



CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://meatronica85.com> [fb/meatronica85.com](fb://meatronica85.com)

# ANTOLOGÍA

## Módulo I

REALIZA CIRCUITOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS  
MIDIENDO LAS VARIABLES QUE INTEGRAN EL SISTEMA  
MECATRÓNICO

## Submódulo III

**Realiza circuitos eléctricos y electrónicos para sistemas de  
control**

Docente:

Ing. Alejandro Leyva

## Indice

<b>Indice</b>	<b>1</b>
<b>Conceptos básicos</b>	<b>4</b>
Conductor y Aislante	4
Conductor	4
Aislante	4
<b>Voltaje</b>	<b>4</b>
<b>Corriente</b>	<b>5</b>
<b>Resistencia</b>	<b>5</b>
<b>Notación científica</b>	<b>5</b>
Ejemplos	6
Ejercicios	7
<b>Notación de ingeniería (múltiplos y submúltiplos)</b>	<b>7</b>
Ejemplo	8
Ejercicios	9
<b>Baterías</b>	<b>10</b>
Fuentes de voltaje (Pila o Batería)	10
Baterías en Serie y Paralelo	10
Baterías en Serie	11
Baterías en Paralelo	12
Ejercicios	13
Resistencias	15
Código de colores de Resistencias	15
Ejemplos	18
Ejercicios	18
El potenciómetro	19
Tabla de Resistencias comerciales	20
Ley de Ohm	21
Ejemplos:	21
Ejercicios	22

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mcatronica85.com> <fb/mcatronica85.com>

Potencia	25
Ejemplos:	25
Ejercicios	27
Resistencias en conexión Serie	29
Ejercicios	31
Resistencias en conexión Paralelo	32
Ejercicios:	35
Resistencias en conexión Serie-Paralelo (Mixto)	37
Ejemplos:	38
Ejercicios:	40
<b>Circuitos eléctricos</b>	<b>41</b>
¿Qué es un circuito eléctrico?	41
Circuitos eléctricos resistivos	41
Circuito Serie	42
Ejemplos:	43
Ejercicios:	46
Circuito Paralelo	48
Ejemplos:	49
Ejercicios:	49
Circuito Serie-Paralelo (Mixto)	50
Divisor de Tensión	51
Corriente directa o continua y Corriente alterna	55
La corriente directa o continua	55
La corriente alterna	55
<b>Semiconductores</b>	<b>56</b>
Diodo	56
El diodo ideal	56
Diodo Real	57
Polarización directa	58
Polarización inversa	59
Circuitos con diodos	59
Diodo rectificador	67
Rectificador de Media Onda	67



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mcatronica85.com> <fb/mcatronica85.com>

Rectificador de Onda Completa (Puente rectificador)	68
Diodo zener	71
LEDs	76
LEDs de propósito especial	88
Transistor Bipolar (BJT)	91
Transistor como Switch (Corto-Saturación)	93
Circuitos con Transistores	94
<b>Bibliografía</b>	<b>114</b>

## Conceptos básicos

### Conductor y Aislante

#### Conductor

Es un elemento el cual tiene la capacidad para conducir electricidad. Fluye fácilmente la corriente sobre él, sin poner resistencia a su paso.

Ejemplos de ellos son:

- El cobre
- La plata
- El oro

#### Aislante

Es un elemento el cual se opone al total flujo de corriente eléctrica sobre él.

Ejemplos de ello son:

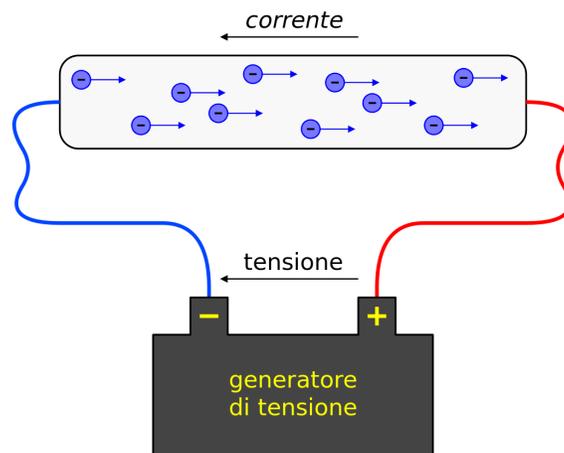
- El plástico
- El hule
- El aire

### Voltaje

La diferencia en la energía potencial por cargas es la diferencia de potencial o voltaje, En circuitos eléctricos, el voltaje es la fuerza propulsora y es lo que establece la corriente.

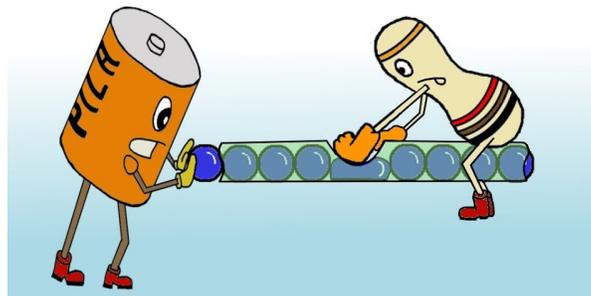
## Corriente

Cantidad de electrones que pasan en un punto en unidad de tiempo.



## Resistencia

Es la oposición al paso de la corriente.



## Notación científica

*En los campos de la electricidad y la electrónica, se presentan tanto cantidades muy pequeñas como muy grandes. Por ejemplo, es común tener valores de corriente eléctrica de sólo unas cuantas milésimas o incluso de unos cuantos millonésimos de ampere, o tener valores de resistencia hasta de varios miles o millones de ohms.*

La notación científica proporciona un método conveniente para representar números grandes y pequeños y realizar cálculos que implican tales números. En notación científica, una cantidad se expresa como el producto de un número situado entre 1 y 10 y una potencia de diez. Por ejemplo, la cantidad 150,000 se expresa en notación científica como  $1.5 \times 10^5$ , y la cantidad 0.00022 como  $2.2 \times 10^{-4}$ .

## Ejemplos

Desde el punto de vista eléctrico y electrónico siempre se trata de aplicar un desplazamiento del punto de tres en tres.

<b>1,200,000</b>	$1.2 \times 10^6$
<b>0.000033</b>	$33 \times 10^{-6}$
<b>0.010</b>	$10 \times 10^3$
<b>5,600</b>	$5.6 \times 10^3$
<b>1,000</b>	$1 \times 10^3$

## Ejercicios

Aplicar la notación científica a cada una de las cifras.

1,000,000	
3,300	
4,700	
0.001	
0.000022	
220,000	
0.005	
0.1	
2,200	
560,000	

## Notación de ingeniería (múltiplos y submúltiplos)

La notación de ingeniería es similar a la notación científica. Sin embargo, en notación de ingeniería un número puede tener de uno a tres dígitos a la izquierda del punto decimal y el exponente de potencia de diez debe ser un múltiplo de tres. Por ejemplo, el número 33,000 expresado.

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

Factor	Nombre	Símbolo
$10^{12}$	Tera	T
$10^9$	Giga	G
$10^6$	Mega	M
$10^3$	Kilo	K
1	Unidad	-
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p

### Ejemplo

<b>1,200,000</b>	1.2M
<b>0.000033</b>	33 $\mu$
<b>0.010</b>	10K
<b>5,600</b>	5.6K
<b>1,000</b>	1K

## Ejercicios

Aplicar los múltiplos y submúltiplos en las siguientes cifras

<b>1,000,000</b>	
<b>3,300</b>	
<b>4,700</b>	
<b>0.001</b>	
<b>0.000022</b>	
<b>220,000</b>	
<b>0.005</b>	
<b>0.1</b>	
<b>2,200</b>	
<b>560,000</b>	

## Baterías

### Fuentes de voltaje (Pila o Batería)

Genera una diferencia de potencial en sus extremos para el funcionamiento de un circuito eléctrico. Ejemplos: Pila o Batería, un generador eléctrico. Sus terminales se definen como polo positivo y polo negativo.

Símbolos:

Fuente de voltaje DC	Fuente de voltaje DC	Fuente de voltaje AC

### Baterías en Serie y Paralelo

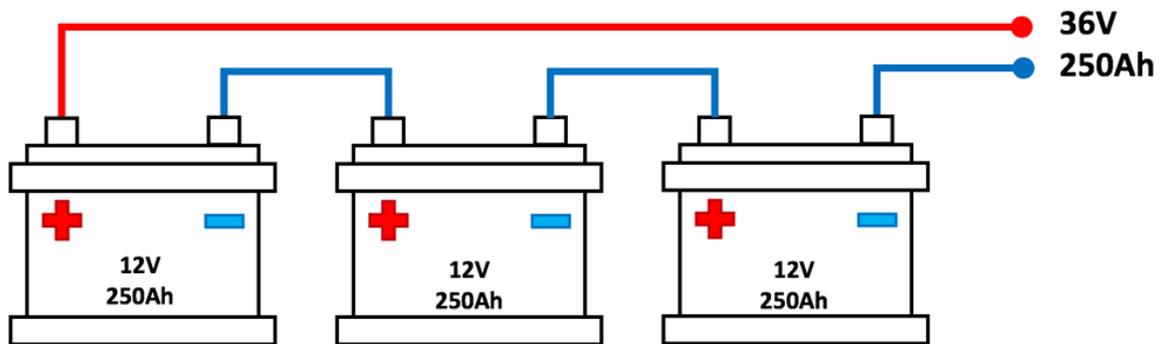
Existen dos formas de poder unir varias baterías y así poder amplificar su potencia. Estas conexiones son Serie y Paralelo, existe la combinación de ambas, pero no recomendable porque si llega a fallar alguna existe peligros potenciales.

## Baterías en Serie

La conexión en serie la función que tienes **es sumar los voltajes** de cada una de las baterías, es decir, combinan sus voltajes para dar como resultado un voltaje mucho mayor o si se invierte se pueden restar sus voltajes para dar un voltaje final meno.

Unas de los cuidados que debemos tener es que todas las baterías deben ser de las mismas características, tanto en voltaje como en corriente, dado que si hay descompensación, la batería se comienza a comportar como una carga y comienza a mermar a las demás y comienza a calentarse, pudiendo causar un accidente.

### CONEXIÓN DE BATERÍAS EN SERIE



[www.tierrasinsolitas.com](http://www.tierrasinsolitas.com)

Como se muestra en la imagen, son baterías de 12V a 250A. Si se suman sus voltajes, nos quedaría lo siguiente:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 = 12V + 12V + 12V = 36V$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

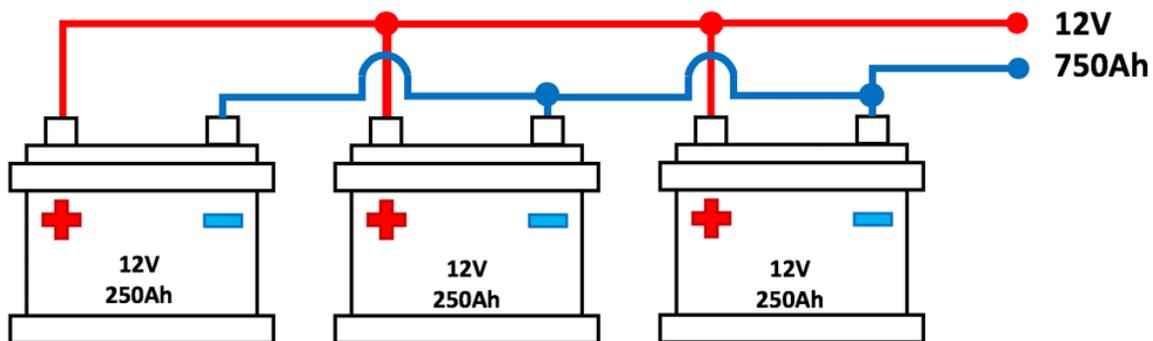
<http://mecatronica85.com> [fb/mecatronica85.com](fb://mecatronica85.com)

*Pero, la corriente sigue siendo la misma a la salida de las conexiones, es decir; a la salida ahora tenemos 36V y 250A.*

## Baterías en Paralelo

La conexión en paralelo tiene la misma función, incrementar la potencia, pero de una manera distinta, la forma en que funciona es sumar la corriente de las baterías y así obtener un corriente mucho mayor. De igual forma las baterías deben ser de las mismas características por el peligro que existe de una explosión o incendio.

### CONEXIÓN DE BATERÍAS EN PARALELO



[www.tierrasinsolitas.com](http://www.tierrasinsolitas.com)

Como se muestra en la imagen, son baterías de 12V a 250A. Si se suman las corrientes, nos quedaría lo siguiente:

$$I_T = I_{B1} + I_{B2} + I_{B3} = 250A + 250A + 250A = 750A$$

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

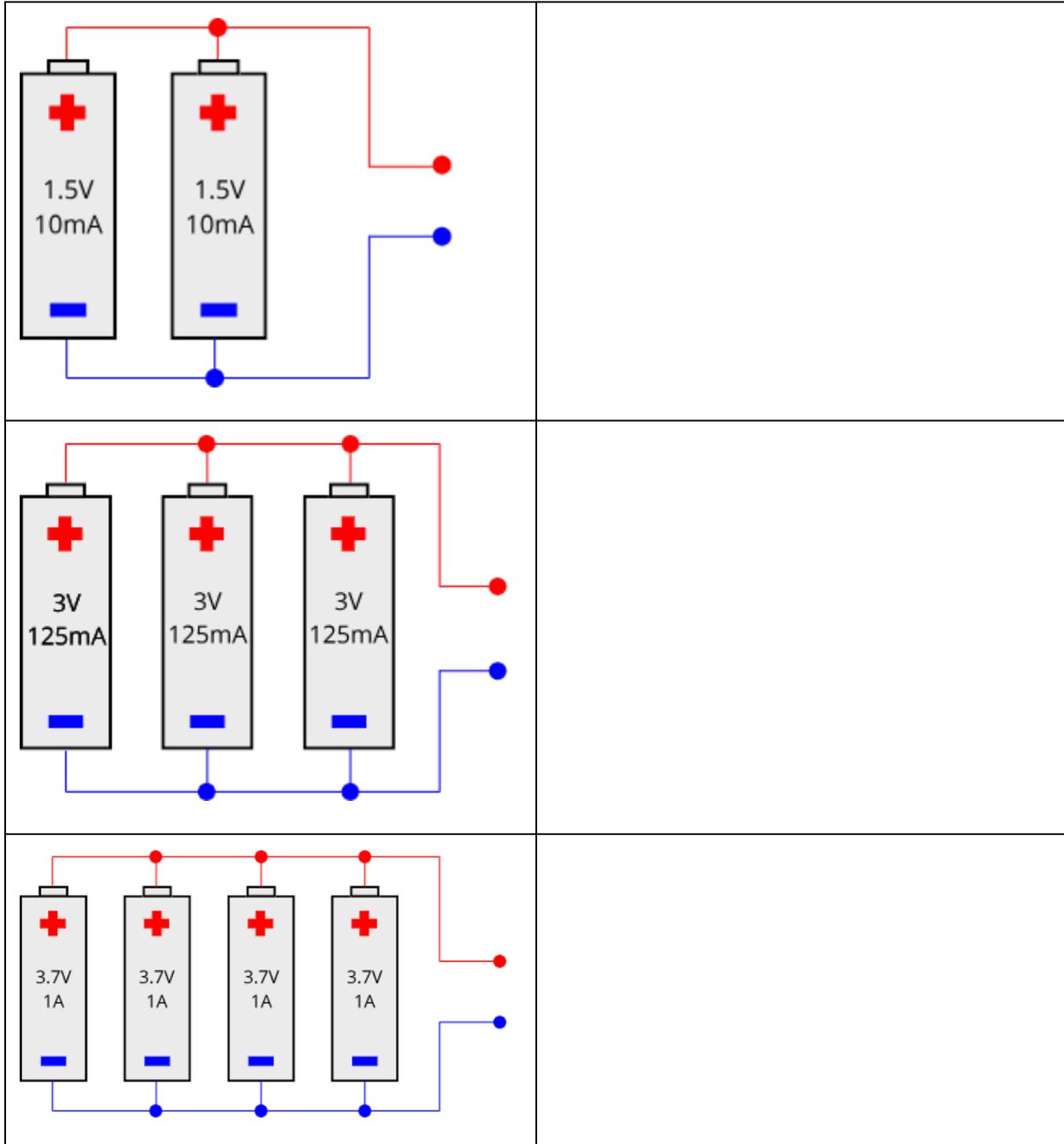
*Pero, el voltaje sigue siendo el mismo a la salida de las conexiones, es decir; a la salida ahora tenemos 12V y 750A.*

Ejercicios

Circuito	Voltaje y Corriente

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

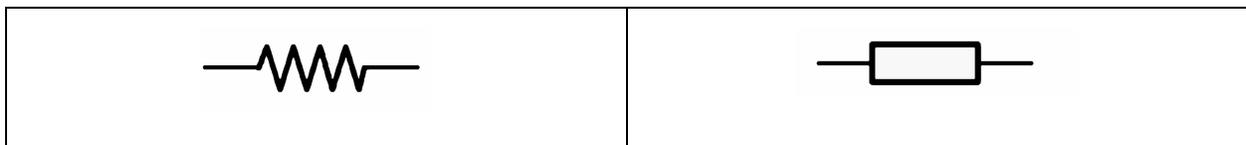
<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



## Resistencias

Dentro de los circuitos eléctricos elementales tenemos varias configuraciones que podemos realizar, cada una con una función específica y una aplicación.

Símbolo:

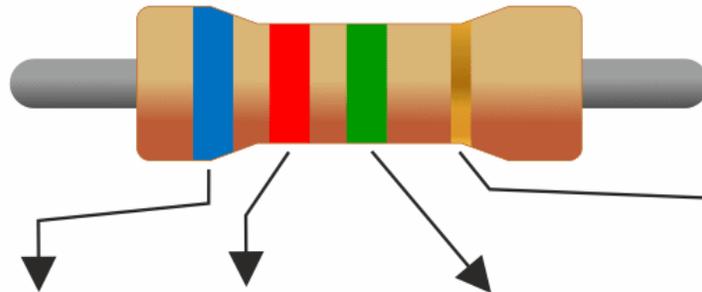


## Código de colores de Resistencias

Para la identificación del valor resistivo de una resistencia, se creó un código de colores para conocer e identificar su valor óhmico.

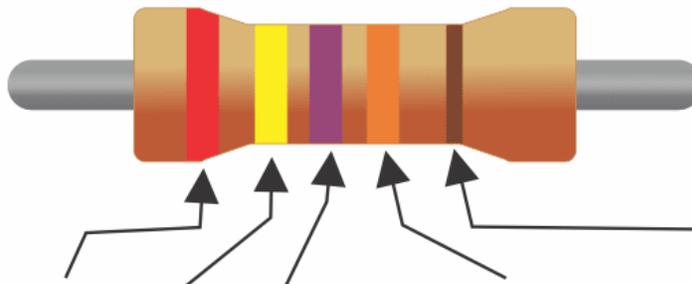
Solo se verá la identificación de resistencias de 4 y 5 bandas, dado que son las más comunes que nos taparemos día a día.

## CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 4 BANDAS



COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	x 1 $\Omega$	
MARRÓN	1	1	x 10 $\Omega$	+ / - 1%
ROJO	2	2	x 100 $\Omega$	+ / - 2%
NARANJA	3	3	x 1000 $\Omega$	
AMARILLO	4	4	x 10,000 $\Omega$	
VERDE	5	5	x 100,000 $\Omega$	
AZUL	6	6	x 1,000,000 $\Omega$	
VIOLETA	7	7	x 10,000,000 $\Omega$	
GRIS	8	8	x 100,000,000 $\Omega$	
BLANCO	9	9	x 1,000,000,000 $\Omega$	
DORADO			x 0,1 $\Omega$	+ / - 5%
PLATEADO			x 0,01 $\Omega$	+ / - 10%
			SIN BANDA $\longrightarrow$	+ / - 20%

## CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS CON 5 BANDAS

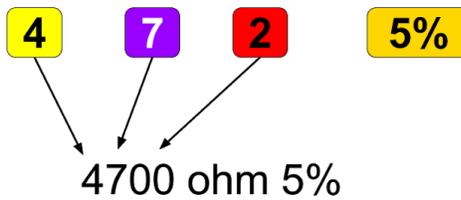
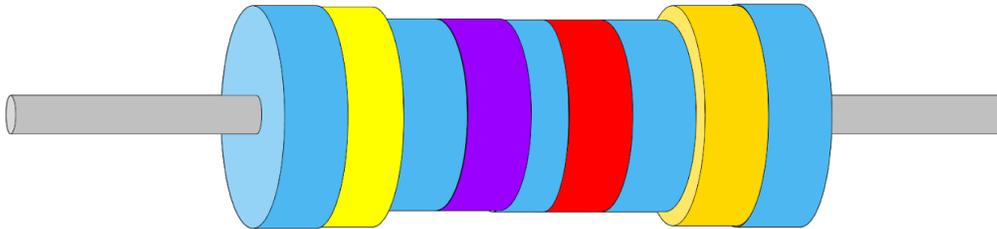


COLOR	BANDA 1	BANDA 2	BANDA 3	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	X 1 $\Omega$	
MARRÓN	1	1	1	X 10 $\Omega$	+ / - 1%
ROJO	2	2	2	X 100 $\Omega$	+ / - 2%
NARANJA	3	3	3	X 1,000 $\Omega$	
AMARILLO	4	4	4	X 10,000 $\Omega$	
VERDE	5	5	5	X 100,000 $\Omega$	+ / - 0.5 %
AZUL	6	6	6	X 1,000,000 $\Omega$	+ / - 0.25 %
VIOLETA	7	7	7	X 10,000,000 $\Omega$	+ / - 0.10 %
GRIS	8	8	8		+ / - 0.05 %
BLANCO	9	9	9		
DORADO				X 0.1 $\Omega$	
PLATEADO				X 0.01 $\Omega$	

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

Ejemplos



Código	Valor
Naranja/Naranja/Cafe	330Ω
Rojo/Rojo/Cafe	220Ω
Amarillo/Morado/Cafe	470Ω
Negro/Cafe/Rojo/	1000Ω = 1kΩ

Ejercicios

Código	Valor
Cafe/Negro/Negro	

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

Verde/Azul/Naranja	
Amarillo/Morado/Rojo	
Azul/Gris/Amarillo	
<b>Valor</b>	<b>Código</b>
120Ω	
3.3kΩ	
68kΩ	
1MΩ	

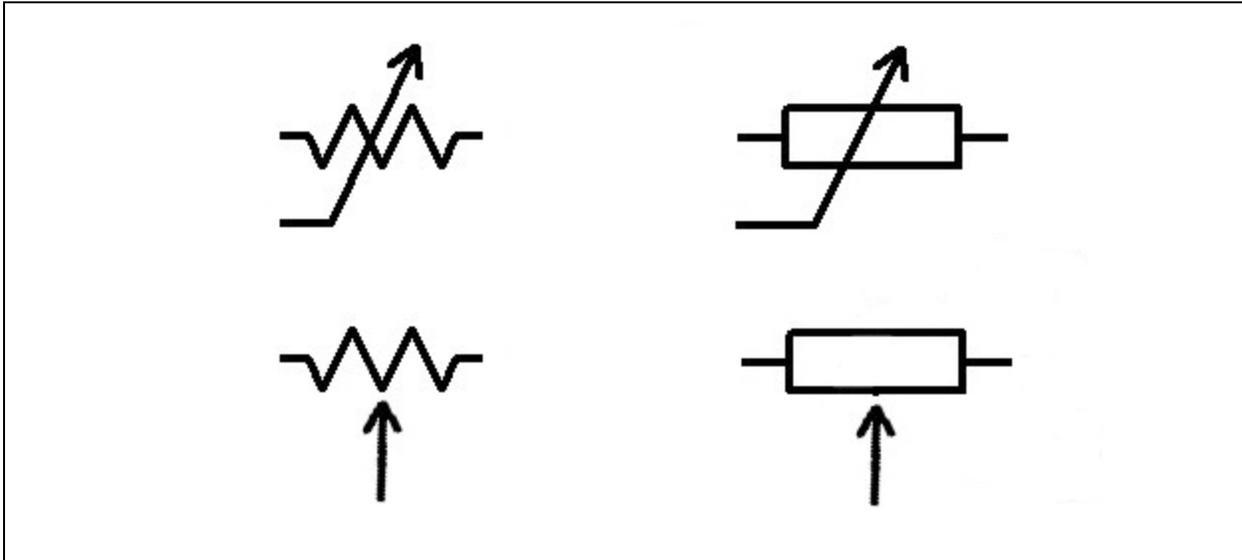
## El potenciómetro

El potenciómetro es una resistencia, pero la característica es que puede variar su valor óhmico, este contiene un mecanismo que nosotros al moverlo hace cambiar el valor resistivo. Puede variar desde un valor de 0Ω hasta el valor que indique el cuerpo de la resistencia. Existen muchas variantes en su forma física para hacer el cambio de la resistencia.

Símbolo:

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



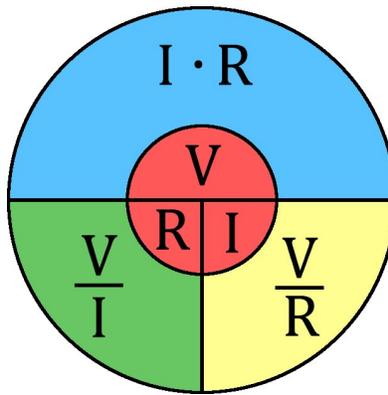
### Tabla de Resistencias comerciales

Es imposible que existan todos los valores posibles de resistencias, por ello, existe un listado de valores que se pueden conseguir en el mercado, en casos muy especiales se puede mandar a fabricar, pero para ello tenemos al potenciómetro que se puede ajustar al valor que necesitemos.

Valores Comerciales de Resistencias en Ohm ( $\Omega$ )							
1	10	100	1,000	10,000	100,000	1,000,000	10,000,000
1.2	12	120	1,200	12,000	120,000	1,200,000	
1.5	15	150	1,500	15,000	150,000	1,500,000	
1.8	18	180	1,800	18,000	180,000	1,800,000	
2.2	22	220	2,200	22,000	220,000	2,200,000	
2.7	27	270	2,700	27,000	270,000	2,700,000	
3.3	33	330	3,300	33,000	330,000	3,300,000	
3.9	39	390	3,900	39,000	390,000	3,900,000	
4.7	47	470	4,700	47,000	470,000	4,700,000	
5.6	56	560	5,600	56,000	560,000	5,600,000	
6.8	68	680	6,800	68,000	680,000	6,800,000	
8.2	82	820	8,200	82,000	820,000	8,200,000	

## Ley de Ohm

La **ley de Ohm** establece que la corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia.



Ejemplos:

1. ¿Cuántos amperes de corriente hay en el circuito?	
	<p>Utilizando la Ley de Ohm</p> $I = \frac{V}{R} = \frac{50V}{1k\Omega} = 50mA$
2. Determine la corriente en el circuito mostrado:	

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

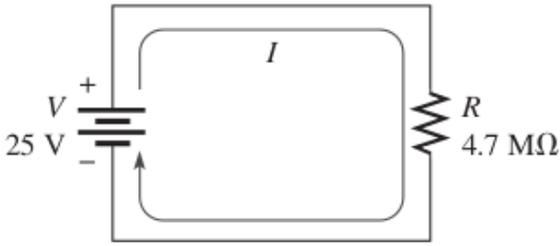
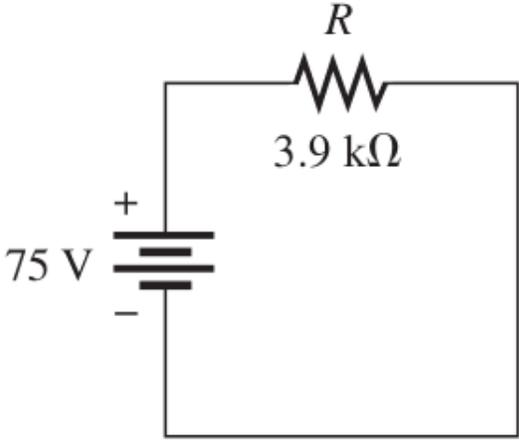
	<p>Utilizando la Ley de Ohm</p> $I = \frac{V}{R} = \frac{30V}{5.6k\Omega} = 5.3$
<p>3. ¿Cuál es el voltaje en la resistencia <math>R</math>?</p>	
	<p>Utilizando la Ley de Ohm</p> $V = IR = (5mA)(56\Omega)$
<p>4. ¿Cuál es el valor óhmico de la resistencia <math>R</math>?</p>	
	<p>Utilizando la Ley de Ohm</p> $R = \frac{V}{I} = \frac{12V}{3.08A} = 3.9$

### Ejercicios

1. Determine la corriente en el circuito mostrado:

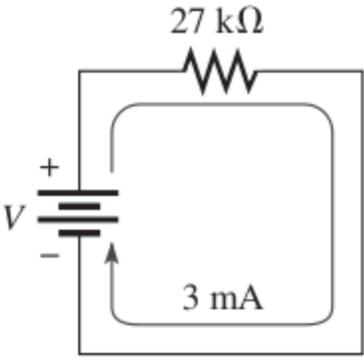
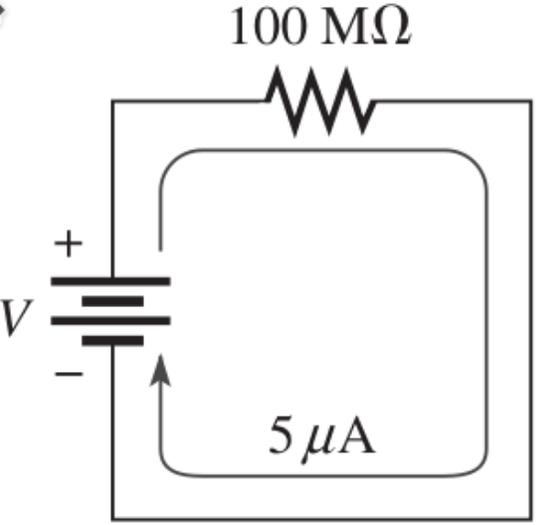
CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	
<p>2. Determine la corriente en el circuito mostrado:</p>	
	
<p>3. Determine el voltaje en la resistencia:</p>	

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	
<p><b>4. Determine el voltaje en la resistencia:</b></p>	
	

## Potencia

Cuando circula corriente a través de una resistencia, las colisiones de los electrones producen calor a consecuencia de la conversión de la energía eléctrica. La potencia se mide en Watts (W). A esto se le conoce como la **ley de Watt**.

$$V = I \cdot R \quad V = \frac{P}{I} \quad V = \sqrt{P \cdot R}$$

INVENTABLE.EU

$$I = \frac{V}{R} \quad I = \frac{P}{V} \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

INVENTABLE.EU

$$R = \frac{V}{I} \quad R = \frac{V^2}{P} \quad R = \frac{P}{I^2}$$

INVENTABLE.EU

$$P = V \cdot I \quad P = I^2 \cdot R \quad P = \frac{V^2}{R}$$

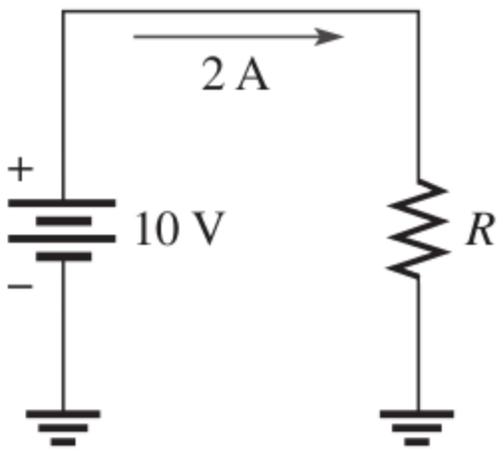
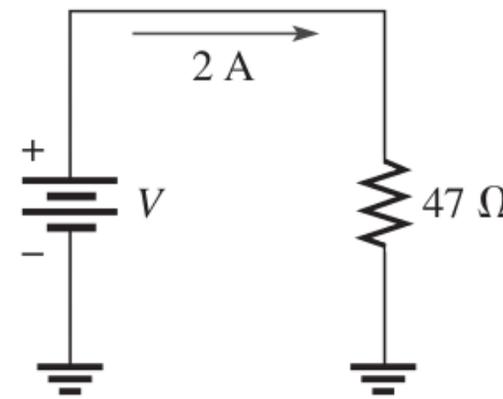
INVENTABLE.EU

Ejemplos:

1. Calcula la potencia en el circuito

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	<p>Utilizando la Ley de Watt</p> $P = VI = (10V)(2A)$
<p><b>2. Calcula la potencia en el circuito</b></p>	
	<p>Utilizando la Ley de Watt</p> $P = I^2 R = (2A)^2 (47\Omega)$
<p><b>3. Calcula la potencia en el circuito</b></p>	

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

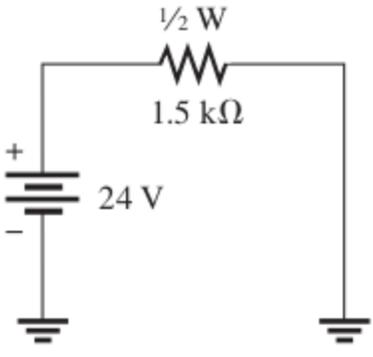
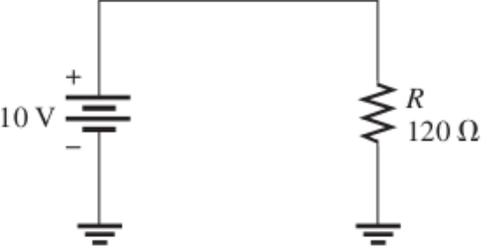
	<p>Utilizando la Ley de Watt</p> $P = \frac{V^2}{R} = \frac{(5V)^2}{10\Omega} = 2.5W$
--	---

Ejercicios

<p>1. Calcula la potencia en el circuito</p>	
<p>2. Calcula la potencia en el circuito</p>	

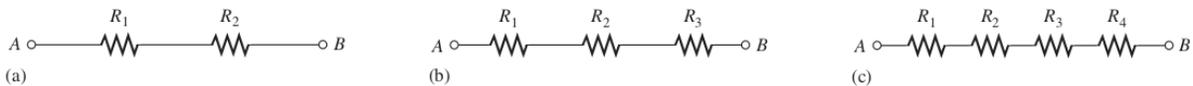
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb://mecatronica85.com>

	
<p><b>3. Calcula la potencia en el circuito</b></p>	
	

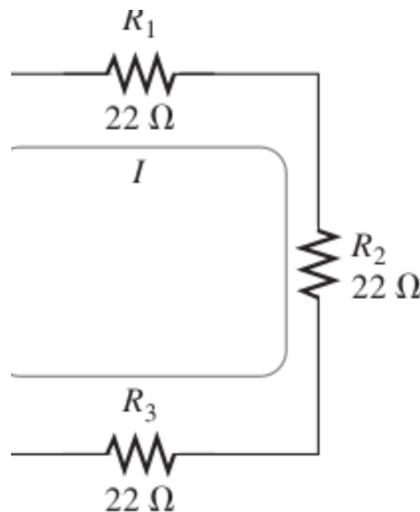
## Resistencias en conexión Serie

Cuando se conectan los resistores y forman una hilera, en la cual existe solo una trayectoria para la corriente.



**Un circuito en serie proporciona solo una trayectoria para el paso de la corriente entre dos puntos, de modo que la corriente es la misma a través de cada resistor en serie.**

**Las resistencias en serie se suman**, es decir; al estar conectadas una contigua a la otra, en sus terminales el ahora tendremos la suma de la primera resistencia con la segunda, con esto tenemos una resistencia resultante.



Como se muestra en la imagen, tenemos 3 resistencias, en los extremos de R1 y R3 se lee el valor total; es decir, nos queda:

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

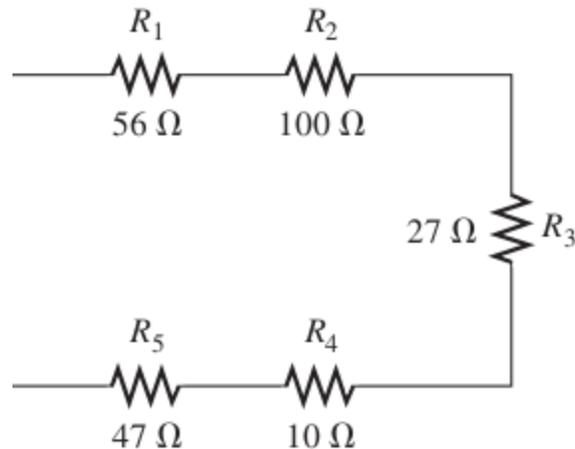
$$R_{Total} = R_1 + R_2 + R_3 = 22\Omega + 22\Omega + 22\Omega = 66\Omega$$

Este valor de resistencia también se conoce como **resistencia equivalente o total**.

La fórmula para la resistencia equivalente en serie es:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Aplicaremos esta fórmula en los circuitos que se muestran:



Aplicando la fórmula nos queda la ecuación:

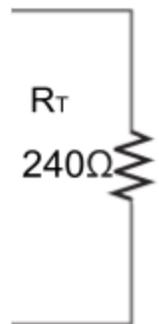
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 56\Omega + 100\Omega + 27\Omega + 10\Omega + 47\Omega$$

$$R_T = 240\Omega$$

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

El circuito equivalente sería:



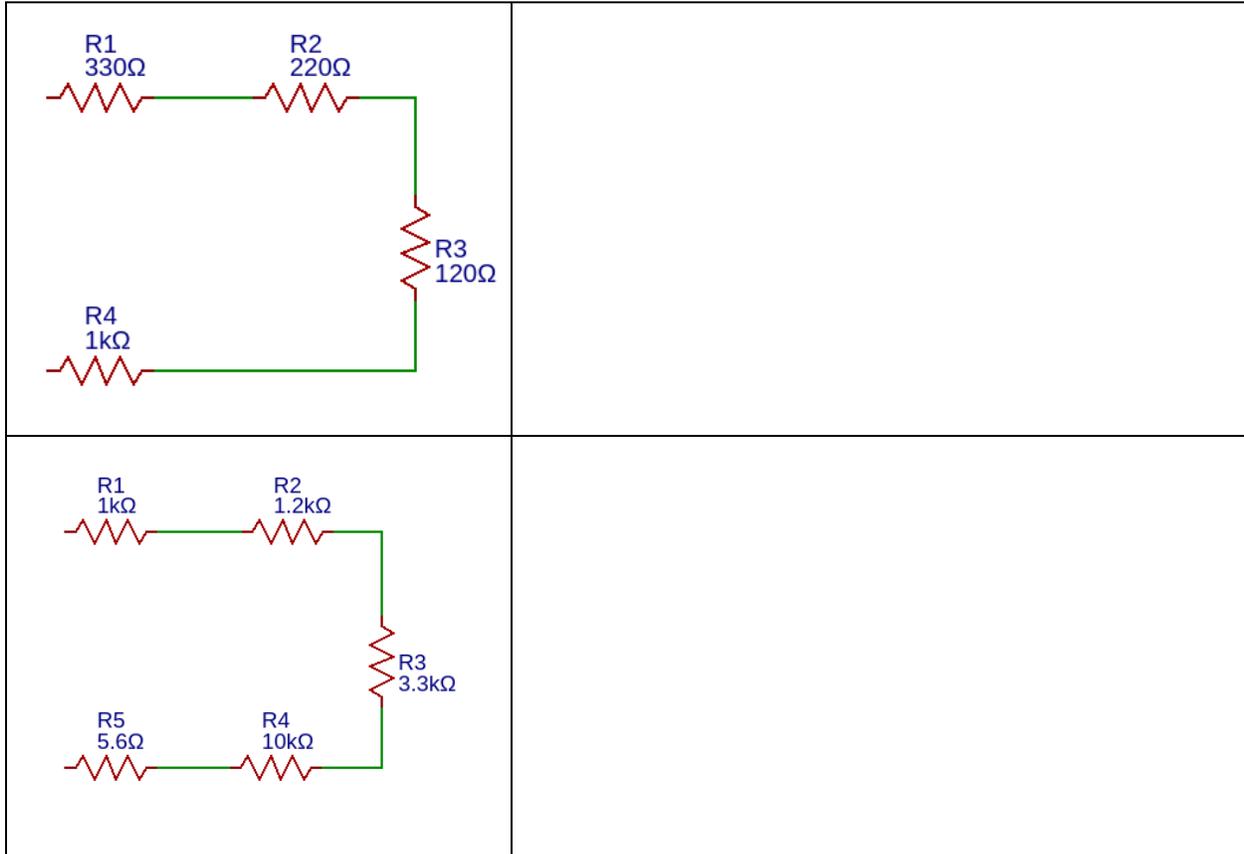
**Tip: Siempre el valor de la resistencia total en serie debe ser mucho mayor que la resistencia más alta en el circuito.**

Ejercicios

Diagrama	Cálculo
<p>R1 <math>470\Omega</math></p> <p>R2 <math>560\Omega</math></p>	
<p>R1 <math>3.3k\Omega</math></p> <p>R2 <math>6.8k\Omega</math></p> <p>R3 <math>1.8k\Omega</math></p>	

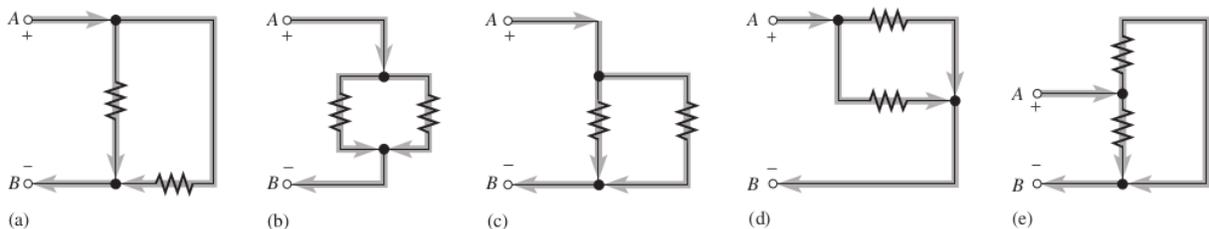
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



## Resistencias en conexión Paralelo

Cuando dos o más resistencias se conectan individualmente entre dos puntos distintos, están en paralelo entre sí.

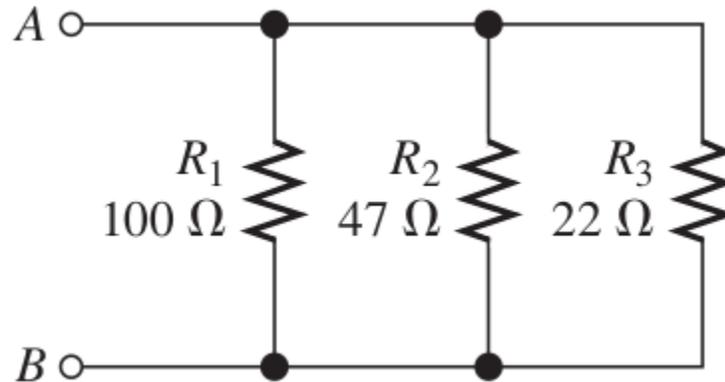


CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

Si existe más de una trayectoria (rama) para la corriente entre dos puntos distintos, y si el voltaje entre dichos puntos también aparece a través de cada una de las ramas, entonces existe un circuito en paralelo entre esos dos puntos.

Las resistencias en paralelo es la suma de sus inversos en un inverso, es decir; se realiza la suma del inverso de todas las resistencias y una vez se tenga, a esa suma total se aplica un inverso.



Como se muestra en la imagen, tenemos 3 resistencias, en los extremos tenemos conectado un lado de R1, R2 y R3, y por el otro lado igual, en estos extremos se lee su valor total; es decir:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{100\Omega} + \frac{1}{47\Omega} + \frac{1}{22\Omega}}$$

$$R_T = 13.03\Omega$$

Este valor de resistencia también se conoce como **resistencia equivalente o total**.

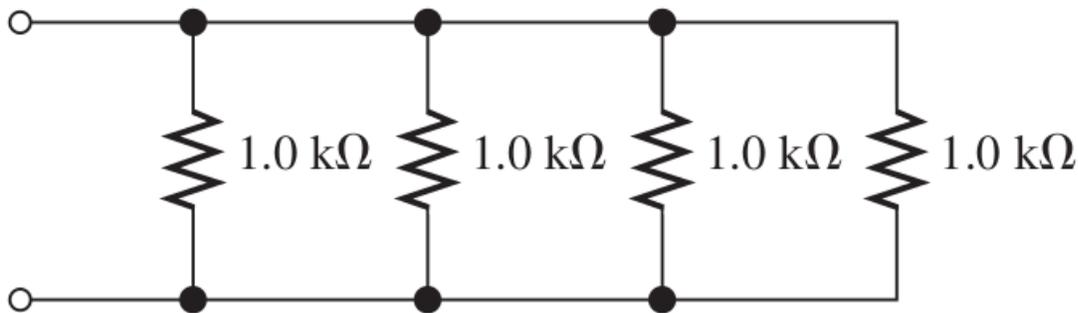
CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

La fórmula para la resistencia equivalente en paralelo es:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

Aplicaremos esta fórmula en los circuitos que se muestran:



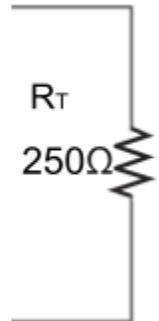
$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{1k\Omega} + \frac{1}{1k\Omega} + \frac{1}{1k\Omega} + \frac{1}{1k\Omega}}$$

$$R_T = 250\Omega$$

El circuito equivalente sería:

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



**Tip: Siempre el valor de la resistencia total en paralelo debe ser mucho menor que la resistencia más pequeña en el circuito.**

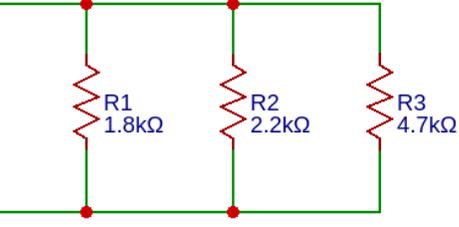
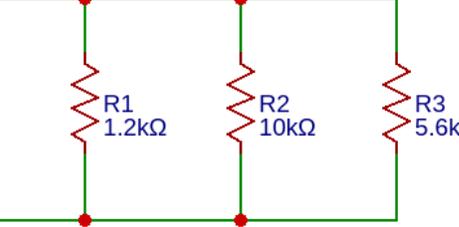
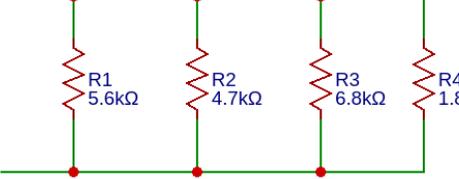
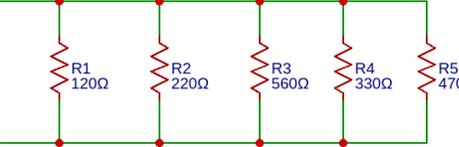
Ejercicios:

Diagrama	Cálculo
<p>A circuit diagram showing two resistors, <math>R_1</math> (100Ω) and <math>R_2</math> (470Ω), connected in parallel. The resistors are represented by zigzag lines. Red dots are placed at the top and bottom nodes where the resistors meet the main circuit lines.</p>	



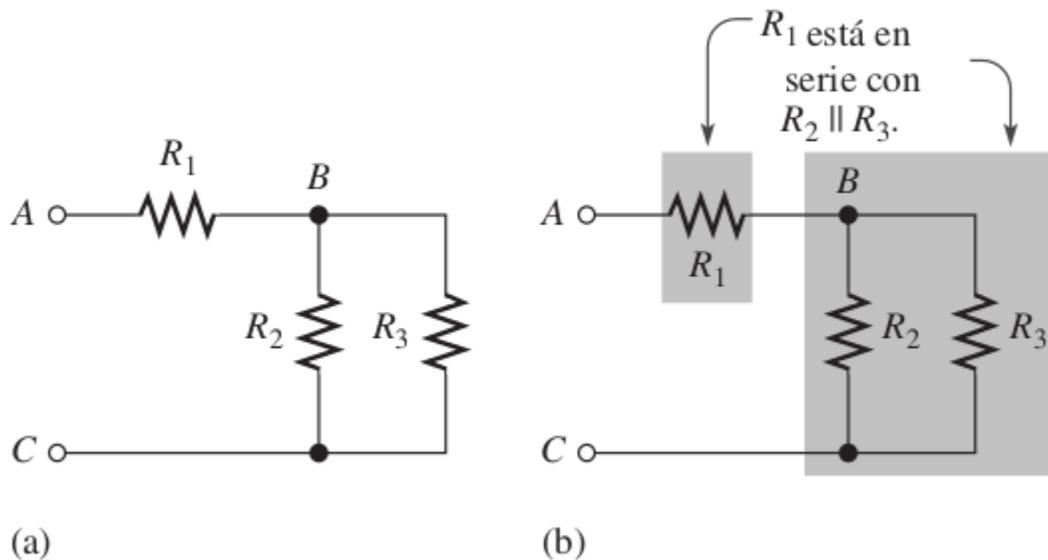
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

## Resistencias en conexión Serie-Paralelo (Mixto)

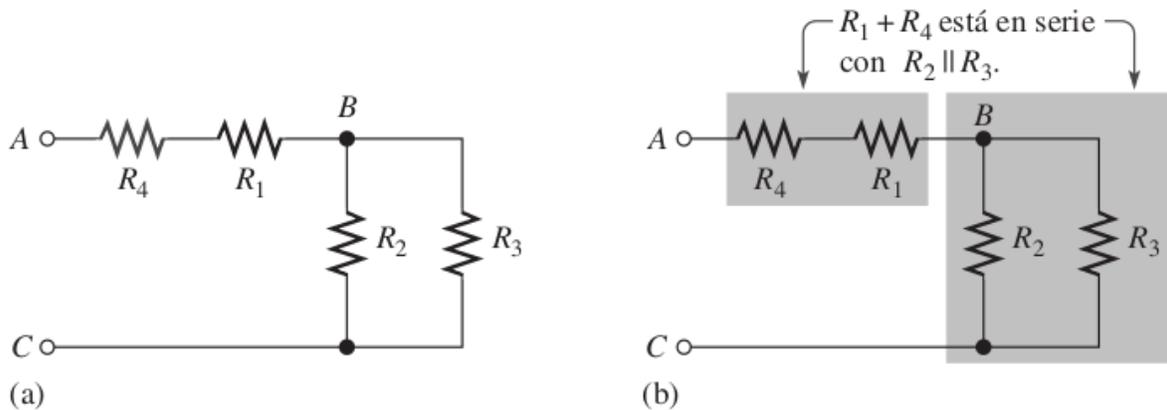
La conexión de resistencia en la forma mixta, es la combinación de las dos anteriormente vistas. Es decir, tenemos que observar cuáles se encuentran en paralelo y cuáles en serie e ir haciendo la reducción hasta obtener la resistencia equivalente.



En la figura podemos observar que  $R_2$  y  $R_3$  están en paralelo, por lo tanto, se resuelve por paralelo y a esa resistencia total queda en serie con  $R_1$ , nos quedaría realizar la suma y obtener la resistencia total.

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



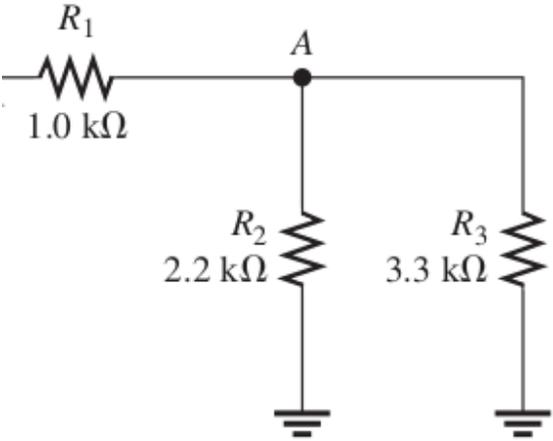
En ese siguiente ejemplo, tenemos en paralelo a R2 y R3, resolvemos ese paralelo. Ahora R1 y R4 están en serie, por lo tanto aplicamos la fórmula, una vez tenemos el resultado del paralelo R2R3 y el resultado de la serie R1R4, nos quedan en serie, solo nos queda hacer esa suma y obtener la resistencia total.

Ejemplos:

Diagrama	Cálculo
	<p>Observamos el paralelo de R2 con R3 (<math>R2  R3</math>)</p> $R_{23} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{100}}$ <p>Ahora, nos queda R1 en serie con <math>R2  R3</math>, solo nos queda realizar la suma</p>

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	$R_T = R_1 + R_{23} = 100$ $R_T = 60\Omega$
	<p>Observamos que R2 está en paralelo con R3 (R2  R3), por lo tanto aplicamos la fórmula correspondiente:</p> $R_{23} = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{2.2k} + \frac{1}{3.3k}}$ $R_{23} = 1.32k\Omega$ <p>Ahora ya que se redujo el circuito, realizamos el cálculo en serie de R1 con R23</p> $R_T = R_1 + R_{23} = 1k + 1.32k$ $R_T = 2.32k\Omega$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

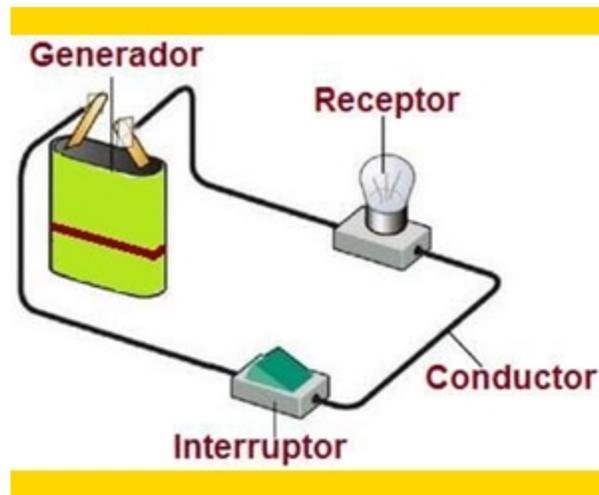
Ejercicios:

Diagrama	Cálculo

## Circuitos eléctricos

### ¿Qué es un circuito eléctrico?

Es un sistema conformado por una fuente de energía, un medio que lleva la corriente y una carga que consume esta energía.



### Circuitos eléctricos resistivos

Son aquellos circuitos que comprenden de una fuente de energía y puros elementos resistivos

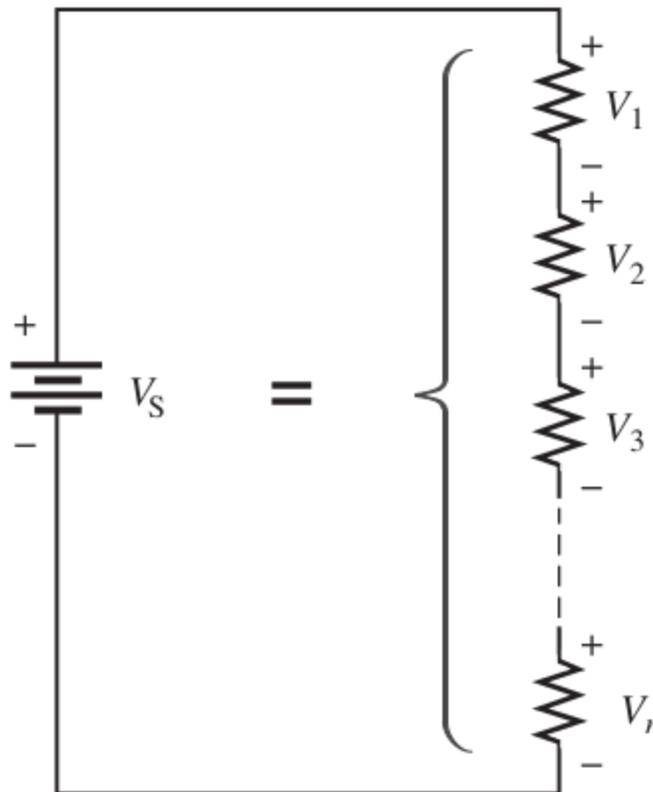
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

## Circuito Serie

Un circuito serie se base en lo previamente visto con relación a la *conexión de resistencias*, pero ahora tenemos que conocer las reglas que aplican con respecto al voltaje y la corriente. *Reglas que debemos grabarnos son el comportamiento del voltaje y la corriente en circuitos serie:*

- **Voltaje:** En un circuito serie se distribuye el voltaje entre todas las cargas (resistencias)
- **Corriente:** La corriente es la misma en todas las cargas (resistencias).



*La suma de n caídas de voltaje es igual al voltaje de la fuente. La corriente es la misma en todas las secciones del circuito.*

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

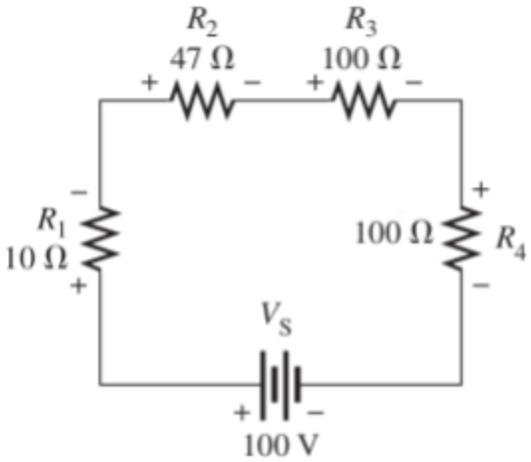
**Voltaje:**

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

**Corriente:**

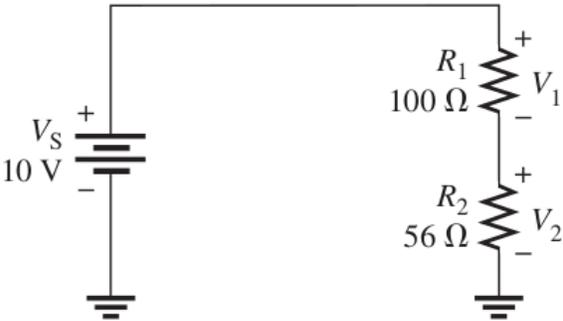
$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

Ejemplos:

Circuitos	Operaciones
	<p>Necesitamos conocer el voltaje en cada resistencia y la corriente total:</p> <p>1. Para ello primero calculamos la Resistencia total, para obtener la corriente total del circuito.</p> <p>Dado que vemos que todas las resistencias están serie, las vamos a sumar</p> $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ $R_T = 10\Omega + 47\Omega + 100\Omega + 100\Omega$ $R_T = 257\Omega$ <p>Ya que tenemos la <b>Resistencia total</b>, podemos hacer el cálculo de la <b>Corriente total</b>, aplicamos ley de ohm:</p> $I = \frac{V}{R} = \frac{100V}{257\Omega} = 389\text{mA}$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	<p>Ahora podemos calcular el voltaje en cada resistencia, aplicamos ley de ohm:</p> $V_{R1} = (10\Omega)(389.1mA)$ $V_{R2} = (47\Omega)(389.1mA)$ $V_{R3} = (100\Omega)(389.1mA)$ $V_{R4} = (100\Omega)(389.1mA)$ <p>Para la comprobación, debemos sumar todos los voltajes y nos debe dar el valor de la fuente:</p> $V_T = 3.891V + 18.28V$ $100V \simeq 99.99V$ <p><i>Nos da prácticamente igual.</i></p>
	<p>Necesitamos conocer el voltaje en cada resistencia y la corriente total:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para ello primero calculamos la Resistencia total, para obtener la corriente total del circuito.</li> </ol> <p>Dado que vemos que todas las resistencias están en serie, las vamos a sumar</p> $R_T = R_1 + R_2$

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

$$R_T = 100\Omega + 56\Omega$$

$$R_T = 156\Omega$$

Ya que tenemos la Resistencia total, podemos hacer el cálculo de la Corriente total, aplicamos ley de ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10V}{156\Omega} = 64.1m$$

Ahora podemos calcular el voltaje en cada resistencia, aplicamos ley de ohm:

$$V_{R1} = (100\Omega)(64.1m)$$

$$V_{R2} = (56\Omega)(64.1m)$$

Para la comprobación, debemos sumar todos los voltajes y nos debe dar el valor de la fuente:

$$V_T = 6.41V + 3.59V$$

$$10V = 10V$$

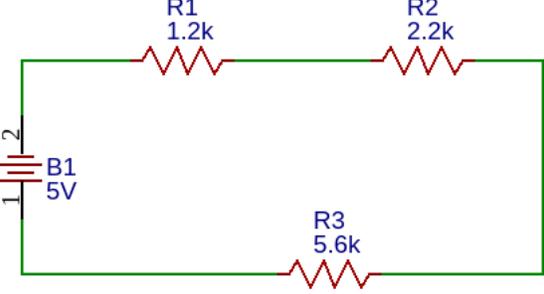
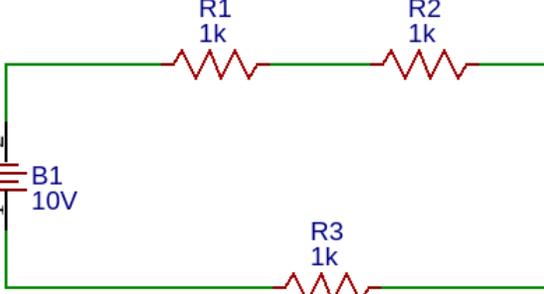
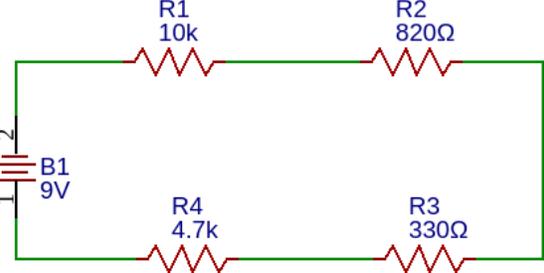
*Nos da prácticamente igual.*

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb://mecatronica85.com>

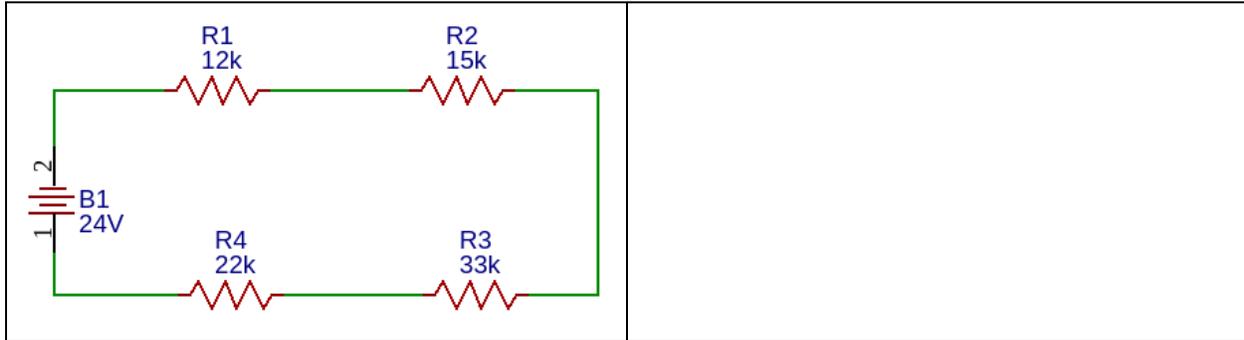
Ejercicios:

Realizar el cálculo de la resistencia equivalente, la corriente total del circuito y el voltaje en cada resistencia

Circuitos	Operaciones
	
	
	

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

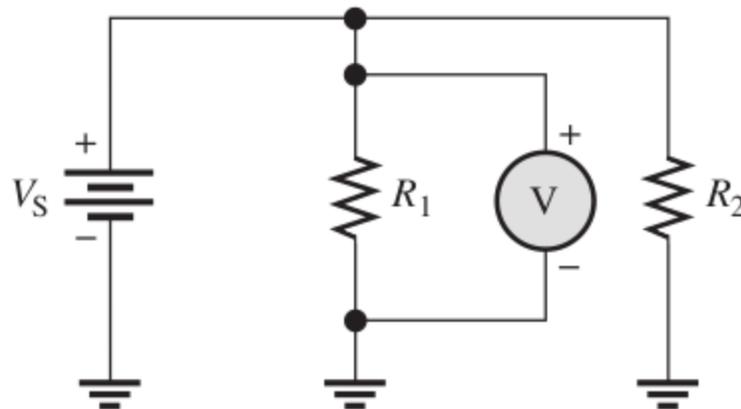
<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

## Circuito Paralelo

Un circuito en paralelo se base en lo previamente visto con relación a la conexión de resistencias, pero ahora tenemos que conocer las reglas que aplican con respecto al voltaje y la corriente.

*Reglas que debemos grabarnos son el comportamiento del voltaje y la corriente en circuitos serie:*

- **Voltaje:** Es el mismo en todos los elementos.
- **Corriente:** La corriente se distribuye entre todos los elementos.



*La suma de  $n$  bifurcaciones de corriente es igual al total de la corriente del circuito. El voltaje en cada resistencia es igual al voltaje de la fuente.*

**Voltaje:**

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

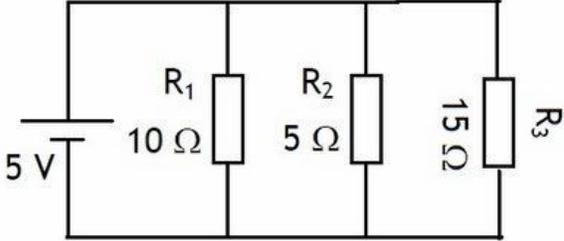
**Corriente:**

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

Ejemplos:

Circuitos	Operaciones
	

Ejercicios:

Circuitos	Operaciones



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

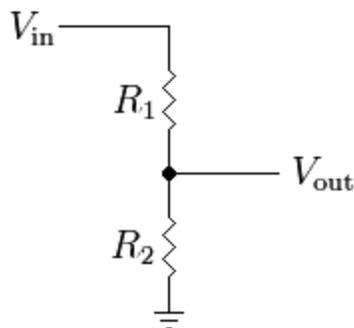
Circuito Serie-Paralelo (Mixto)

## Divisor de Tensión

El divisor de tensión es una configuración de resistencia, con una amplia aplicación de muchas operaciones electrónicas. Se utiliza para generar un nivel de tensión que necesitamos. Es muy versátil su uso y aplicación.

Se trata de tan solo tener como mínimo 2 resistencias en serie y tomar el voltaje a la mitad, en caso de tener más resistencias se puede distribuir y tener más señales de referencia.

La configuración es como se muestra:

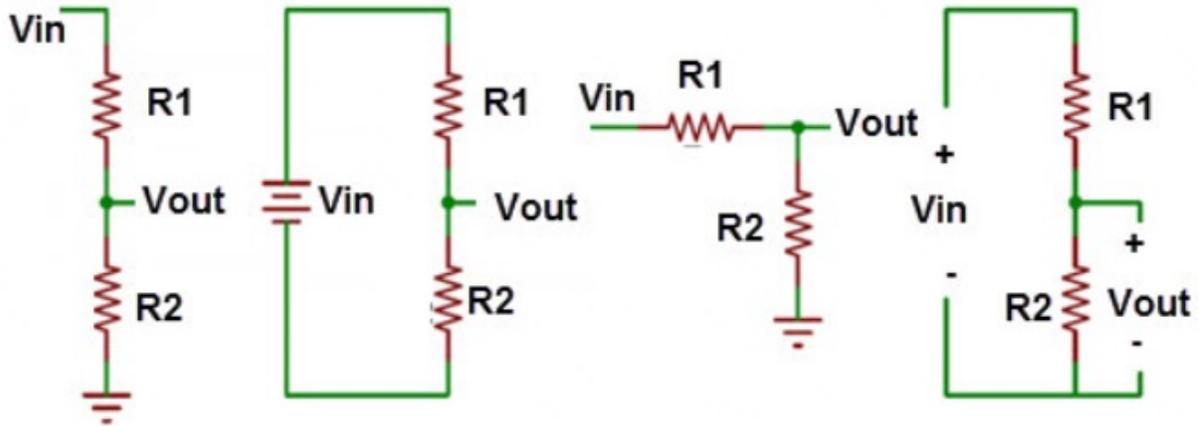


Como podemos observar en el circuito que hay dos resistencias en serie y la medición de voltaje se realiza en la unión de las dos, todo esto referenciado a tierra.

Te muestro las variantes que puedes observar, esto es simplemente visual, con relación al comportamiento es lo mismo:

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

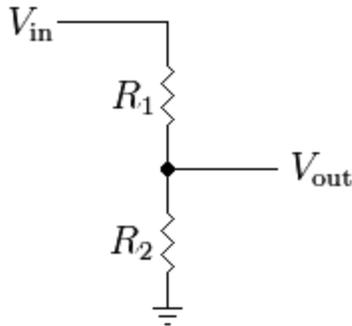
<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



La fórmula que vamos a emplear y conocer cuál será el voltaje de salida:

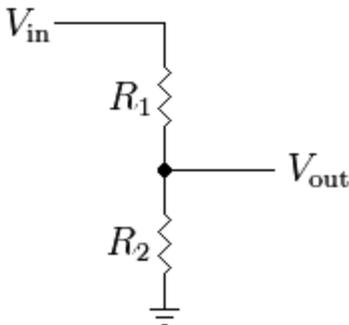
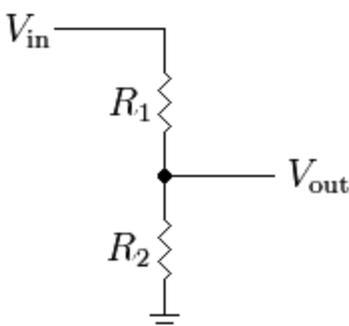
$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

**Ejemplo:**

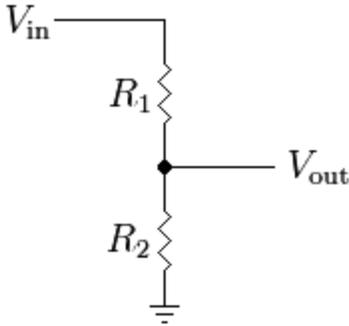
	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 5V</math> y una <math>R_1 = 1k</math> y <math>R_2 = 2k</math>. ¿Cuál es el voltaje de salida?</p> $V_o = (5V) \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 2k\Omega}$ $V_o = 2.5V$
---	--

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

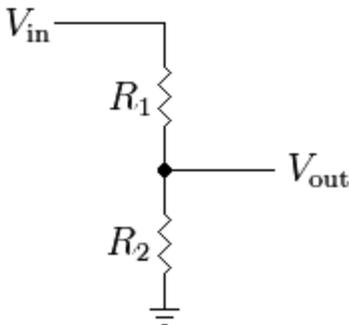
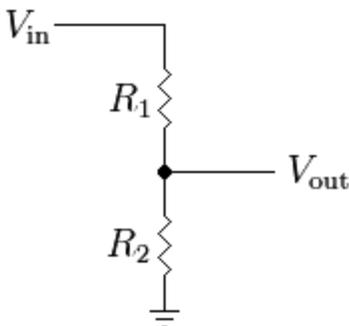
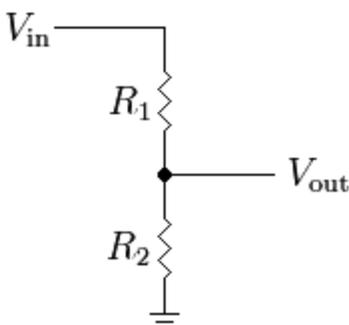
	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 9V</math> y una <math>R_1=1.2k</math> y <math>R_2 =5.6k</math> . ¿Cuál es el voltaje de salida?</p> $V_o = (9V) \frac{5.6k\Omega}{1.2k\Omega + 5.6k\Omega}$ $V_o = 7.4V$
	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 24V</math> y una <math>R_1=10k</math> y <math>R_2 =100k</math> . ¿Cuál es el voltaje de salida?</p> $V_o = (24V) \frac{100k\Omega}{10k\Omega + 100k\Omega}$ $V_o = 21.81V$

**Ejercicios:**

	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 12V</math> y una <math>R_1=5.6k</math> y <math>R_2 =10k</math> . ¿Cuál es el voltaje de salida?</p>
---	---

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

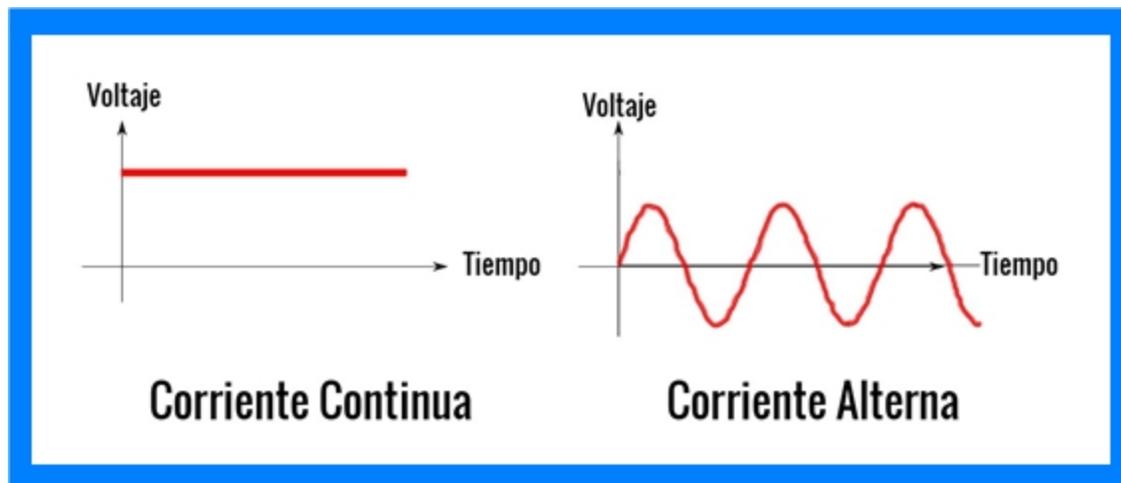
<http://mecatronica85.com> <fb://mecatronica85.com>

	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 3.3V</math> y una <math>R1=12k</math> y <math>R2 =22k</math> . ¿Cuál es el voltaje de salida?</p>
	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 5V</math> y una <math>R1=10k</math> y <math>R2 =10k</math> . ¿Cuál es el voltaje de salida?</p>
	<p>Si tenemos un <math>V_{in} = 48V</math> y una <math>R1=10k</math> y <math>R2 =1k</math> . ¿Cuál es el voltaje de salida?</p>

## Corriente directa o continua y Corriente alterna

De manera general existen dos tipos de corrientes, la corriente alterna y la corriente directa, sus aplicaciones dependen de nuestra carga; es decir, con cuál corriente vaya a operar, existen dispositivos que pueden operar con cualquiera, pero esos casos son especiales.

**En esencia son lo mismo, es un flujo de electrones, su punto diferencial principal es su comportamiento en el tiempo y un segundo diferenciador es la dirección de la corriente o la polaridad, pero esto no es siempre.**



### La corriente directa o continua

Entre la corriente continua y directa hay diferencias sutiles, aun que en muchas ocasiones se toman por igual porque en normalmente funcionan para lo mismo.

En concreto la corriente directa se llama así porque la corriente es constante en el tiempo, es decir, no varían y se mantiene estable.

### La corriente alterna

Es llamada así porque varía en el tiempo, no se mantiene constante, todo el tiempo está teniendo una variación, pero esta variación u oscilación es constante de cierta manera.

## Semiconductores

El mundo de los semiconductores es muy amplio, aquí solo se abarcará lo más básico y conceptos necesarios para comprenderlo y aplicarlo.

En esencia se compone de dos elementos básicos que es un material tipo N y otro material tipo P. En eso se constituye toda la base del semiconductor.

El lado tipo N es el Cátodo o negativo, el tipo P es el Ánodo o Positivo.

Al principio conocimos un conductor y un aislante, pero ahora agregamos un elemento intermedio, el cual no es un conductor al 100% ni un aislante, está en un punto intermedio realizando tareas importantes.

**Los elementos químicos con los que se construyen los semiconductores principalmente son Germanio y Silicio.**

## Diodo

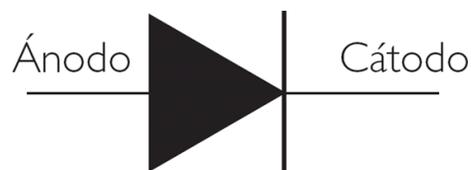
El diodo es el elemento más básico de los semiconductores, a partir de él se crearon los demás.

Diodo ideal

### El diodo ideal

Es un dispositivo de dos terminales, un lado llamado Ánodo, que será el lado positivo (+) y Cátodo, que será el lado negativo (-). De forma ideal un diodo conducirá corriente en la dirección definida por la flecha que muestra su símbolo y actuara como un circuito abierto ante cualquier intento por establecer corriente en la dirección opuesta.

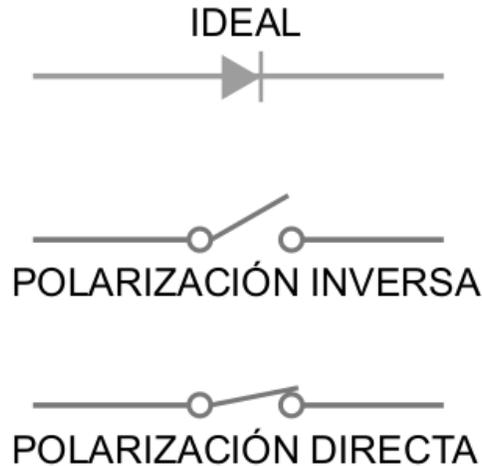
*Las características de un diodo ideal son las mismas que un interruptor que solo permite la conducción de la corriente es una sola dirección.*



Vemos en la imagen siguiente su comportamiento ideal, en sus diversos estados:

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mcatronica85.com> <fb/mcatronica85.com>



## Diodo Real

Sin embargo, lo ideal solo existe en concepto, porque en realidad tiene un comportamiento un poco distinto. Dependiendo de con que material esté construido, tendrá una caída de tensión, si se polariza inversamente, tiene una corriente de fuga pequeña, si sobrepasamos ciertos parámetros se daña pierde sus propiedades.

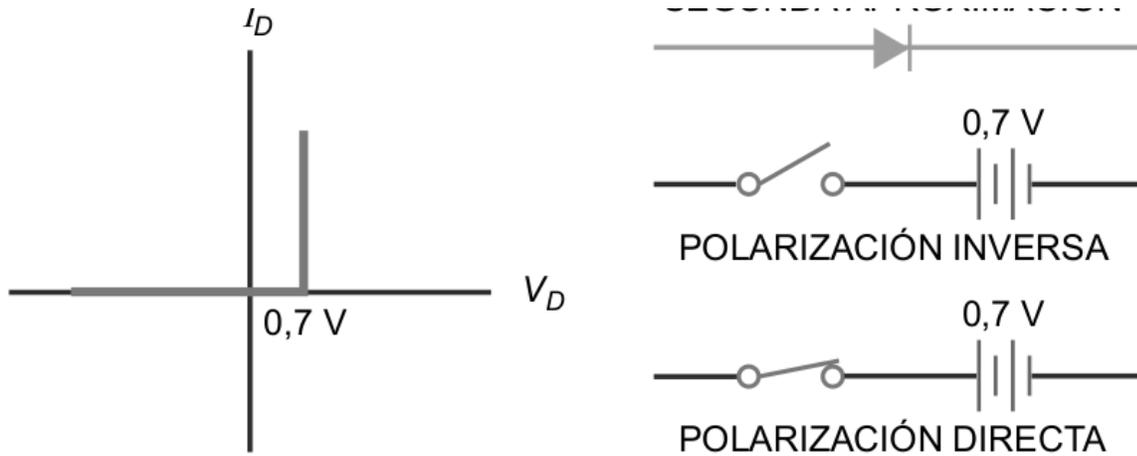
Material	Caída de tensión
Germanio	0.3V
Silicio	0.7V

Por lo tanto, aquí ya no es ideal, como vemos depende de que diodo estemos hablando debemos tener ciertos criterios al momento del cálculo.

El comportamiento real se muestra en el siguiente gráfico:

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



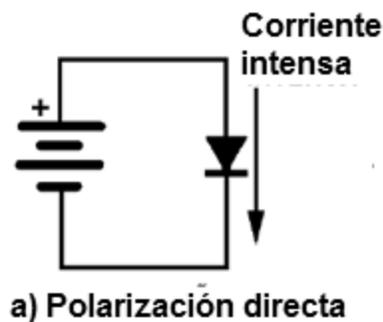
Su configuración más acercada la realidad es que es un interruptor con una pila, (*existe otra a más detalle que no se tratara aquí*).

Ahora necesitamos comprender dos conceptos importantes para el diodo, que es sus tipos de polarización y que sucede en cada caso.

#### Polarización directa

Esto significa que cuando es conectado a una fuente de voltaje el lado positivo de la fuente se conecta al ánodo o positivo del diodo, y el lado negativo de la fuente es conectado al cátodo o negativo del diodo. En este tipo de conexión el diodo se comporta con un conductor y deja pasar toda la corriente que pase en el circuito.

Como se muestra en la imagen:



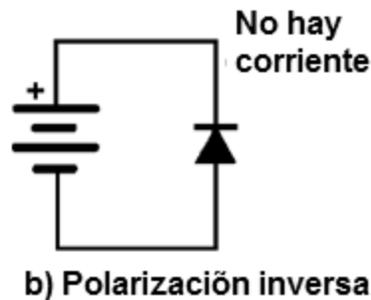
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

### Polarización inversa

Esto significa que cuando es conectado a una fuente de voltaje el lado positivo de la fuente se conecta al cátodo o negativo del diodo, y el lado negativo de la fuente es conectado al ánodo o positivo del diodo. En este tipo de conexión el diodo se comporta como un interruptor abierto no dejando circular corriente por él.

Como se muestra en la imagen:



### Circuitos con diodos

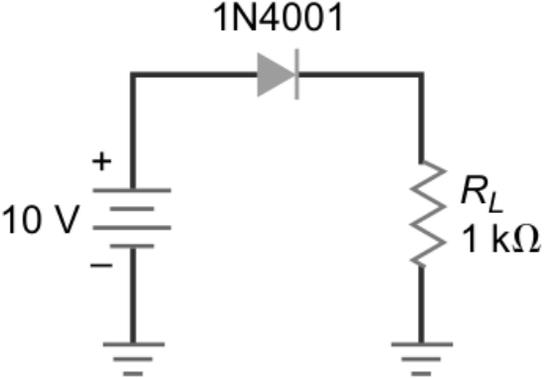
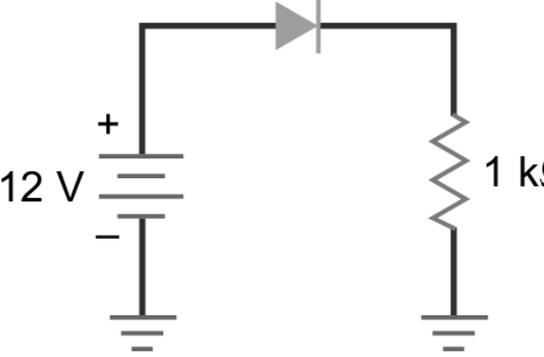
Los datos bases con los que siempre vamos a contar cuando tenemos circuitos con diodos es el voltaje que cae en él, por default siempre vamos a tomar que se trata de un **diodo de silicio con un voltaje de 0.7V**, en general, a menos que en la descripción nos indique que sea de **germanio, entonces el valor será de 0.3V**. Otro dato importante es conocer la potencia máxima que soporta el diodo, para así saber si será capaz de soportar la corriente que fluya en él.

### Ejemplos:

Circuito	Cálculos
----------	----------

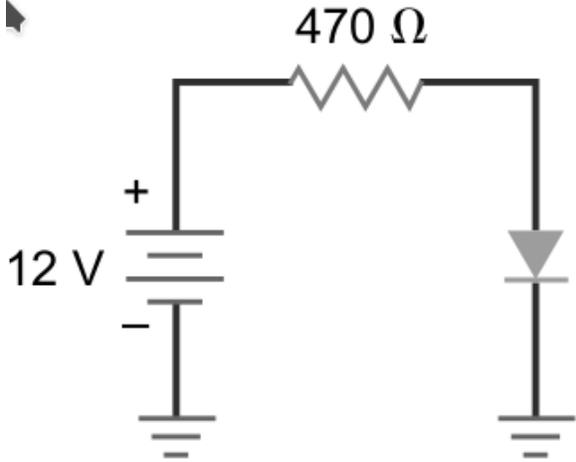
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	<p>¿Cuál es el voltaje en RL? Sabemos que la suma de los voltajes es igual a la suma de las caídas de tensión.</p> $V_T = V_D + V_{R_L}$ <p>Por lo tanto, si sustituimos los valores:</p> $10V = 0.7V + V_{R_L}$ <p>Despejamos a <math>V_{R_L}</math>:</p> $V_{R_L} = 10V - 0.7V$ <p>Nos da un voltaje en <math>R_L</math> de:</p> $V_{R_L} = 9.3V$
	<p>Cuál es la corriente en la Resistencia? En un circuito en serie los voltajes se suman:</p> $V_T = V_D + V_R$ <p>Despejamos el voltaje de <math>R</math>:</p> $V_R = V_T - V_D$ <p>Sustituimos los valores:</p>

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb://meatronica85.com>

	$V_R = 12V - 0.7V$ <p>Nos da un voltaje en la resistencia de:</p> $V_R = 11.3V$ <p>Ya que contamos con el valor del voltaje, y tenemos el valor de la resistencia, podemos calcular la corriente en la resistencia:</p> $I_R = \frac{V}{R} = \frac{11.3V}{1k\Omega}$ <p>Obtenemos que la corriente en la resistencia es de:</p> $I_R = 11.3mA$
 <p>The diagram shows a series circuit. On the left is a 12V DC voltage source with the positive terminal at the top. A resistor labeled '470 Ω' is connected in series with the positive terminal. The circuit continues to the right, where a diode is connected in series with the positive terminal. The diode's cathode is connected to the positive terminal, and its anode is connected to the common ground. The negative terminal of the 12V source is also connected to the common ground.</p>	<p>Cuál es la corriente en el diodo?</p> <p>Aplicamos la fórmula con respecto al voltaje en circuito en serie:</p> $V_T = V_R + V_D$ <p>Despejamos a <math>V_R</math>, nos queda:</p> $V_R = V_T - V_D$ <p>Ahora aplicamos ley de Ohm y convertimos el voltaje de la resistencia <math>V_R</math> en su</p>

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

equivalencia con Corriente y Resistencia:

$$I_R \times R = V_T - V_D$$

Queremos conocer la corriente, la despejamos:

$$I_R = \frac{V_T - V_D}{R}$$

Sustituimos los valores del circuito:

$$I_R = \frac{12V - 0.7V}{470\Omega}$$

Reducimos:

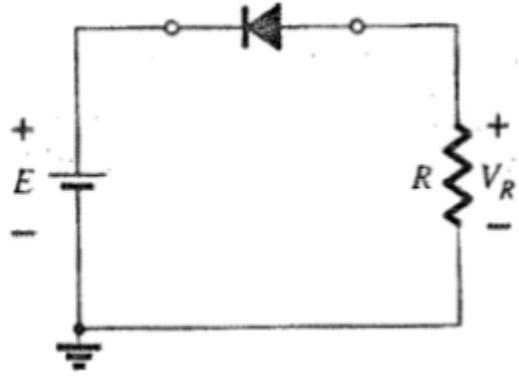
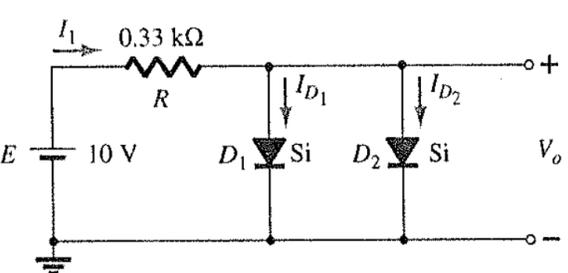
$$I_R = \frac{11.3V}{470\Omega}$$

Nos da una corriente de:

$$I_R = 24.04mA$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

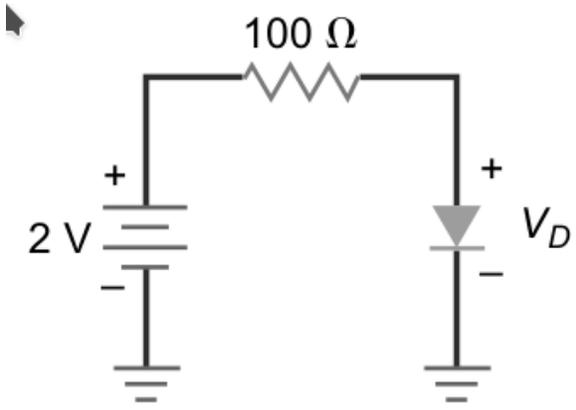
	<p>¿Cuál es el voltaje de en la Resistencia?</p> <p>Observamos al diodo, y nos damos cuenta de que está en polarización inversa, la teoría nos dice que en este tipo de conexión el diodo es como si abriera el circuito; por ende, significa que no conduce, por lo tanto el voltaje en la resistencia es cero.</p> $V_R = 0V$
	<p>Determinar <math>V_O</math>, <math>I_R</math>, <math>I_{D1}</math> e <math>I_{D2}</math></p> <p>Aquí tenemos un circuito en paralelo con los diodos:</p> <p>Al estar en paralelo los diodos, sabemos que el voltaje ahí será de 0.7V, entonces. Por lo tanto, lo tomaríamos como si fuera un solo diodo, al hacer esto nos damos cuenta de que nos queda un circuito serie.</p> <p>El voltaje <math>V_O</math> está en paralelo con los diodos en paralelo, significa que:</p> $V_O = 0.7V$ <p>Calculamos la corriente de la resistencia:</p> $I_R = \frac{10V - 0.7V}{0.33k\Omega}$ <p>Nos una corriente de:</p>

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

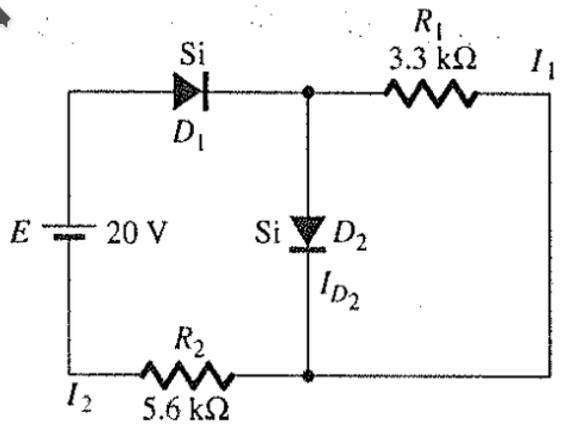
	$I_R = 28.18mA$ <p>Ahora ya sabemos la corriente de R, por lo tanto, esa corriente llega a los diodos y se distribuye. Tomando en cuenta que ambos diodos son del mismo tipo, la corriente se bifurca, por lo tanto, la mitad va al Diodo 1 la otra mitad al Diodo 7:</p> $I_{D1} = I_{D2} = \frac{28.18mA}{2}$ $I_{D1} = I_{D2} = 14.09mA$
--	---

**Ejercicios:**

Circuito	Cálculos
	<p>¿Cuál es la corriente en el diodo?</p>

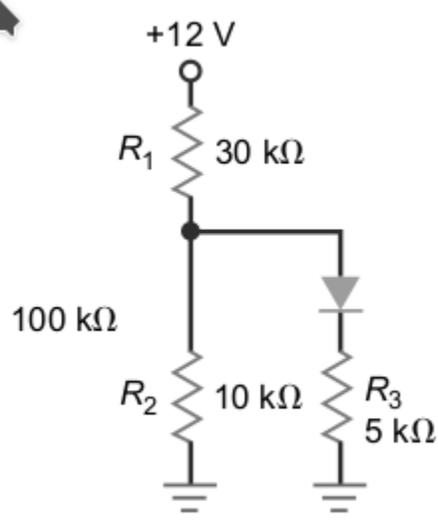
CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb://mecatronica85.com>

	<p>¿Cuál es la corriente en el diodo?, Si la resistencia es de 4.6k</p>
	<p>Determinar las corrientes <math>I_{R1}</math>, <math>I_{R2}</math> y las corrientes en todos los diodos</p>

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

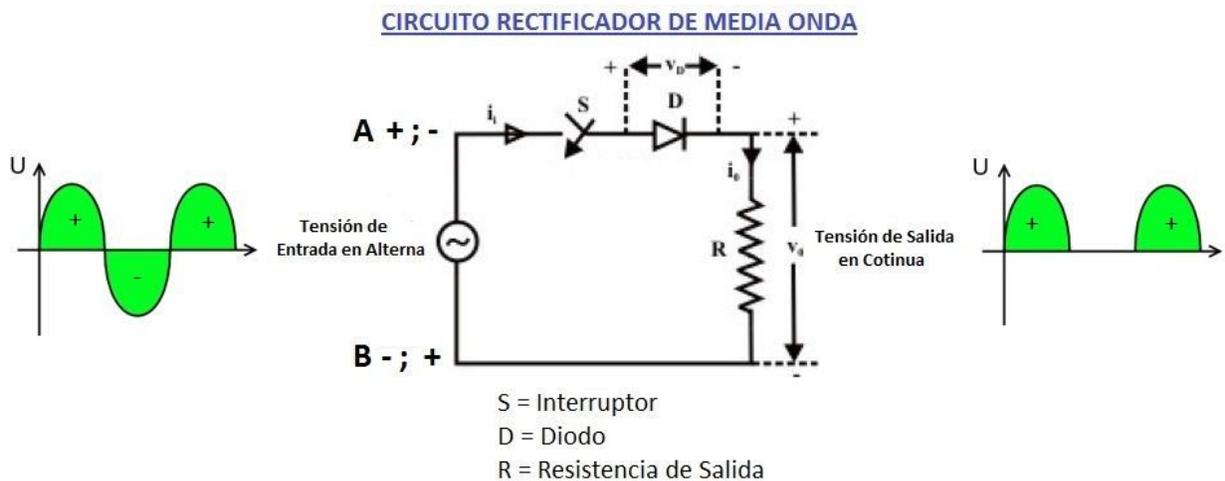
	<p>Calcular las corrientes y voltajes en todos los elementos. <i>Observar que R1 y R2 están formando un divisor de tensión.</i></p>
--	---

## Diodo rectificador

El diodo rectificador es una aplicación del diodo genérico, a lo que hace referencia que el diodo rectifique, en concreto, es que recorta una señal alterna, solo dejando pasar una parte de ella, ya sea positiva o negativa, depende como se haya conectado.

### Rectificador de Media Onda

Esta aplicación la podríamos decir que es la “conversión de corriente alterna a directa”, desde el punto de vista del contexto que queremos pasar la corriente que tenemos en un contacto convencional de 127VAC para obtener en general una “corriente Directa o Continua”. La conversión más básica se llama **Rectificación de Media Onda**, como se muestra en la siguiente imagen:



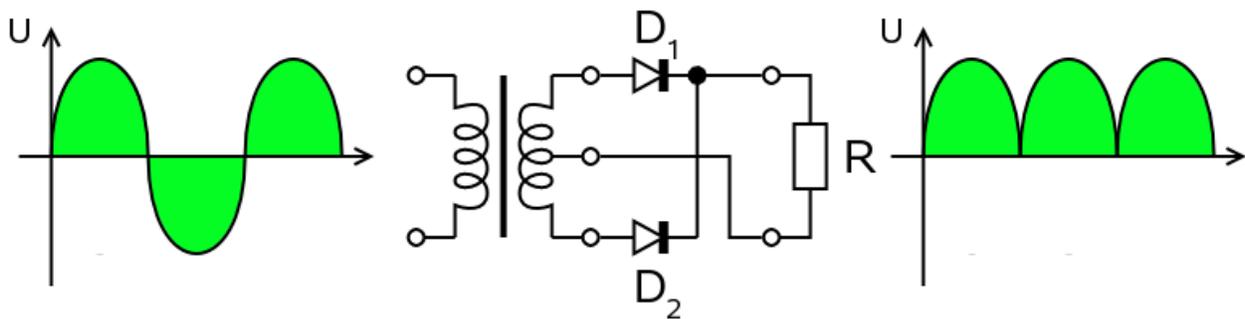
Aquí tenemos que observar como está conectado el diodo, pero al mismo tiempo debemos poner mucha atención en el tipo de voltaje al que lo tenemos conectado, es Voltaje Alterno, ya sabemos que este tipo de voltaje no tiene polaridad concreta, es decir, su polaridad cambia constantemente, no tiene una polaridad constante; ahora que tenemos esas consideraciones aplicadas hacia el diodo, nos damos cuenta de que en un momento el diodo está conectado de forma directa y al siguiente instante de forma inversa, este efecto lo que logra es que a la salida del diodo está recortando o eliminando una parte del voltaje de entrada. En este caso por la forma en que está conectado, se elimina la parte negativa de la onda, y al solo quedar una

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

parte de la onda, se le llama “**Rectificador de Media Onda**”. Con esto logramos que la corriente se convierta en directa, al solo tener una parte positiva.

Para evitar perder tanto voltaje, se puede aplicar con 2 diodos como se muestra:

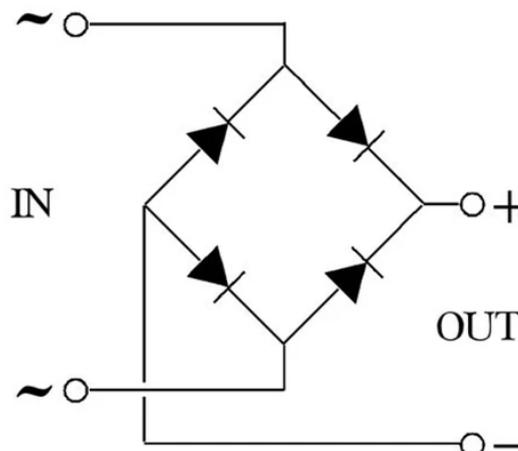


Aquí estamos recuperando la parte positiva del otro semi ciclo.

### Rectificador de Onda Completa (Puente rectificador)

La siguiente esta es tener un rectificador de onda completa, la cual se tienen que aplicar 4 diodos en configuración puente, a este arreglo de diodos se llama **Puente Rectificador** o **Rectificador de Onda completa**.

Se ilustra a continuación:

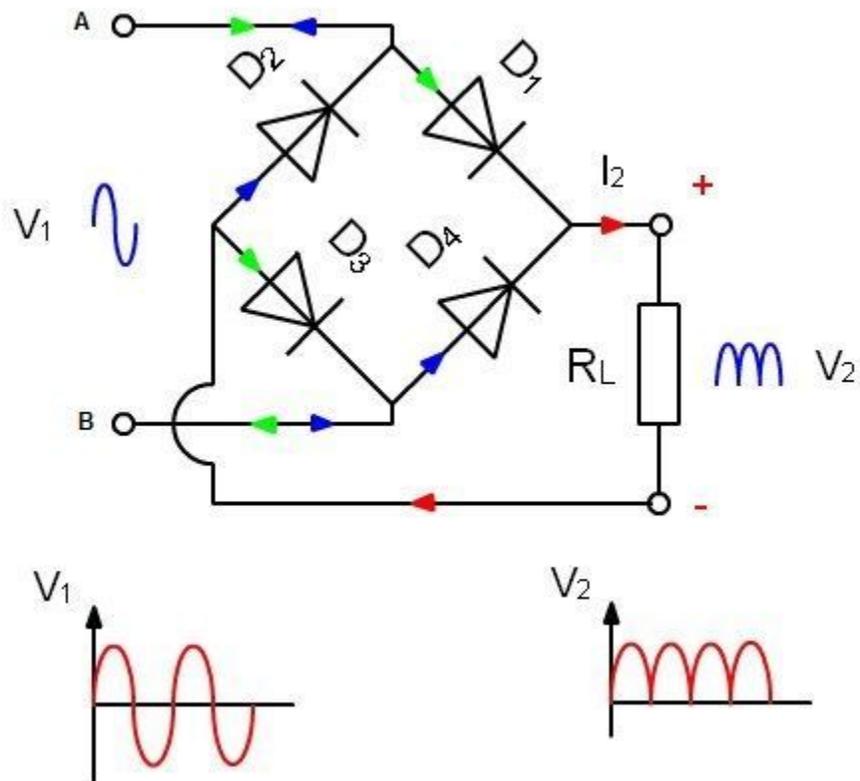


Con esta configuración se tiene el total de la conversión de la corriente alterna a directa.

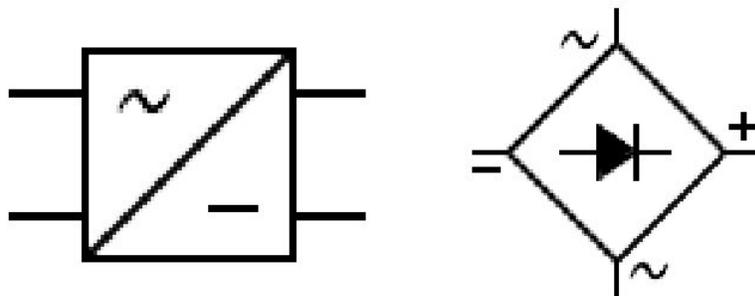
CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

En la figura se muestra:



El **símbolo** que se puede encontrar para un puente rectificador:

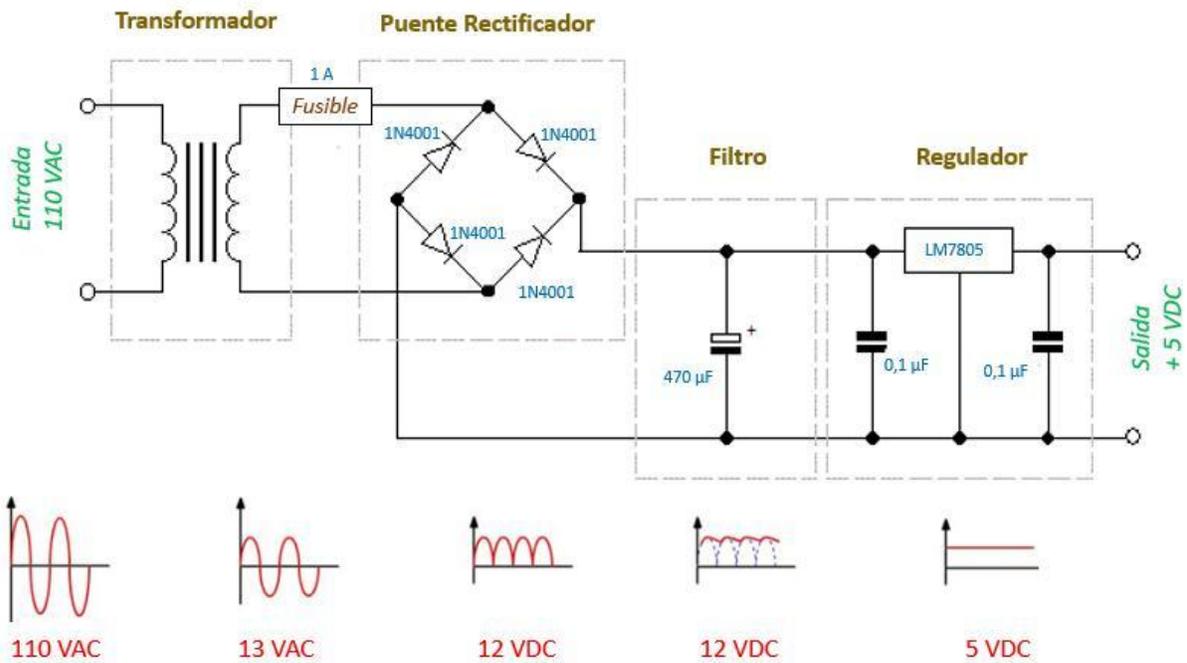


CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

Aplicación más clásica de un puente rectificador es una fuente de alimentación lineal, como se muestra en la imagen.

**Fuente de alimentación de 110 VAC a 5 VDC (regulados)**

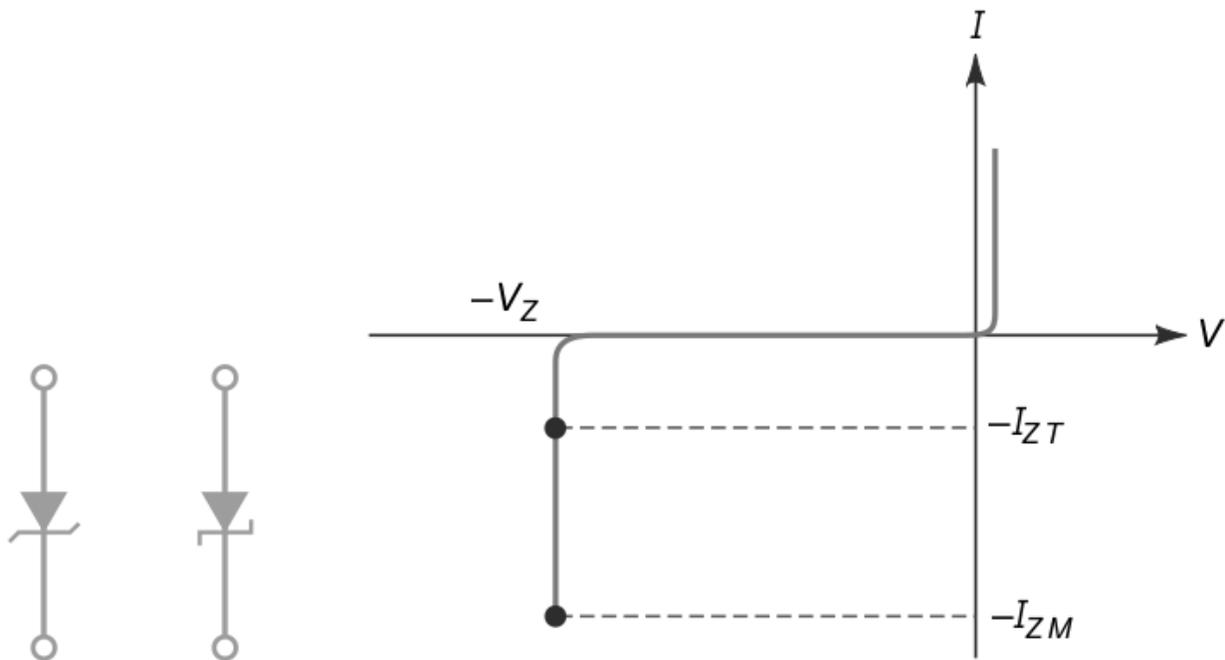


[Ir al simulador](#)

## Diodo zener

El diodo zener es un diodo de propósito especial. *Su propósito es mantener prácticamente constan la tensión en la carga a pesar de las variaciones en la tensión y resistencia de carga.*

A continuación podemos ver su símbolo y su gráfica, de como se comporta con relación al voltaje y la corriente.



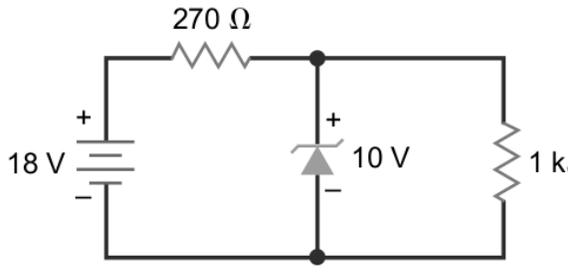
Nos podemos topar con cualquiera de estos dos símbolos. Algo vital e importante es que para que el diodo zener funcione, es decir, que regule la tensión, el voltaje debe ser mayor a su **Voltaje Zener ( $V_z$ )** que también es llamado **región de disrupción**, de lo contrario no regula y entrega el voltaje que le está llegando. Segundo punto vital es la **Corriente Zener ( $I_z$ )**, es decir, la corriente máxima que puede soportar, si la sobrepasamos se dañara (Esto se ve en su hoja de especificaciones - *Datasheet*).

### Ejemplos:

Circuito	Cálculos
----------	----------

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	<p><b>Obtén la corriente de todos los elementos, comprobando que entre en la región de disrupción.</b></p> <p>Primero debemos conocer si el zener esta en operación, es decir, en la zona de disrupción. Como dato nos dan que <math>V_z = 10V</math>. Está conectado en un divisor de tensión. Por lo tanto aplicamos la fórmula de divisor de tensión.</p> <p>Aplicando divisor de tensión</p> $V_o = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $V_o = 18V \frac{1k\Omega}{1k\Omega + 270\Omega}$ $V_o = 18V \frac{1k\Omega}{1.27k\Omega}$ $V_o = 18V \frac{1k\Omega}{1.27k\Omega}$ $V_o = 18V (0.7874) =$ <p>El voltaje del divisor es mayor a <math>V_z</math>, podemos indicar que si lograr el diodo zener alcanzar</p>
---	--

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

su zona de disrupción.

Con esto concluimos que el voltaje en

$V_{R1} = 8V$  y  
 $V_{R2} = 10V$ , pasamos a  
calcular la corriente en cada elemento.

Corriente en R1

$$I_{R1} = \frac{8V}{270\Omega} = 29.6mA$$

Corriente en R2

$$I_{R2} = \frac{10V}{1k\Omega} = 10mA$$

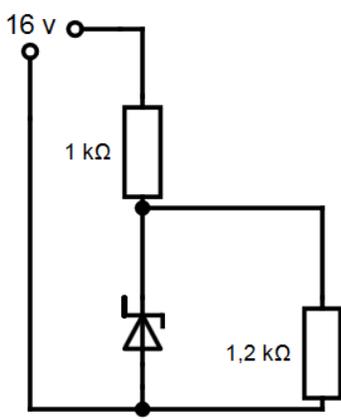
Corriente en diodo Zener

$$I_Z = 29.6mA - 10mA$$

$$I_Z = 19.6mA$$

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

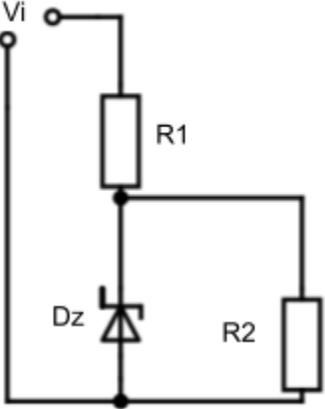
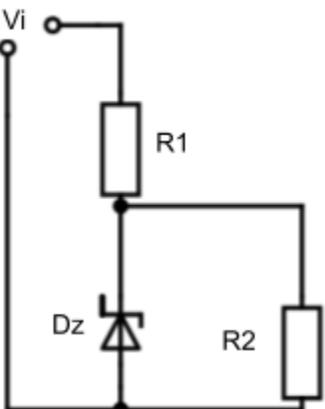
	<p>Obtén la corriente de todos los elementos, comprobando que entre en la región de disrupción. <math>V_z = 10V</math>.</p> <p>Aplicando divisor de tensión</p> $V_o = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $V_o = 16V \frac{1.2k\Omega}{1k\Omega + 1.2k\Omega}$ $V_o = 16V \frac{1k\Omega}{2.2k\Omega}$ $V_o = 16V (0.4545)$ $V_o = 7.27V$ <p><i>El divisor de tensión no alcanza a superar la zona de disrupción del diodo zener, es como que no estuviera presente y no conduce.</i></p>
---	---

Ejemplos:

Circuito	Cálculos
----------	----------

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	<p>Obtén la corriente de todos los elementos, comprobando que entre en la región de disrupción. <math>V_i = 24V</math>, <math>V_z = 3.3V</math>, <math>R_1 = R_2 = 4.7k</math></p>
	<p>Obtén la corriente de todos los elementos, comprobando que entre en la región de disrupción. <math>V_i = 15V</math>, <math>V_z = 5.1V</math>, <math>R_1 = 5.7k</math>, <math>R_2 = 4.7k</math></p>

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

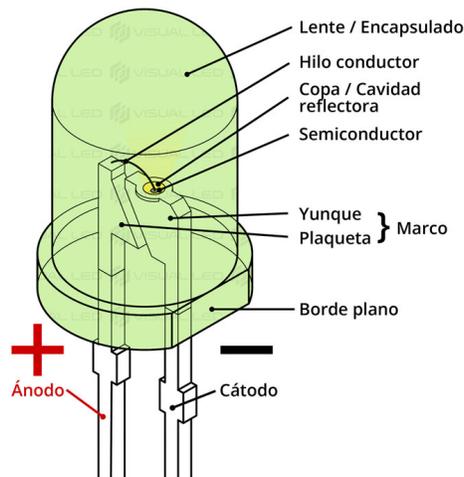
## LEDs

Diodo Emisor de Luz, comúnmente llamado LED es un elemento optoelectrónico, el cual es un diodo especial que genera una emisión de fotones (luz). El LED a final de cuenta es un diodo, los principios básicos le aplican de la misma manera, tiene unas características que no tiene el diodo genérico, las cuales debemos de tener en cuenta para saberlo ocupar.



Un LED en condiciones ideales en teoría es eterno, y como base su tiempo de vida es de 20 años. Siempre y cuando se maneje de forma correcta se puede lograr.

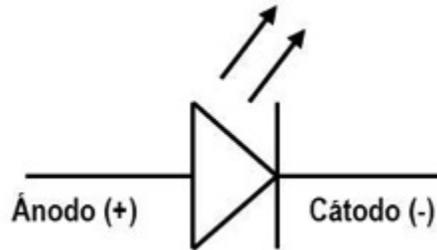
En la siguiente imagen se pueden observar los detalles del encapsulado de un LED



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

**El símbolo** del LED se ve a continuación, se lee de igual manera que un diodo, agregando dos flechas que salen, que hacen el indicativo que emite luz:



*Para aplicar LEDs debemos siempre dirigirnos a la hoja de datos del fabricante y saber la electrónica que debemos aplicar.*

*Nota: Como un estándar común o normal o base se toman las siguientes características como las que se aplican por default (cada color tiene características similares, no infrarrojos): 2.1V a 15mA*

A continuación se muestra un fragmento de un datasheet de un LED de la marca Vishay:

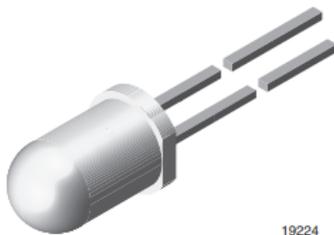


[www.vishay.com](http://www.vishay.com)

## TLUR6400, TLUR6401

Vishay Semiconductors

### Universal LED in Ø 5 mm Tinted Diffused Package



19224

#### PRODUCT GROUP AND PACKAGE DATA

- Product group: LED
- Package: 5 mm
- Product series: standard
- Angle of half intensity:  $\pm 30^\circ$

#### FEATURES

- For DC and pulse operation
- Luminous intensity categorized
- Standard T-1 $\frac{3}{4}$  package
- TLUR640. without stand-offs
- Material categorization:  
For definitions of compliance please see [www.vishay.com/doc?99912](http://www.vishay.com/doc?99912)



**RoHS**  
COMPLIANT  
HALOGEN  
**FREE**  
**GREEN**  
[8-2009]

#### APPLICATIONS

- General indicating and lighting purposes

#### PARTS TABLE

PART	COLOR	LUMINOUS INTENSITY (mcd)			at I <sub>F</sub> (mA)	WAVELENGTH (nm)			at I <sub>F</sub> (mA)	FORWARD VOLTAGE (V)			at I <sub>F</sub> (mA)	TECHNOLOGY
		MIN.	TYP.	MAX.		MIN.	TYP.	MAX.		MIN.	TYP.	MAX.		
TLUR6400	Red	4	15	-	10	-	630	-	10	-	2	3	20	GaAsP on GaAs
TLUR6401	Red	4	15	32	10	-	630	-	10	-	2	3	20	GaAsP on GaAs

#### Características

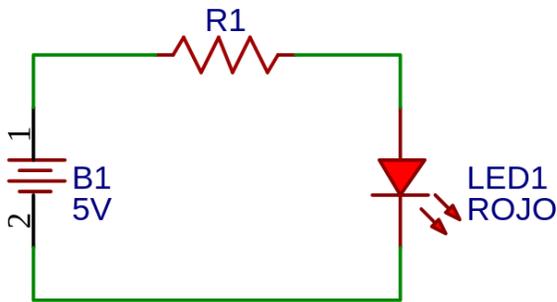
<b>Voltaje</b>	2V
<b>Corriente</b>	10mA
<b>Color</b>	Rojo
<b>Dimensiones</b>	5mm

#### Ejercicios:

<b>Circuito</b>	<b>Cálculos</b>
-----------------	-----------------

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



**Calcular el valor de R1, si el LED rojo opera con un voltaje de 2.5V a 10mA**

Con base a los datos, generamos nuestra ecuación del circuito, observamos que el circuito está en serie, aplicamos lo que sucede con el voltaje:

$$V_T = V_R + V_{LED}$$

Ahora descomponemos la sección de la resistencia, dado que en un circuito serie la corriente es la misma en todos los elementos, ya contamos con la corriente de la resistencia gracias a que nos indican cuál es la corriente que fluye en el LED

$$V_T = (R \times I_R) + V_{LED}$$

La finalidad es despejar la R, para obtener su valor.

Primer paso, pasamos el voltaje del Led

$$V_T - V_{LED} = R \times I_R$$

Ahora obtenemos dejamos la ecuación en función de la resistencia:

$$R = \frac{V_T - V_{LED}}{I_R}$$

Pero la Corriente de la resistencia es igual a la corriente del LED, por lo tanto, podemos expresar la ecuación de la siguiente manera:

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

$$R = \frac{V_T - V_{LED}}{I_{LED}}$$

Procedemos a sustituir nuestros datos:

$$R = \frac{5V - 2.5V}{10mA}$$

Reducimos:

$$R = \frac{2.5V}{10mA}$$

Nos da un valor de resistencia de:

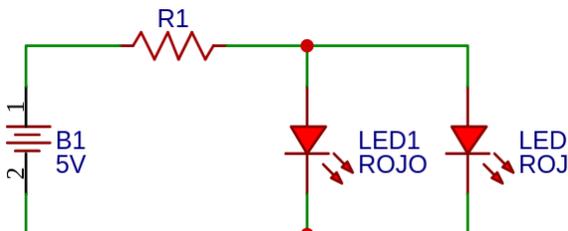
$$R = 250\Omega$$

Dado que esta resistencia no existe en valor comercial, lo recomendado es tomar la resistencia superior siguiente:

Quedaría con un valor de  $270\Omega$  o  
incluso de  $330\Omega$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

	<p><b>Calcular el valor de R1 y corriente total, si el LED rojo opera con un voltaje de 2.5V a 10mA</b></p> <p>En esta ocasión el análisis cambia un poco, en esta ocasión tenemos un circuito mixto, con base a como se comporta el circuito paralelo, tenemos que son 2 leds de las mismas características, por ende, ya podemos conocer la corriente que debe fluir por la resistencia. La cual sería de <b>20mA</b>.</p> <p>Realizamos nuestra ecuacion, considerando que fuera un solo led pero de una corriente de 20mA:</p> $V_T = V_R + V_{LEDs}$ <p>La finalidad es despejar la R, para obtener su valor.</p> <p>Primer paso, pasamos el voltaje del Led</p> $V_T - V_{LEDs} = R \times I$ <p>Ahora obtenemos dejamos la ecuación en función de la resistencia:</p> $R = \frac{V_T - V_{LEDs}}{I_R}$ <p>Pero la Corriente de la resistencia es igual a la corriente de los LEDs, por lo tanto, podemos expresar la ecuación de la siguiente manera:</p>
---	--

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

$$R = \frac{V_T - V_{LEDs}}{I_{LEDs}}$$

Procedemos a sustituir nuestros datos:

$$R = \frac{5V - 2.5V}{20mA}$$

Reducimos:

$$R = \frac{2.5V}{20mA}$$

Nos da un valor de resistencia de:

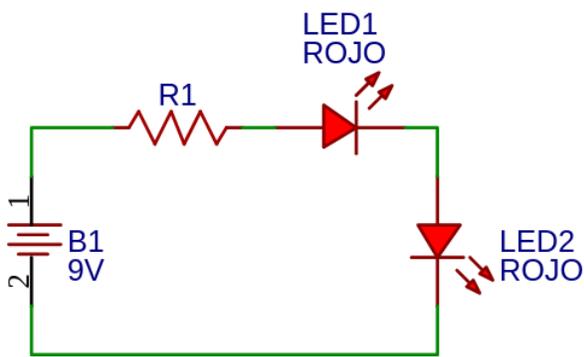
$$R = 125\Omega$$

Dado que esta resistencia no existe en valor comercial, lo recomendado es tomar la resistencia superior siguiente:

Quedaría con un valor de  $150\Omega$  o incluso de  $180\Omega$

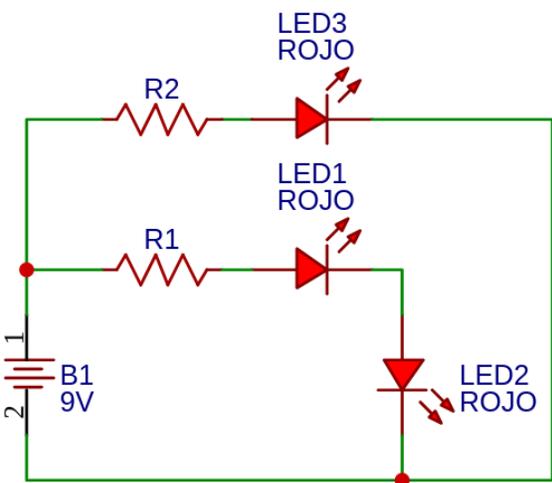
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

	<p><b>Calcular el valor de R1, si el LED rojo opera con un voltaje de 2.5V a 10mA</b></p> <p>Ahora tenemos un circuito totalmente en serie, con base a los datos ya conocemos la corriente total del circuito, pero necesitamos conocer cuanto voltaje debe caer en la resistencia.</p> <p>Formamos nuestra ecuación:</p> $V_T = V_R + V_{LED1} +$ <p>Despejamos al voltaje de la resistencia:</p> $V_R = V_T - V_{LED1} -$ <p>sustituimos para obtener el voltaje de la resistencia:</p> $V_R = 9V - 2.5V - 2$ <p>Nos da un voltaje en la resistencia de:</p> $V_R = 4V$ <p>Sabemos que la corriente que debe pasar por la resistencia es de <b>10mA</b>, aplicamos Ley de Ohm:</p> $R = \frac{V}{I}$ <p>Sustituimos:</p>
---	--

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb://mecatronica85.com>

	$R = \frac{4V}{10mA}$ <p>Nos da que debemos ocupar una resistencia de:</p> <p><b>400Ω</b></p> <p>Dado que esta resistencia no existe en valor comercial, lo recomendado es tomar la resistencia superior siguiente:</p> <p>Quedaría con un valor de <b>470Ω</b> o incluso de <b>390Ω</b></p>
	<p><b>Calcular el valor de R1, R2 y la corriente total del circuito, si el LED rojo opera con un voltaje de 2.5V a 10mA</b></p> <p>Ahora tenemos una combinación de circuitos, lo iremos resolviendo por partes, es indiferente como se comience, pero en esta caso por facilidad primero resolveré el que tiene un solo led:</p> <p>cuando tenemos un solo led y necesitamos la resistencia se aplica la "fórmula" siguiente (esto ecuación ya la hemos obtenido):</p> $R = \frac{V_T - V_{LED}}{I_{LED}}$ <p>Sustituimos los valores:</p>

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

$$R = \frac{9V - 2.5V}{10mA}$$

Nos da resistencia de:

$$R = 650\Omega$$

Dado que esta resistencia no existe en valor comercial, lo recomendado es tomar la resistencia superior siguiente:

Quedaría con un valor de  $680\Omega$  o incluso de  $820\Omega$

Ahora nos vamos a la siguiente sección de los leds en serie, ya tenemos una ecuación para poder calcular, tomando en cuenta que

$$V_R = V_T - V_{LED1} -$$

sustituimos para obtener el voltaje de la resistencia:

$$V_R = 9V - 2.5V - 2$$

Nos da un voltaje en la resistencia de:

$$V_R = 4V$$

Sabemos que la corriente que debe pasar por la resistencia es de  $10mA$ , aplicamos Ley de Ohm:

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

$$R = \frac{V}{I}$$

Sustituimos:

$$R = \frac{4V}{10mA}$$

Nos da que debemos ocupar una resistencia de:

$$400\Omega$$

Dado que esta resistencia no existe en valor comercial, lo recomendado es tomar la resistencia superior siguiente:

Quedaría con un valor de  $470\Omega$  o incluso de  $390\Omega$

Solo nos falta indicar la corriente de consumo del circuito, llamaré Rama 1 a la sección de 1 solo led y Rama 2 en donde se encuentran 2 leds, como es un circuito mixto y en esa sección estarían en paralelo, las corrientes se suman:

$$I_T = I_{RAMA1} + I_{RAMA2}$$

Sustituimos nuestros datos:

$$I_T = 10mA + 10mA$$



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

	<p>Nos da que el consumo total de corriente es de:</p> $I_T = 20$
--	---

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

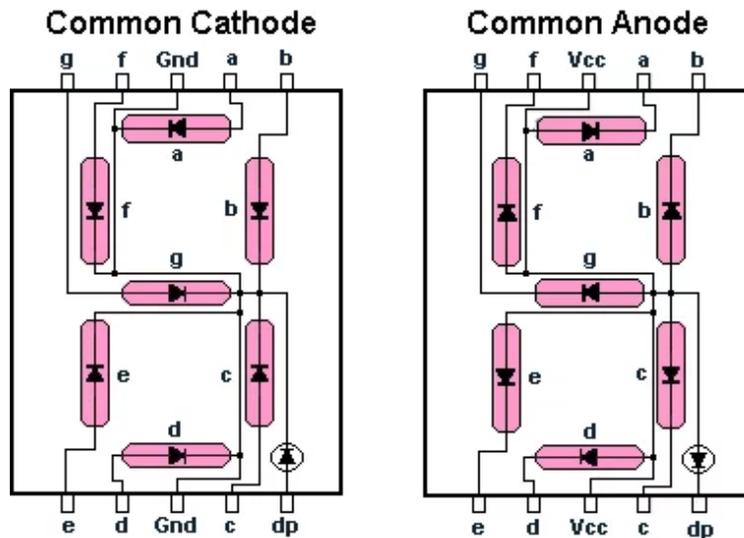
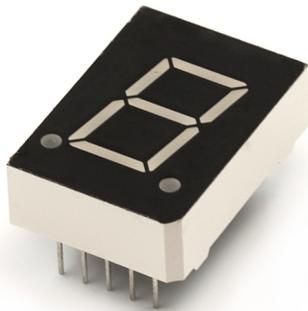
<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

## LEDs de propósito especial

Tenemos una variedad de LEDs con propósitos específicos, dependiendo la aplicación se van requiriendo. Se mencionan los mas comunes:

### Display de 7 segmentos:

La diferencia principal del display de 7 segmentos es que se eligen por ser Ánodo o Cátodo común, es decir, el display está formado por 7 leds internos y todos ya sea su terminal positiva o negativa están unidas, por ello se le da el nombre de **ánodo común** o **cátodo común**.

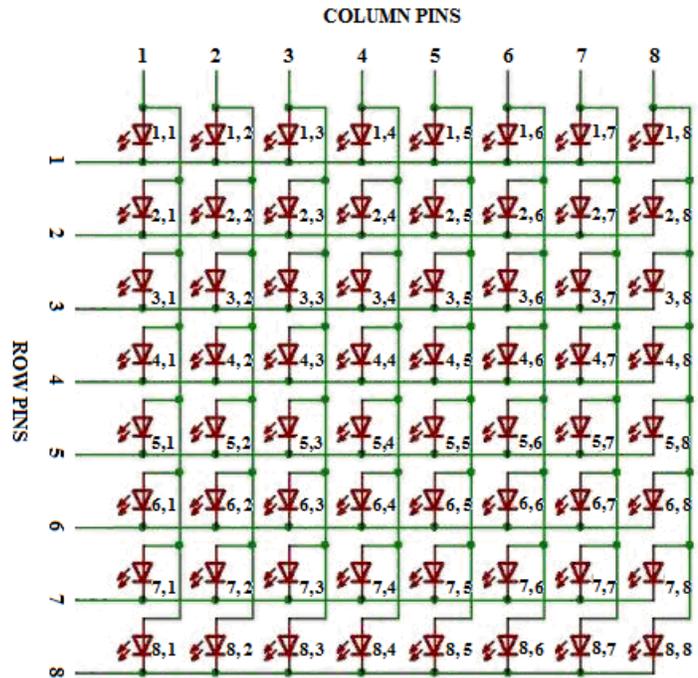
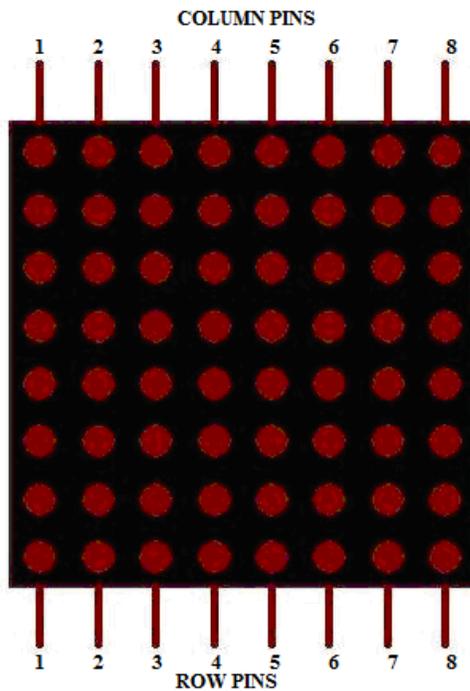


### Display Matricial

Un display matricial es un arreglo de leds conectados en forma de matriz. La resolución la indica la cantidad de leds que contenga la matriz.

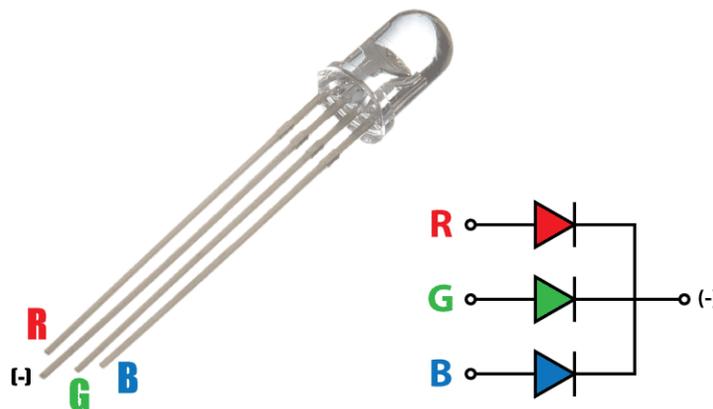
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



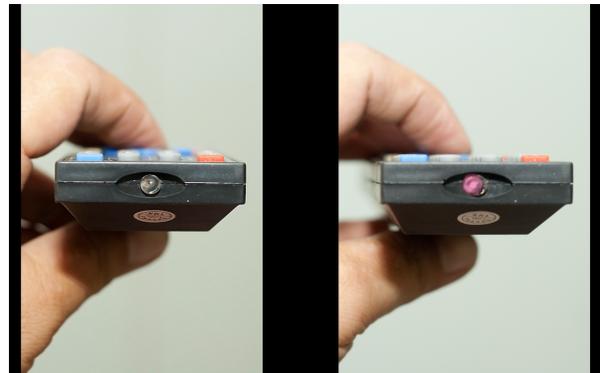
**LED RGB**

El LED RGB significa LED RED GREEN BLUE, porque contiene los 3 colores en un solo encapsulado. Al encender cada uno con una intensidad distinta genera el efecto de ser un único color, a causa de la combinación de cada color. De igual manera tenemos un que es tipo ánodo común y otro cátodo común.



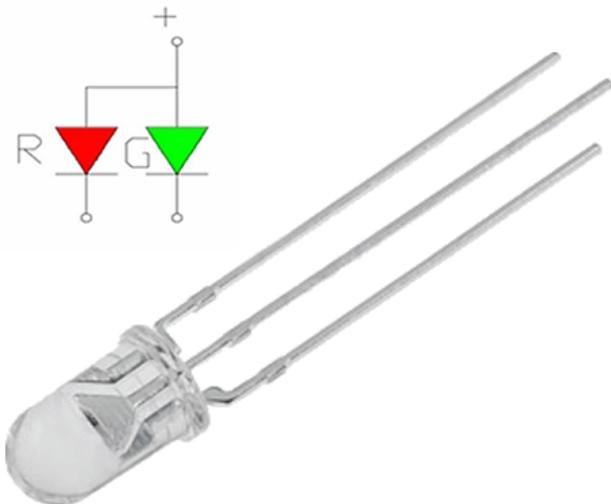
### LED infrarrojo

El led infrarrojo su aplicación es muy amplia, pero la particularidad que tiene es que a la vista humana no es perceptible; es decir, no podemos ver a simple vista el haz de luz porque la longitud de onda de la luz infrarroja queda fuera del rango de visión humana, la forma más sencilla es usar una cámara para poder notar la luz y así saber que está en operación. Sus aplicaciones más comunes en la que los podemos encontrar es en el control remoto de cualquier televisor o similares. Con lo que respecta al símbolo, sigue siendo un led.



### LED Bicolor

El led bicolor como su nombre lo indica, indica que tiene 2 colores dentro del mismo encapsulado. Se parecen a los RGB, pero este no tiene la finalidad de hacer combinación de colores, *su enfoque es informativo*, puede indicar un color que está encendido o apagado, o que está funcionando correctamente o que está presentando un problema.



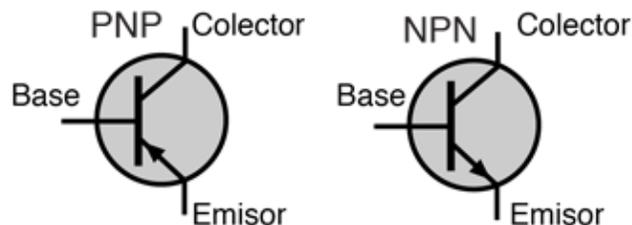
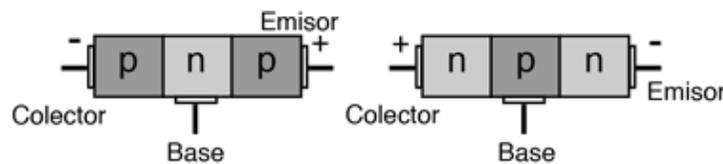
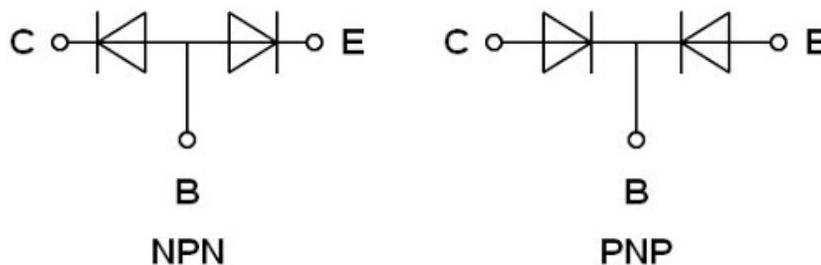
## Transistor Bipolar (BJT)

El transistor es otro semiconductor el cual viéndose de una manera fundamental es la combinación de 2 diodos ideales, pero con un pin extra, que es el encargado del control para el paso de corriente. **El transistor amplifica corriente.**

El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas que consta de dos capas de material tipo n y una de material tipo p o de dos capas de material tipo p y una de material tipo n. El primero se llama transistor **NPN** y el segundo transistor **PNP**.

Cada terminal tiene un nombre:

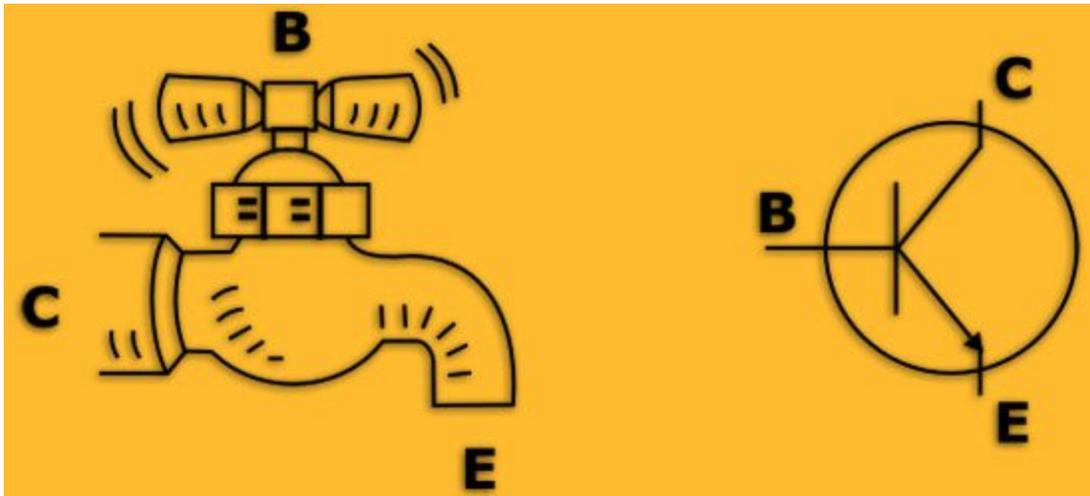
- Colector (C)
- Base (B)
- Emisor (E)



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

*Su funcionamiento se compara a una llave de agua, la perilla (la base) es la que manipulamos para dejar pasar el agua de un lado (Emisor) al otro (Colector). Como se muestra en la imagen:*



La función principal del transistor es amplificar corriente y como Switch o conmutador. En este curso solo nos enfocaremos en la segunda para fines prácticos y aplicativos. Existen diversas formas de aplicar y combinar los transistores. La magia en ellos es que con una corriente muy pequeña se pueden lograr controlar corrientes muy altas.

Existen 3 formas de conectar el transistor, se le llama conexión a común porque indica que ese pin va a tierra o al punto en común de la referencia de voltaje:

- Emisor común
- Colector común
- **Base común** (Será tratada en el curso)

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

## Transistor como Switch (Corto-Saturación)

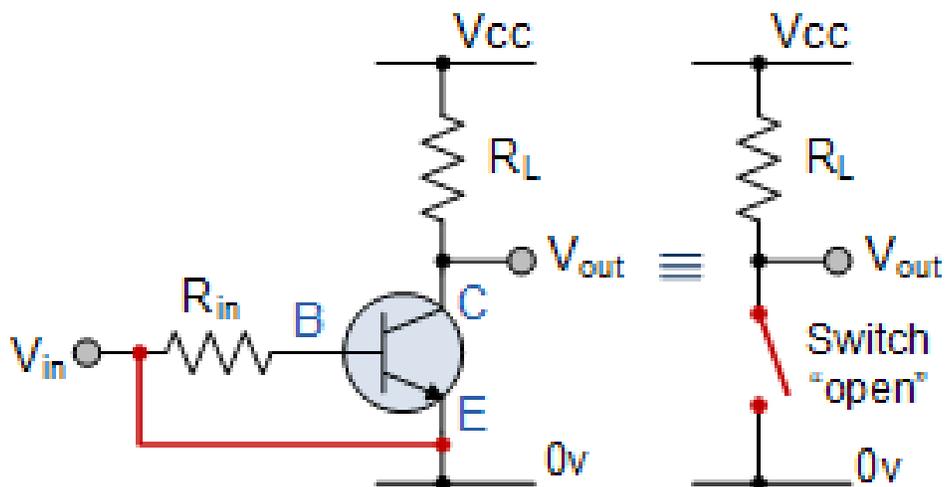
Una de las aplicaciones básicas de un transistor bipolar o **BJT** es utilizarlo para el control de cargas grandes que pueden ser activadas con corrientes muy pequeñas, esto significa que el transistor se usara como un interruptor, es decir, estará trabajando en sus dos extremos los cuales son Corte (No conduce) y Saturación (Conduce con relación a la base).

Esta aplicación es muy útil cuando el elemento que manda la señal no puede dar corrientes o voltajes relativamente altos, entonces, utilizamos a un transistor o varios en combinación para amplificar esa señal recibida y con ello activar una carga más grande o mandar una señal más estable y con mayor potencia.

Antes de poder utilizar un transistor debemos conocer varios de sus parámetros y comportamientos.

- La conexión que utilizaremos siempre será en Emisor común (esto porque el emisor se conecta a tierra)
- La ganancia del transistor se llama Beta ( $\beta$ )
- La corriente que existe en el Emisor es prácticamente igual a la del Colector
- El voltaje de Base-Emisor es de 0.7V (Es un diodo que existe ahí)
- SIEMPRE debe llevar una resistencia la Base
- Siempre estaremos usando el transistor **NPN**

La conexión que estaremos utilizando es la siguiente:



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

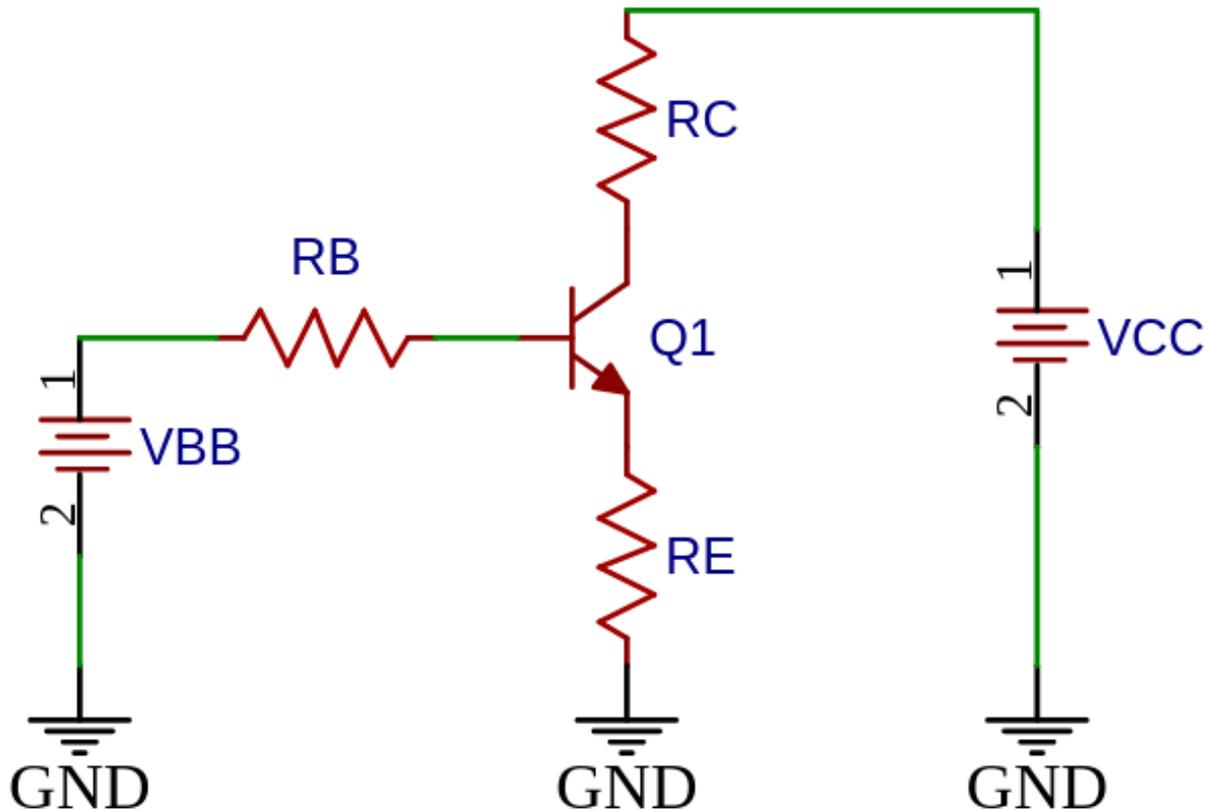
<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

## Circuitos con Transistores

Vamos a realizar el análisis del circuito básico con un transistor utilizado como interruptor. Es el mismo análisis para todos y la formulas son las mismas.

En el siguiente esquemático podemos ver el diagrama de una forma completa, para fines práctico esto se reducirá a la simbología más necesaria o compacta.

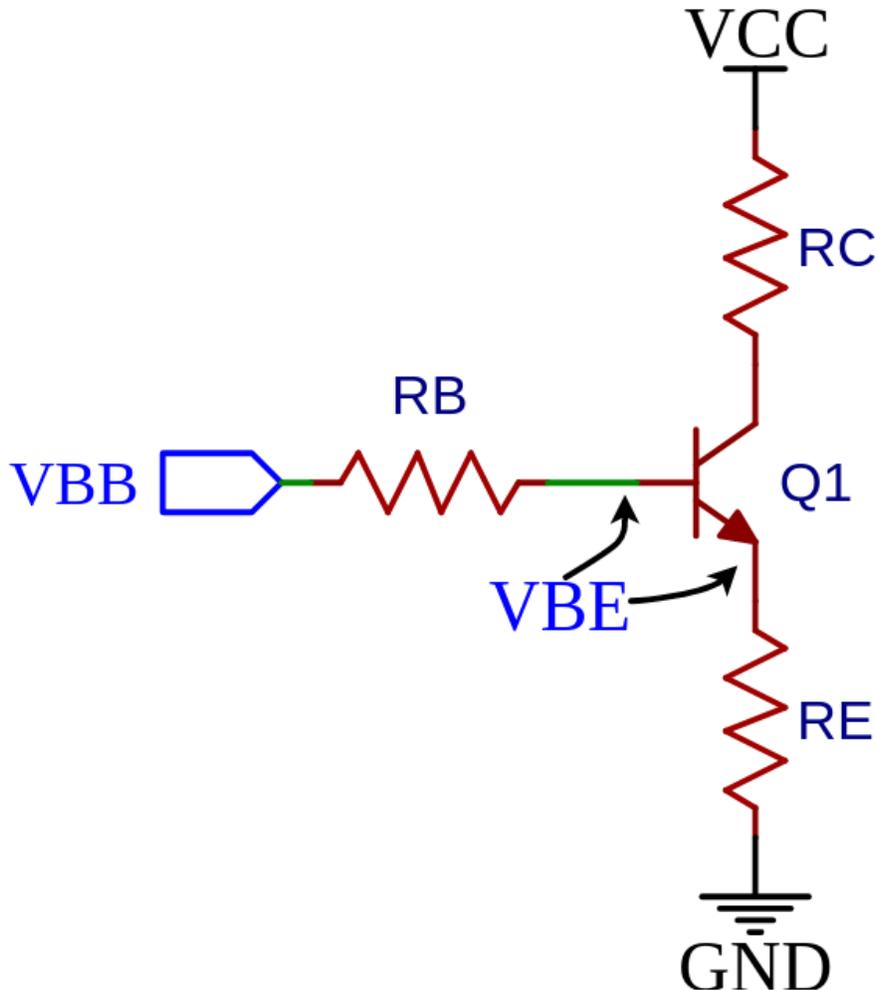
*Nota: La resistencia de Emisor no siempre se coloca.*



A continuación el circuito simplificado:

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>



**Nomenclatura:**

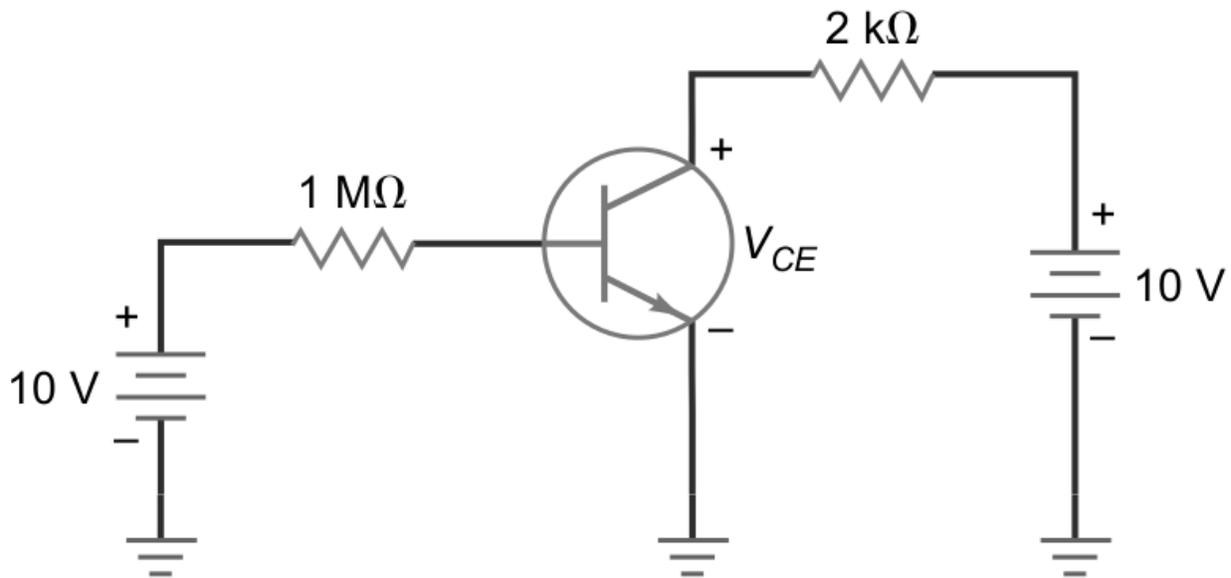
- $V_{BB}$ : Voltaje de alimentación de Base
- $V_{CC}$ : Voltaje de alimentación de Colector
- $R_B$ : Resistencia de Base
- $R_C$ : Resistencia de Colector
- $R_E$ : Resistencia de Emisor
- $Q$ : Transistor
- $V_C$ : Voltaje de Resistencia de Colector
- $V_E$ : Voltaje de Resistencia de Emisor
- $V_B$ : Voltaje de Resistencia de Base
- $V_{BE}$ : Voltaje Base-Emisor (0.7V)

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

**Ejemplo 1:**

Del siguiente circuito debemos, tenemos una  $\beta=300$ , calcular  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$ ,



Calculando la  $I_B$ , ocupamos la siguiente fórmula:

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

$$I_B = \frac{10V - 0.7V}{1M\Omega}$$

Nos da una corriente de Base de:

$$I_B = 9.3\mu A$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

Ahora debemos calcular la corriente de Colector ( $I_C$ ), debemos ocupar la ecuación del cálculo de ganancia para encontrar la relación:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Despejamos la corriente de colector:

$$I_C = \beta \times I_B$$

Sustitutos los valores:

$$I_C = (300)(9.3\mu A) = 2.79mA$$

Ahora calcularemos el  $V_{CE}$ :

$$V_{CE} = V_{CC} - (R_C \times I_C)$$

Sustituimos los valores:

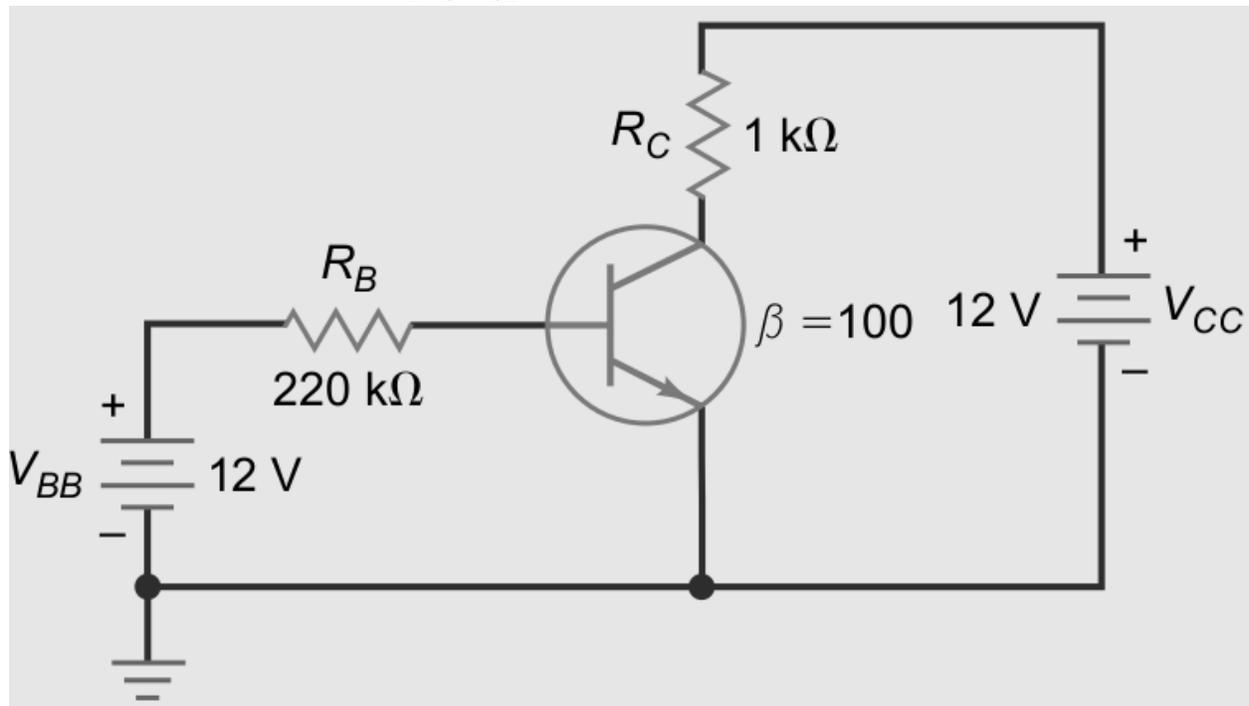
$$V_{CE} = (10V) - ((2k\Omega)(2.79mA))$$

Nos da un  $V_{CE}$  de:

$$V_{CE} = 4.42V$$

**Ejemplo 2:**

Del siguiente circuito, calcular  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$ ,



Comenzamos obteniendo la corriente de base:

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

$$I_B = \frac{12V - 0.7V}{220k\Omega}$$

Nos da una corriente de Base de:

$$I_B = 51.4\mu A$$

Ahora debemos calcular la corriente de Colector ( $I_C$ ), debemos ocupar la ecuación del cálculo de ganancia para encontrar la relación:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Despejamos la corriente de colector:

$$I_C = \beta \times I_B$$

Sustituimos los valores:

$$I_C = (100)(51.4\mu A) = 5.14mA$$

Ahora calcularemos el  $V_{CE}$ :

$$V_{CE} = V_{CC} - (R_C \times I_C)$$

Sustituimos los valores:

$$V_{CE} = (12V) - ((1k\Omega)(5.14mA))$$

Nos da un  $V_{CE}$  de:

$$V_{CE} = 6.86V$$

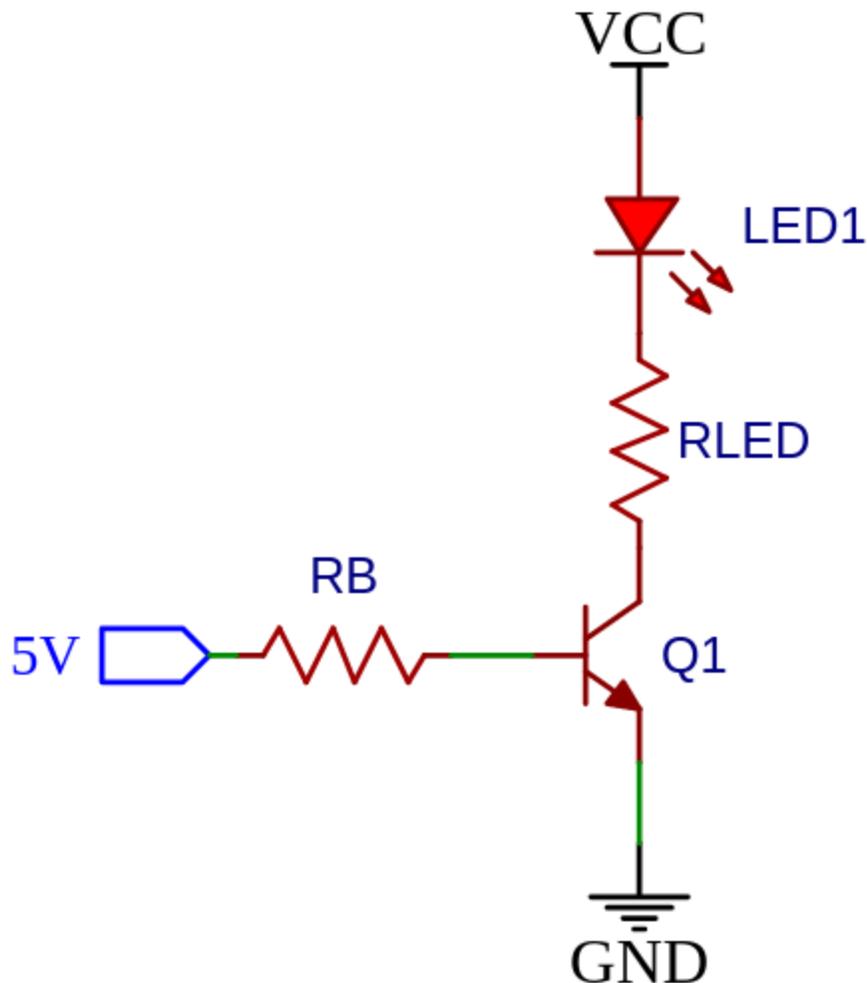
**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

**Ejemplo 3:**

Hasta el momento nos están dando las resistencias, pero en un caso de aplicación nosotros debemos realizar los cálculos con base a nuestra carga.

Queremos alimentar un LED de potencia que consume 2.5V a 50mA, con un voltaje de 5V, con una señal de 5V ( $V_{BB}$ ) necesitamos obtener la resistencia de Base, Resistencia de colector (en caso de que sea necesaria). Usaremos un transistor **2N2222** con una ganancia de 75. [Ir a datasheet](#)



**Datos:**

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

- $V_{LED} = V_{LOAD} = 2.5V$
- $I_C = I_{LED} = I_{LOAD} = 50mA$
- $\beta = 75$  *(Del datasheet)*
- $V_{CE_{SAT}} = 300mV$  *(Del datasheet)*
- $V_{BE_{SAT}} = 700mV$  *(Del datasheet)*

Vamos a comenzar con la ecuación de la rama de la base. La primera ecuación que obtenemos es la suma de los voltajes,

$$V_{BB} = V_{R_B} + V_{BE}$$

Descomponemos el factor el voltaje de la base,

$$V_{BB} = (I_B \times R_B) + V_{BE}$$

Necesitamos calcular la resistencia de base:

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

Pero, antes necesitamos conocer la corriente de base ( $I_B$ ), vamos a usar la fórmula de la ganancia:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

Despejamos la corriente de base, ya que contamos con el dato del consumo de corriente en colector, que es nuestra carga.

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{50mA}{75}$$

$$I_B = 666.67\mu A$$

Ahora ya que conocemos la corriente de base, podemos calcular la resistencia de base:

$$R_B = \frac{5V - 0.7V}{666.67\mu A}$$

Nos da una resistencia de:

$$R_B = 6.45k\Omega \approx 6.8k\Omega$$

Ahora vamos a la segunda rama, la parte de fuerza:

$$V_{CC} = V_{LED} + V_{RLED} + V_{CE}$$

Necesitamos saber la resistencia que protege al LED, el resto de datos los tenemos,

$$V_{CC} = V_{LED} + (R_{LED} \times I_C) + V_{CE}$$

Despejamos para conocer la resistencia del LED,

$$R_{LED} = \frac{V_{CC} - V_{LED} - V_{CE}}{I_C}$$

Sustituimos nuestros valores:

$$R_{LED} = \frac{5V - 2.5V - 300mV}{50mA}$$

Obtenemos una resistencia de:

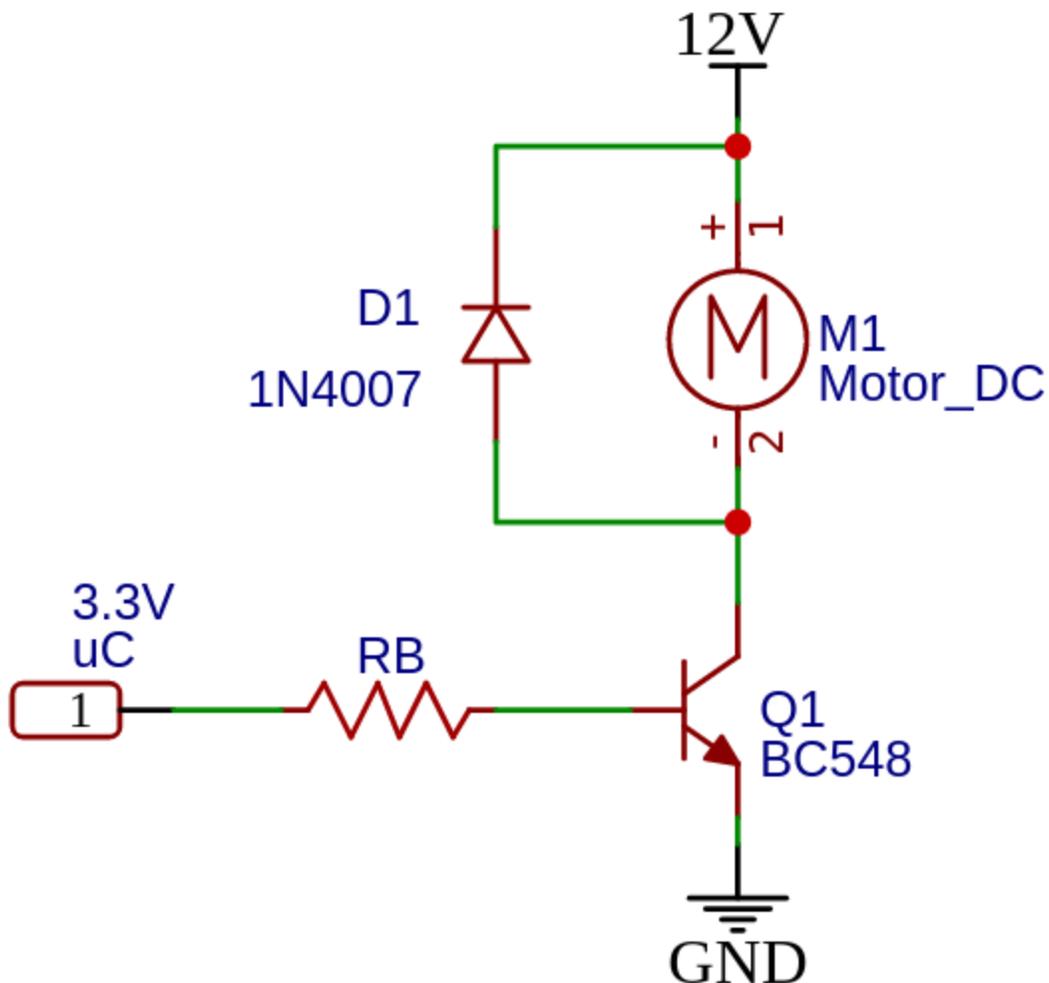
$$R_{LED} = 44\Omega \approx 47\Omega$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

**Ejemplo 4:**

Debemos activar un motor DC Modelo FC280RA-2865, con un transistor BC548 ([datasheet](#)), las características del motor son, 3V a 0.91A con carga ([datasheet motor](#)), la señal o voltaje con la que se activara viene de un microcontrolador de 3.3V. La fuente que alimentara al motor es de 12V.



**Datos:**

- $V_M = V_{LOAD} = 3V$

CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85

<http://mecatronica85.com> <fb://mecatronica85.com>

- $I_C = I_{MOTOR} = I_{LOAD} = 0.91A$
- $\beta = 110$  *(Del datasheet)*
- $V_{CE_{SAT}} = 250mV$  *(Del datasheet)*
- $V_{BE_{SAT}} = 580mV$  *(Del datasheet)*

Vamos a comenzar con la ecuación de la rama de la base. La primera ecuación que obtenemos es la suma de los voltajes,

$$V_{BB} = V_{R_B} + V_{BE}$$

Descomponemos el factor el voltaje de la base,

$$V_{BB} = (I_B \times R_B) + V_{BE}$$

Necesitamos calcular la resistencia de base:

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

Pero, antes necesitamos conocer la corriente de base ( $I_B$ ), vamos a usar la fórmula de la ganancia:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Despejamos la corriente de base, ya que contamos con el dato del consumo de corriente en colector, que es nuestra carga.

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{0.91A}{110}$$

$$I_B = 8.27mA$$

Ahora ya que conocemos la corriente de base, podemos calcular la resistencia de base:

$$R_B = \frac{3.3V - 580mV}{8.27mA}$$

Nos da una resistencia de:

$$R_B = 328\Omega \approx 330\Omega$$

Ahora vamos a la segunda rama, la parte de fuerza, debemos colocar una resistencia para limitar la corriente en el motor, se le debe agregar al circuito, ya que el voltaje de entrada es demasiado alto para con respecto a la suma de 3V del motor con el voltaje de colector-emisor de 250mV:

$$V_{CC} = V_{MOTOR} + V_{R_{MOTOR}} + V_{CE}$$

Necesitamos saber la resistencia que protege al LED, el resto de datos los tenemos,

$$V_{CC} = V_{MOTOR} + (R_{MOTOR} \times I_C) + V_{CE}$$

Despejamos para conocer la resistencia del MOTOR,

$$R_{MOTOR} = \frac{V_{CC} - V_{MOTOR} - V_{CE}}{I_C}$$

Sustituimos nuestros valores:

$$R_{MOTOR} = \frac{12V - 3V - 250mV}{0.91A}$$

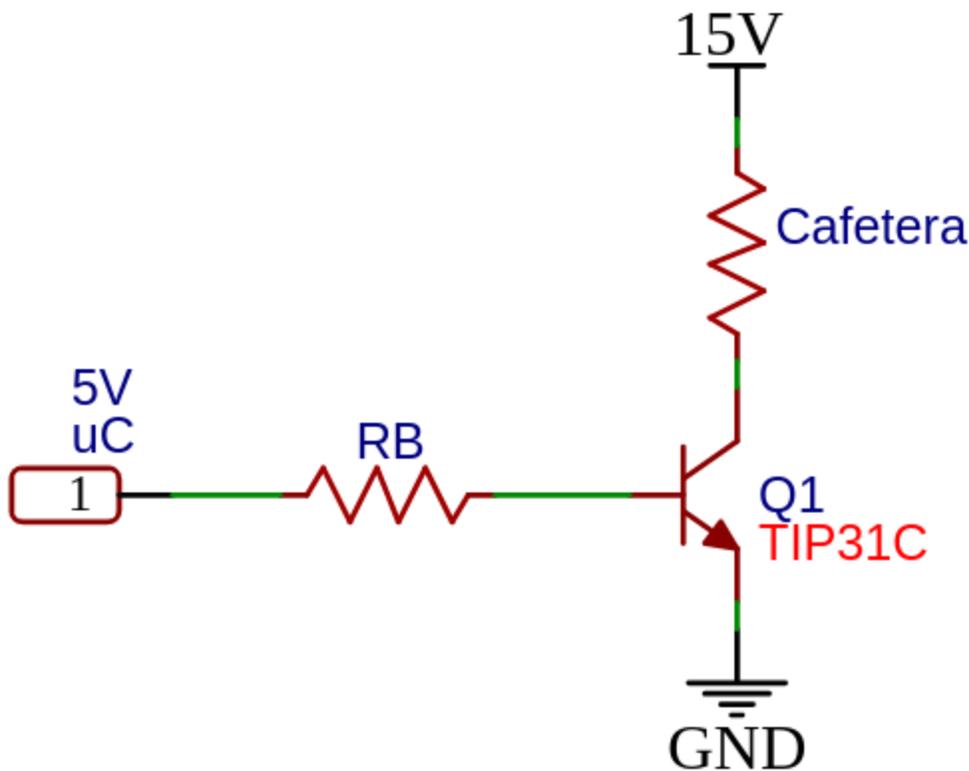
Obtenemos una resistencia de:

$$R_{MOTOR} = 9.61\Omega \approx 10\Omega$$

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

**Ejemplo 5:** Tenemos que accionar una cafetera eléctrica para automóvil, la cual opera a un voltaje de 12V con un consumo de potencia de 24W, la necesitamos controlar con un microcontrolador a 5V, el transistor que vamos a usar es el **TIP31C** ([datasheet](#)). La fuente con la que se alimentara la cafetera es de 15V. *Analizar si se coloca una resistencia en Emisor.*



**Datos:**

- $V_{CAFETERA} = V_{LOAD} = 12V$
- $I_C = I_{CAFETERA} = I_{LOAD} = 2A$
- $\beta = 10$  (Del datasheet)
- $V_{CE_{SAT}} = 1.2V$  (Del datasheet)

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

$$\bullet V_{BE_{SAT}} = 1.8V \quad (\text{Del datasheet})$$

Vamos a comenzar con la ecuación de la rama de la base. La primera ecuación que obtenemos es la suma de los voltajes, vamos a considerar como si tuviéramos resistencia de Emisor:

$$V_{BB} = V_{R_B} + V_{BE} + V_E$$

Descomponemos el factor el voltaje de la base,

$$V_{BB} = (I_B \times R_B) + V_{BE} + V_E$$

Necesitamos calcular la resistencia de base:

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

Pero, antes necesitamos conocer la corriente de base ( $I_B$ ), vamos a usar la fórmula de la ganancia y el Voltaje de Emisor:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Despejamos la corriente de base, ya que contamos con el dato del consumo de corriente en colector, que es nuestra carga.

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{2A}{10}$$

$$I_B = 0.2A = 200mA$$

Ahora vamos a la segunda rama, la parte de fuerza, debemos colocar una resistencia de emisor para limitar la corriente en la cafetera, se le debe agregar al circuito, ya que el voltaje de entrada es mayor para con respecto a la suma de 12V de la cafetera con el voltaje de colector-emisor de 1.2V:

$$V_{CC} = V_{CAFETERA} + V_{CE} + V_E$$

Necesitamos conocer el Voltaje en la resistencia de Emisor. Por lo tanto, la despejamos:

$$V_E = V_{CC} - V_{CAFETERA} - V_{CE}$$

Sustituimos nuestros valores:

$$V_E = 15V - 12V - 1.8V$$

Obtenemos el voltaje de Emisor:

$$V_E = 1.2V$$

Ahora ya que conocemos la corriente de base, podemos calcular la resistencia de base:

$$R_B = \frac{5V - 1.8V - 1.2V}{0.2A}$$

Nos da una resistencia de:

$$R_B = 10\Omega$$

Ahora calculamos la resistencia de Emisor,

$$R_E = \frac{V_E}{I_C} = \frac{1.2V}{0.2A} = 0.6\Omega$$

Podemos redondear este a  $1\Omega$

Con una potencia de:

$$P_{R_E} = (1.2V)(2A) = 2.4W$$

Debemos considerar esta resistencia, ya que la disipación de potencia es mucha, podemos incrementar la resistencia de base para reducir la corriente que pasaría en el colector, en vez de poner una resistencia de Emisor o colector. Puesto que haría el sistema muy ineficiente por la gran cantidad de disipación de potencia (calor).

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

**Ejemplo 6:** Tenemos que accionar relevador de 5V que consume una corriente de 75mA, con una señal de 5V, usando un transistor BC548.

**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://mecatronica85.com> <fb/mecatronica85.com>

**Prácticas PCB**

Identificador de positivo y negativo hasta 24V - Clase

3 leds en serie, conectados a 12V - Tarea

conector para display de 7 segmentos, que tenga solo sus resistencias y el display para conectarlo a 5V

Monoestable

Biestable

Sensor de luz con transistor (Dar esquemático)

Fuente básica de 5V

Módulo de Relay para 5V



**CENTRO DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS INDUSTRIAL Y DE  
SERVICIO No 85**

<http://meatronica85.com> <fb/meatronica85.com>

## Bibliografía

- Floyd. Principios de circuitos eléctricos. Octava edición. Pearson Prentice Hall.