

Capítulo 1

Instrumentación básica aplicada a la reparación de equipos microinformáticos

Contenido

1. Introducción
2. Conceptos de electricidad y electrónica aplicada a la reparación de equipos microinformáticos
3. Magnitudes eléctricas y su medida
4. Señales analógicas y digitales
5. Componentes analógicos
6. Electrónica digital
7. Instrumentación básica
8. Resumen

1. Introducción

Los equipos informáticos son dispositivos formados por una serie de circuitos y componentes electrónicos. Es necesario comprender el funcionamiento de estos para ser capaz de detectar y reparar fallos y averías en los mismos.

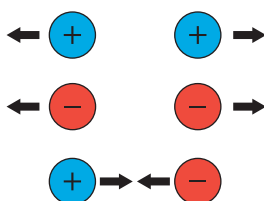
Este capítulo explica las nociones de electrónica y electricidad más importantes para obtener esa comprensión. Se introducirán conceptos de electrónica analógica y digital. Se presentarán los principales componentes de la electrónica analógica y el funcionamiento y principios básicos de la electrónica digital.

Además, se tratará el uso y la funcionalidad de los principales instrumentos utilizados en la electrónica para el diagnóstico y la medición de los circuitos.

2. Conceptos de electricidad y electrónica aplicada a la reparación de equipos microinformáticos

La **electricidad** es un fenómeno físico derivado del comportamiento de electrones y protones, causado por la atracción de partículas con distinta carga y la repulsión de partículas con la misma carga.

Atracción y repulsión de partículas



Nota

El flujo de energía siempre va del polo negativo hacia el positivo.

Se trata de un modo de energía y puede manifestarse como electricidad estática o como corriente eléctrica.



Ejemplo

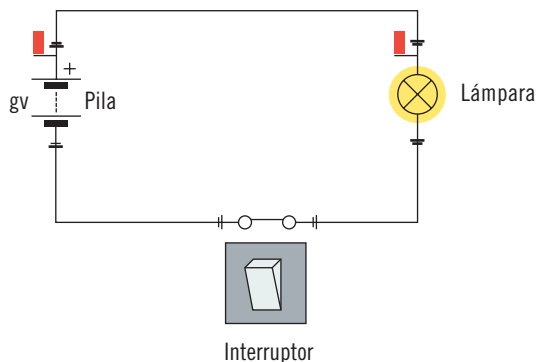
A partir de este ejemplo, se puede entender como circula la corriente eléctrica:

La pila pone en movimiento las cargas eléctricas negativas cuando se cierra el circuito eléctrico.

El circuito es el que permite la circulación de los electrones. En este caso, lo componen los cables que unen los componentes.

Cuando el circuito se cierra, porque el interruptor se pulsa, permite la circulación de la electricidad y se enciende la lámpara.

Ejemplo de circulación de la corriente eléctrica



Un material es **conductor de electricidad** cuando conduce la corriente eléctrica a través de él (facilidad con la que los electrones pueden atravesarlo). Los conductores principales son los metales y sus aleaciones (cobre, plata, aluminio, oro, etc.).

Lo contrario a un material conductor es un aislante, que impide el paso de electrones y, por lo tanto, la corriente eléctrica (porcelana, plásticos, etc.).



Material aislante

La **energía estática** es un exceso o defecto de electrones en la superficie de un material. Se concentra en este hasta que puede descargarse mediante un material conductor hacia tierra.

Esta carga puede estar provocada por varios fenómenos (frotación de dos objetos, transferencia de carga entre ellos, etc.).



Ejemplo

Cuando, al cepillarse el pelo con un cepillo de plástico, se separa este de la cabeza y atrae un montón de cabellos hacia él.

Descarga al tocar el tirador de una puerta o cualquier otro elemento cargado electrostáticamente.

Esto, aparentemente, no tiene más importancia excepto que para muchos componentes electrónicos resulta fatal. Muchos de estos componentes pueden dañarse con unos pocos voltios.

Otro ejemplo habitual donde se produce energía estática es manipulando bolsas de plástico, andando sobre una alfombra, moviéndose en una silla con material de poliuretano, etc.

La energía estática puede provocar daños en cualquier momento a un equipo informático o componente electrónico. Es por esto indispensable establecer los controles necesarios para manejar adecuadamente dichos dispositivos.

Antes de comenzar con la reparación de un equipo informático, es necesario descargarse de energía estática, bien tocando alguna superficie metálica que pueda descargar sobre la tierra o colocándose una pulsera antiestática. Estas pulseras se colocan en la muñeca y se conectan con una fuente de tierra para eliminar la energía estática.



Operación de reparación de un PC con pulsera antiestática colocada en la muñeca

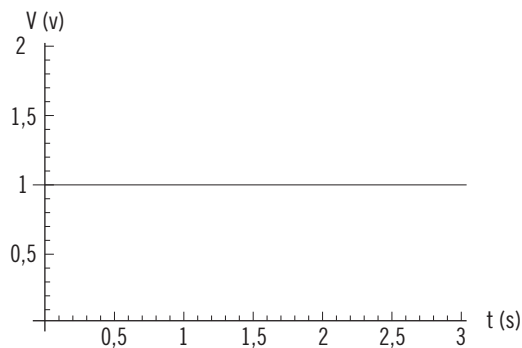


Consejo

Siempre que se vaya a manipular un dispositivo eléctrico es conveniente utilizar pulseras antiestáticas para evitar que ciertos componentes queden dañados.

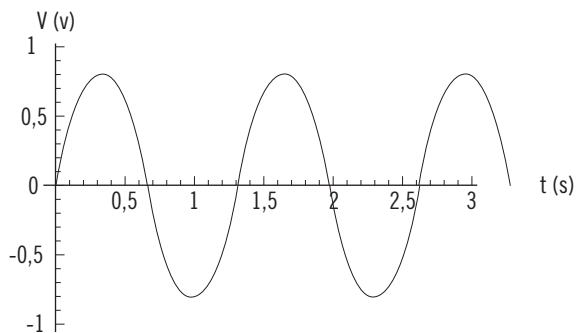
La **corriente continua** (CC o DC) se genera a partir de un flujo continuo de electrones (cargas negativas) siempre en el mismo sentido (desde el polo negativo al polo positivo). Se caracteriza por tener un valor fijo de tensión.

Gráfica V/t en corriente continua



En la **corriente alterna** (CA o AC), los electrones no se desplazan de un polo a otro, sino que, a partir de su posición fija en el cable, oscilan de un lado al otro de su centro. La corriente que se genera así no es un flujo constante, sino que va cambiando de sentido y signo todo el tiempo, con la frecuencia de oscilación de los electrones.

Gráfica V/t en corriente alterna



Los equipos informáticos necesitan estar conectados a una fuente de corriente alterna para funcionar (enchufe), pero debe transformarse en corriente continua posteriormente. Esta transformación se realiza en la fuente de alimentación.



Importante

La corriente alterna que llega por el suministro eléctrico muchas veces no es uniforme y se dan picos de voltaje que pueden estropear la fuente de alimentación y el ordenador. Es recomendable utilizar un SAI (sistema de alimentación ininterrumpida) para evitar esas variaciones de tensión.

La **electrónica** es la rama de la ciencia que trata del flujo y control de electrones y del diseño y aplicación de circuitos y dispositivos electrónicos.

Actualmente, la electrónica está en todas partes: en la informática, los aparatos domésticos, la medicina, etc.

La **diferencia entre electricidad y electrónica** no se encuentra en los elementos o dispositivos que conforman algún aparato, sino en el objetivo final de este. Si el aparato únicamente proporciona potencia o energía, es un aparato eléctrico (plancha eléctrica, lavavajillas, etc.); si el aparato indica, muestra o gestiona alguna información, es electrónico.



Nota

No todos los aparatos que consumen electricidad son electrónicos, pero todos los aparatos electrónicos consumen electricidad.

3. Magnitudes eléctricas y su medida

Las magnitudes eléctricas más importantes a tener en cuenta son las que se tratan a continuación.

3.1. La tensión eléctrica

Es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.

La diferencia de potencial o tensión entre dos puntos de un campo eléctrico también se define como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico, sobre una partícula cargada, para moverla de un lugar a otro.

La Ley de Ohm establece que:

$$V = I \cdot R$$

Donde:

- V: voltaje.
- I: intensidad de la corriente.
- R: resistencia.

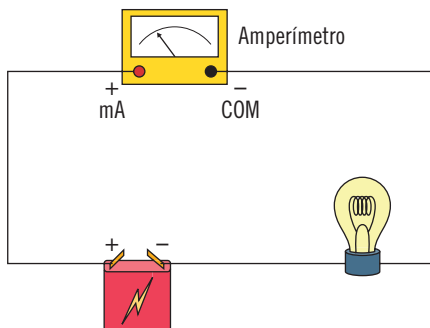
La tensión se puede medir con un voltímetro. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el voltio (V).

3.2. Intensidad

La intensidad de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) en ohmios que ofrezca al paso de esa corriente la carga o consumidor conectado al circuito. Si ofrece poca resistencia al paso de la corriente, la cantidad de electrones que circulen por el circuito será mayor y viceversa.

La intensidad de corriente se representa con la letra I y se mide en amperios (A). El aparato que mide las intensidades de corriente es el amperímetro.

Medición de la intensidad de corriente de un circuito con un amperímetro

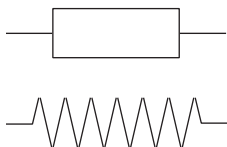


3.3. Resistencia

Oposición de un circuito al flujo de la corriente eléctrica. Se representa por la letra R y se mide en ohmios (Ω).

El componente se llama resistencia y los símbolos con los que se representa (indistintamente) en un circuito son los mostrados en la siguiente imagen.

Símbolos de la resistencia



Sabía que...

Pueden asociarse varias resistencias en serie o en paralelo.

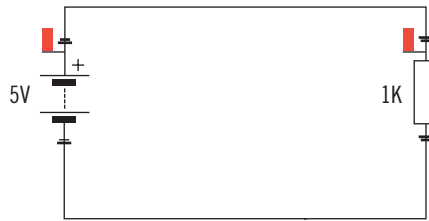
- Están conectadas en serie cuando todas ellas son recorridas por la misma corriente.
- Están conectadas en paralelo cuando al aplicar una diferencia de potencial todas las resistencias tienen la misma caída de tensión.



Aplicación práctica

Calcule el valor de la resistencia del siguiente circuito, sabiendo que la intensidad de corriente es 5 mA (miliamperios):

Circuito



SOLUCIÓN

Sabiendo que los datos que se han dado en el enunciado son la intensidad de corriente (I) = 5 mA y el voltaje (V), utilizando la Ley de Ohm, donde $R = V/I$, se obtiene que $5/0,005 = 1.000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega$.

3.4. Potencia

Es la energía consumida por unidad de tiempo. Se representa con la P y se mide en vatios (W).

$$P = V \cdot I$$

Luego potencia es igual a voltaje por intensidad de corriente.



Ejemplo

En el caso de una bombilla de 40 W, si permanece encendida 3 h, consumirá una energía de $40 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 120 \text{ W/h} = 0,12 \text{ kWh}$.

3.5. Capacidad

Fenómeno eléctrico por el cual se almacena carga eléctrica en un cuerpo. Se representa con la letra C y se mide en faradios (F).

Los dispositivos más utilizados para almacenar esta carga eléctrica son los condensadores, que están formados por láminas metálicas enrolladas y llevan entre estas láminas una sustancia no conductora o dieléctrica. El condensador resultante se envuelve en una funda de plástico. Su capacidad es de algunos microfaradios.

Símbolo de un condensador



Varios condensadores

4. Señales analógicas y digitales

Una señal es **analógica** cuando se representa mediante valores continuos a lo largo del tiempo. El valor de esta puede variar a cada instante, siempre dentro del margen posible de variación de la misma.



Ejemplo

Señales analógicas son las que presenta un electrocardiograma, que registra los valores eléctricos de la actividad del corazón humano de manera continua. También un reloj de pared, que a lo largo del día va pasando por todas las horas, minutos y segundos. Presión, ondas de radio, sonidos, etc.

Una señal es **digital** cuando toma valores discretos a lo largo del tiempo. Puede decirse que se divide en una serie de partes o bits de información que la conforman.



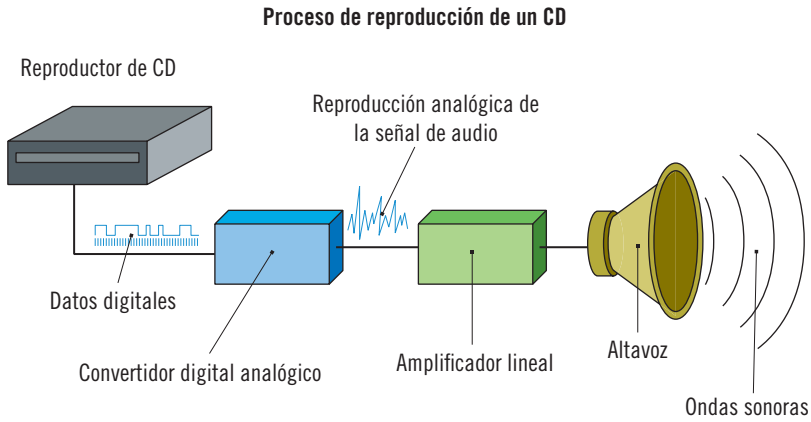
Ejemplo

El código Morse. La señal está compuesta por una serie de pulsos (estos se activan o no se activan).

También la salida de un reproductor de CD, como se ilustra en la siguiente figura.

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior



Los circuitos electrónicos pueden clasificarse en:

- Digitales: utilizan señales digitales.
- Analógicos: utilizan señales analógicas.



Recuerde

Analógico: continuo.

Digital: discreto.

5. Componentes analógicos

Los componentes de un circuito electrónico pueden ser analógicos o digitales. Después de ver la diferencia entre electrónica analógica y digital, se describirán algunos de los componentes analógicos más utilizados.

5.1. Electrónica analógica y electrónica digital

En la electrónica analógica, los valores de la información pueden variar entre un infinito conjunto de valores.

De la electrónica digital se hablará más adelante. Los circuitos electrónicos están formados por componentes electrónicos.

Estos componentes pueden ser analógicos (manipulan magnitudes físicas que se representan en forma analógica), como la resistencia, el relé, el diodo, el condensador, el transistor, el amplificador operacional, etc.

También pueden ser digitales, como las memorias, *flip-flops* o biestables, puertas lógicas, etc.

Resistencia

Es un componente que dificulta el paso de la corriente eléctrica, es decir, ofrece resistencia a dejarse atravesar por la corriente eléctrica. En los circuitos electrónicos, siempre se utilizan mucho.



Resistencia

El valor en ohmios de una resistencia está expresado en la misma a modo del siguiente código de colores:



| Colores | 1ª Cifra | 2ª Cifra | Multiplicador | Tolerancia |
|-----------|----------|----------|------------------|-------------|
| Negro | | 0 | 0 | |
| Marrón | 1 | 1 | $\times 10$ | $\pm 1\%$ |
| Rojo | 2 | 2 | $\times 10^2$ | $\pm 2\%$ |
| Naranja | 3 | 3 | $\times 10^3$ | |
| Amarillo | 4 | 4 | $\times 10^4$ | |
| Verde | 5 | 5 | $\times 10^5$ | $\pm 0,5\%$ |
| Azul | 6 | 6 | $\times 10^6$ | |
| Violeta | 7 | 7 | $\times 10^7$ | |
| Gris | 8 | 8 | $\times 10^8$ | |
| Blanco | 9 | 9 | $\times 10^9$ | |
| Oro | | | $\times 10^{-1}$ | $\pm 5\%$ |
| Plata | | | $\times 10^{-2}$ | $\pm 10\%$ |
| Sin color | | | | $\pm 20\%$ |



Ejemplo

Una resistencia de $120\ \Omega$ tendrá el siguiente código de colores: marrón, rojo, marrón.



Diodo

Componente semiconductor que se encuentra prácticamente en todo circuito electrónico.

Los diodos se fabrican en silicio y germanio.

Símbolo del diodo (A, ánodo, K, cátodo)



Los diodos constan de dos partes, una llamada N y la otra llamada P, separadas por una juntura llamada barrera o unión.

Esta es de 0,3 V en el diodo de germanio y de 0,6 V aproximadamente en el diodo de silicio.

Los diodos tienen muchas aplicaciones, pero una de las más comunes es el proceso de conversión de corriente alterna (CA) a corriente continua (CC). En este caso, se utiliza el diodo como rectificador.

Transistor

Componente electrónico compuesto por material semiconductor que amplifica y conmuta la corriente eléctrica.

6. Electrónica digital

Versa sobre sistemas donde la información está representada mediante señales digitales, también denominadas sistemas electrónicos digitales.

Digital quiere decir todo lo que tenga que ver con dígitos, aunque, hoy en día, cuando se habla de digital, se remite automáticamente a términos como *flip-flop*, CMOS, ordenadores, memorias, etc.

La información está codificada en dos estados (1 y 0) que representan la tensión o la ausencia de tensión. Las operaciones se realizan utilizando el sistema binario y el álgebra de Boole o lógica booleana.

Los circuitos electrónicos digitales se construyen a partir de puertas lógicas (compuestas por componentes más sencillos, como resistencias, transistores, diodos, etc.) Existen distintos tipos de puertas lógicas: AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR, etc. Estas vienen en circuitos integrados y cada una de ellas se representa por su símbolo lógico, una expresión matemática y una tabla de verdad.

La información que se mide, registra, procesa, controla, etc., es analógica o digital, dependiendo del sistema que se utilice. En la electrónica digital, la información se representa por dígitos.

Las ventajas de las técnicas digitales son:

- Mayor precisión.
- El almacenamiento de la información es más sencillo.
- La programación de los sistemas digitales es más asequible que la de los analógicos.
- Más fácil de diseñar, ya que los valores exactos del voltaje no se tienen en cuenta, solo si hay o no hay.
- A los circuitos digitales les afecta menos el ruido.

Por su parte, la limitación de las técnicas digitales es que las magnitudes que se suelen medir en los sistemas digitales son las provenientes de la naturaleza y son analógicas, por lo que se necesita utilizar conversores analógico/digitales (A/D) y digitales/analógicos (D/A).

6.1. Sistemas de representación numérica y alfabética

En el ordenador, los datos e instrucciones se representan con distintos sistemas de numeración. Los más utilizados son el decimal, el binario, el octal y el hexadecimal.



Definición

Sistema de numeración

Convención para nombrar o representar números. Cada sistema de numeración se caracteriza por su base, que es el número símbolos distintos que utiliza (base 10, base 2, base 8, base 16, etc.).

Sistema decimal

Compuesto de diez símbolos o números. Estos son 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Mediante combinaciones de estos símbolos, es posible representar cualquier número. Al sistema decimal se le llama también sistema en base 10, ya que está formado por 10 posibles dígitos.



Ejemplo

Los números que se usan a diario para designar cantidades (58 euros, 876 personas, 13.098 personas, 240 caramelos, etc.).

Los números decimales también se pueden expresar como:

- $58 = 58_{10}$ (se lee como cincuenta y ocho en base 10).
- $876 = 876_{10}$ (se lee como ochocientos setenta y seis en base 10), etc.

Sistema binario

En el sistema binario solo existen dos posibles valores o símbolos para representar cualquier número. Estos valores son el 0 y el 1. A este sistema se le

conoce también como sistema en base 2, ya que está formado por 2 posibles dígitos. Mediante estos dos valores, es posible la representación de cualquier número.



Ejemplo

Alguno de los números binarios son por ejemplo 1010, 01110101, 101010111, etc. Solo están compuestos por unos y ceros.

Los números binarios también se pueden leer como: $1010 = 1010_2$ (uno, cero, uno, cero en base 2).

En el sistema binario, los números toman su valor de la posición (como en el decimal). Cada dígito binario utiliza su propio valor elevado a la potencia de 2.

En este sistema, el dígito binario se nombra como **bit**.

En un número de cuatro bits, el valor de cada bit, dependiendo de su posición, es calculado fácilmente con la tabla siguiente.

| $2^3 = 8$ | $2^2 = 4$ | $2^1 = 2$ | $2^0 = 1$ | Decimal |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

Tabla de valores, de cada una de las posiciones, de un número binario

| $2^3 = 8$ | $2^2 = 4$ | $2^1 = 2$ | $2^0 = 1$ | Decimal |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 11 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 12 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 13 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 14 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 15 |



Aplicación práctica

Calcule el valor decimal del número binario 1010.

SOLUCIÓN

| Bits | 4º bit | 3º bit | 2º bit | 1º bit |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Número binario | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Conversión | $1 \cdot 2^3$ | $0 \cdot 2^2$ | $1 \cdot 2^1$ | $0 \cdot 2^0$ |
| Valor de bit | 8 | 0 | 2 | 0 |

Se suman los valores de los bits ($8 + 0 + 2 + 0$) y se obtiene el equivalente al 1010 en decimal $\rightarrow 10$.

Sistema hexadecimal

El sistema hexadecimal tiene base 16, por lo que dispone de 16 símbolos. Utiliza las letras de la A a la F para representar los números del 10 al 15, luego el conjunto completo de símbolos es: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.



Aplicación práctica

Calcule el valor decimal del número hexadecimal 1E2B.

SOLUCIÓN

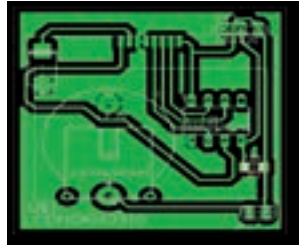
| Bits | 4º bit | 3º bit | 2º bit | 1º bit |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Número binario | 1 | E | 2 | 8 |
| Conversión | $1 \cdot 16^3$ | $E \cdot 16^2$ | $2 \cdot 16^1$ | $B \cdot 16^0$ |
| Valor de bit | $1 \cdot 4096 = 4096$ | $14 \cdot 256 = 3584$ | $2 \cdot 16 = 32$ | $11 \cdot 1 = 11$ |

Se suman los valores de los bits ($4096+3584+32+11$) y se obtiene el equivalente al 1E2B16 en decimal $\rightarrow 7723_{10}$.

6.2. El circuito impreso

Un circuito eléctrico, en general, es un dispositivo eléctrico que ofrece un camino para que la corriente eléctrica fluya, interconectando elementos eléctricos, como condensadores, resistencias, interruptores, fuentes de alimentación, etc.

Un circuito impreso (*printed circuit board* o PCB en inglés) es una tarjeta o placa donde se colocan los distintos componentes electrónicos que conforman el circuito y las interconexiones eléctricas entre ellos.



PCB de una LCD Nokia 3310

En los últimos años, el tamaño de los componentes electrónicos se ha reducido en forma considerable, lo que implica menor separación entre pines (pantallas con las que se les conecta al circuito impreso) para circuitos integrados de alta densidad.



Nota

Es necesaria una muy buena precisión en el proceso de impresión de la placa con la finalidad de garantizar tolerancias mínimas.

Los circuitos impresos más sencillos corresponden a los que contienen caminos de cobre (*tracks*) solamente por una de las superficies de la placa. A estas placas se les conoce como circuitos impresos de una capa o, en inglés, *1 Layer PCB*.

Los circuitos impresos más comunes de hoy en día son los de 2 capas o *2 Layer PCB*. Sin embargo, dependiendo de la complejidad del diseño del circuito (o *PCB layout*), pueden llegar a fabricarse hasta de 8 o más *layers*.

6.3. Circuitos lógicos y funciones lógicas

En este apartado, se realiza una introducción a los circuitos lógicos y al funcionamiento básico de los mismos, explicado en las funciones lógicas que implementan.

Circuitos lógicos

Circuito lógico es aquel que gestiona la información en forma de unos y ceros. En lógica positiva, el 1 es un nivel alto (5 V) y el 0 es un nivel bajo (0 V). En lógica negativa, el 0 es un nivel alto (5 V) y el 1 es un nivel bajo (0 V).

Existen diferentes familias de circuitos lógicos, siendo las principales:

- La TTL, que trabaja con dos niveles: 0 y 5 V.
- La CMOS, que también trabaja con dos niveles: 0 y 3-15 V.

Los circuitos lógicos se construyen a partir de circuitos elementales, denominados digitales, como las puertas lógicas (definen funciones lógicas básicas), entre las cuales se diferencian:

- Puertas lógicas básicas: OR, AND, NOT.
- Puertas lógicas derivadas: NOR, NAND, etc.

También se utilizan puertas lógicas con mayor número de elementos, como los multiplexores, demultiplexores, codificadores, decodificadores, *flip-flops*, memorias y microprocesadores.

Funciones lógicas

Una función lógica define una relación entre una o más entradas (llamadas variables lógicas). Dichas funciones se representan mediante tablas de verdad, aunque también se utilizan expresiones algebraicas.

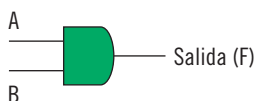
Las funciones lógicas más comunes son AND, OR y NOT. Cada función tiene un símbolo distintivo, con una o más entradas (A y B) y una salida. Tanto

las entradas como las salidas son variables lógicas, por lo que su valor o estado lógico será 0 o 1.

AND o producto lógico

Tiene dos entradas (en su variación más sencilla), A y B, y una salida (F), que es el producto lógico de ambas.

Símbolo de AND



Su tabla de verdad es la siguiente:

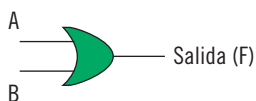
| A | B | F = A · B |
|---|---|-----------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

Su función algebraica es: $F = AB$ o $F = A \cdot B$.

OR o suma lógica

Tiene dos entradas (en su variación más sencilla) A y B y una salida, que es la suma lógica de ambas.

Símbolo de OR



Su tabla de verdad es:

| A | B | F = A + B |
|---|---|-----------|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

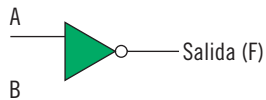
Su función algebraica es:

$$F = A + B.$$

NOT

Invierte la variable de entrada, es decir, cambia 1 por 0 y 0 por 1.

Símbolo de NOT



Su tabla de verdad es:

| A | F = |
|---|-----|
| 0 | 1 |
| 1 | 0 |

Su función algebraica es:

$$F = \bar{A}$$

6.4. Principio de funcionamiento de circuitos integrados digitales

Los circuitos digitales trabajan con señales que solo pueden tomar uno de dos valores posibles. En sistemas de lógica positiva, el nivel próximo a tierra se considera el nivel lógico (0) y el nivel próximo a la tensión de alimentación se considera como nivel lógico (1).

Los circuitos integrados digitales funcionan según el álgebra de Boole, siendo esta su base matemática.

El álgebra de Boole es un conjunto que consta de 2 elementos (1 y 0). Estos representan la presencia y ausencia de tensión.

Opera según los siguientes operadores, postulados, propiedades, teoremas y leyes:

| Operadores | | |
|---------------|-----------------------|----------------------------|
| Suma: $a + b$ | Producto: $a \cdot b$ | Negación: a' o \bar{a} |

| Postulados | | |
|-----------------------|-------------------|-----------------|
| Complementario | $a + \bar{a} = 1$ | a |
| Idempotencia | $a + a = a$ | $a \cdot a = a$ |
| Elemento neutro | $a + 0 = a$ | $a \cdot 1 = a$ |
| Dominio del 0 y del 1 | $a + 1 = 1$ | $a \cdot 0 = 0$ |

| Propiedades | | |
|--------------|---|---|
| Conmutativa | $a + b = b + a$ | $a \cdot b = b \cdot a$ |
| Distributiva | $a + b \cdot c = (a + b) \cdot (a + c)$ | $a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$ |
| Asociativa | $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c = a \cdot b \cdot c$ | $a + (b + c) = (a + b) + c = a + b + c$ |

| Teoremas | | |
|--------------------------|---|--|
| Absorción | $a + (a \cdot b) = a$ | $a \cdot (a + b) = a$ |
| Unidad de complementario | $a = 1 \rightarrow \bar{a} = 0$ $\bar{a} = 1 \rightarrow a = 0$ | $a \xrightarrow{\text{solo}} \bar{a}$ $\bar{a} \xrightarrow{\text{solo}} a$ |
| Dualidad | $a \cdot \bar{b} + \bar{a} \cdot b \equiv ((\bar{a} + b) \cdot (a + b))'$ | |

Nota: $\bar{\bar{a}} = a'$

| Leyes de Morgan | |
|--|--|
| $(a \cdot b \cdot c \cdot d)' = \bar{a} + \bar{b} + \bar{c} + \bar{d}$ | $(a + b + c + d)' = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}$ |

7. Instrumentación básica

Se necesitan una serie de aparatos de medida y calibración de las magnitudes eléctricas que ayuden en el diagnóstico y diseño de circuitos electrónicos. A continuación, se va a revisar el funcionamiento de los más importantes.

7.1. Polímetro

Instrumento de medida multifuncional que medirá diversas magnitudes dentro de un circuito electrónico.

Descripción

También conocido como multímetro, como la propia palabra indica, es un instrumento para tomar varios tipos de medidas, siempre asociadas a magnitudes eléctricas.

Realiza las funciones de estos instrumentos:

- Voltímetro: mide voltaje o diferencia de tensión (voltios) en CC y CA.
- Amperímetro: mide la intensidad de la corriente (amperios) en CC y CA.
- Ohmímetro: mide la resistencia a la corriente eléctrica (ohmios) en CC.

Existen polímetros analógicos y digitales. Los analógicos disponen de un conmutador que se mueve de posición según la magnitud a medir. Suelen disponer de un segundo conmutador que mide la magnitud en distintos márgenes.



Polímetro analógico

En los polímetros digitales, no es necesario seleccionar el orden de medida, solo la magnitud a medir.



Polímetro digital

Los bornes de conexión son los extremos en los cuales se han de conectar las clavijas de las puntas de prueba. Según el tipo de medida que se vaya a realizar, deberán colocarse en una posición u otra.



Definición

Puntas de prueba

Elementos que interconectan el polímetro con el componente o circuito a medir. Tienen una punta metálica sobre un mango aislante y se conectan a través de un cable al polímetro por medio de una clavija. Uno es de color rojo, que se suele emplear para la polaridad positiva, y el otro de color negro, para la negativa, aunque en algunos casos la polaridad es indiferente.



Medida de resistencias, tensiones e intensidades

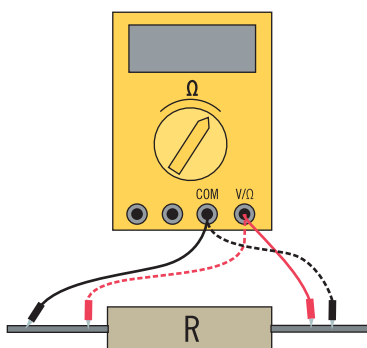
Se procede a la descripción de cómo tomar con el polímetro los valores de la resistencia, tensión e intensidad de un circuito.

Resistencias

Para medir el valor de una resistencia, esta no debe estar conectada a ninguna fuente de corriente eléctrica (pilas, fuente de alimentación, condensadores cargados, etc.), procediendo de la siguiente forma:

- Se coloca la clavija de la punta de prueba negra en el borne del señalado con las letras COM y la clavija de la punta de prueba roja en el borne señalado con las letras V/ Ω .
- Se elige el alcance máximo de medida (200, 2 K, 200 K, 2 M, 20 M, etc.). Escoger siempre la opción más aproximada.
- Se coloca la punta de prueba negra en un extremo de la resistencia y la punta de prueba roja en el otro.
- Se enciende el polímetro.
- Se lee la medida, teniendo en cuenta que:
 - Si aparece un 1 en la pantalla, indica que el valor de la resistencia es mayor que el alcance máximo de la escala.
 - Si aparece en la pantalla “.000”, “0.00” o “00.0”, indica que el valor de la resistencia es menor que la escala elegida y que no es capaz de medir el valor.

Medición de la resistencia con un polímetro



Tensiones

Los pasos a realizar para la toma de la tensión con el polímetro son:

- Se coloca la clavija de la punta de prueba negra en el borne del señalado con las letras COM y la clavija de la punta de prueba roja en el borne señalado con las letras V/ Ω .

- Se elige el alcance máximo de medida (200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1.000 V).
- Se coloca la punta de prueba negra en el extremo de la resistencia más cercano o que mire al polo negativo de la fuente de tensión.
- La punta de prueba roja en el extremo de la resistencia más cercano o que mire al polo positivo de la fuente de tensión.
- Se enciende el polímetro.
- Se lee la medida.

Intensidades

Los pasos a realizar para la toma de la intensidad con el polímetro son:

- Se coloca la clavija de la punta de prueba negra en el borne del señalado con COM y la clavija de la punta de prueba roja en el borne con la letra A o en 20 A si la intensidad que se va a medir es superior a 2 amperios.
- Se elige el alcance máximo de medida (20 μ A, 200 μ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A y 20 A).
- Se abre el circuito (levantando una patilla de la resistencia, cortando el hilo de conexión, etc.) y se intercalan las puntas de prueba de la siguiente forma:
 - Colocar la punta de prueba negra en el extremo de la resistencia o del cable más cercano o que mire al polo negativo.
 - Colocar la punta de prueba roja en el extremo de la resistencia o del cable más cercano o que mire al polo positivo.



Importante

Al medir con el polímetro una tensión o intensidad, si no se conocen los órdenes de las magnitudes, se debe elegir siempre el rango más alto de la escala.

7.2. Osciloscopio

Es un dispositivo que muestra de modo gráfico la oscilación de las señales eléctricas en el tiempo. En el eje de las abscisas (X), se representa el tiempo, en el de las ordenadas (Y), el voltaje.



Nota

El uso del osciloscopio es muy variado y puede emplearse desde para usos industriales hasta médicos.

Funcionamiento

Con un osciloscopio, las operaciones que se pueden realizar son:

- Determinar el periodo, el voltaje y la frecuencia de una señal.
- Conocer qué parte de la señal es DC (continua) y cuál AC (alterna).
- Medir la fase entre dos señales.
- Diferenciar qué parte de la señal es ruido y cómo varía en el tiempo.
- Localizar averías en un circuito.

Terminología

Algunos de los términos necesarios para entender el funcionamiento del osciloscopio son:

- **Onda:** propagación de la radiación electromagnética a través del espacio. Los tipos principales de ondas son: senoidales, cuadradas, rectangulares, triangulares, en diente de sierra, pulsos y flancos.
- **Forma de onda:** representación gráfica de una onda. Se representa con el tiempo en el eje horizontal (X) y la amplitud en el eje vertical (Y).

Proporciona una valiosa información sobre la señal (saber si el voltaje ha cambiado con el tiempo).

- **Ciclo:** parte de la onda que se repite en el tiempo.

Puesta en funcionamiento. Sondas

Antes de comenzar a utilizar el osciloscopio, es necesario tener en cuenta:

1. Conectar a tierra el aparato y a la persona que está realizando las mediciones.
2. Ajustar los controles del aparato.

La sonda es un conector específicamente diseñado para evitar ruidos que puedan perturbar la medida de la señal. Existen activas, pasivas y de corriente.

Controles de un osciloscopio

En un osciloscopio, los controles o mandos que se pueden distinguir son:

- Pantalla.
- Ajuste de nivel 0.
- Selector del tiempo.
- *Trigger* o punto de señal en el que se dispara el osciloscopio.
- Canal a visualizar (CH1 o CH2).
- Selector de rangos máximos.
- Selector CA/CC.
- On/off.



Osciloscopio

Técnicas de medida

Medir el voltaje y el tiempo es lo más sencillo, ya que se toman directamente.

- **Voltaje:** es necesario contar el número de divisiones verticales que muestra la señal en pantalla. Se pueden utilizar las subdivisiones de la rejilla para realizar una medida más precisa. Es importante que la señal ocupe el máximo espacio de la pantalla para realizar medidas fiables, para ello, se usa el control del amplificador vertical.
- **Tiempo:** para realizar medidas de tiempo, se utiliza la escala horizontal del osciloscopio. Se miden periodos, anchura de impulsos y tiempo de subida y bajada de impulsos.



Consejo

Es recomendable que la medida ocupe la mayor parte de la pantalla (utilizar el conmutador de la base de tiempos).

7.3. Generador de baja frecuencia

A continuación, se describe en líneas básicas un generador de baja frecuencia, cómo y para qué se utiliza.

Descripción

Se trata de un dispositivo para suministrar señales de diversos tipos (senoidal, cuadrada, etc.) a bajas frecuencias para comprobar el funcionamiento de un circuito.



Generador de baja frecuencia

Utilización

El generador de baja frecuencia o GBF se conecta con su borne de salida a uno de los canales de entrada del osciloscopio (por ejemplo CH1). En el monitor del osciloscopio, aparecerá la señal que se está pasando (por ejemplo una señal senoidal).

Desde los controles del GBF, se puede seleccionar la frecuencia de la señal que está emitiendo.

8. Resumen

En este capítulo, se ha aprendido el concepto de electricidad y cómo circula la corriente eléctrica en un circuito. Algunos materiales la pueden conducir (conductores) y otros no (aislantes).

A la hora de manipular un dispositivo electrónico, como un ordenador, es importante descargarse de la energía estática utilizando una pulsera antiestática para evitar dañarlos.

Entre las magnitudes eléctricas que se han revisado están la tensión, la intensidad, la resistencia, la potencia y la capacidad.

Se han estudiado los fundamentos de la electrónica digital:

- Diversos sistemas de numeración, como el binario, el decimal y el hexadecimal.
- El circuito impreso y los circuitos, funciones lógicas (AND, OR y NOT) y álgebra booleana.

El polímetro, el osciloscopio y el generador de bajas frecuencias son los instrumentos que se han detallado para conocer las posibilidades que ofrecen en el diseño y diagnóstico de circuitos electrónicos.



Ejercicios de repaso y autoevaluación

1. La circulación de la corriente eléctrica discurre desde...

- a. ... el polo positivo al polo negativo.
- b. ... el polo negativo al positivo.
- c. ... desde el centro del cable hacia los extremos.
- d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

2. El fenómeno eléctrico por el cual se almacena carga eléctrica en un cuerpo se denomina...

- a. ... resistencia.
- b. ... capacidad.
- c. ... voltaje.
- d. ... tensión.

3. El número binario 1011010 se corresponde con el número decimal...

- a. ... 90.
- b. ... 35.
- c. ... 86.
- d. ... 123.

4. Dos de las familias de circuitos lógicos más utilizadas son:

- a. CMOS y AND.
- b. TTL y NOT.
- c. TTL y CMOS.
- d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

5. Escoja la afirmación correcta.

- a. En la señal analógica, la información puede tomar infinitos valores.
- b. La señal digital es una onda sinusoidal.
- c. La señal analógica está representada por una onda cuadrada.
- d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

6. A los circuitos digitales les afecta más el ruido que a los analógicos.

- Verdadero
- Falso

7. En los circuitos lógicos, la información se gestiona...

- a. ... en forma de 1 y 0.
- b. ... en un infinito rango de valores.
- c. Las respuestas a. y b. son correctas.
- d. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

8. En la puerta lógica AND, la función algebraica que le corresponde es:

- a. $F = A + B$.
- b. $F = A \cdot B$.
- c. $F = \bar{A}$.
- d. $F = A + B + \bar{A}$.

9. La diferencia de potencial también se llama...

- a. ... voltaje o tensión.
- b. ... intensidad.
- c. ... resistencia.
- d. ... extensión lógica.

10. El polímetro permite medir...

- a. ... tensión, resistencia y capacidad.
- b. ... tensión, resistencia e intensidad.
- c. ... impedancia, resistencia y voltaje.
- d. ... potencia, resiliencia y capacitación.

