U = 1$ y $A_i =$, se aplica la aproximación:

$A_p = A_i \approx$

Desfasamiento de la señal

Si la base del transistor de un circuito de colector común se comanda con el semiciclo positivo, no solamente se aumenta la tensión de polarización de base, sino también la corriente de base, y por esto también la corriente de colector. Con una corriente de colector mayor, la corriente de emisor también asciende y produce una mayor caída de tensión en R_E . Por este motivo, en la señal de salida aparece también el semiciclo positivo. Consecuentemente, en un circuito de colector común no aparece un desfasamiento entre la señal de entrada y la señal de salida. Por lo tanto lo siguiente es aplicable:

= 0º

Puesto que en un circuito de colector común la señal del emisor sigue a la señal de entrada sin desfasamiento, el circuito de colector común es conocido generalmente como << seguidor de emisor >>.

Propiedades características

El circuito de colector común tiene una alta resistencia de entrada y una baja resistencia de salida. Por esta razón, es particularmente apropiado como un circuito de entrada para circuitos amplificadores de varias etapas, porque solo carga levemente al generador de señal. En consecuencia, el circuito de colector común es usado frecuentemente en el rango LF para el acoplamiento de la entrada de un amplificador con la resistencia interna de una fuente de señal, inclusive cuando su amplificación de tensión es menor que 1. Por está razón a este circuito también se le conoce como << convertidor de impedancias >>

Ejemplo:

En la fig. se muestra al transistor BC 237 A operado en un circuito de colector común. Este transistor tiene un punto de trabajo U_{CE} = 5 V; / = 2 mA; U_{BE} = 0,62 V, y tiene los siguientes datos: / r_{BE} = 2,7 k , = 220; r_{CE} = 55,6 k B = 170.

¿Cuáles son los valores r_{ent}, r_{sal}, A_u, A_i y A_P que tiene este circuito con y sin resistencia de carga R_L = 1 k ?

$$R_E = \frac{U_B - U_{CE}}{I_E} = \frac{U_B - U_{CE}}{I_C} = \frac{10\ V - 5\ V}{2\ mA} = 2{,}5\ k$$

Escogido : el valor normalizado R_E = 2,7 k

$$I_B = \frac{I_C}{B} = \frac{2\ mA}{170} = 11{,}77\ \ A$$

$$R_1 = \frac{U_B - U_{BE} - U_{RE}}{I_B} = \frac{10\ V - 0{,}62\ V - 5\ V}{11{,}77\ \ A} = 372\ k$$

Escogido : el valor normalizado R_1 = 390 k

Resistencia de entrada de corriente alterna r_{ent}

a) Sin resistencia de carga

$r_{ent} = (r_{BE} + \quad \cdot R_E) \text{ II } R_1 = (2{,}7\text{ k} \quad + 220 \cdot 2{,}7\text{ k} \quad) \text{ II } 390\text{ k}$

$r_{ent} = 235\text{ k}$

b) Con resistencia de carga $R_L = 1k$

$r_{ent} = (r_{BE} + \quad \cdot (R_E \text{ II } R_L) \text{ II } R_1 = (2{,}7\text{ k} \quad + 220 \ (2{,}7\text{ k} \quad \text{II } 1\text{k} \quad) \text{ II } 390\text{ k}$

$r_{ent} = 115\text{ k}$

Amplificación de tensión A_U

a) Sin resistencia de carga

$$A_U = \frac{\cdot R_E}{\cdot R_E + r_{BE}} = \frac{220 \cdot 2{,}7\text{ k}}{220 \cdot 2{,}7\text{ k} \quad + 2{,}7\text{ k}}$$

$A_U = \ 0.995$

b) Con resistencia de carga $R_L = 1k$

$$A_U = \frac{\cdot (R_E \text{ II } R_L)}{\cdot (R_E \text{ II } R_L) + r_{BE}} = \frac{220\ (2{,}7\text{ k} \quad \text{II } 1\text{ k} \quad)}{220\ (2{,}7\text{ k} \quad \text{II } 1\text{ k} \quad) + 2{,}7\text{ k}}$$

$A_U = \ 0.983$

Amplificación de corriente A_i

A_i = = 220 (valor aproximado)

Valor más preciso:

$$A_i = \frac{r_{CE} \cdot (1 + \quad)}{R_E + r_{CE}} = \frac{55{,}6\text{ k} \quad (1 + 220)}{2{,}7\text{ k} \quad + 55{,}6\text{ k}}$$

$A_U = 210{,}8$

Amplificación de potencia A_P

a) Sin resistencia de carga

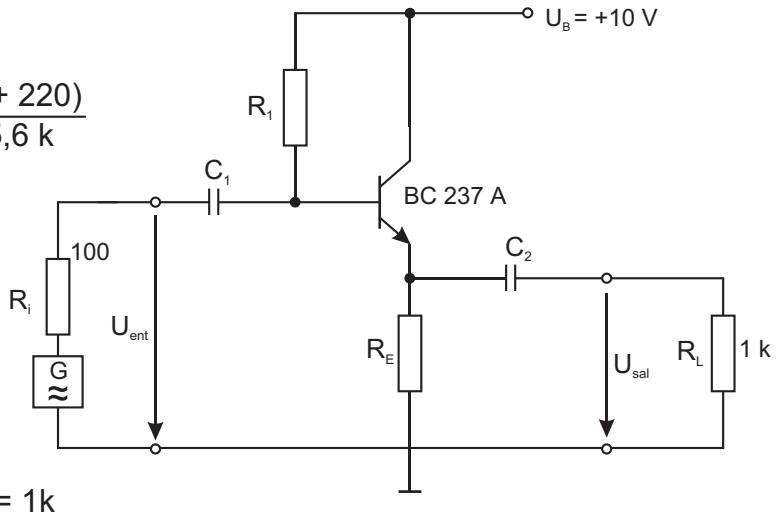
$A_P = A_U \cdot A_i = 0{,}995 \cdot 210{,}8$

$A_P = 209{,}7$

b) Con resistencia de carga $R_L = 1k$

$A_P = A_U \cdot A_i = 0{,}983 \cdot 210{,}8$

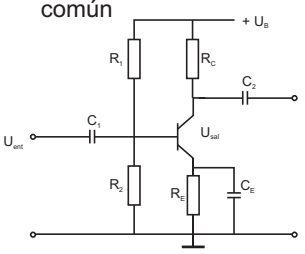
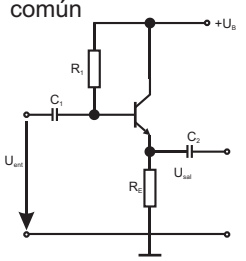
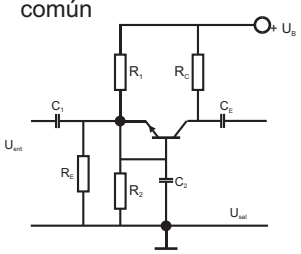
$A_P = 207{,}2$

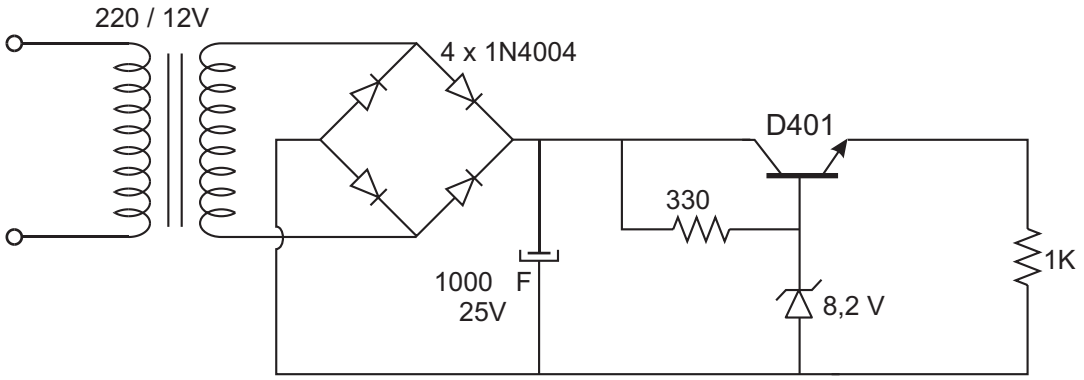


Etapa de amplificación con circuito de colector común

Sumario y comparación

En la figura están listadas y comparadas las fórmulas de cálculo y los valores característicos típicos de los tres circuitos básicos del transistor.

		Circt. de emisor común	Circt. de colector común	Circt. de base común
Circuito				
Resistencia de entrada de corriente alterna	Ecuación	$r_{ent} = r_{BE} \text{ II } R_1 \text{ II } R_2$ $r_{ent} = r_{BE}$	$r_{ent} = (r_{BE} + \quad \cdot R_E) \text{II } R_1$	$r_{ent} = \frac{r_{BE}}{} \text{ II } R_E$
	Valores típicos	0,4 k ... 5 k	200 k ... 500 k	50 k ... 200 k
Resistencia de salida de corriente alterna	Ecuación	$r_{sal} = R_C \text{ II } r_{CE}$ $r_{sal} = r_C$	$r_{sal} = \frac{r_{BE} + R_i}{} \text{ II } R_E$	$r_{sal} = R_C \text{ II } r_{CE}$ $r_{sal} = r_C$
	Valores típicos	1 k ... 10 k	100 k ... 500 k	50 k ... 200 k
Amplificación de tensión	Ecuación	$A_U = \frac{}{r_{BE}} \cdot \frac{r_{CE} \cdot R_C}{r_{CE} + R_C}$ $A_U = \frac{\cdot R_C}{r_{BE}}$	$A_U = \frac{\cdot R_E}{\cdot R_E + r_{BE}}$ $A_U =$	$A_U = \frac{}{r_{BE}} \cdot \frac{r_{CE} \cdot R_C}{r_{CE} + R_C}$ $A_U = \frac{\cdot R_C}{r_{BE}}$
	Valores típicos	100 ...1000	< 1	100 ... 1000
Amplificación de corriente	Ecuación	$A_i = \frac{\cdot r_{CE}}{R_C + r_{CE}}$ $A_i =$	$A_i = \frac{r_{CE}(1 + \quad)}{R_E + r_{CE}}$ $A_i =$	$A_i = \frac{}{1 +}$ $A_i = 1$
	Valores típicos	20 ... 500	20 ... 500	< 1
Amplificación de potencia	Ecuación	$A_P = A_U \cdot A_i$ $A_P = \quad ^2 \cdot \frac{R_C}{r_{BE}}$	$A_P = A_U \cdot A_i$ $A_P =$	$A_P = A_U \cdot A_i$ $A_P = A_U$
	Valores típicos	2000...50 000	20...500	100...1000
Desfasamiento (frecuencias bajas)		= 180º	= 0º	= 0º
Aplicación		Circuito estándar para circuitos LF y HF	Convertidor de impedancias de etapas de entrada LF	Amplificador HF apropiado para f > 100 MHz

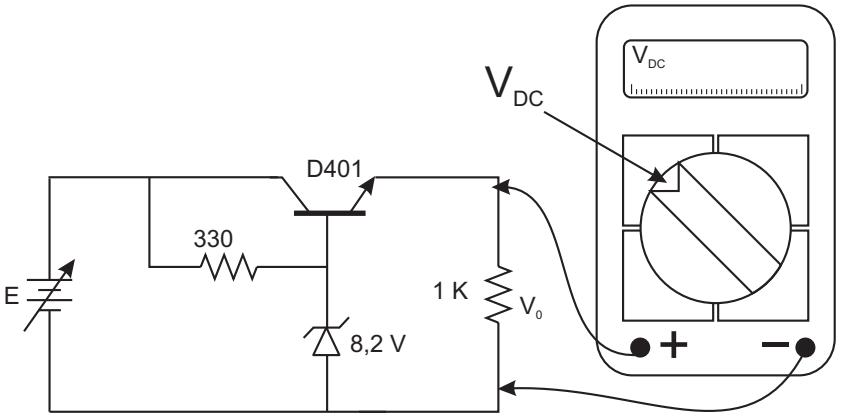


N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montaje de circuito regulador serie con transistor BJT	01 transformador 220/RV 04 diodos 1N4007 01 condensador 1000 F/25 v 02 resistencia 330 r, 1K 01 diodo Zener de 8,2 v 01 transistor D401 01 fuente de alimentación DC 01 protoboard 01 multímetro digital

01	01		
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES**	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		**MONTAJE DE CIRCUITO REGULADOR SERIE CON TRANSISTOR BJT** HT 11	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL TIEMPO:	HOJA: 1/1
		ESCALA:	2004

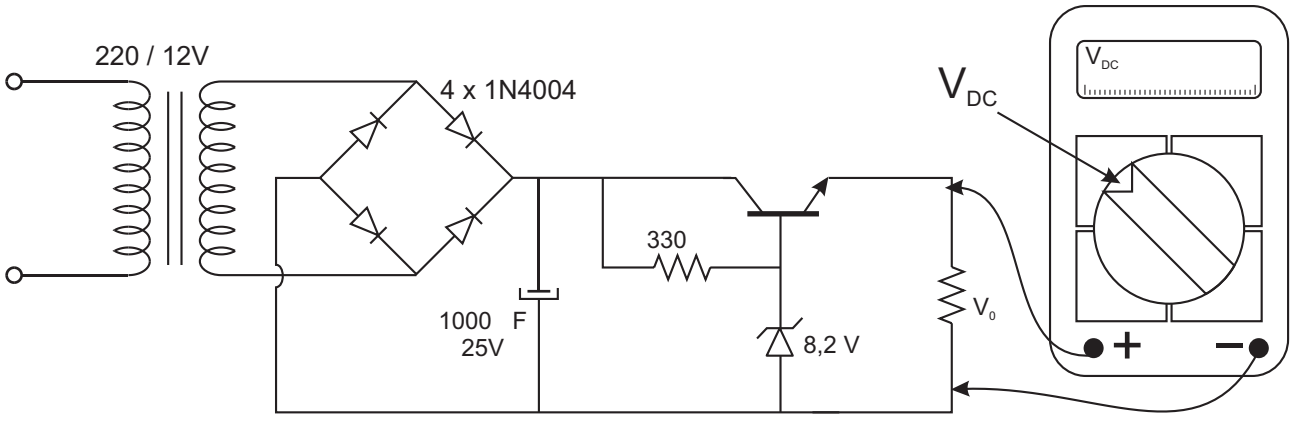
Operación: MOntaje de circuito regulador serie con transistor BJT

Paso 1: Armar el circuito mostrado y variar los voltajes de la fuente según indica la tabla y anotar los valores que indica el voltímetro en la carga.



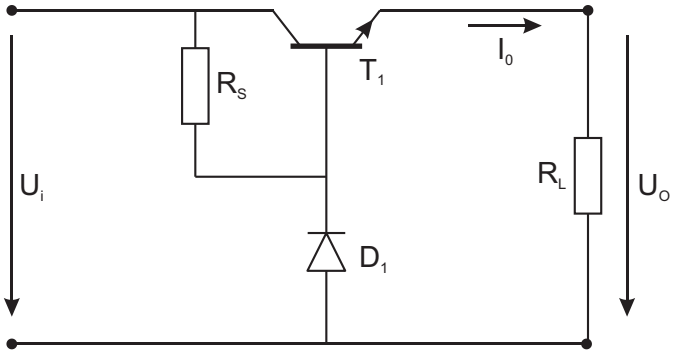
E	V_0
4 V	
6 V	
8 V	
10 V	
12 V	
14 V	
16V	

Paso 2: Armar el circuito mostrado y medir el voltaje de salida.



EL REGULADOR SERIE POR BJT

La regulación en este caso la realiza un regulador a transistores, en su versión más simple, es sencillamente un seguidor de emisor regulado por una señal de refer5ncia, que generalmente lo proporciona un diodo Zener.



Ejemplo: Se requiere una fuente regulada con 9 voltios de tensión de salida 0,5 Amperios de corriente de salida máxima, especificar cada uno de sus componentes a partir de una fuente no regulada de 15 voltios de tensión de salida.

1° Se designa un transistor que tenga las características siguientes.
- La ICmáx debe ser mayor a 0,5 A
- La potencia máxima de disipación debe ser superior a 3,5 vatios

En el stock encontraremos el BD135.

2° Se designa el diodo Zaner:

UZ = UO + UBE = 9 V + 0,7 V = 10 V

PD = UZ x IZ = 10 V x 0,01 V = 0.1 V

Luego, el Zener tendrá la característica UZ = 10 V ; PD = 1/2 W

3° Se calcula la R_S

$$I_B = \frac{I_o}{B} = \frac{0.5\ A}{200} = 2,5\ mA$$

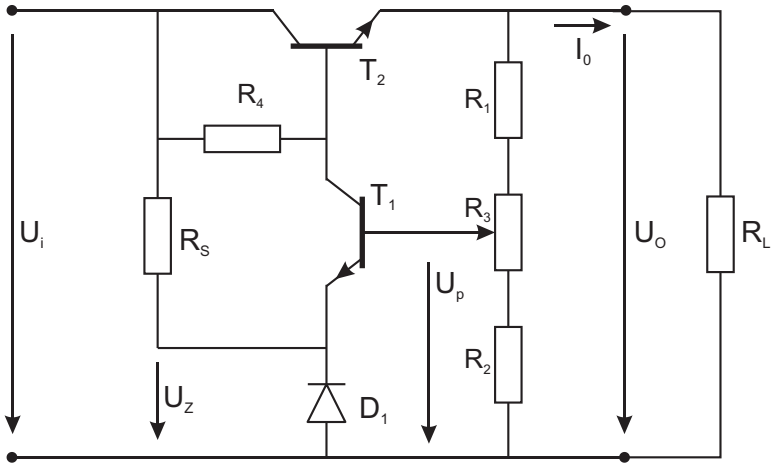
$I_S = I_B + I_Z = 2,5\ mA + 10\ mA = 12,5\ mA$

$$R_S = \frac{U_i - U_Z}{I_S} = \frac{15\ V - 9\ V}{I0,0125\ A} = 480 -$$

$R_S = 470\ _$
(Valor comercial)

Circuito Regulador de tensión con componentes discretos

Este tipo de fuente está constituida por un regulador serie simple al cual se la ha agregado un divisor de tensión para derivar una muestra de la tensión de salida, así mismo se le ha agregado un transistor que opera como una amplificador lineal y que toma la muestra del divisor de tensión como realmentación con el cuál se controla corriente de su colector. Además sólo se necesita un diodo Zener de una tensión próximo de 6 V como referencia para así mantener el coeficiente de temperatura próximo de cero conservando una gran estabilidad que es amplificada con el amplificado de realimentación de tensión.



Ejemplo: Se requiere una fuente regulada de tensión con realimentación de $U_O = 10$ V ; $I_O = 0,5$ A ¿que especificación tendrá cada uno de sus componentes si se alimenta con una Ui = 15 voltios?

1° Se seleccionan los transistores

a) T_2 se selecciona tomando en cuenta su IC que debe ser mayor de 0,5 A y su potencia debe ser ,mayor de 7,5 vatios. En nuestro "stock" encontramos el BD135 que tiene las siguientes características:

$I_C = 1,5$ A; $P_D = 20$ W ; $h_{FE} = 200$

b) T1 se selecciona para una pequeña IC y PD en este caso seleccionamos el BC 108C que tiene las siguientes características:

$I_C = 0,1$ A ; $P_D = 0,36$ W ; $h_{FE} = 400$

2° El diodo Zener como se ha manifestado anteriormente se selecciona de un voltaje alrededor de 6 voltios, en este caso se toma un diodo zaner de 6,2 V ; 1/2 W.

3° Se calcula los valores de R_1, R_2, R_3

Hay que tener en cuenta que r = R1 + R2 + R3

y que $r = \frac{UO}{IP}$

IP = 100 a 200 IO si IO = 500 mA ==> IP = 3,3 mA

$$r = \frac{10\ V}{3{,}3\ mA} = 3030$$

a) Calculando R2

$$R2 = \frac{UP \times r}{UO} = \frac{6{,}2\ V \times 3030}{10\ V} = 1878{,}6$$

==> R2 = 18 k (valor comercial)

c) Se estima R1 = 680

R3 = 500 (potenciómetro)

4° Se calcula R4

I_{C2} = IO = 0,5 A IC1 = 5 mA

$$I_{B2} = \frac{IC2}{B} = \frac{0{,}5\ A}{200} = 2{,}5\ mA$$

$$R4 = \frac{UI - (UO + UBE2)}{IB2 + IC1}$$

$$R4 = \frac{15\ V - (10\ V + 0{,}6\ V)}{2{,}5\ mA \times 5\ mA} = \frac{4{,}4\ V}{7{,}5\ mA} = 586{,}67$$

==> R4 = 560 (valor comercial)

$$R5 = \frac{UI - UZ}{IZ - IE1} = \frac{15\ V - 6{,}2\ V}{15\ mA - 5\ mA} = \frac{8{,}8}{10\ mA} = 880$$

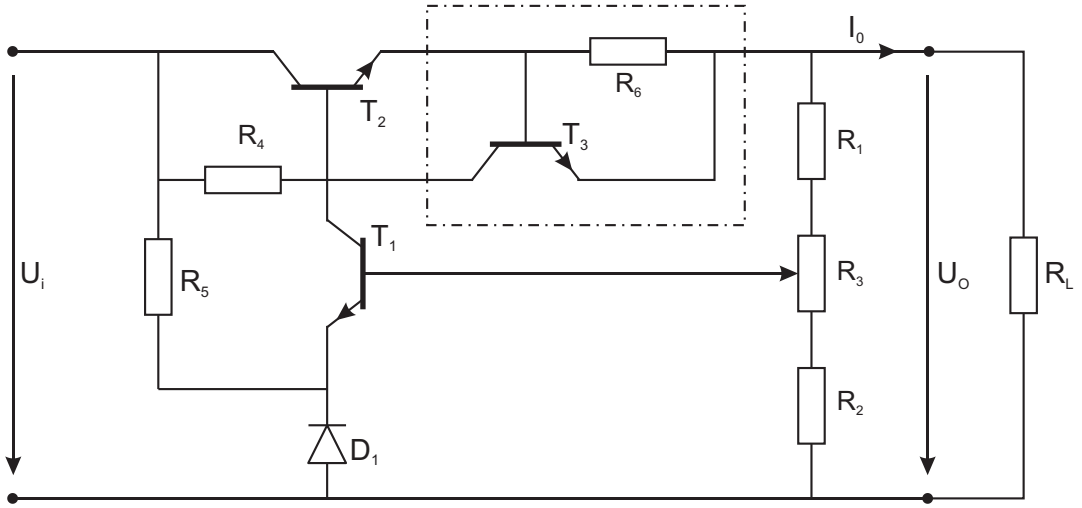
==> R5 = 910 (valor comercial)

Circuito regulador de tensión con limitador de intensidad de corriente

Los reguladores en serie en los capítulos anteriores no cuentan con alguna protección contra circuitos.

Si accidentalmente se realiza un cortocircuito en los terminales de la carga, se tendrá como respuesta una corriente de salida (IO) muy elevada que destruirá al transistor o a los diodos de la fuente no regulada por sobrepasar sus valores límites de PD.

Para evitar esta posibilidad se coloca un limitador de corriente como parte del circuito de estas fuentes reguladas.



La R6 se calcula para que produzca una caída de tensión de 0,6 a 0,7 V al valor de límite de corriente (IOmáx) para así poder polarizar al transistor T3, ponerlo en saturación y derive una cantidad importante de corriente para que no siga aumentando IB2 y como consecuencia no aumente IO.

Ejemplo: La corriente de salida de una fuente regulada IO se necesita limitar a 0,5 A ¿cuáles serán los componentes a seleccionar?

a) Se selecciona un transistor de pequeña potencia, en este caso se ha seleccionado un NPN más específicamente al BC 108C este transistor trabajará en conmutación o sea que cada vez que existía un cortocircuito o un consumo mayor a 0,5 A entonces el transistor estará conduciendo y mientras la corriente sea mayor a 0,5 A el transistor permanecerá en estado de bloqueo.

b) La R5 se selecciona en función a la IO que se requiere limitar, para este caso tenemos IO máx = 0,5 A.

$$==>R5 = \frac{UBE}{IO} = \frac{0,7\ V}{0,5\ A} = 1,4$$

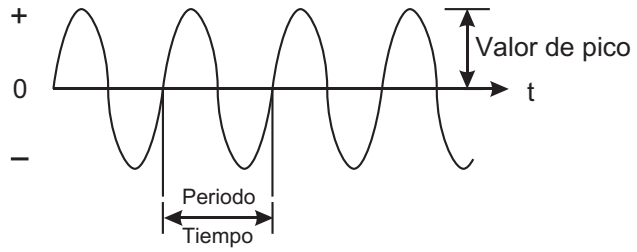
Luego, R5 será de 1,5 (valor comercial)

Circuitos osciladores y conformadores de onda

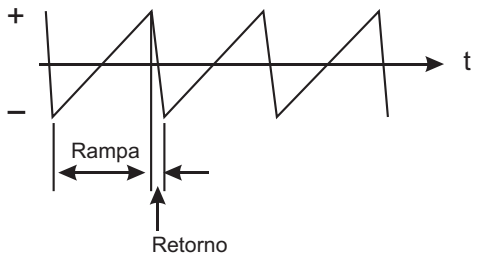
Conceptos

Un oscilador es un circuito o componente que produce una señal de salida permanente y que varía de amplitud con el tiempo, por esto comúnmente se le llama Generador de señal, y su salida puede ser: sinusoidal, cuadrada, de impulso, triangular o en diente de sierra. Cuando la señal producida es una onda sinusoidal de amplitud y frecuencia constante, el circuito oscilador recibe el nombre de "Generador de onda sinusoidal".

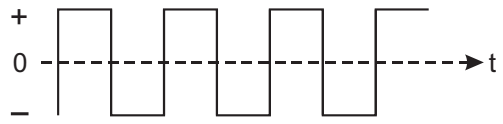
(a) Onda sinusoidal



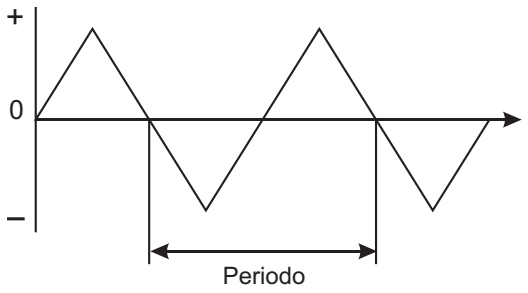
(d) Diente de sierra



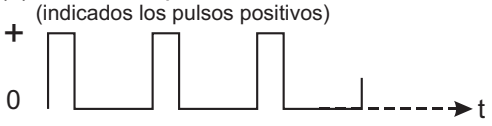
(b) Onda cuadrada



(e) Onda triangular



(c) Tren de impulsos
(indicados los pulsos positivos)



Estos circuitos se emplean en todo tipo de equipos electrónicos desde radios, trasmisores y receptores de televisión, computadoras, osciladores, generadores de señal a medidores de frecuencias digitales.

Partes de un oscilador

En osciladores sinusoidales a reacción se encuentran bien definidas las siguientes partes: El amplificador, la realimentación y los componentes que determinan la frecuencia.

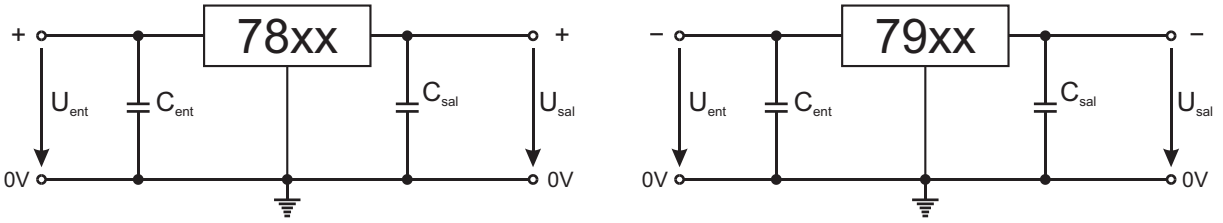
Reguladores de tensión integrados

Todas las fuentes de tensión constante que emplean técnicas de circuitos integrados son ofrecidas por diferentes fabricantes bajo las descripciones regulador de tensión fija y regulador de tensión variable, estas contienen alrededor de 20 funciones de transistor, varios diodos zener y aproximadamente 20 resistencias integradas, y trabajan bajo el principio de las fuentes de tensión constante con amplificador diferencial. El practicante no necesita estar familiarizado con la técnica del circuito interno, ni con el trabajo de los transistores individuales.

Estos reguladores de tensión integrados generalmente tienen tres terminales, para la tensión de entrada Uent, para la tensión de salida Usal y para masa o tensión de referencia. Consecuentemente a estos se les denomina reguladores de tres pines.
Debido a la limitación de corriente y protección térmica integradas, estos reguladores son muy insensibles a cortocircuitos o sobrecargas. Dichos reguladores permiten una construcción simple de las fuentes de alimentación de potencia.
Mediante la circuitería apropiada con componentes adicionales, se´pueden construir rápida mente ,para propósitos especiales, fuentes de alimentación de potencia con buenas características a bajo costo.

Reguladores de tensión fija de las series 78xx y 79xx

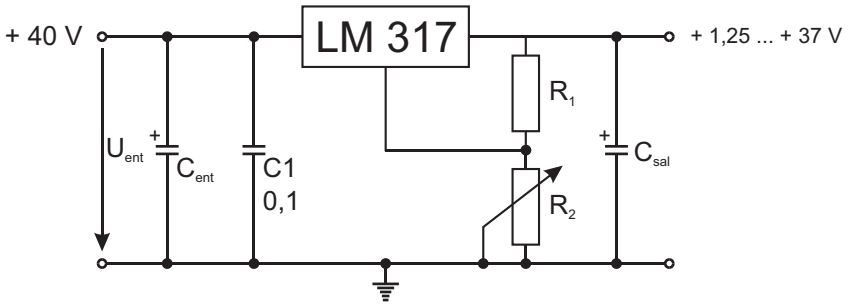
Aparte de un gran número de tipos individuales de reguladores de tensión fija, dos series de reguladores de tensión son hoy en día de uso generalizado. Estos los producen varios fabricantes con los mismos datos y se ofrecen como la serie 78xx y la serie 79xx. La serie 78xx esta diseñada para tensiones de salida positivas con valores fijos entre + 5 V y 24 V, mientras que la serie 79xx es para tensiones de salida negativas con valores fijos entre - 5 V y 24 V.
El número que aparece en el lugar representado por xx en el número de serie indica la tensión de salida. Por ejemplo, el número de serie 7805 indica una tensión de salida de + 5 V, y el número de serie 7915 una tensión de salida de - 15 V. Los reguladores de tensión fija se aplican para corrientes de carga desde 0,1 A hasta 5 A. Se producen diferentes diseños de cápsulas, de acuerdo a la carga.
La resistencia interna dinámica de los reguladores de tensión fija, en las series 78xx y 79xx es del orden de n = 20 m Valores de G = 500 a G = 5000 se pueden determinar como factores de alimento (G = Uent / Usal), dependiendo del modelo de la serie.
Existen circuito básicos y sencillos para la instalación de los reguladores, sin importar sus datos. La figura muestra los circuitos básicos para las dos series de reguladores.

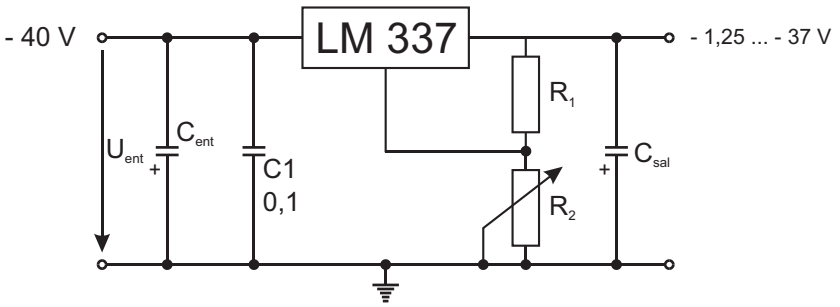


En todos los reguladores, la tensión de entrada U_{sal} debe ser por lo menos 2 V más alta que la tensión de salida U_{sal}. Los dos condensadores C_{ent} y C_{sal} también necesitan ser conectados externamente. Para el condensador C_{sal} son normales valores entre 470 F y 2200 F. Si la distancia física de los reguladores hasta el condensador Cent es grande.

Reguladores de tensión ajustable

La necesidad de tener fuentes de tensión ajustable resulta inevitable. Los reguladores de tensión fija no ofrecen la mejor manera de conseguir esto. Por lo tanto, se utilizan reguladores de tensión ajustable, tales como, los tipos LM 317, LM 337 o aún el L200.
El módulo LM 317 suministra una tensión de salida positiva, el módulo LM 337 una tensión de salida negativa. Con una tensión de entrada Uent = 40 V, ajustando el divisor de tensión, la tensión de salida se puede regular a algún valor entre Usal = 1,25 V y Usal = 37 V.¨Para que el regulador de tensión trabaje satisfactoriamente, la tensión de entrada debe ser al menos 3 V mayor que la tensión de salida. La figura 4.16 muestra el circuito básico de los dos reguladores de tensión.





La tensión de salida se ajusta utilizando el potenciómetro R2. Para la resistencia R1 los fabricantes especifican un valor de R1 > 120 . Con el objeto de minimizar la corriente que pasa a través del divisor de tensión, usualmente se selecciona un valor mayor.
La tensión de salida se obtiene a partir de la relación de R_1 y R_2 como:

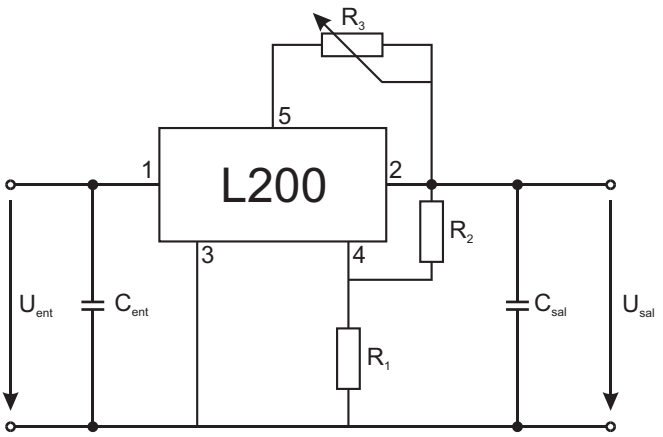
$$Usal = 1{,}25 \quad 1 + \frac{R2}{R1} \quad V$$

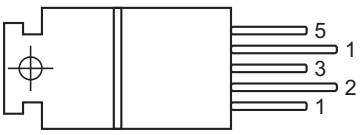
Para el trabajo óptimo del regulador es conveniente ordenar las resistencias R1 y R2 a la distancia más corta posible del módulo regulador. para el condensador de entrada adicional, colocado directamente en el módulo, se requiere un valor C_1 = 0,1 F.
La corriente nominal de ambos módulos es $I_{Lmáx}$ = 1,5 A. La limitación de corriente integrada limita la corriente de carga a I_L = 2,2 A. La potencia de pérdida permisible es $P_{máx}$ = 20 W. Debido a esta potencia de pérdida permisible, la corriente de carga permisible $I_{Lmáx}$ se especifica como una función de U_{ent} y U_{sal}. Por lo tanto, la tanto, la limitación integrada de corriente para $I_{Lmáx}$ = 2,2 A no brinda, en todos los casos, protección del módulo en la eventualidad de un circuito de la salida, debido a que no existe una protección de sobrecarga térmica presente.

Otro regulador ajustable es el tipo L200 (fabricado por SGS -ATES). Este tiene cinco terminales. Consecuentemente existe la posibilidad de programación de tensión y corriente. Para el L200 son característicos los siguientes datos:

Tensión de entrada máxima	40 V
Máxima diferencia de tensión entrada/salida	32 V
Tensión de salida ajustable	3... 37 V
Corriente de salida ajustable	0.... 2A

La desconexión térmica a 150°C y el control de potencia del transistor de salida interno, son medidas adicionales de protección contra cortocircuitos.
La figura muestra la circuitería estándar, cuando se utiliza el módulo como un regulador de tensión, junto con la identificación de terminales.

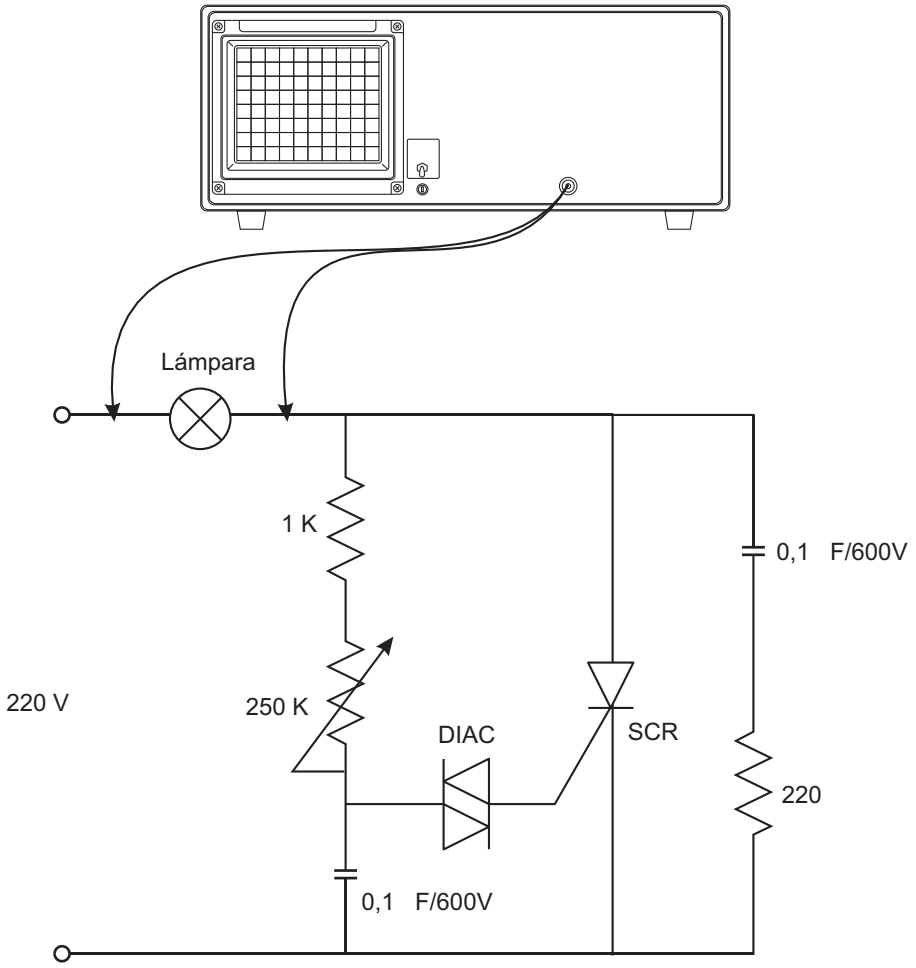




La tensión de salida se calcula utilizando la fórmula:

Para que el transistor de salida interno conmute adecuadamente la resistencia R1 debería se RT1 < 1 k . La corriente de salida se limita por medio de la resistencia R3. Su dimensionamiento se realiza de acuerdo a la fórmula:

para R3 = 0 , la corriente de salida máxima Isalmáx = 2,5 A. Los reguladores de tensión tienen inclinación a oscilar, debido a que su método de trabajo se basa en el proceso de la técnica de regulación,. Por lo tanto, para prevenir las oscilaciones, se conectan condensadores adicionales entre la entrada y masa y entre la salida y masa.
Se puede requerir de mayor compensación dependiendo de la aplicación y de la naturaleza de la construcción del circuito. Se debe hacer referencia a los cuáles del fabricante.



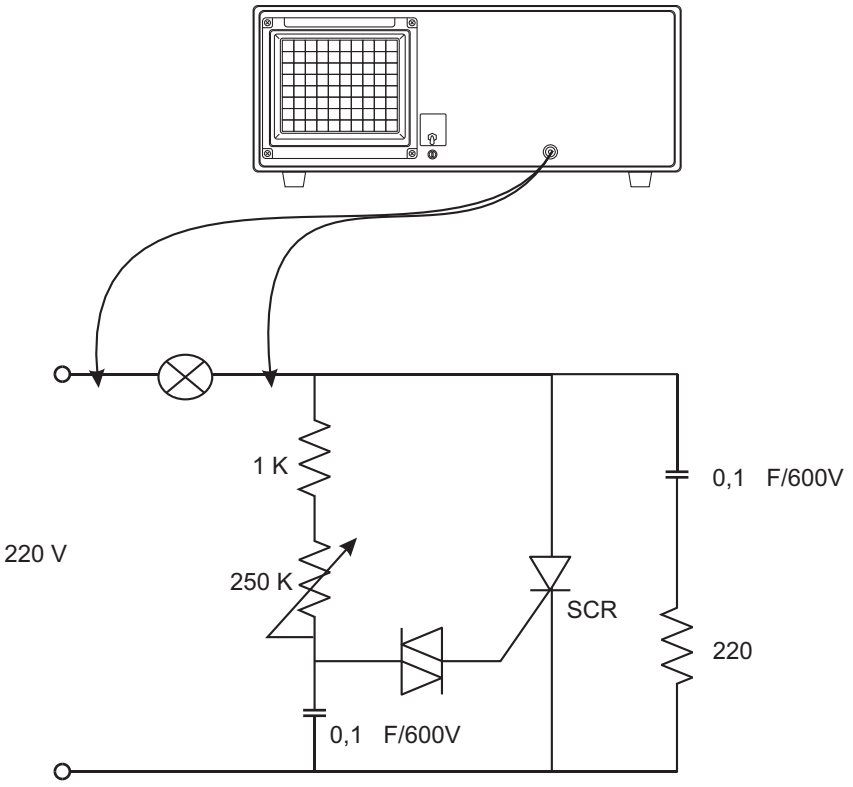
N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montaje de circuito rectificador controlado por SCR	01 SCR 600 V/10A 01 D/AC 02 condensadores 0,1 F/600 V 02 resistencias 1 K, 220 r 01 potenciómetro 250 K 01 lampara 220 V 01 osciloscopio 01 protoboard Puntas de osciloscopio 10:1

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		**MEDICIONES EN EL SCR**	HT 12	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

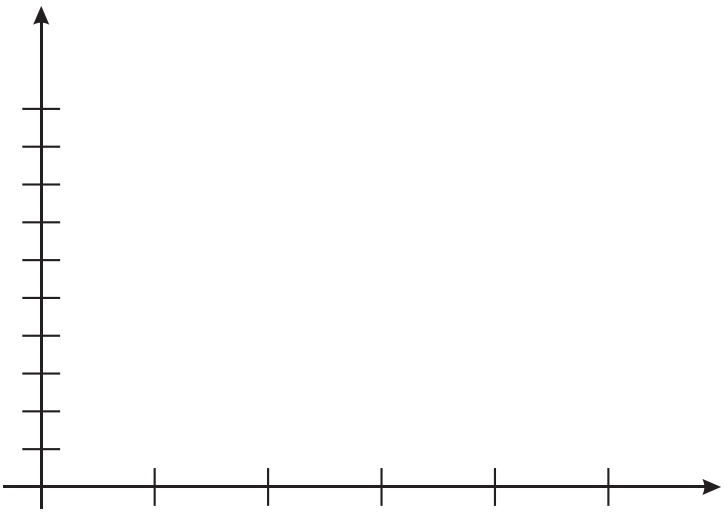
OPERACIÓN: MONTAJE DE CIRCUITO RECTIFICADOR CONTROLADO POR SCR

Paso 1: Verificar componentes, equipos y accesorios a utilizar.

Paso 2: Armar el circuito mostrado y conectar el osciloscopio.



Paso 3: Graficar la onda que aparece en el osciloscopio.



TIRISTORES

Introducción

A diferencia de los transistores bipolares y de los FETS, que operar como amplificadores lineales o como interruptores. Los tiristores sólo pueden trabajar como interruptores. Estos son dispositivos semiconductores de cuatro capas que mediente retroalimentación interna produce un enclavamiento o enganche.

Sus principales aplicaciones son de controlar grandes corrientes de carga en motores, calefactores, sistemas de iluminación, etc. y así mismo como elementos auxiliares de disparo de otros tiristores.

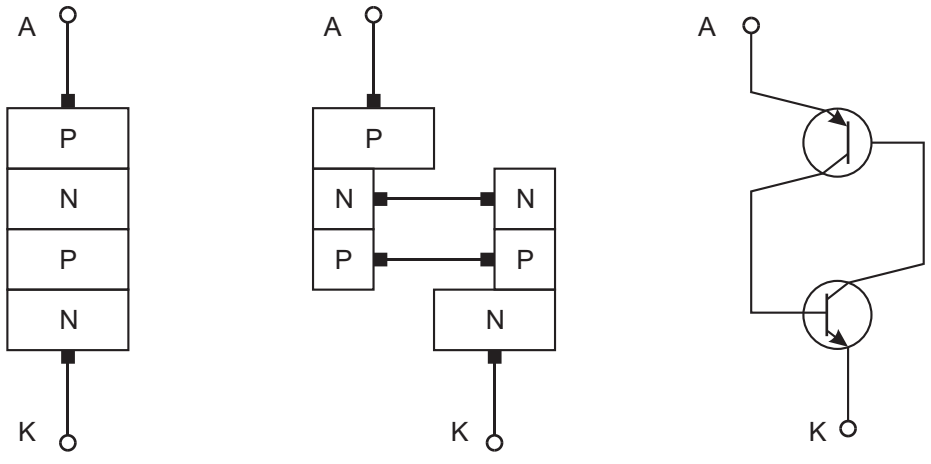
Clasificación

Existen diferentes tipos de tiristores como se indica a continuación:

TIRISTOR DIODO	Diodo de cuatro capas (SHOCKLEY)
DIAC	Tiristor diodo bidireccional
TIRISTOR SCR	Tiristor triodo
TRIAC	Tiristor triodo bidireccional

El tiristor Diodo o Diodo Shockley

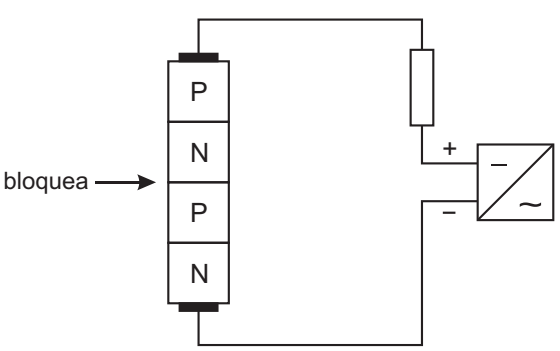
También recibe el nombre de diodo de cuatro capas, se le clasifica como diodo porque sólo tiene dos terminales de salida, por tener cuatro regiones dopadas a veces se le llama también: diodo PNPN. Este elemento puede ser visualizado separando en dos mitades como en el gráfico siguiente; una mitad es un transistor PNP y la otra mitad un NPN. Por lo tanto el diodo de cuatro capas es equivalente a dos transistores en una configuración de "candado".



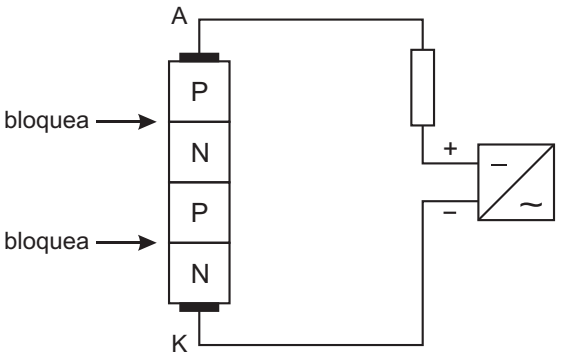
Funcionamiento del diodo Shockley

Cuando se aplica una tensión inversa a este diodo, las dos uniones PN exteriores quedarán al norte, osea, polarizando en sentido inverso y por el diodo solo circulara una débil corriente inversa. Cuando se le aplica una tensión en sentido directo sólo quedará al corte la unión PN central.
Mientras la tensión aplicada sea menor que la tensión de encendido circulará también una corriente de poca intensidad de igual valor que la inversa. Cuando se sobrepasa la tensión de encendido (UE) el efecto de avalancha provocará la aparición de un gran número de portadores de carga libres en la unión PN polarizada inversamente, con lo que el diodo se cuatro capas se pondrá a conducir.

Una vez que un diodo de cuatro capas comienza a conducir (tensión de ruptura) la tensión a través de él cae a un valor pequeño, dependiendo de que tanta corriente este circulando por él.



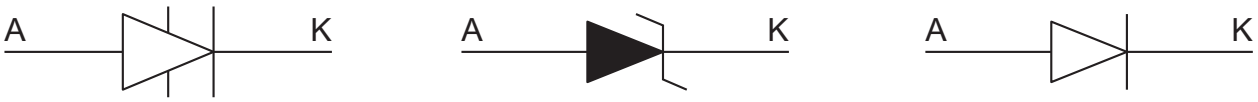
Polarización directa



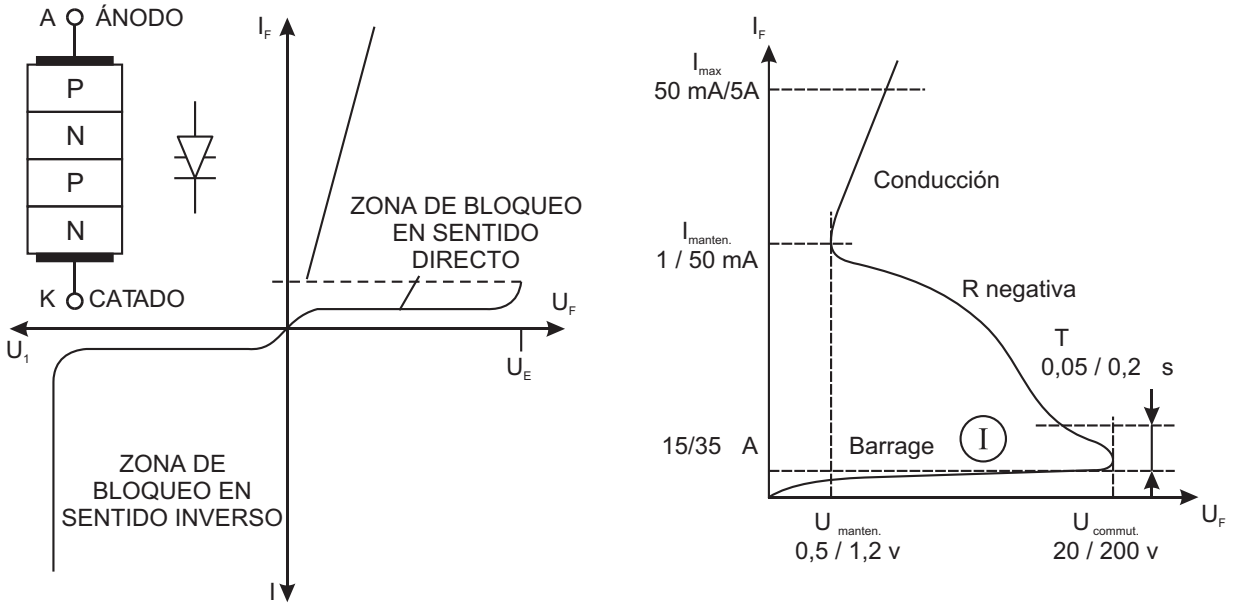
Polarización inversa

Los diodos SHOCKLEY seguirán conduciendo mientras circula una corriente mayor a la (I_C) corriente de corte o corriente mínima de mantenimiento, no siendo necesario llegar a (0 A) para que deje de conducir.

Símbolo



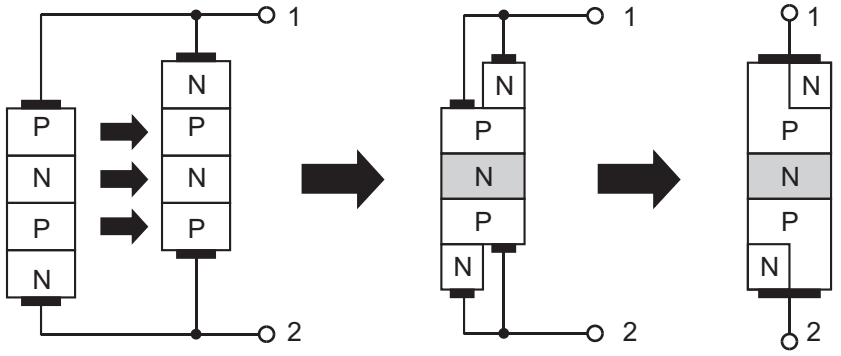
Curva de características



En la curva de características se nota una zona de bloqueo en sentido inverso y una zona de bloqueo y conducción en sentido directo notándose también el punto de tensión de encendido o conmutación y la corriente de mantenimiento.

EL DIAC

El DIAC es un elemento simétrico que no posee por tanto polaridad. Su estructura es prácticamente la unión de dos diodos SHCKLEY en antiparalelo.



Los DIAC son muy utilizados para realizar circuitos de disparo del SCR y TRIAC permitiendo obtener, con condensadores de poca capacidad y volumen corrientes elevadas de disparo.

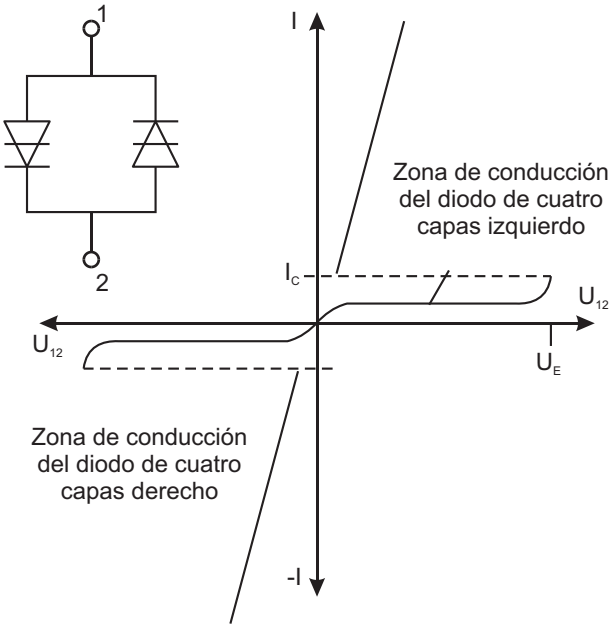
Estos elementos tienen el mismo principio de funcionamiento que el diodo se cuatro capas con la única diferencia que el DIAC puede disparar y conducir hacia ambos sentidos.

Las tensiones de disparo suelen darlo los fabricantes entre 20V y 32 V.

Símbolo



Curva de características



EL SCR

Estos elementos pueden considerarse como una evolución de los diodos de cuatro capas, a los que se les ha añadido un electrodo de mando, también denominado puerta.

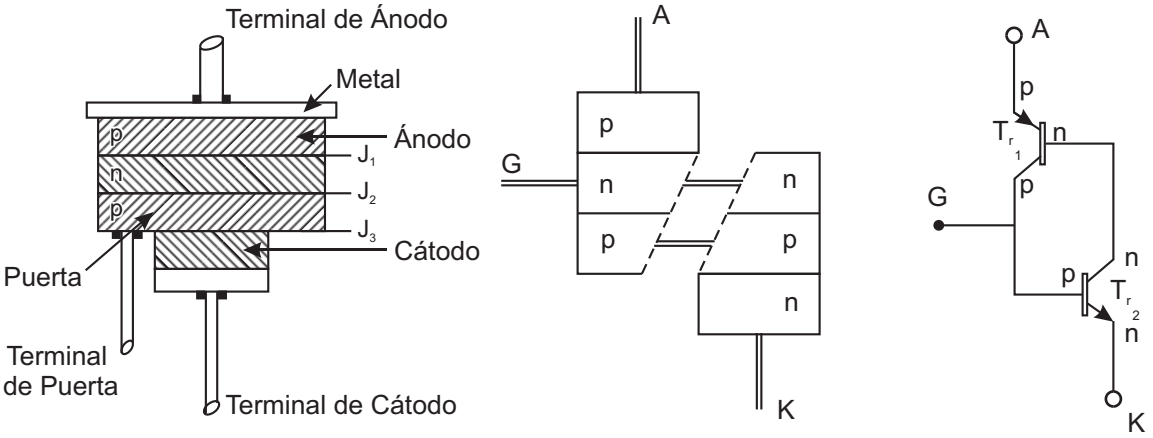
Cuando el electrodo de mando o puerta no está conectado el SCR se comporta como un diodo de cuatro capas.

Este elemento actúa como interruptor de alta velocidad y se utiliza generalmente en circuitos que funcionan con potenciales de varios cientos de voltios y por que puedan pasar hasta varios cientos de amperios.
Siendo su mayor uso en regulación de velocidad de motores de corriente continua.

Principio de funcionamiento del SCR

A un transistor SCR puede hacérsele trabajar como circuito abierto (dejándolo bloqueado en sentido directo) o puede hacérsele disparar a un estado de conducción en sentido directo, aplicando un impulso corto de potencia relativamente bajo el terminal de puerta.

Una de las ayudas para entender mejor su funcionamiento es utilizado el circuito equivalente de dos transistores. Dividiendo el tiristor en dos transistores uno PNP y el otro NPN como se muestra en el siguiente gráfico.



El funcionamiento puede dividirse de la siguiente manera:

Polarización inversa.- La polarización negativa del ánodo respecto del cátodo. el tiristor se encuentra en estado de bloqueo inverso y solamente pasa una corriente de fuga de valor bajo. en estas condiciones las uniones J1 y J3 están polarizadas en sentido inverso.

Polarización directa.- La polarización positiva del ánodo respecto del cátodo, pero sin señal de puerta. En este caso se dice que el SCR está bloqueado en sentido directo, puesto que se comporta como una resistencia elevada.
Solamente pasa una pequeña corriente de fuga. Puede verse también que aunque J1 y J3 estén polarizadas en sentido directo la unión central J2 está invertida. Por lo que respecta al circuito equivalente, se puede explicar el bloqueo en sentido directo porque al no tener la puerta señal aplicada. Tr2 se bloquea. Solamente puede pasar una corriente de fuga pequeña.

Polarización en sentido directo con señal aplicada a la puerta.- Si se aplica un impulso de polarización directa entre la puerta y cátodo mientras el ánodo sea polarizando en forma positiva respecto del cátodo, el SCR estará obligado a conducir.

El tiempo de conmutación es rápido (microsegundos) y puede pasar por el componente una corriente grande, limitada solamente por la resistencia externa. La tensión de ánodo a cátodo cae a un valor bajo, normalmente 1 V.

Esta acción puede explicarse empleando el circuito equivalente, señalando que un impulso de polarización en sentido directo hace que Tr2 conduzca.
Este transistor empieza a conducir y, por tanto, conduce también Tr1.

El circuito de los dos transistores tiene un lazo de realimentación positiva, puesto que cada uno tiene su colector cableado a la base del otro. Por este motivo los dos transistores conducen rápidamente y permanecerán así aún cuando se retire la señal. el conjunto solamente puede dejar de conducir por reducción de la corriente de ánodo por debajo de un valor conocido como "corriente de retención" o corriente de mantenimiento.

En los circuitos de corriente alterna los SCR dejan de conducir todos los semiciclos, cuando la tensión de la fuente de alimentación pasa por cero y se hace negativa; esto automáticamente hace que deje de conducir. En los circuitos de corriente continua se emplean técnicas especiales para reducir la corriente de ánodo a cero, para hacer que no conduzca ese componente.

Existen otras dos condiciones, aparte de la señal de la puerta, que harán que el SCR bloqueado en sentido directo entre en conducción.

Sobrepasando la tensión directa máxima de ruptura en sentido directo.
Aplicando una onda de tensión de subida rápida entre ánodo y cátodo, normalmente mayor de 50 V por microsegundo. Este "efecto de rapidez" se explica porque la capacidad interna (unión J2) puede alimentar una parte de una tensión de ánodo de subida brusca a través de la puerta. Esto hace que el SCR conduzca.

Siendo estos dos efectos indeseables.

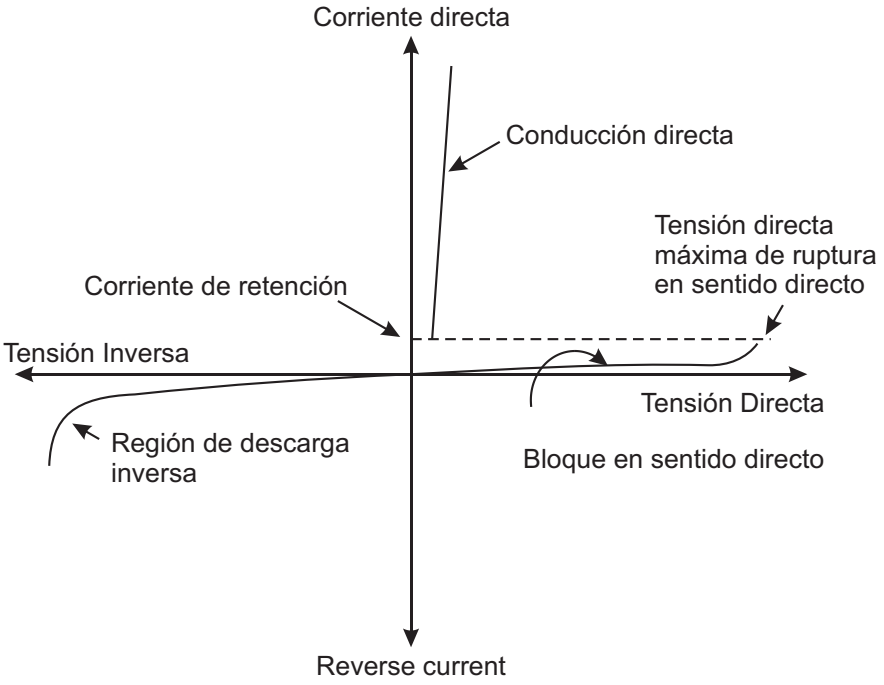
Símbolo del SCR

El símbolo del SCR es lo mismo que el de un diodo rectificador al que se le añade un terminal llamado puerta (G).



Curvas de características del SCR

En el siguiente gráfico se tiene representado la curva característica de la I_F en función de (U_F) donde podemos observar que conduce en el primer cuadrante conducción directa y bloquea en el tercer cuadrante.



Especificaciones técnicas del SCR

Las especificaciones técnicas más importantes del SCR son:

Corriente media en directo (IFAV).- Es la máxima corriente media que puede circular por el SCR.
Tensión de pico invrerso (URWM).- Es la máxima tensión de pico que puede soportar el SCR en polarización inversa.

Así mismo, existen otros parámetros que los fabricantes proporcionan para un mejor uso de cada tipo de SCR; entre ellos podemos citar:

- Corriente máxima de puerta (IGT)
- Tensión máxima de cebado de la puerta (UGT)
- Corriente de mantenimiento (IM)
- Tensión de mantenimiento (UH)
- Corriente de enganche (IL)
- Tensión de enganche (UL)
- Tensión de disparo (UD)
- Tensión de cresta al estado bloqueado (UDWM)
- Tensión directa de pico repetitivo (UFRM)
- Tensión inversa de pico no repetitivo (URSM)
- Corriente máxima de pico no repstitivo (IFSM)

Así mismo en la curva de características del SCR podemos notar regiones en la ausencia de corriente de comando.

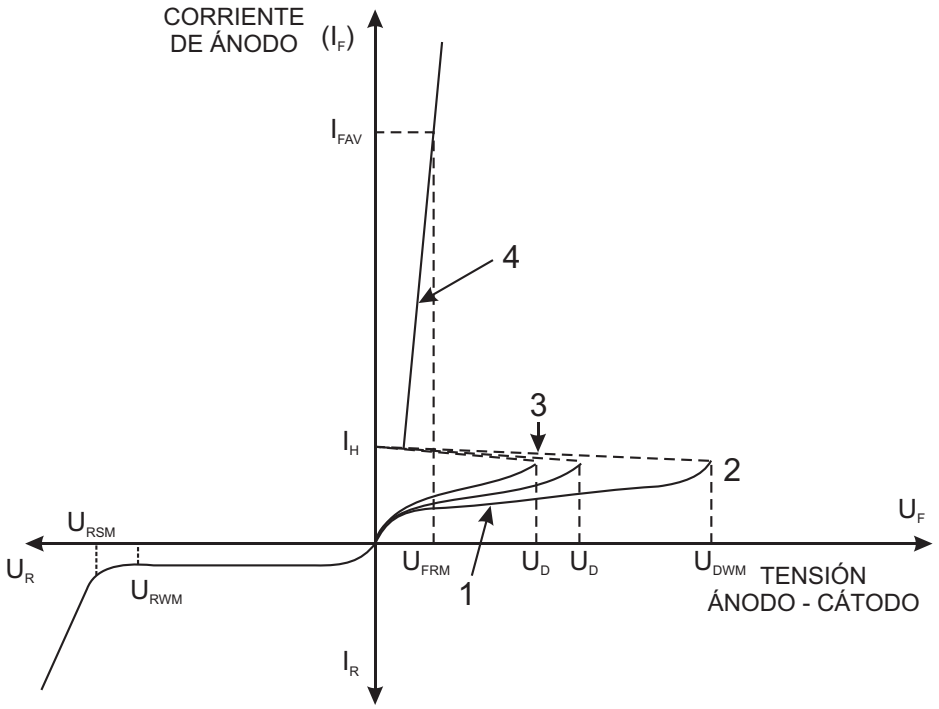
1. Región de gran impedancia y condición de bloqueo de la estructura PNPN, siendo la unión central polarizada en inversa.

2. Aumentando la tensión directa se presenta la tensión de avalancha de la unión central, esto es la tensión de disparo o ruptura con $U_G = 0$

3. Región de resistencia negativa no observable con el osciloscopio.

4. Región de pequeña impedancia, es la región de conducción directa.

Si se aplica una corriente de comando sobre la puerta, se desplaza hacia la izquierda la tensión de ruptura (U_D).



Hoja de datos técnicos del SCR

Estos datos son proporcionados por el fabricante, agrupándolos y formando catálogos con las características de cada componente así como también su forma, dimensiones y ubicación de terminales.

Hoja de datos de SCRs de potencia.

THOMSON SEMICONDUCTEURS

thyristors 100 Arms

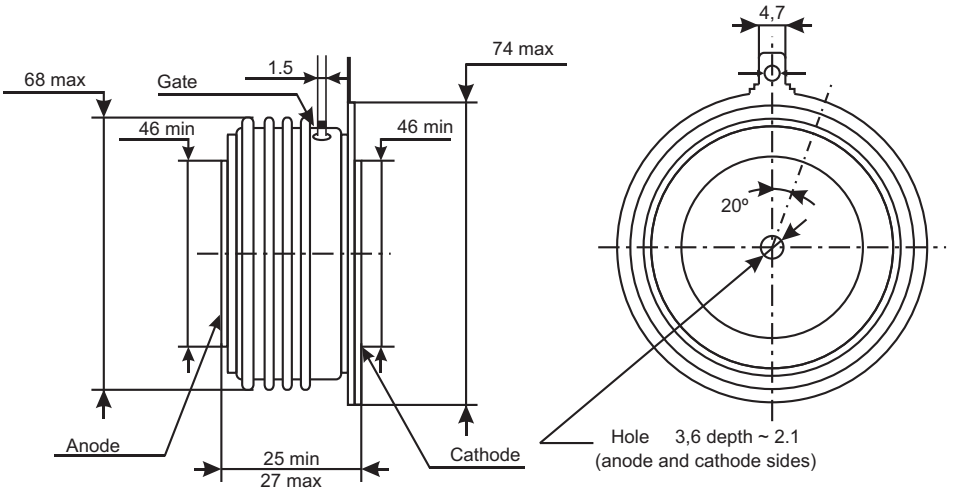
thyristors 100 Aeff

Types	I_0 (A)	V_{RRM} = V_{DRM} (V)	I_{TSM}° 10 ms (A)	I_{RM} @V_{RRM} I_{DM} @V_{DRM} T_i = 125ºC máx (mA)	T_{amb} = 25 ºC V_{GT} máx (V)	I_{GT} máx (mA)	V_{TM} (V)	/ I_{TM} (mA)	dv / dtº @ 60% V_{DRM} min (V/ s)	Case
1400 Arms/T_{case} = 80 ºC T_i = 125 ºC I^2t = 1 125 000 A^2 s										
TN 931 01 TN 931 02 TN 931 04 TN 931 06 TN 931 08 TN 931 10 TN 931 12 TN 931 14 TN 931 16 TN 931 18 TN 931 20	891	100 200 400 600 800 1000 1200 1400 1600 1800 2000	15 000	40	3	200	1,95	2000	300	
1900 Arms/T_{case} = 80 ºC T_i = 125 ºC I^2t = 3 125 000 A^2 s										
TN 933 01 TN 933 02 TN 933 04 TN 933 06 TN 933 08 TN 933 10 TN 933 12 TN 933 14	1210	100 200 400 600 800 1000 1200 1400	25 000	40	3	200	1,35	2000	300	

° @ T_i = 125 ºC

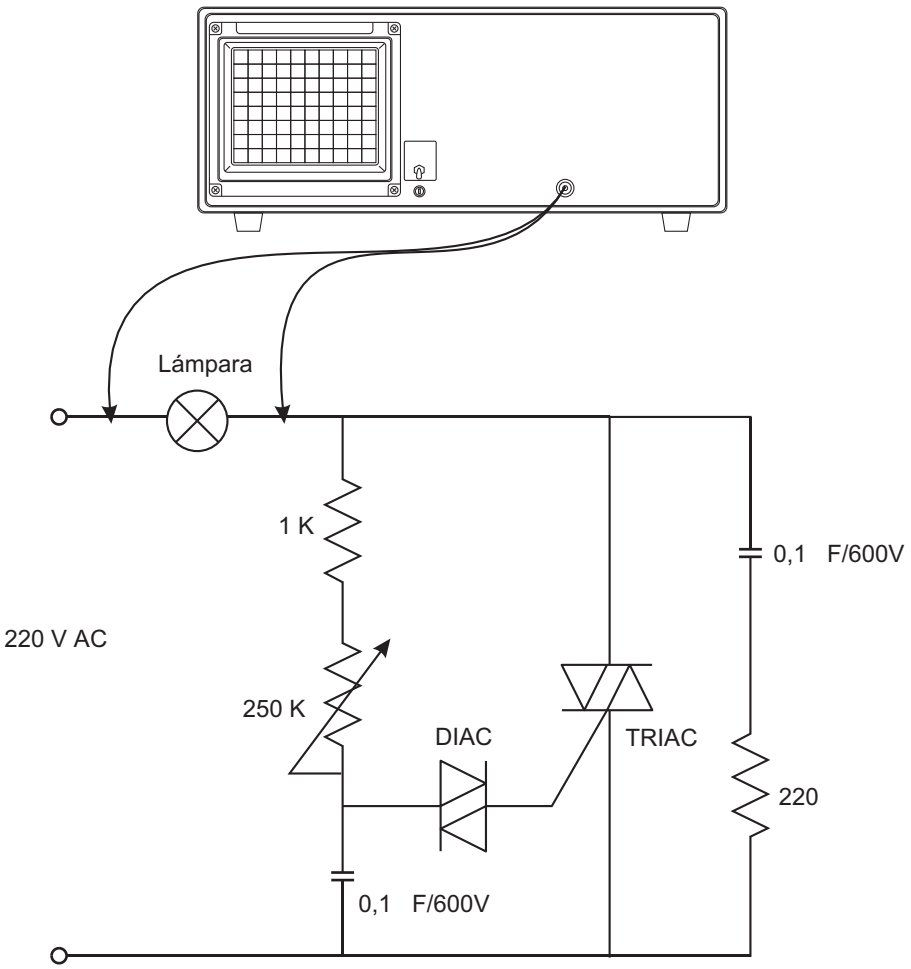
CB - 265 (MU 169)

Gate lead : white
Cathode lead : red
Approx. Length : 300 mm



Los tiristores de potencia o de gran corriente, tienen que trabajar necesariamente acoplados (a) disipadores, también de grandes tamaños, para así evitar su destrucción por efecto de la temperatura.

Osciloscopio



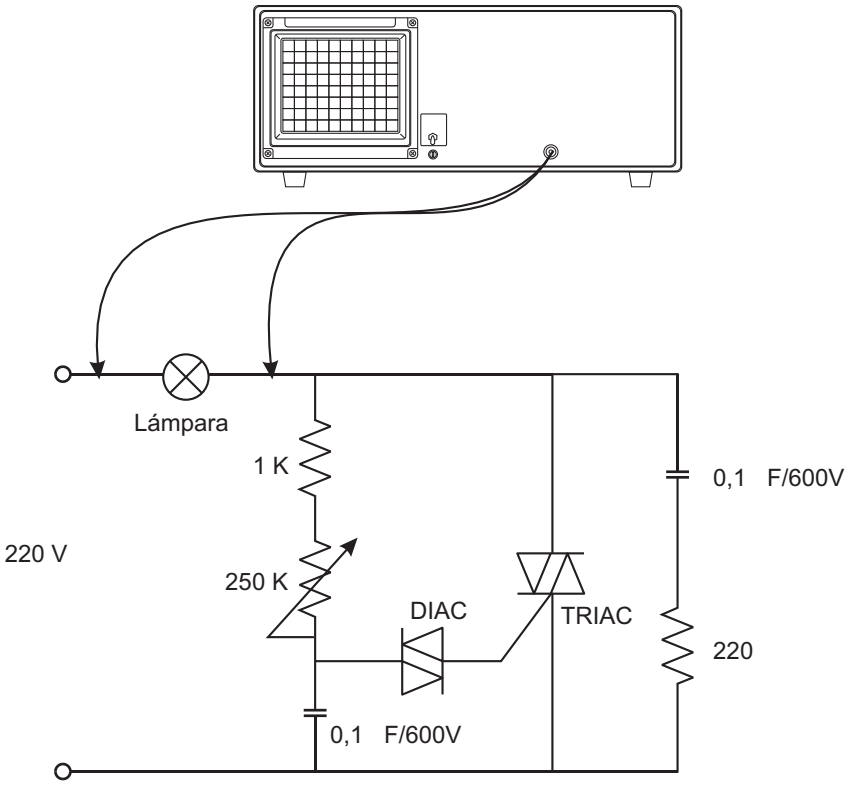
N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montaje de circuito rectificador controlado por TRIAC	01 TRIAC 600 V/10A 01 D/AC 02 condensadores 0,1 F/600 V 02 resistencias 220 r, 1 K 01 potenciómetro 01 lampara 220 V 01 osciloscopio 01 protoboard Puntas de osciloscopio 10:1

PZA.	CANT.	DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES		OBSERVACIONES
01	01			
SENATI PERÚ		**MEDICIONES EN EL TRIAC**	HT 13	REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO:	HOJA: 1/1
			ESCALA:	2004

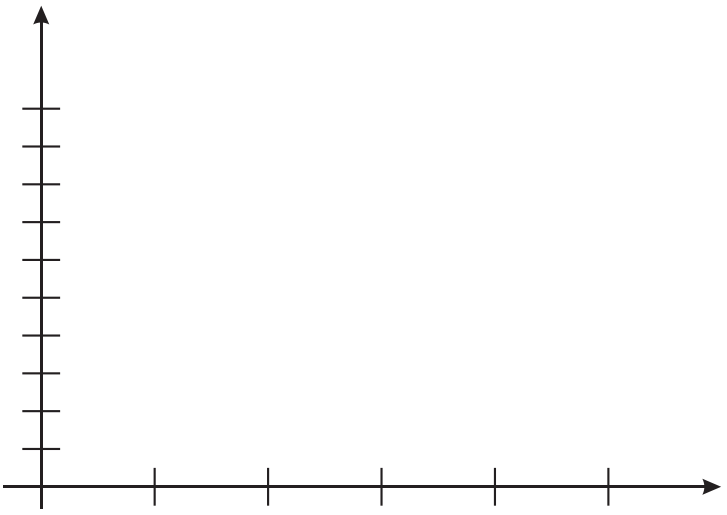
OPERACIÓN: MONTAJE DE CIRCUITO RECTIFICADOR CONTROLADO POR TRIAC

Paso 1: Verificar componentes, equipos y accesorios.

Paso 2: Armar el circuito mostrado y conectar el osciloscopio.



Paso 3: Graficar la onda que aparece en el osciloscopio.

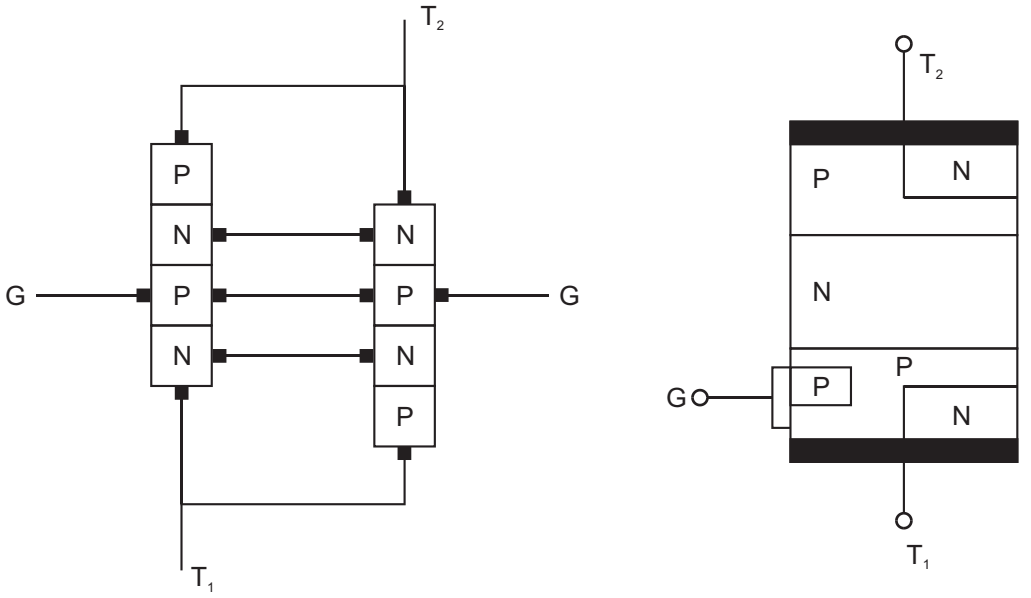


EL TRIAC

Es un elemento semiconductor de tres electrodos, perteneciente a la familia de los tiristores, uno de sus electrodos es su terminal de control llamado puerta (G) y los otros dos son los electrodos principales de conducción.

Este dispositivo puede pasar de un estado de bloqueo a un régimen de conducción, en los dos sentidos de polarización (1er y 3er cuadrantes) y volver al estado de bloqueo por inversión de la tensión o por disminución de la corriente por debajo del valor de mantenimiento IH.

El TRIAC es pues la versión bidireccional del SCR, en su representación eléctrica se le puede comparar con la asociación en antiparalelo de dos SCR como se indica en el gráfico siguiente.



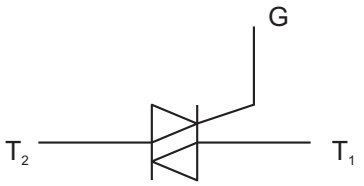
El funcionamiento es similar al de los SCR. Así el TRIAC dejará pasar la corriente o la bloqueará en ambas direcciones y puede ser disparado para que produzca, en una u otra dirección, las señales de puerta positivas o negativas.

El TRIAC conducirá correctamente si:

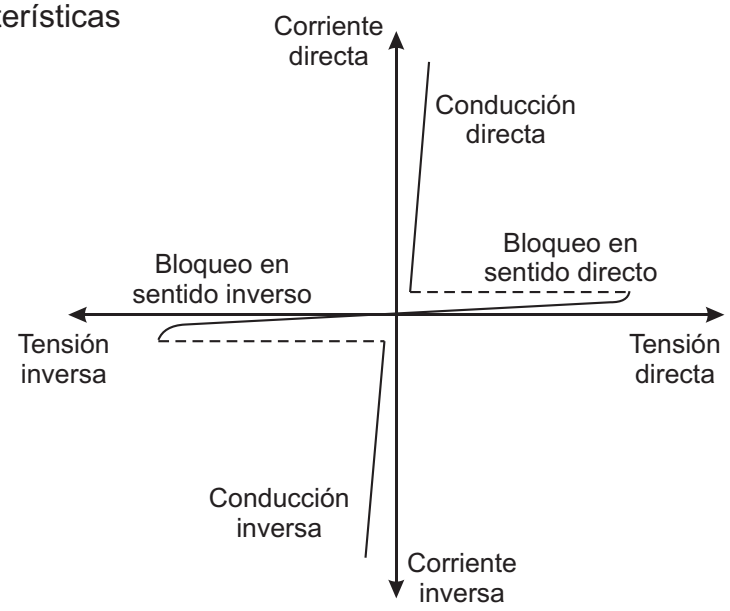
a) T2 (+)
T1 (-) Primer cuadrante
G (+)

b) T2 (-)
T1 (+) Tercer cuadrante
G (-)

Símbolo

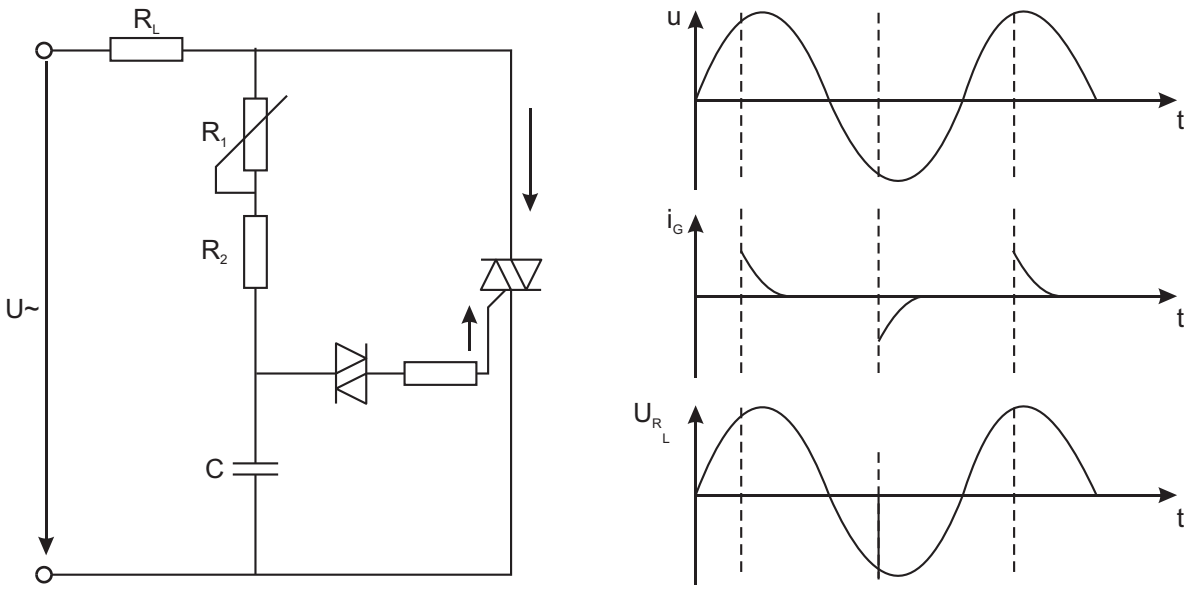


Curva de características



Ejemplo de aplicación del DIAC y TRIAC

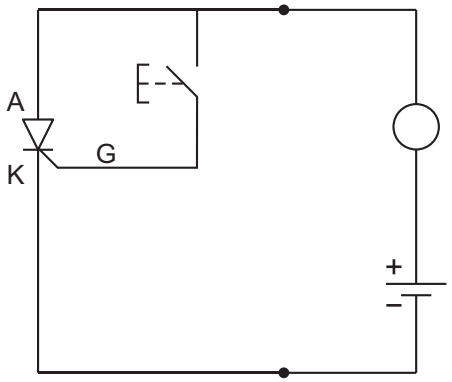
mando de potencia (corte por fase)



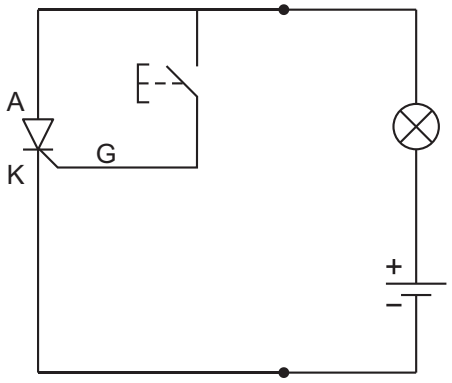
Prueba del SCR y TRIAC

Un SCR es un diodo conmutable que en la conducción no activada, bloquea la corriente en ambos sentidos de circulación. Aplicando un pulso positivo de tensión al electrodo de control, el SCR pasa al estado de conducción.
Un circuito de prueba se basa en estas propiedades del SCR.

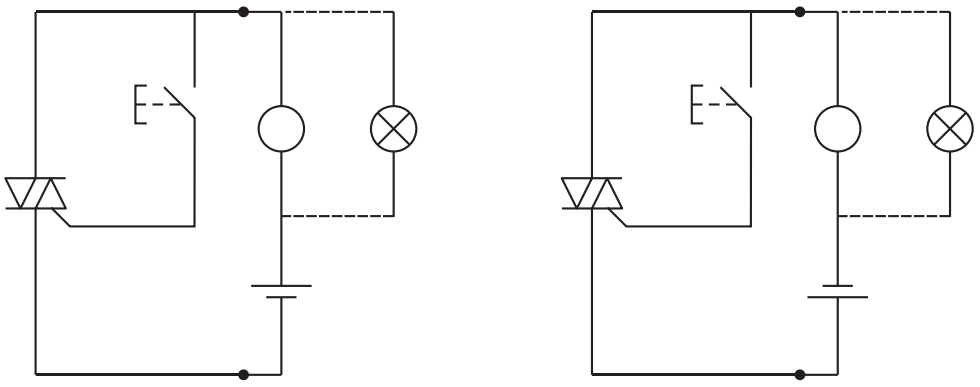
Prueba con el ohmímetro.- El polo positivo del instrumento se conecta ánodo y el polo negativo al cátodo del SCR. Uniendo ahora momentáneamente el electrodo de control (puerta) al ánodo (que corresponde al polo positivo del ohmímetro), el SCR debe pasar al estado de conducción. Este estado debe mantenerse aún interrumpiendo la conexión entre el electrodo de control y el ánodo. El SCR sólo vuelve al estado de bloqueo interrumpiendo (aunque sea momentáneamente) la conexión con el ohmímetro.



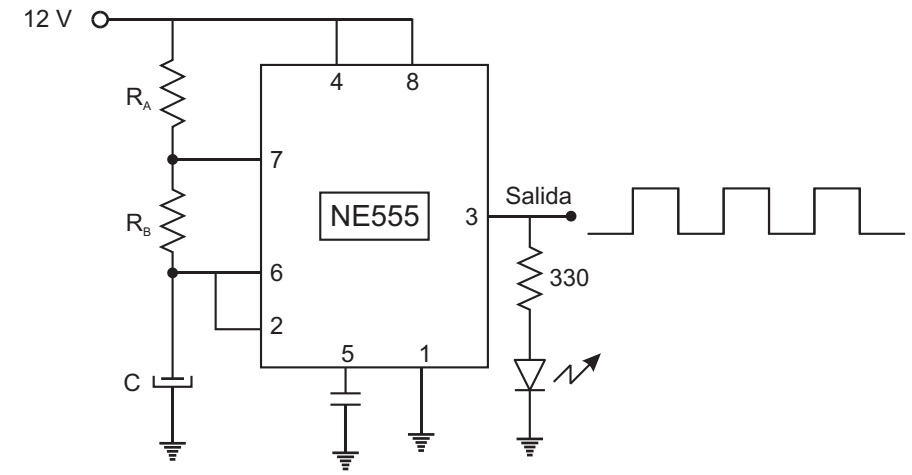
Prueba con probador de continuidad.- En lugar del ohmímetro, puede emplearse un probador de continuidad formado por una lámpara en serie con una batería. El procedimiento de prueba es el mismo.

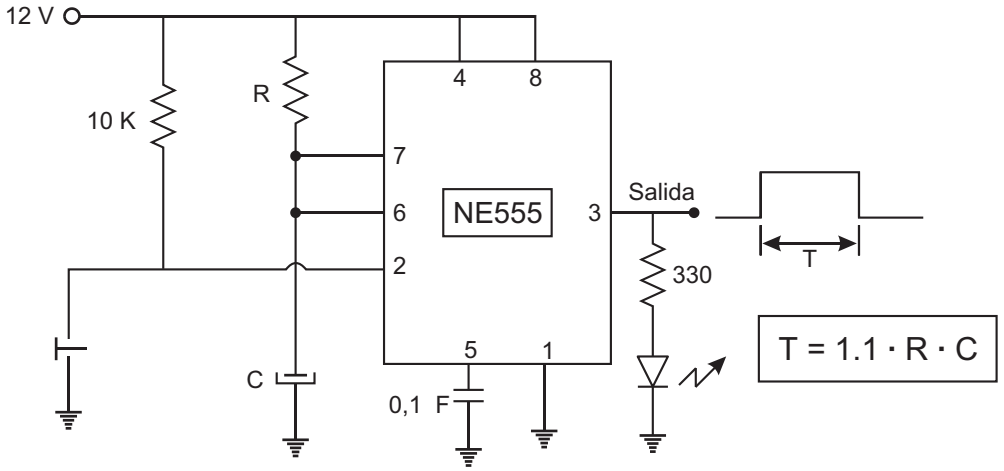


Para probar un TRIAC se pueden emplear los mismos procedimientos que para el SCR con la única diferencia de que se puede hacer con ambas polaridades de la batería, es decir primero positiva y después negativa.



La tensión e intensidad de mando necesitaría para el encendido depende del tamaño y tipo del SCR valores que son especificados por el fabricante para cada tipo de dispositivo.



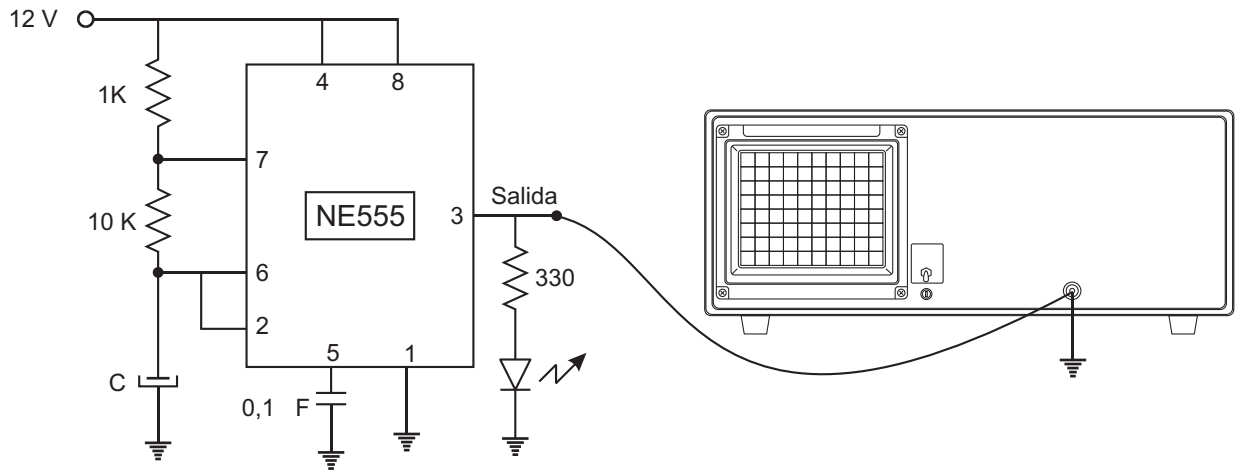


N°	OPERACIONES	MATERIALES / INSTRUMENTOS
01	Montaje de circuito con el CI 555	01 circuito integrado NE555 03 resistencias 10 K 02 resistencias 1 K, 330 r 02 condensadores 0,1 F 06 condensadores 0,1 F, 1 F, 10 F, 100 F, 220 F, 1000 F 01 Pulsador 01 Led 01 Osciloscopio 01 Cronómetro

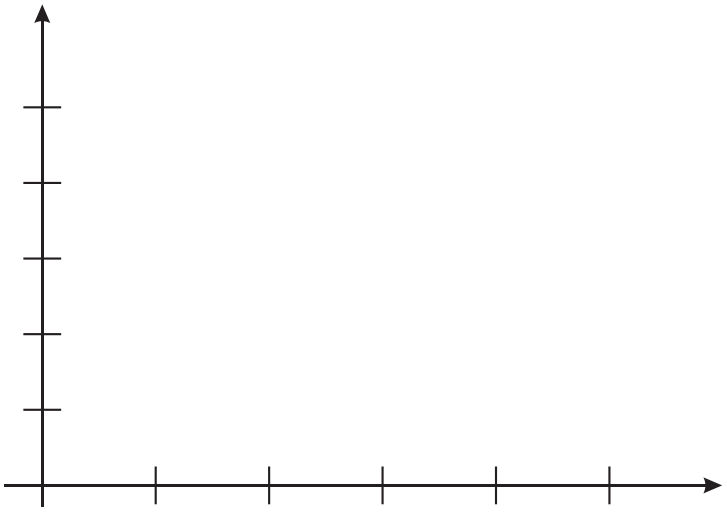
01	01		
PZA.	CANT.	**DENOMINACIÓN NORMA / DIMENSIONES**	OBSERVACIONES
SENATI PERÚ		**MONTAJE DE CIRCUITOS CON EL CI 555**	HT 14 / REF.
		ELECTRICISTA INDUSTRIAL	TIEMPO: / HOJA: 1/1
			ESCALA: / 2004

OPERACIÓN: MONTAJE DE CIRCUITO CON EL CI 555

Paso 1: Armar el circuito mostrado.



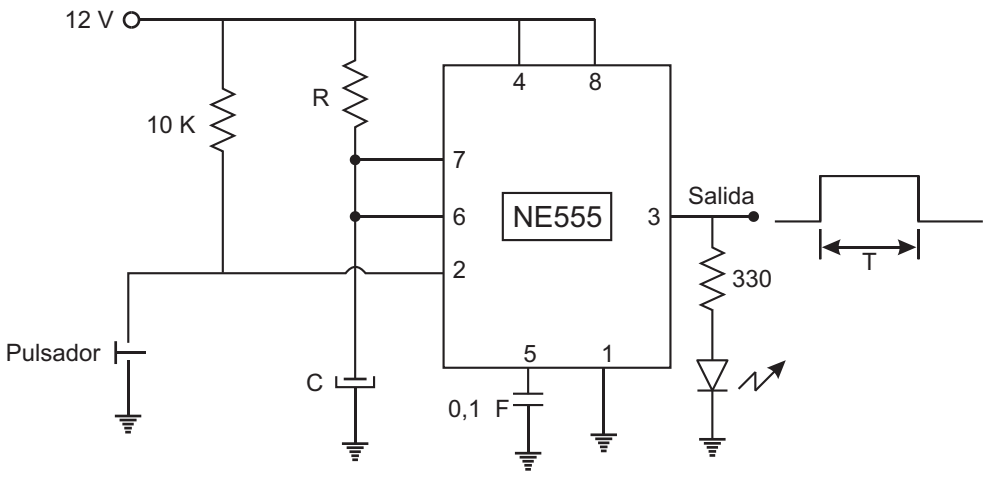
Paso 2: Cambiar el condensador C según los valores indicados en la tabla y grafica la forma de onda y anota los valores de la frecuencia y el período.



C	F	T
0,01 F		
0,1 F		
1 F		
10 F		
100 F		

Observación: Si la frecuencia de salida es baja se usará un LED y si la frecuencia de salida es alta se usará un osciloscopio.

Paso 3: Armar el circuito mostrado..



Paso 4: Variar el condensador "C" según los valores que indica la tabla y medir el tiempo de duración del pulso y anotarlos.

C	Tiempo
1 F	
100 F	
100 F	
220 F	
1000 F	

Circuito Integrado 555

Instrucciones y características

El dispositivo 555 es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es la de producir pulsos de temporización con una gran precisión y que además puede funcionar como oscilador.
Sus características más destacables son:

Temporización desde microsegundos hasta horas
Modos de funcionamiento

- Estable
- Aplicaciones

Temporizador

- Oscilador
- Divisor de frecuencia
- Modulador de frecuencia
- Generador de señales triangulares

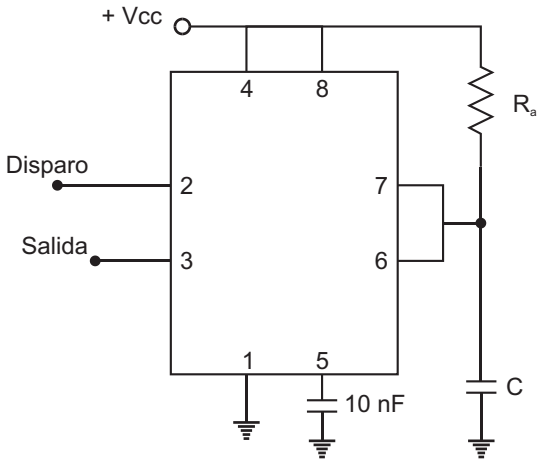
Pasemos ahora a mostrar las especificaciones generales del 555 (V_C = disparo)

ESPECIFICACIONES GENERALES DEL 555

V_{cc}	5-VOLTIOS	10-VOLTIOS	15-VOLTIOS	NOTAS
Frecuencia máxima (Astable)	500 - KHz a	2 -MHz		Varia con el Mfg y el diseño
Nivel de tensión (medio)	3.3 - V	6.6 - V	10.0 - V	Nominal
Error de frecuencia (Astable)	-5 %	-5 %	-5 %	Temperatura 25ºC
Error de temporización (monostable)	-1 %	-1 %	-1 %	Temperatura 25ºC
Máximo valor de Ra + Rb	3.4 - Meg	6.2 - Meg	10 - Meg	
Valor mínimo de Ra	5 - K	5 - K	5 - K	
Valor mínimo de Rb	3 - K	3 - K	3 - K	
Reset VH/VL (pin-3)	0.4 / < 0.30.4 / < 0.3 0.4 / < .03			
Corriente de salida (pin-3)	-200 ma	-200 ma	-200 ma	

A continuación se mostraran los modos de funcionamiento que posee este circuito integrado.
En los esquemas se hace referencia al pastillaje del elemento, al igual que a las entradas y salidas en cada montaje.

Funcionamiento monoestable



Cuando la señal de disparo esta a nivel alto (ej. 5V con Vcc 5V) la salida se mantiene a nivel bajo (0V) que es el estado de reposo.

Una vez se produce el flanco descendente de la señal de disparo y se pasa por el valor de disparo, la salida se mantiene a nivel alto (Vcc) hasta transcurrido el tiempo determinado por la ecuación:

$$T = 1.1 * Ra * C$$

Es recomendable, para no tener problemas de sincronización que el franco de bajada de la señal de disparo sea una pendiente elevada, pasando lo más rápido posible a un nivel bajo (idealmente 0V).

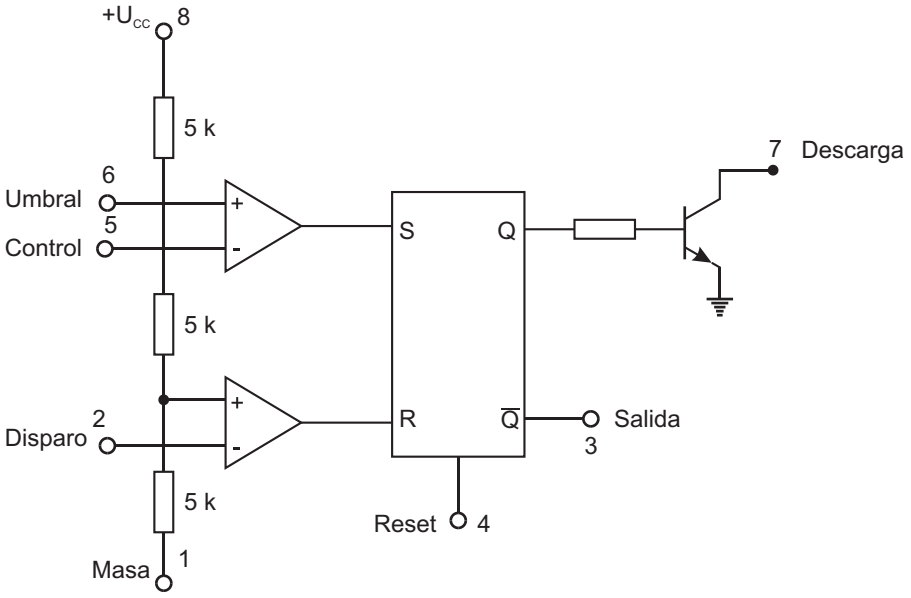
NOTA: En el modo monoestable, el disparo debería ser puesto a nivel alto antes que termine la temporización.

Circuitos integrados temporizadores

Las aplicaciones como osciladores, generadores de pulso, generadores de rampa u onda cuadrada, multivibradores de una disparo, alarmas contra robo y monitores de tensión, requieren un circuito capaz de producir intervalos de tiempo medido.
El circuito integrado temporizador más popular es el 555, fue introducido primero por Signetics Corporation, similar a los amplificadores operacionales de propósito general, el 555 es confiable, fácil de usar en gran variedad de aplicaciones y de bajo costo. El 555 también puede operar con tensiones de alimentación de + 5 v a + 18 v., por tanto es compatible tanto con los circuitos TTL como los amplificadores operacionales,

El temporizador 555 (Timer)

El temporizador 555 puede considerarse como un conjunto funcional que tiene dos comparadores, dos transistores, tres resistencias iguales un flip - flop y una etapa de salida según se muestra en la figura.

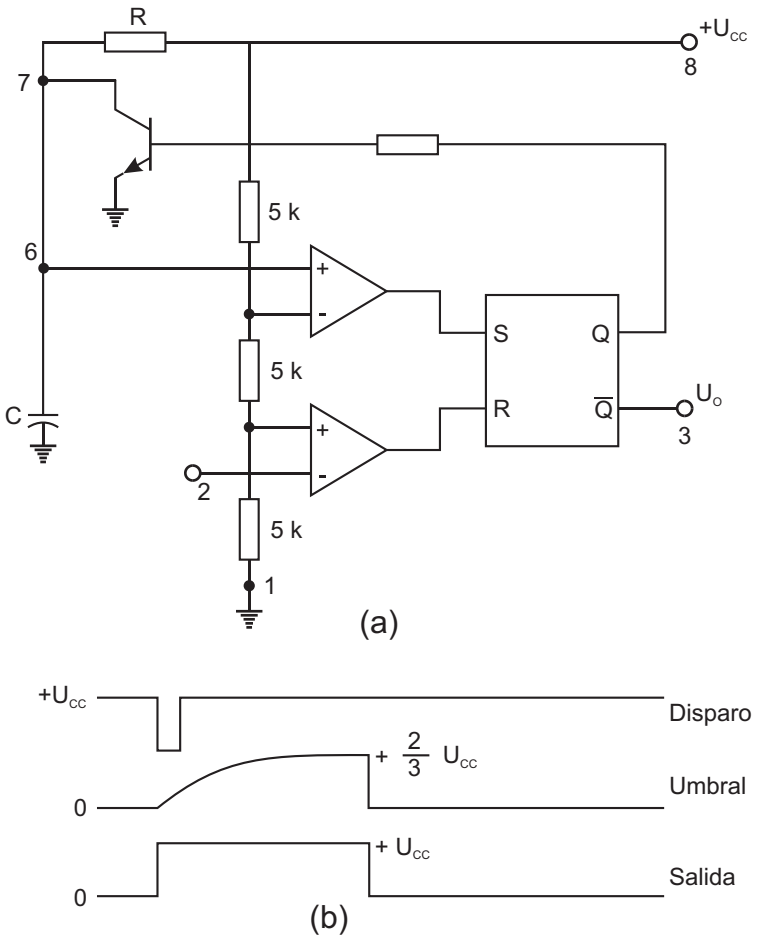


El operacional superior tienen una entrada umbral (patita 6) y una entrada de control (patita 5); en la mayoría de las aplicaciones no se usa la tensión de control, de manera que esta es igual a 2/3 UCC (obtenida del divisor resistivo); siempre que la tensión de umbral excede a la de control, la salida del operacional pondrá a uno (nivel de tensión alto) al flip flop. El colector del transistor de descarga va al pin (patita 7), cuando dicho pin se conecta a un condensador de temporización externo, el uno de la salida Q del flip flop es cero, el transistor se abre y el condensador puede cargarse como se describió previamente.
La salida de la señal complementaria del flip flop (q) va a la patita 3, la salida.
Cuando la entrada de puesta a cero externo (pin4) se pone a tierra, inhibe al dispositivo impidiendo su funcionamiento; algunas veces es muy útil esta características de prendido - apagado; sin embargo en la mayoría de aplicaciones no se usa la puesta a

cero externa y la patita 4 se conecta directamente a la fuente de alimentación (UCC). Observe el amplificador inferior su entrada se denomina disparador (pin2); debido al divisor de tensión, la entrada no inversora tiene una tensión fijado a + UCC/3; cuando la tensión de entrada en el disipador es ligeramente menor que + UCC/3, la salida del operacional va a un nivel alto tensión (entrada r del flip flop) y pone a cero al flip flop. Finalmente la patita o pin 1 es la tierra del integrado, mientras que la patita 8 es la de alimentación. El timer 555 funcionará con cualquier tensión de alimentación comprendida entre los 4,5 V y 16 V.

Multivibrador Monoestable

La siguiente figura muestra ala timer 555 conectado para un funcionamiento en modo monoestable (descarga única).



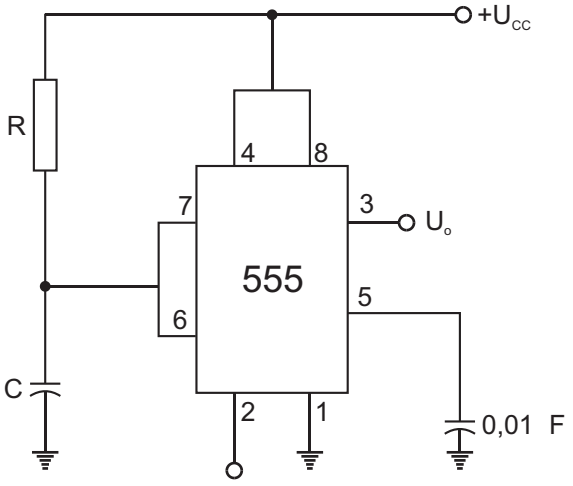
Funciona como sigue; la entrada al disipador es ligeramente menor que +UCC/3 el operacional inferior se va a un nivel de tensión alto y pone a cero el flip flop; esto hace que el transistor se corte permitiendo cargarse al condensador. Cuando la tensión de umbral es ligeramente mayor que + 2 UCC/3, el operacional superior tiene por salida un nivel alto de tensión, lo cual pone a uno flip flop; tan pronto como la salida Q llega a uno, el transistor conduce y el condensador se descarga rápidamente.

La figura anterior muestra las formas de onda típica, la entrada al disparador es un pulso angosto con un valor de resposo de + UCC; el pulso deber caer por debajo de las + UCC/3 para poner a cero al flip flop y permitirle cargarse al condensador, cuando la tensión de umbral excede ligeramente los + 2 UCC/3, el flip flop se pone a uno, esto satura al transistor y descarga al capacitor, como resultado, obtenemos un pulso de salida rectangular. El condensador c tiene que cargarse a través de la resistencia R; a mayor valor de la constante de tiempo; mayor es el tiempo que toma el condensador para alcanzar los + 2 UCC/3; en otras palabras, la constante de tiempo RC controla el ancho del pulso de salida. Resolviendo la ecuación exponencial para la tensión de condensador, se obtiene la siguiente fórmula para el ancho del pulso.

Por ejemplo, Si R = 22 KN y C = 0.068MF , entonces la salida del temporizador monoestable 555 es:

$W = 1,1 \times 22 \times 10^{3} \times 0,068 \times 10^{-6} = 1,65$ min

Normalmente el diagrama esquemático no muestra los operacionales, ni al flip flop u otros componentes internos al temporizador 555, se muestra un diagrama esquemático como el de la, para el circuito temporizador 555 funcionando en modo monoestable, sólo se muestran las patitas o pines y componentes externos incidentalmente.



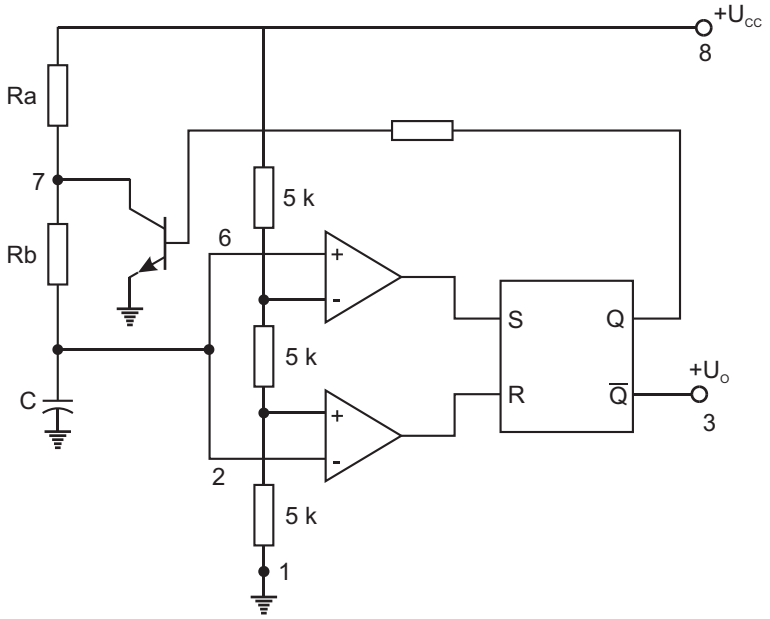
DISPARO

El pin 5 (de control) es polarizado a tierra a través de un pequeño condensador, típicamente de 0.01 f, esto proporciona un filtrado para el ruido que se introduce por la tensión de control cuando se conecta a tierra el pin 4 inhibe al temporizador 555, para evitar puestas a cero accidentales, ordinariamente se conecta el pin 4 a la fuente de alimentación como se muestra en la anterior.

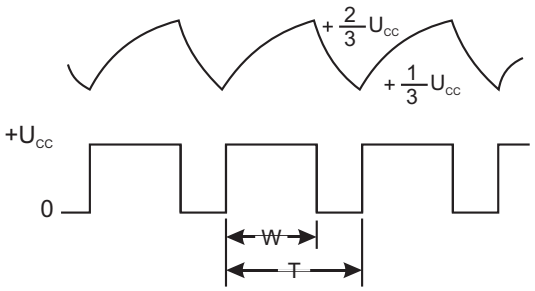
MULTIVIBRADOR ASTABLE

La siguiente figura muestra al timer 555 conectado para este modo de funcionamiento.

(a)



(b)



Cuando Q está en un nivel bajo de tensión el transistor se corta y el condensador se carga a través de la resistencia total Ra + Rb; debido a esto, la constante de tiempo de cargas es (Ra + Rb) c; conforme se carga el condensador, la tensión umbral aumenta; finalmente la tensión umbral supera a +2 UCC/3, entonces el operacional superior tiene un nivel alto en su salida y esto pone a uno al flip flop. Con Q puesto a uno, se satura el transistor y pone a tierra al pin 7, ahora el condensador se descarga a través se Rb con una constante de tiempo de descarga de Rb c.

Cuando la tensión del condensador cae por debajo ligeramente de + UCC/3, el operacional inferior tiene un nivel alto en su salida y esto pone a cero al flip flop.

La figura anterior (b) ilustra las formas de onda, como se observa el condensador de temporización tiene un voltaje creciente y decreciente exponencialmente; la salida es una onda rectangular. Como la constante de tiempo de carga es mayor que la de descarga, la salida no es simétrica el estado de puesta en uno dura más tiempo que el de puesta a cero. Para especificar cuan asimétrica es la salida, se utiliza el ciclo de servicio (dutycycle) definido como:

$$D = \frac{W}{T} \times 100\%$$

Como ejemplo: Si W = 2MS y T = 2,5MS, entonces el ciclo de servicio es:

$$D = \frac{2ms}{2,5} \times 100\% = 80\%$$

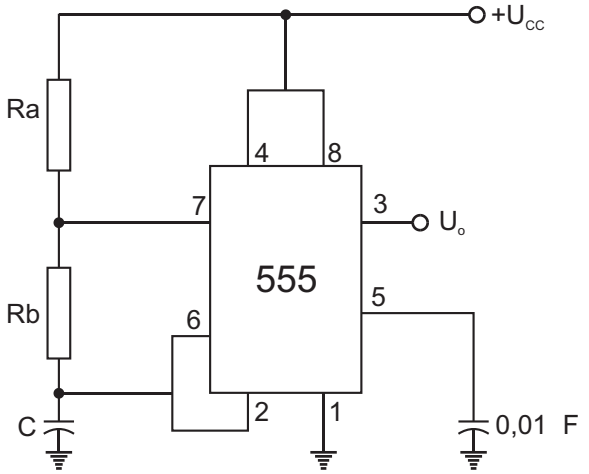
Dependiendo de los valores de las resistencias ra y rb, el ciclo de servicios se encuentran entre el 50 y el 100%; las ecuaciones de carga y descarga origina las siguientes fórmulas:
La frecuencia de salida es:

$$f = \frac{1,44}{(Ra + 2Rb)C}$$

Y el ciclo de trabajo o servicio es:

$$D = \frac{Ra + Rb}{Ra + 2Rb} \times 100\ \%$$

Si ra es mucho menor que Rb el ciclo de servicios se aproxima al 50%. La figura siguiente muestra un timer 555 conectado para el funcionamiento astable tal como aparece generalmente.

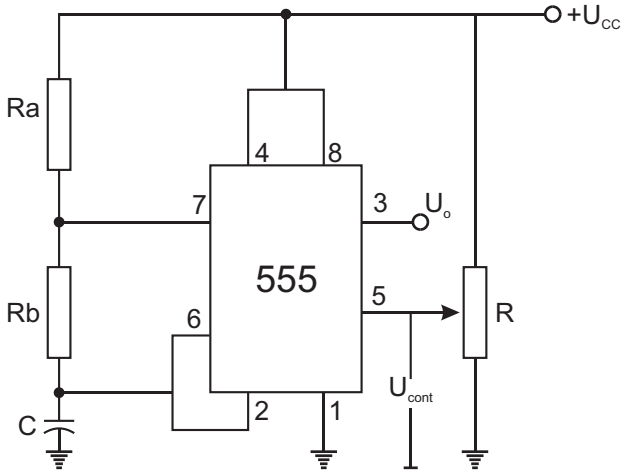


(a)

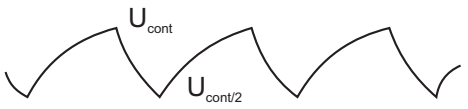
La patita 4 (de puesta a cero) está conectada a la fuente de alimenatción y la patita 5 (de control) se polariza a tierra mediante un condensador de 0.01 f.

Oscilador Controlado por Tensión

La figura siguiente muestra un oscilador controlado por tensión (vco, del inglés voltaje controlled oscilador).



(a)



(b)

La patita 5 (de control) se conecta a la entrada inversora del operacional superior, normalmente la tensión de controles + 2 ucc/3 a causa del divisor de tensión interno, sin embargo en la figura anterior la tensión del potenciómetro externo contrarresta la tensión interna es decir ajustando el potenciómetro podemos variar la tensión de control, la figura anterior ilustra la tensión en bornes del condensador temporizador. Observe que dicha tensión varía entre + Ucontrol /2 y + Ucontrol. Si aumentamos Ucontrol, el condensador toma mayor tiempo para cargarse y descargarse por tanto la frecuencia disminuye. Como resultado, podemos cambiar la frecuencia del circuito variando la tensión de control. Incidentalmente la tensión de control puede provenir de un potenciómetro o de la salida de otro circuito transistorizado u operacional, etc.

HOJA DE TRABAJO

01. ¿Cuál es la tensión pico a pico del rizado que se obtiene de un puente rectificador si la corriente en la carga es de 5mA y la capacidad del filtro vale 1000 F?

a) 21.3pV
b) 56.3nV
c) 21.3mV
d) 41.7mV
e) N.A.

02. Con una tensión rectificadora en media onda en la resistencia de carga, ¿Durante que parte de un ciclo fluye corriente en la carga?

a) 0 º
b) 90 º
c) 180 º
d) 360 º
e) N.A.

03. ¿Qué tensión de pico en la carga se obtiene de un puente rectificador si la tensión en el secundario es de 15V rms? (emplee la segunda aproximación)

a) 9.2 V
b) 15 V
c) 19.8 V
d) 24.3 V
e) N.A.

04. La resistencia interna de un 1N4001 es

a) 0 Ohmios
b) 0.23 Ohmios
c) 10 Ohmios
d) 1 K ohmios
e) N.A.

05. Con la misma tensión del secundario y el mismo filtro, ¿Cuál de los siguientes factores produce la menor tensión en la carga?

a) Un rectificador de media onda
b) Un rectificador de onda completa
c) Un puente rectificador
d) Imposible saberlo
e) N.A.

06. La única ocasión en la que es necesario utilizar la tercera aproximación es cuando :

a) La resistencia de carga es pequeña
b) La tensión de la fuente es muy grande
c) Se detectan averías
d) T. A.
e) N. A.

07. Suponga que en un rectificador de media onda la tensión de red puede fluctuar entre los 105 y 125 V rms. Con un transformador reductor 5:1, la tensión de pico en la carga es aproximadamente de

A) 21 V
B) 25 V
C) 29.6 V
D) 35.4 V
E) N. A.

08. Si la tensión de red es de 115 V rms, una relación de espiras de 5:1 significa que la tensión en el secundario es aproximadamente

A) 15 V
B) 23 V
C) 30 V
D) 35 V
E) N.A.

09. Cuando la corriente por el diodo es grande, la polaridad es
a) Directa
b) Inversa
c) Escasa
d) Al revés
e) N.A.

10. Si la resistencia es nula, la curva por encima de la tensión umbral es
a) Horizontal
b) Vertical
c) Inclinada en 45º
d) T.A.
e) N.A.

11. Un transformador tiene una relación de espiras de 4:1 **¿**Cuál es la tensión de pico en el secundario si se aplican 115V rms al arrollamiento primario**?**
a) 40.7 V
b) 64.6 V
c) 163 V
d) 170 V

12. ¿Cómo está polarizado un diodo que no conduce**?**
a) Directamente
b) Inversamente
c) Insuficientemente
d) Al revés
e) N.A.

13. La tensión umbral de un diodo es aproximadamente igual a
a) La tensión aplicada
b) La barrera de potencial
c) La tensión de ruptura
d) La tensión con polarización directa
e) N.A.

14. En un transformador reductor, **¿**Qué magnitud es mayor**?**
a) Tensión en el primario
b) Tensión en el secundario
c) Ninguno de los dos
d) No hay respuesta posible
e) N. A.

15. Cual es la tensión de pico en la carga en un rectificador de onda completa si la tensión del secundario es de 20V rms
A) 0 V
B) 0.7 V
C) 14.7 V
D) 28.3 V
E) N. A.

La 5S

1º "S" SEIRI

CLASIFICAR
Separar lo que es útil de lo que no lo es.
Eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

2º "S" SEITON

ORDENAR
Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad.

3º "S" SEISO

LIMPIAR
Acaba con la suciedad y evita ensuciar.
Limpiar el sitio de trabajo y los equipos, y prevenir la suciedad y el desorden con un pensamiento superior de limpieza.

4º "S" SEIKETSU

CONSERVAR
Todo arreglado y limpio, es bueno para nuestra salud física y mental. Por ello hay que preservar altos niveles de organización, orden y limpieza en nuestra vida diaria.

5º "S" SHITSUKE

AUTODISCIPLINA
Orden, rutina y perfeccionamiento constantes.
Convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos para el cumplimiento de las 4'S anteriores.

CONTAMINACIÓN POR DESPERDICIOS

La acumulación de desperdicios sólidos en vertederos o basureros al libre o en depósitos inadecuados es un problema que afecta a casi todo el planeta. Cada año en los países desarrollados, se convierten en chatarra millones de automóviles junto con toneladas de hierro y acero. También se acumulan millones de toneladas de desechos minerales de las explotaciones mineras y las fundiciones.

Las centrales energéticas y la agricultura producen enormes cantidades de escoria, cenizas y otros desechos. Los medios que se utilizan para tratar el problema de los residuos sólidos son del todo ineficaces y muchas ciudades enfrentan con crisis la eliminación de su basura.

El problema se agudiza por el incremento de la población que produce mas residuos y reduce los terrenos disponibles como vertederos o rellenos sanitarios, junto a la evidente necesidad de frenar el crecimiento de la población humana, urge limitar la producción de artículos y envases no reciclables y no biodegradables.

CONTAMINACIÓN POR PETROLEO

El petróleo se ha convertido en un fuerte contaminante del ecosistema marino. La perforación de pozos en la plataforma continental de muchas partes del mundo esta sujeta a accidentes que provocan la liberación directa de petróleo al mar.

Se estima que cerca de 3,5 millones de barriles se derraman en los océanos por los barcos transportadores y por las operaciones de perforación. Las capas oscuras de petróleo sobre el mar anulan el intercambio gaseoso con la atmósfera produciendo verdaderos problemas en la flora y fauna marina.

CONTAMINACIÓN POR RUIDO

El ruido es un sonido inarticulado y confuso, mas o menos fuerte que causa una sensación desagradable y molesta. El hombre esta sometido a una amplia variedad de ruidos que van desde los apenas perceptibles hasta los que causan daño. El ruido se mide en decibeles (unidades para medir las variaciones de la potencia del sonido). Una batidora eléctrica produce 87 decibeles, el tránsito de una calle céntrica alcanza entre 80 y 100 decibeles y con solo 30 mas se llega al umbral del dolor.

BIBLIOGRAFÍA

Principios de Electrónica	Paul Malvino Editorial Esmeralda Mora
Electrónica Analógica	SENATI

Hacer ejercicios,
contribuye a que lleves una vida sana
y a eliminar el stress.



SENATI