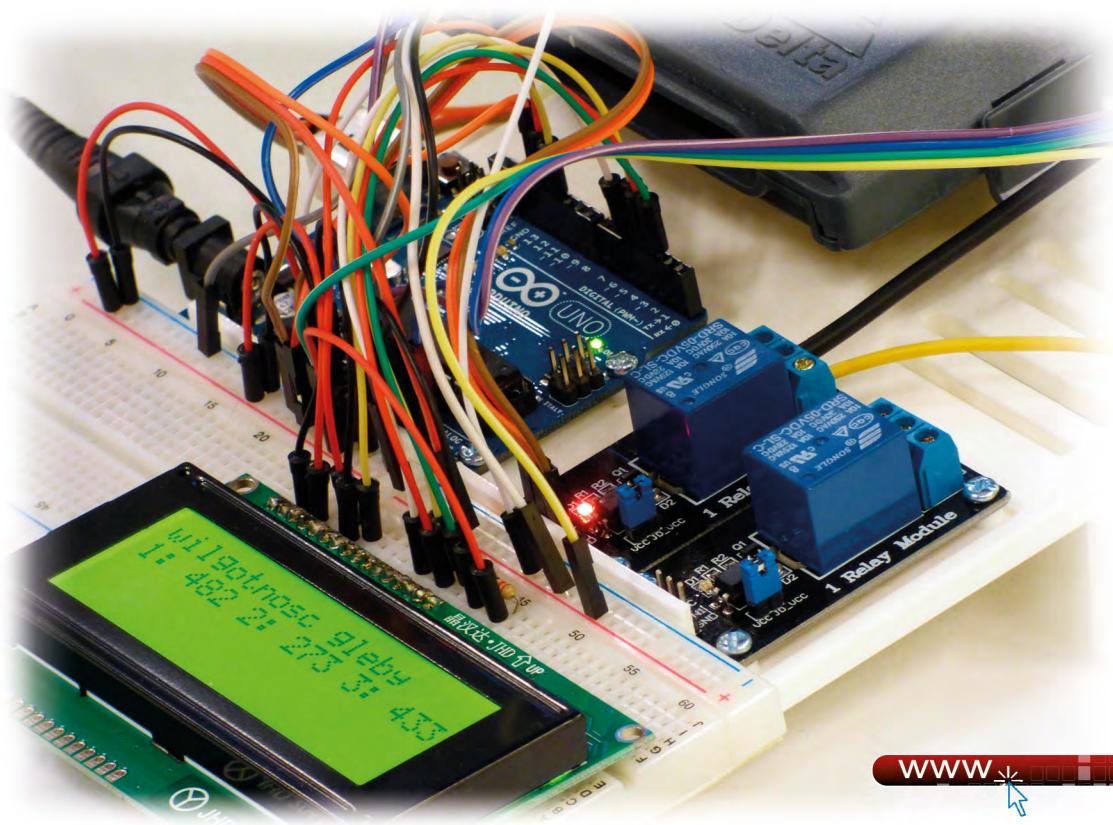


Arduino

Curso completo 2^a Edición



WWW 

Desde www.ra-ma.es podrá descargar material adicional.

Daniel Schmidt

Arduino

Curso completo

2da. Edición

Daniel Schmidt

Schmidt, Daniel

Arduino, curso completo / Daniel Schmidt --. Bogotá: Ediciones de la U, 2023

380 p. ; 24 cm

ISBN 978-958-792-513-5 e-ISBN 978-958-792-514-2

1. Informática 2. Programación 3. Lenguajes de programación I. Tít.

621.39 ed.

Edición original publicada por © Editorial Ra-ma (España)

Edición autorizada a Ediciones de la U para Colombia

Área: Informática

Segunda edición: Bogotá, Colombia, abril de 2023

ISBN. 978-958-792-513-5

- © Daniel Schmidt
- © Ra-ma Editorial. Calle Jarama, 3-A (Polígono Industrial Igarsa) 28860 Paracuellos de Jarama
www.ra-ma.es y www.ra-ma.com / E-mail: editorial@ra-ma.com
Madrid, España
- © Ediciones de la U - Carrera 27 #27-43 - Tel. (+57) 601 6455049
www.edicionesdelau.com - E-mail: editor@edicionesdelau.com
Bogotá, Colombia

Ediciones de la U es una empresa editorial que, con una visión moderna y estratégica de las tecnologías, desarrolla, promueve, distribuye y comercializa contenidos, herramientas de formación, libros técnicos y profesionales, e-books, e-learning o aprendizaje en línea, realizados por autores con amplia experiencia en las diferentes áreas profesionales e investigativas, para brindar a nuestros usuarios soluciones útiles y prácticas que contribuyan al dominio de sus campos de trabajo y a su mejor desempeño en un mundo global, cambiante y cada vez más competitivo.

Coordinación editorial: Adriana Gutiérrez M.

Carátula: Ediciones de la U

Impresión: DGP Editores SAS

Calle 63 #70D-34, Pbx (+57) 601 7217756

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

ÍNDICE

PRÓLOGO	11
CAPÍTULO 1	13
1.1 UN CIRCUITO ELÉCTRICO BÁSICO	13
1.1.1 Corriente Eléctrica.....	14
1.1.2 Voltaje.....	14
1.2 LA LEY DE OHM	15
1.3 LAS RESISTENCIAS	16
1.4 CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS.....	18
1.5 RESISTENCIAS EN SERIE	19
1.6 RESISTENCIAS EN PARALELO.....	19
1.6.1 Composición de una resistencia	21
1.6.2 Paquetes de Resistencia Especiales.....	21
1.6.3 Decodificar Resistencias de Montaje en Superficie	23
1.7 CONDENSADORES (CAPACITORES)	24
1.7.1 Cómo Funcionan los Capacitores.....	26
1.8 EL CÓDIGO JIS	29
1.9 RESUMEN DE CAPACITORES	29
1.10 FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA ARDUINO	29
1.11 CONOCIENDO ALGUNOS SÍMBOLOS ELECTRÓNICOS	32
1.12 COMPONENTES ELECTRÓNICOS	34
1.13 LAS PANTALLAS O DISPLAYS LCD.....	36
1.13.1 Los visualizadores LED	37
1.13.2 Los opto-acopladores	37
1.14 BOBINAS O INDUCTANCIAS	39
1.15 MANEJO DEL MULTÍMETRO (TESTER)	41
1.16 SELECCIÓN DE ESCALAS Y RANGOS	43

1.16.1	Prueba de continuidad	43
1.17	TENSIÓN EN DC.....	44
1.18	MEDIR CORRIENTE EN CONTINUA	45
1.19	MEDIR CONDENSADORES.....	45
CAPÍTULO 2		49
2.1	LOS SEMICONDUCTORES	49
2.2	DIODOS	49
2.2.1	Diodos rectificadores	50
2.2.2	Rectificador tipo puente	50
2.2.3	Diodo Zener.....	51
2.2.4	Diodo Led (Diodo Emisor de Luz)	51
2.2.5	Diodo Led Infrarrojos.....	51
2.3	FUNCIONAMIENTO TEÓRICO DE UN TRANSISTOR	52
2.4	FUNCIONAMIENTO PRÁCTICO DE UN TRANSISTOR	52
2.5	REPASO DE CONFIGURACIONES PARA TRANSISTORES	54
2.5.1	Configuración en emisor común	55
2.5.2	Configuración en colector común	55
2.6	CONECTANDO UN RELAY A UN PIN DEL CONTROLADOR	55
2.7	TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO (FET).....	57
2.7.1	Divisores de Tensión	58
2.7.2	Acoplamiento Directo	58
2.8	TRANSISTORES DE POTENCIA	58
2.9	LOS IGBTs	60
2.10	REPASO DE TRANSISTORES	60
2.11	DISIPADORES TÉRMICOS.....	61
2.12	TIRISTORES	62
2.12.1	Triac (Triodo de Corriente Alterna).....	63
2.13	CONCLUSIONES SOBRE SEMICONDUCTORES	63
CAPÍTULO 3		65
3.1	SOLDADURAS CON ESTAÑO.....	65
3.2	TÉCNICA DE SOLDADO	68
3.2.1	Resumen de los pasos para una soldadura	71
3.3	LÓGICA DIGITAL.....	72
3.3.1	Como colocar los CI en el Protoboard	73
3.3.2	¿Qué es Electrónica Digital?	73
3.4	COMPUERTAS LÓGICAS.....	74
3.4.1	Compuerta NOT	74
3.4.2	Compuerta AND.....	75
3.4.3	Compuerta OR.....	75
3.4.4	Compuerta OR-EX o XOR	75

3.4.5	Compuertas Lógicas Combinadas	76
3.4.6	Compuerta NAND.....	76
3.4.7	Compuerta NOR.....	76
3.4.8	Compuerta NOR-EX	76
3.4.9	Buffer's.....	77
3.5	QUE ES ARDUINO	77
3.6	COMO TRABAJAR CON ARDUINO	78
3.7	ARQUITECTURA DE UN SKETCH.....	79
3.8	CONCEPTOS BÁSICOS PARA UNA PROGRAMACIÓN EXITOSA.....	80
3.9	EL MICROCONTROLADOR DEL ARDUINO UNO	81
3.10	CIRCUITO ELECTRÓNICO DE LA PLACA ARDUINO UNO.....	83
CAPÍTULO 4		85
4.1	LA PLACA ARDUINO UNO.....	85
4.2	COMPONENTES DE LA PLACA ARDUINO UNO.....	86
4.3	ESQUEMA LÓGICO DE ARDUINO.....	88
4.4	PUERTOS DEL ARDUINO UNO.....	89
4.5	PINES CON ENTRADAS ANALÓGICAS Y EL ADC	92
4.6	PINES CON CONTROL PWM.....	96
4.7	EL SISTEMA DE MEMORIA DE ARDUINO	98
4.7.1	Algunos detalles de la memoria SRAM.....	100
4.8	EL IDE DE ARDUINO.....	102
4.9	EL BOOLOADER DE ARDUINO.....	104
4.10	LIBRERÍAS PARA ARDUINO.....	105
CAPÍTULO 5		107
5.1	PROGRAMANDO ARDUINO UNO	107
5.2	LA FUNCIÓN MILLIS().....	108
5.3	EL BUCLE CONDICIONAL FOR().....	110
5.4	SACANDO BINARIOS POR EL PUERTO B	114
5.5	CONTADOR DE UN DÍGITO.....	116
5.6	CONTADOR DE TRES DÍGITOS.....	119
5.7	EL CONVERSOR ANALÓGICO (ADC)	124
5.8	SENSOR LM35	128
5.9	INTERRUPCIONES CON ARDUINO UNO	132
5.10	FUNCIONAMIENTO DEL TIMER 1	138
5.11	INT0 Y INT1.....	141
CAPÍTULO 6		145
6.1	USO DE PANTALLAS LCD.....	145
6.2	MIDIENDO CON EL ADC POR CUATRO CANALES.....	152

6.3	SENSOR DE TEMPERATURA 1-WIRE DS18B20.....	156
6.4	OBTENIENDO EL ID DE UN SENSOR DS18X20	161
6.5	MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD CON DHT22.....	164
6.6	MEDICIÓN DE TEMPERATURA Y HUMEDAD CON HDC1000	168
6.7	SENSOR BAROMÉTRICO LPS25HB.....	171
6.8	MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	174
6.9	RELOJ CALENDARIO DS3231	177
6.10	SCANNER I2C.....	180
CAPÍTULO 7		183
7.1	USANDO EL PUERTO UART	183
7.2	VOLTÍMETRO UART	189
7.3	AJUSTANDO EL CALENDARIO DS3231 MEDIANTE LA UART	197
7.4	LORA RADIO	199
7.5	ENVIANDO DATOS POR UN ENLACE LORA RADIO.....	206
7.6	TECNOLOGÍA ZIGBEE.....	213
7.7	TOPOLOGÍAS DE RED PARA ZIGBEE.....	215
7.8	ENLACE DE RADIO NRF24L01.....	218
7.9	MEDICIÓN DE RADIACIÓN INFRARROJA	222
7.10	USANDO LA EEPROM DE ARDUINO	228
CAPÍTULO 8		231
8.1	CONTROL DE UN SERVO MOTOR.....	231
8.2	CONTROL DE UN MOTOR PASO A PASO	232
8.3	AGREGANDO BLUETOOTH A ARDUINO.....	235
8.4	CONTROL DEL PUERTO ARDUINO POR BLUETOOTH	239
8.5	CONTROL DE UN SERVO MOTOR MEDIANTE BLUETOOTH.....	240
8.6	MANEJO DE UN TECLADO MATRICIAL.....	242
8.7	CONTROL DE UN SISTEMA RFID.....	244
8.8	FRECUENCIAS EN DISTINTOS PAÍSES	245
8.9	INFORMACIÓN DE UNA ETIQUETA DE RFID	246
8.10	ETIQUETAS DE LECTURA Y LECTURA/ESCRITURA	246
8.11	ETIQUETAS PASIVA Y ETIQUETAS ACTIVAS.....	246
8.12	USANDO TAGS DE SOLO LECTURA.....	247
8.13	CONTROL DE ACCESO PARA UNA PUERTA.....	250
8.14	CONTROL PID	254
8.14.1	Funcionamiento general de un PID	254
8.14.2	Control de temperatura con PID.....	255
8.15	CALIDAD DEL AIRE CON EL SENSOR MQ135.....	257

CAPÍTULO 9	259
9.1 ETHERNET Y PROTOCOLOS DE RED	259
9.1.1 El modelo OSI	259
9.1.2 Capa 1: física	259
9.1.3 Capa 2: enlace de datos	259
9.1.4 Capa 3: red	260
9.1.5 Capa 4: transporte	260
9.1.6 Capa 5: sesión	260
9.1.7 Capa 6: presentación	260
9.1.8 Capa 7: aplicación	261
9.2 PROTOCOLO IP	261
9.2.1 Direcciones IP	261
9.3 EL PROTOCOLO HTTP	262
9.4 ALGUNAS CONSIDERACIONES PRACTICAS	263
9.5 ETHERNET SHIELD CON WS5100	265
9.6 ¿QUE ES HTML?	267
9.7 EJEMPLOS DE ALGUNAS ETIQUETAS HTML	269
9.7.1 Formatos de párrafo	270
9.7.2 Formatos de texto	270
9.7.3 Formatos Físicos	271
9.7.4 Formatos Lógicos	271
9.8 SERVIDORES WEB CON ELECTRÓNICA	272
9.9 ¿QUE ES AJAX?	272
9.10 GET() Y POST()	276
CAPÍTULO 10	277
10.1 MI PRIMER WEB CON ARDUINO	277
10.2 CONTROL HTML DE UN LED	283
10.3 LEYENDO EL ESTADO DE UN PIN CON HTML	289
10.4 LEYENDO EL ESTADO DE UN PIN CON AJAX	293
10.5 XLMHTTPREQUEST()	294
10.6 LA FUNCIÓN AJAX	295
10.7 FUNCIONAMIENTO DEL SERVIDOR	296
10.8 MEJORANDO LA GRÁFICA WEB CON HTML	300
10.9 LECTURA DE UN CANA ANALÓGICO CON AJAX	304
10.10 MANEJO DE IMÁGENES EN CÓDIGO URI64	310
10.11 LECTURA DE CUATRO CANALES ANALÓGICOS CON AJAX	311
10.12 WEB Y CHECKBOX LED	315
10.13 SENSOR BMP280 CON WEB & AJAX	319
10.14 SENSOR BME280 CON WEB & AJAX	325

10.15 SITIOS WEB EN MEMORIA SD	329
10.16 PINES Y A/D CON AJAX EN MEMORIA SD	335
CAPÍTULO 11	343
11.1 ¿QUE ES PYTHON?	343
11.2 TRABAJANDO CON PYTHON	344
11.3 VARIABLES EN PYTHON	346
11.4 CREANDO UN MENÚ CON PYTHON	348
11.5 EXPORTANDO UN MENÚ PYTHON	350
11.6 ESTRUCTURAS DE CONTROL EN PYTHON	354
11.6.1 Bucle for	354
11.6.2 Sentencia If, elif, else	355
11.7 ¿QUE ES UN SOCKET?	356
11.8 CONECTANDO ARDUINO POR SOCKET UDP	357
11.9 CONTROLANDO UN LED POR SOCKET UDP	361
11.10 LECTURA DE UN CANAL ANALÓGICO POR SOCKET UDP	366
11.11 QUE ES MQTT	370
11.12 POR QUÉ MQTT	371
11.13 ¿COMO FUNCIONA MQTT?	371
11.13.1 QoS	372
11.14 TRABAJANDO CON EL SENSOR BMP280 Y MQTT	372
BIBLIOGRAFÍA.....	377
MATERIAL ADICIONAL.....	379

PRÓLOGO

El principal objetivo de este libro es tratar distintos aspectos prácticos de la programación para la arquitectura Arduino haciendo foco en la optimización de códigos considerando los recursos de Hardware que ofrece la placa Arduino UNO.

Iniciamos la lectura con una introducción a los principios básicos de electrónica digital para conocer el funcionamiento de los componentes que pretendemos conectar a los pines del Arduino, de esta forma podemos desarrollar cualquier aplicación de control o incluso adaptar de acuerdo a las necesidades proyectos que se encuentren en Internet.

Debemos tener presente que el funcionamiento de la placa Arduino se apoya en un microcontrolador que es el “cerebro” electrónico de Arduino.

El ATmega328P es el responsable del funcionamiento de Arduino UNO y sus pines se encuentran publicados en la propia placa por lo tanto, cada vez que se conecta un periférico a los pines de la placa se está conectando electrónica a los pines del ATmega328P, un error de conexión destruirá el microcontrolador y claro la placa Arduino dejará de funcionar.

También abordamos temas de conectividad Ethernet, el manejo de protocolos de comunicaciones en red es una característica que no puede estar ausente en cualquier desarrollo actual.

La programación en Python nos permitirá desarrollar programas simples para conectar Arduino a sistemas informáticos, y con MQTT entramos al mundo de IoT.

1

1.1 UN CIRCUITO ELÉCTRICO BÁSICO

Un circuito eléctrico básico está formado por:

- ▶ Una fuente de alimentación que proporciona la diferencia de potencial. Puede ser una batería para obtener una tensión continua o un alternador para obtener una alterna.
- ▶ Una **carga** que es todo aparato que consume energía eléctrica. Por ejemplo, un foco, un horno, un televisor, nuestra placa Arduino o cualquier otro aparato que se alimente con electricidad.
- ▶ Un **conductor** que une eléctricamente los distintos elementos del circuito. Suele ser cable de cobre o de aluminio.
- ▶ Un **interruptor** como elemento de control para permitir o cortar el paso a la corriente.

Conectando los distintos elementos según el esquema se crea un circuito eléctrico en el que en el momento en que se cierra el interruptor, se establece un flujo de corriente eléctrica que partiendo de la fuente de tensión atraviesa el interruptor cerrado y por el conductor llega al receptor poniéndolo en funcionamiento, por último las cargas retornan por el conductor hasta el generador.

Para que exista corriente eléctrica se deben cumplir una serie de condiciones:

- ▶ **Debe existir un camino cerrado** para el paso de la corriente, ese camino constituye un circuito eléctrico. Cuando el interruptor está abierto se interrumpe el circuito y el paso de la corriente.
- ▶ El circuito **debe estar constituido por elementos conductores** (que permitan el paso de corriente, con mayor o menor facilidad)
- ▶ En el circuito **tiene que haber al menos una fuente de tensión (Voltaje)** que produzca la diferencia de potencial que provoca el paso de corriente.

Se puede hacer la siguiente clasificación de las partes que constituyen un circuito:

- ▶ **Elementos activos:** son aquellos que aportan energía al circuito, o que pueden cambiar aspectos de su funcionamiento de manera dinámica.
- ▶ **Elementos pasivos:** aquellos que consumen la energía aportada por los elementos activos y la transforman en otro tipo de energía como el calor.

1.1.1 Corriente Eléctrica

Definimos la corriente eléctrica o intensidad como el paso de electrones que se transmiten a través de un conductor en un tiempo determinado.

Para determinar el paso de corriente a través de un conductor en función de la oposición o resistencia que ofrecen los materiales al paso de los electrones se utiliza ley de OHM que dice, la corriente eléctrica es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica. Para medir corriente eléctrica necesitamos un amperímetro, su símbolo es una “A” rodeada por una circunferencia.

Siempre que se mida una intensidad es necesario abrir el circuito por el punto donde se quiere medir y el instrumento queda en serie con la carga de forma que la intensidad lo atraviese.

En los amperímetros las puntas de prueba tienen polaridad por lo que hay que conectar la punta + en el punto de mayor potencial y la - en el de menor potencial. **Tenga especial cuidado al medir corrientes, es una medición que puede destruir el instrumento si lo hace de manera equivocada.**

1.1.2 Voltaje

Se podría simplemente definir al voltaje como la fuerza que arranca los electrones y los pone en movimiento generando la corriente.

El aparato empleado para medir tensiones se denomina voltímetro y se simboliza mediante una “V” rodeada por una circunferencia.

Para medir la diferencia de tensión entre dos puntos del circuito hay que conectar las puntas de prueba en paralelo con esos dos puntos, teniendo en cuenta su polaridad como en el caso del amperímetro.

Para la elección de la escala más adecuada se empieza siempre por la mayor y se baja la escala hasta obtener una lectura coherente con lo que esperamos medir.

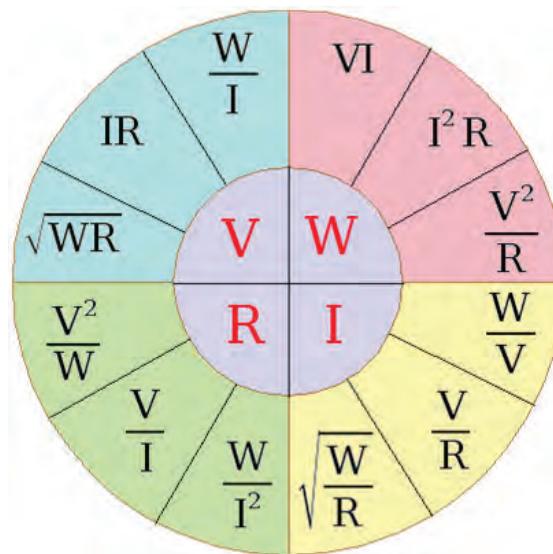
1.2 LA LEY DE OHM

Establece la relación existente entre las variables, tensión, intensidad y resistencia, permitiendo determinar cualquiera de los tres parámetros conocidos los otros dos.

Según esta ley, “*la intensidad de corriente que circula a través de una resistencia es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada entre sus extremos e inversamente proporcional al valor de la resistencia*”.

En electrónica digital donde los “unos” son +5 voltios y los “ceros” son 0 Voltios y todos los voltajes intermedios son irrelevantes casi no hay “enredos eléctricos”, solo se deberán ajustar algunas variables de corriente/potencia cuando se diseñe una interfaz de potencia por ejemplo para actuar sobre un motor o sistemas de iluminación de alto consumo.

Con la ley de Ohm se pueden calcular todas las variables eléctricas sin embargo como se verá más adelante, solo nos vemos en la necesidad de calcular consumos en las etapas con transistores para activar/desactivar contactores o relevadores vinculados a las cargas de potencia.



Ley de Ohm

1.3 LAS RESISTENCIAS

Las resistencias son el componente electrónico más omnipresente. Son una pieza crítica en casi todos los circuitos y juegan un rol muy importante en la Ley de Ohm.

Las resistencias son componentes electrónicos que tienen una resistividad eléctrica específica que nunca cambia. La resistividad de la resistencia **limita el flujo de electrones** en un circuito.

Son componentes **pasivos**, lo que significa que ellos solo consumen energía (y no la pueden generar). Las resistencias generalmente se agregan a los circuitos como complemento de los componentes **activos tales** como los amplificadores operacionales, microcontroladores y otros circuitos integrados. Generalmente las resistencias se ocupan para limitar la corriente, dividir los voltajes, y como resistencias de carga en las líneas de entrada y salida de un microcontrolador.

De todos los componentes pasivos es sin duda la resistencia el más simple de todos, ya que **no tiene polaridad** para respetar y su implementación solo está condicionada por dos variables, el valor propio de la resistencia y su potencia.

La potencia de una resistencia determina su tamaño físico, a mayor potencia más grande será la resistencia en su aspecto, necesita mayor superficie para disipar el calor que genera.



Aspecto físico de una resistencia

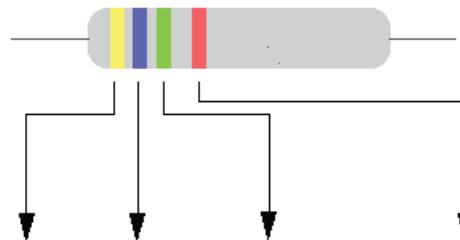
El aparato que mide resistencias recibe el nombre de óhmetro y se simboliza mediante una letra griega omega rodeada por una circunferencia.

Antes de medir una resistencia de un circuito hay que asegurarse de que en el circuito no existe ningún potencial, ya que se podría provocar un daño en el circuito.

El proceso para medir una resistencia es simple, se coloca la llave selectora en la escala adecuada y se lee su valor en el display indicador.

De acuerdo a lo visto podemos entonces decir lo siguiente:

- ▼ *La resistencia es la oposición que presentan los cuerpos al paso de la corriente eléctrica. Se mide en ohmios.*
- ▼ *Todo aparato o conductor eléctrico presenta una resistencia.*
- ▼ *Un circuito eléctrico es un conjunto de elementos unidos entre si formando un camino cerrado por el que puede circular corriente eléctrica.*
- ▼ *Para que exista corriente eléctrica se debe cumplir:*
 1. *Debe existir un camino cerrado para el paso de la corriente.*
 2. *El circuito debe estar constituido por elementos conductores.*
 3. *En el circuito tiene que haber al menos una fuente de tensión.*
- ▼ *La intensidad de corriente que circula a través de una resistencia es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada entre sus extremos e inversamente proporcional al valor de la resistencia.*
- ▼ *La circulación de corriente a través de cualquier elemento conductor produce un calentamiento en el mismo, lo que da lugar a pérdidas de energía.*
- ▼ *El aparato empleado para medir intensidades es el amperímetro. Para conectarlo se abre el circuito por donde se quiera medir y se intercala el amperímetro en serie.*
- ▼ *El aparato empleado para medir tensiones se denomina voltímetro. Para medir tensiones se conecta el voltímetro en paralelo con los puntos entre los que se desea medir.*
- ▼ *El aparato que mide resistencias recibe el nombre de óhmetro. Antes de medir una resistencia de un circuito hay que asegurarse de que en el circuito no existe ningún potencial, ya que podría provocar una avería en el circuito. Para medir hay que conectar las puntas de prueba a los extremos de la resistencia.*



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

1.4 CÓDIGO DE COLORES PARA RESISTENCIAS

Tolerancia: sin indicación +/- 20%

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

1.5 RESISTENCIAS EN SERIE

Un grupo de resistencias está conectado en serie cuando ofrece un camino único al paso de la corriente. En este tipo de conexión, el extremo de entrada de una resistencia está conectado con el extremo de salida de la anterior y así sucesivamente.

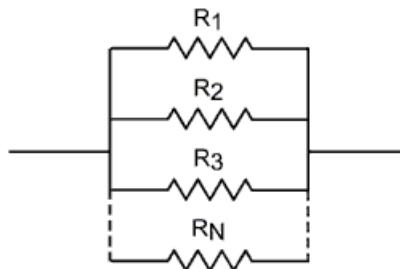


La intensidad es la misma en todas las resistencias de la conexión serie. Y la tensión total en los extremos de la rama será la suma de las caídas de tensión en cada una de las resistencias que la componen. La resistencia total R_t será igual a la suma de todas las resistencias.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$$

1.6 RESISTENCIAS EN PARALELO

Un grupo de resistencias está conectado en paralelo cuando los extremos de entrada de las resistencias están conectados entre si y los de salida también están conectados entre si.



La intensidad total que entra en las resistencias en paralelo es igual a la suma de las intensidades que circulan por cada una de las resistencias.

La tensión o voltaje en los extremos de las resistencias es igual a la tensión a la que está sometido el acoplamiento paralelo.

Circuitos mixtos son aquellos en los que existen conexiones serie y paralelo en el mismo circuito.

Para determinar la resistencia equivalente primero se simplifican las resistencias serie y paralelo parciales, hasta que se llegue a un circuito simple del que se determina su resistencia equivalente.

Las resistencias se pueden agrupar tanto en serie como en paralelo e incluso ambos esquemas entre si. Sin embargo, debe quedar claro que esto no es lo recomendable para los circuitos electrónicos ya que al agregar un nuevo elemento en un circuito estamos agregando una posibilidad de fallo, si por ejemplo necesitamos una resistencia de 100 Ohms es lógico y deseable que coloquemos una de 100 y no dos en serie de 50 ohms para conseguir el valor buscado.

Resumen y conceptos para recordar:

- ▶ Resistencia equivalente es aquella que, sustituyendo a varias resistencias, absorbe la misma intensidad.
- ▶ Conexión es la forma de unir los bornes de los aparatos eléctricos.
- ▶ En una conexión serie la intensidad es la misma en todas las resistencias, la tensión total es la suma de las caídas de tensión en cada una de las resistencias y la resistencia equivalente es una resistencia de valor igual a la suma de las resistencias.
- ▶ En una conexión paralelo la intensidad total del acoplamiento es igual a la suma de las intensidades que atraviesan cada una de las resistencias, la tensión en bornes de las resistencias es igual a la tensión a la que está sometido el acoplamiento paralelo y la inversa de la resistencia equivalente es igual a la suma de las inversas de cada una de las resistencias.
- ▶ 1^a Ley de Kirchhoff: “En un nudo la suma de todas las intensidades que entran es igual a la suma de todas las intensidades que salen”.
- ▶ 2^a Ley de Kirchhoff: “En toda malla o circuito cerrado, la suma de toda la energía proporcionada por los generadores es igual a la suma de las caídas de tensión producidas en las resistencias del circuito”. Al analizar un circuito asignaremos un sentido de circulación de la corriente en cada rama del circuito, después vamos dando sentido a las tensiones en cada elemento: en las fuentes del borne - al borne + y en cada resistencia el opuesto al de la corriente de rama que la atraviesa.
- ▶ Teorema de Superposición: “En un circuito con más de un generador la tensión o la intensidad en cualquier elemento la suma algebraica de los efectos producidos por cada generador individualmente”. Teorema de Thevening: “Un circuito lineal cualquiera formado por varias fuentes

y resistencias se comporta, desde el punto de vista de una resistencia o carga externa conectada entre dos puntos del circuito, como una fuente de tensión en serie con una resistencia equivalente”.

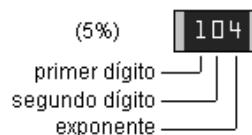
1.6.1 Composición de una resistencia

Las resistencias se pueden construir en una variedad de materiales. Las resistencias más comunes y modernas son fabricadas en una película de carbón, metal, o de óxido de metal. En estas resistencias, una pequeña película de material conductor (pero resistente) se envuelve en forma de espiral alrededor de un material aislante, para luego ser recubierto por otro material aislante.

La mayoría de las resistencias estándar vienen con una película de carbón o de metal.

Otras resistencias de agujeros pasantes suelen ser envueltas en alambre o en una película de metal muy delgada. Estas resistencias generalmente son más costosas y sofisticadas ya que son escogidas por sus características únicas como rango de potencia alto o una gran tolerancia al calor.

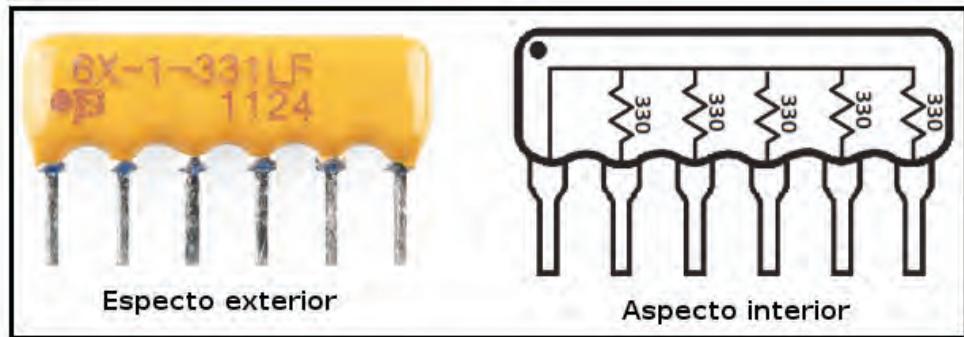
Las resistencias superficiales vienen usualmente en 2 formatos thick film (*película gruesa*) o thin film (*película delgada*).



La película gruesa es más económica, pero es menos precisa que la delgada. En los dos tipos de resistencia, una pequeña película de una aleación metálica es puesta entre una base cerámica y una cobertura de vidrio/epóxi, y luego es conectado a los bordes conductivos.

1.6.2 Paquetes de Resistencia Especiales

Hay una gran variedad de otras resistencias de propósitos especiales. Las resistencias pueden venir en paquetes preconectados de cinco o más resistencias.

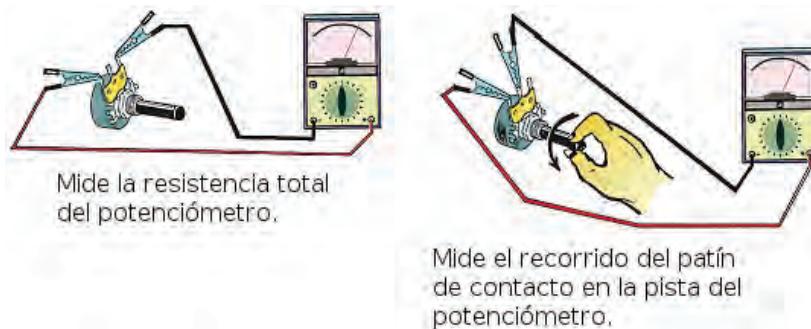


Las resistencias en estos conjuntos pueden tener un pin común o estar puestas como divisor de voltaje. Las resistencias no tienen que ser estáticas. Las resistencias variables conocidas como reóstato son resistencias que se pueden ajustar dentro de un rango específico de valores. Parecido al reóstato es el potenciómetro, los potenciómetros son una resistencia con un patín o contacto que recorre toda esta resistencia creando un divisor de voltaje ajustable entre el pin central y cualquiera de sus extremos.



En la imagen anterior se puede observar a la izquierda el aspecto de un potenciómetro deslizante, al centro un potenciómetro común y a la derecha un Preset, este último es usado para ajustes o calibración de los equipos, son potenciómetros pero sin eje, generalmente fuera del alcance de los usuarios.

Para medir la resistencia total de un potenciómetro o el estado general de la pista podemos hacer la siguiente prueba.



Para medir un potenciómetro con un tester colocamos el instrumento entre punta y punta del potenciómetro y medimos su resistencia total luego colocando el tester en su punto medio podemos medir la resistencia entre el cursor y los extremos.

1.6.3 Decodificar Resistencias de Montaje en Superficie

Las resistencias de montaje en superficie como las 0603 o las 0805, tienen su propia forma de mostrar su valor. Hay algunos métodos comunes para marcar estas resistencias. Generalmente tienen tres o cuatro caracteres, ya sean números o letras, impresas en la parte superior de la carcasa.

Si los tres caracteres que ves son *todos números*, probablemente está viendo una resistencia con marcas **E24**. Estas marcas comparten similitudes con el sistema de color que se usa en las resistencias de agujeros pasantes. Los primeros dos números representan los dígitos más significativos del valor, el número final representa la magnitud.



En el ejemplo superior, las resistencias son marcadas 104, 105, 205, 751, y 754. La resistencia marcada con 104 debería ser de $100\text{k}\Omega$ (10×10^4), 105 sería $1\text{M}\Omega$ (10×10^5), y 205 es de $2\text{M}\Omega$ (20×10^5). 751 es de 750Ω (75×10^1), y 754 es de $750\text{k}\Omega$ (75×10^4).

Otro sistema de codificación común es el **E96**, y es el más críptico de todos. Las resistencias E96 son marcadas con 3 caracteres, primero dos números y al final una letra.

1.7 CONDENSADORES (CAPACITORES)

Un capacitor es un componente eléctrico de dos terminales. Junto con las resistencias y los inductores son unos de los componentes de mayor uso y diversidad en las placas electrónicas.

Básicamente un condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía en forma de campo eléctrico.

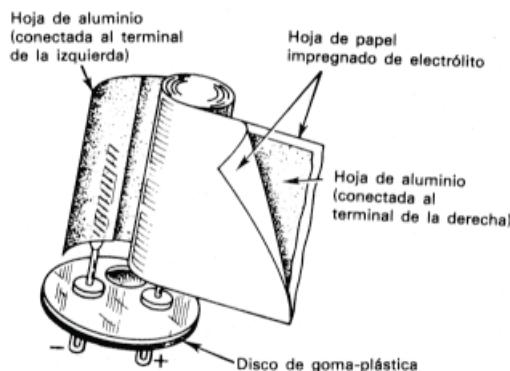
Está formado por dos armaduras metálicas paralelas (generalmente de aluminio) separadas por un material dieléctrico.

Va a tener una serie de características tales como capacidad, tensión de trabajo, tolerancia y polaridad, que deberemos aprender a distinguir

En la versión más sencilla del condensador, no se pone nada entre las armaduras o placas y se las deja con una cierta separación, en cuyo caso se dice que el dieléctrico es el aire.

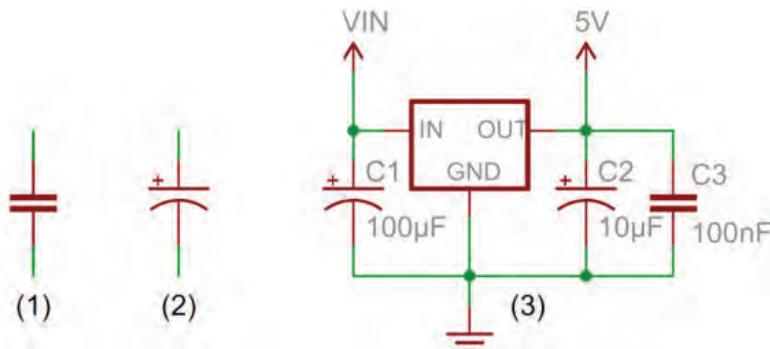
- ▶ **Capacidad:** Se mide en Faradios (**F**), aunque esta unidad resulta tan grande que se suelen utilizar varios de los submúltiplos, tales como microfaradios (**μF**= 10^{-6} F), nanofaradios (**nF**= 10^{-9} F) y picofaradios (**pF**= 10^{-12} F).
- ▶ **Tensión de trabajo:** Es la máxima tensión que puede soportar un condensador, que depende del tipo y grosor del dieléctrico con que esté fabricado. Si se supera dicha tensión, el condensador puede perforarse (quedará cortocircuitado) y/o explotar. En este sentido hay que tener cuidado al elegir un condensador, de forma que nunca trabaje a una tensión superior a la máxima.
- ▶ **Tolerancia:** Igual que en las resistencias, se refiere al error máximo que puede existir entre la capacidad real del condensador y la capacidad indicada sobre su cuerpo.
- ▶ **Polaridad:** Los condensadores electrolíticos y en general los de capacidad superior a 1 μ F tienen polaridad, eso es, que se les debe aplicar la tensión prestando atención a sus terminales positivo y negativo. Al contrario que los inferiores a 1 μ F, a los que se puede aplicar tensión en cualquier sentido, los que tienen polaridad pueden explotar en caso de ser ésta la incorrecta.

- ▶ **Tensión de pico (V_p):** máxima tensión que se puede aplicar durante un breve intervalo de tiempo. Su valor es superior a la tensión máxima de funcionamiento.
- ▶ **Corriente nominal (I_n):** es el valor continuo o eficaz de la corriente máxima admisible para una frecuencia dada en la que el condensador puede trabajar de forma continua y a una temperatura inferior a la máxima de funcionamiento.
- ▶ **Corriente de fugas (I_f):** pequeña corriente que hace que el condensador se descargue a lo largo del tiempo.
- ▶ **Factor de pérdidas ($\tg\Phi$):** teóricamente cuando se aplica una tensión alterna a un condensador se produce un desfase de la corriente respecto a la tensión de 90° de adelanto, pero en la práctica esto no es así. La diferencia entre estos 90° y el desfase real se denomina ángulo de pérdidas.



En electrónica la palabra condensador o capacitor hacen referencia al mismo componente.

Existen dos formas comunes para dibujar los capacitores en los esquemáticos. Siempre tienen dos terminales, los cuales se conectan con el resto del circuito. El símbolo del capacitor consiste en dos líneas paralelas, que son planas o curvas. Las dos líneas deberían estar paralelas la una a la otra y cerca, pero no tocándose (*esto es representativo de la forma en que se construyen los capacitores*). Es difícil de describir, es más fácil mostrarlo:



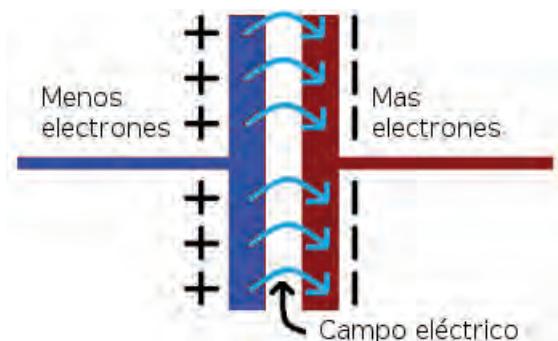
(1) y (2) son símbolos estándar de capacitores. (3) es un ejemplo de un símbolo de capacitancia actuando en un circuito de regulación de voltaje.

El símbolo con la línea curva (el número (2) en la foto anterior) indica que el capacitor es polarizado, lo cual significa que probablemente sea un capacitor electrolítico.

El valor debería indicar la capacitancia de un capacitor, o en otras palabras, cuantos faradios tiene.

1.7.1 Cómo Funcionan los Capacitores

La corriente eléctrica es el flujo de la carga eléctrica, y esto es lo que los componentes utilizan para encenderse, o girar, o hacer cualquier otra acción. Cuando la corriente fluye por un capacitor, las cargas se “pegan” en las placas porque no pueden atravesar el material dieléctrico aislante. Los electrones (partículas cargadas negativamente) son pegados a una de las placas, y esta se carga negativamente. La gran masa de las cargas negativas de una de las placas empuja las cargas iguales de la otra placa, haciendo que esta otra placa sea de carga positiva.



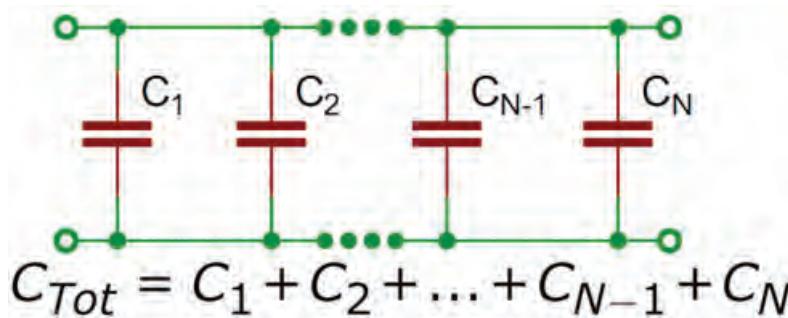
Las cargas positivas y negativas en cada una de las placas se atraen, porque eso es lo que hacen cargas opuestas. Pero, con el material dieléctrico aun entre ellos, por más que se quieran atraer, las cargas van a estar pegadas a las placas por siempre (o hasta que tengan otro lugar para ir). Las cargas estacionarias de estas placas crean un campo eléctrico, el cual influencia la energía eléctrica potencial y el voltaje. Cuando las cargas se agrupan en un capacitor de esta forma, el capacitor esta almacenando energía de igual manera que una batería almacena energía química.

1.7.1.1 CAPACITORES EN SERIE/PARALELO

Muy parecido a las resistencias, múltiples capacitores se pueden combinar en serie o paralelo para crear una capacitancia combinada equivalente. Los capacitores, sin embargo, se suman en una forma que es completamente **opuesta** a la de las resistencias.

1.7.1.2 CAPACITORES EN PARALELO

Cuando los capacitores están en paralelo, la capacitancia total es simplemente la **suma de todas las capacitancias**. Esto es semejante a la forma en que se suman las resistencias en serie.



Entonces, por ejemplo, si tiene tres capacitores de $10\mu\text{F}$, $1\mu\text{F}$, y $0.1\mu\text{F}$ en paralelo, la capacitancia total sería de $11.1\mu\text{F}$ ($10+1+0.1$).

1.7.1.3 CONDENSADORES EN SERIE

Parecido a como las resistencias son un dolor de cabeza de sumar en paralelo, los capacitores se comportan raros cuando puestos en *serie*. La capacitancia total de N capacitores en serie es la suma inversa de la suma de todas las capacitancias inversas.



$$\frac{1}{C_{Tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_{N-1}} + \frac{1}{C_N}$$

Si solo tiene dos capacitores en serie, podría ocupar el método de “producto sobre suma” para calcular la capacitancia total:

$$C_{Tot} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Aún más, si tiene **dos capacitores de igual valor en serie**, la capacitancia total es la mitad de su valor. Por ejemplo, dos capacitores de 10F en serie producirán una capacitancia de 5F también tiene el beneficio de doblar su valor de voltaje máximo.

1.7.1.4 CONDENSADORES ELECTROLÍTICOS Y CERÁMICOS

Son los dos tipos de condensadores más comunes en los circuitos electrónicos, el primero es el más simple, no tiene polaridad por lo que se puede conectar en cualquier sentido de polaridad, por lo general siempre con valores menos a 1uF hasta valores muy pequeños en pico faradios.

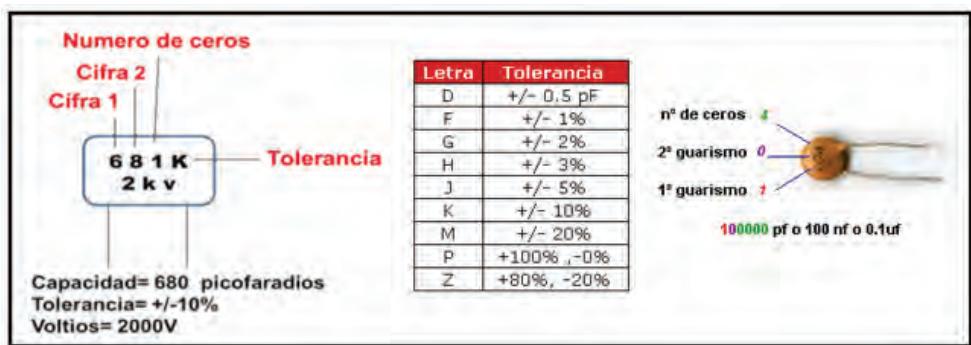
Por el contrario los electrolíticos si tienen polaridad y esta viene bien marcada en la carcasa con una banda negativa pintada muy visible para saber exactamente cual es su lado negativo. Si lo conecta erradamente el condensador se dañará y muy probablemente parte de la electrónica vinculada a el.

Los condensadores electrolíticos por lo general inician en valores de 1 uF a varios miles de uF. Para conectar un condensador debemos saber exactamente cual será el voltaje de trabajo y claro la capacidad que necesitamos. Estos dos datos vienen pintados en la carcasa de un electrolítico.

Siempre es recomendable que el voltaje de trabajo se mantenga un 20% por debajo del valor indicado en el lomo del condensador.

1.8 EL CÓDIGO JIS

En la actualidad es común encontrar condensadores cerámicos que tienen su valor impreso en un código de tres cifras, el código Jis inventado por los japoneses y se debe interpretar de la siguiente forma:



La tolerancia al igual que las resistencias hace referencia a la precisión del condensador.

Para cambiar de escalas uF, nF o pF usamos el multiplicador x 1000.

1.9 RESUMEN DE CAPACITORES

Son dispositivos que sirven para almacenar energía eléctrica entre sus armaduras y su unidad de medida para el almacenamiento de energía es el faradio (F).

Submúltiplos del faradio.

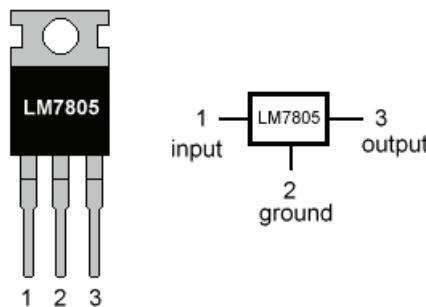
Microfaradio (Pf) = millonésima parte de 1f (1 x 10-6).

Nanofaradio (nf) = mil millonésima parte de 1f (1 x 10-9).

Picofaradio (pf) = billonésima parte de 1f (1 x 10-12).

1.10 FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA ARDUINO

Para el correcto funcionamiento de todo sistema electrónico la fuente de alimentación es parte fundamental y la mayoría de las veces no se da la importancia que tiene a la hora de conectar circuitos electrónicos.



Cuando se trabaja con microcontroladores contar con una buena y confiable fuente de alimentación es tan relevante que define el correcto funcionamiento del proyecto bajo prueba.

Funcionamientos erráticos producto de falsos contactos, interferencias en líneas de alimentación son algunos de los muchos inconvenientes que podemos encontrar si no prestamos atención a la fuente de alimentación.

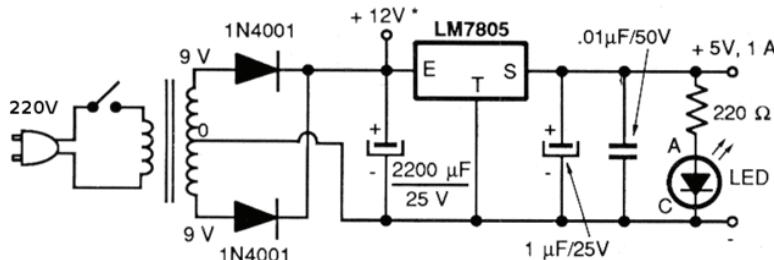
La fuente de alimentación debe ser regulada y estabilizada, (nunca utilice un cargador de baterías para celular o cargadores en general).

Los reguladores monolíticos como el popular LM7805 son muy prácticos de usar, todos los 78XX son reguladores positivos, la entrada al regulador será siempre sobre el borne positivo de la fuente.

XX es el voltaje de salida siendo el LM7805 un regulador para entregar 5 voltios en la salida, LM7809 entregará 9 voltios, LM7812 para 12 voltios, etc. Estos reguladores pueden manejar hasta 1 Amper de carga máxima. (*Superado los 400 miliamperes se debe colocar sobre un disipador de aluminio*).

El siguiente es un ejemplo simple de una fuente ensamblada con estos reguladores.

Diagrama esquemático



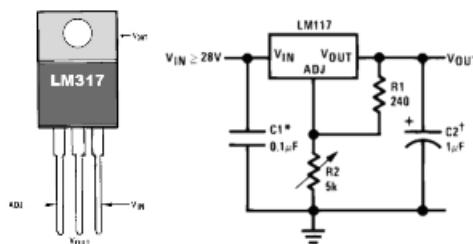
Alguna fuente en desuso de algún módem o router de internet en desuso pueden ser una excelente opción, ya vienen preparados para alimentar circuitos electrónicos con microcontroladores y procesos digitales.

Si contamos con una placa que funciona con 5 y/o 3 Voltios, necesitamos alimentar la placa con una fuente que entregue un voltaje superior a 5 Voltios.

Es común leer en las especificaciones que se pueden usar fuentes con rangos de 7 a 15 Voltios, si necesita obtener solo 5 voltios el excedente se disipa en forma de temperatura, alimentar todo con una fuente de 9 Voltios es lo ideal y los reguladores de voltaje trabajarán sin sobrecargas.

Si necesitamos una fuente que además de estabilizada sea variable, el LM317 resuelve el problema.

Observe el siguiente circuito electrónico.



Este regulador tiene el mismo encapsulado que el LM7805 (TO-220) solo que uno de esos terminales es el pin de ajuste para el voltaje de salida.

Solo verifique que está conectado los pines correctamente, si los confunde es muy posible que destruya el regulador.

Normalmente tendremos una salida con un rango de 1,5 Voltios hasta casi el voltaje de entrada.

En Internet hay abundante información de este regulador y las posibles configuraciones que se pueden conseguir para el armado de fuentes de alimentación estabilizadas.

La corriente de salida del LM317 está en el orden de 1.5 Amperes, para más potencia de salida podemos usar el LM338.