

Objetivos

Después de estudiar este capítulo, el lector debe ser capaz de:

- Explicar el problema del efecto de la carga en los sistemas de medición.
- Identificar los elementos de presentación de datos utilizados de manera común y describir sus características.
- Explicar los principios de grabación magnéticos y ópticos.
- Explicar los principios de las pantallas, en particular las de siete segmentos LED y las pantallas de matriz de puntos.
- Describir los elementos básicos de sistemas de adquisición de datos e instrumentos virtuales.

6.1

Pantallas

Este capítulo aborda la manera en la que deben de aparecer los datos en pantalla, por ejemplo, como dígitos en una pantalla LED o mostrados en una pantalla de computadora, y almacenados, por ejemplo, en un disco duro o un CD.

Los sistemas de medición consisten en tres elementos: sensor, acondicionador de señal y pantalla o elemento de presentación de datos (vea la sección 1.4). Existe una muy amplia variedad de elementos que se pueden usar para la presentación de datos. Se han clasificado de manera tradicional dentro de dos grupos: indicadores y grabadores. Los **indicadores** ofrecen una indicación visual instantánea de la variable de sensación mientras los **grabadores** registran la señal de salida sobre un periodo y ofrecen de manera automática un registro permanente.

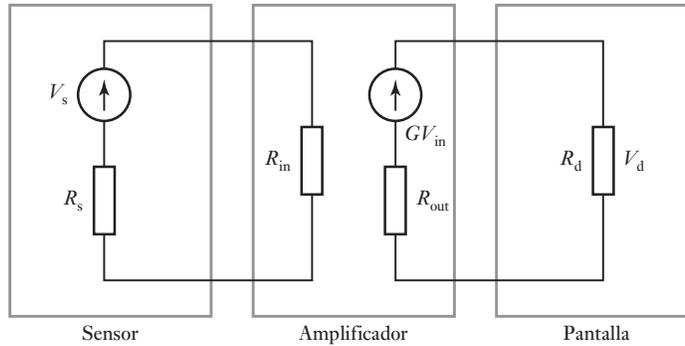
Este capítulo también puede ser considerado como el complemento de un grupo de capítulos que tienen que ver con los sistemas de medición, por ejemplo; sensores, acondicionamiento de señales y ahora pantalla, y de la misma manera, este capítulo sirve para reunir los artículos en una cantidad considerable de ejemplos de los sistemas de medición completos.

6.1.1 Efecto de la carga

Un punto general que tiene que tomarse en cuenta cuando se reúne cualquier sistema de medición es el **efecto de la carga**, por ejemplo, el efecto de conectar una carga a través de las terminales de salida de cualquier elemento de un sistema de medición.

Al conectar un amperímetro dentro de un circuito para realizar una medición de la corriente cambia la resistencia del circuito y por lo tanto el de la corriente actual. El hecho de intentar la medición modifica la corriente que se está midiendo. Cuando un voltímetro se conecta a un resistor, entonces de manera efectiva se ponen dos resistores en paralelo, y si la resistencia del voltímetro no es considerablemente más alta que la del resistor la corriente a través del resistor

Figura 6.1 Medición del efecto de carga.



cambia de manera notable y, por lo tanto, el voltaje que se está midiendo cambia. El hecho de intentar la medición ha modificado el voltaje que se estuvo midiendo. A dichas acciones se les conoce como efecto de la carga.

El efecto de la carga también puede ocurrir cuando la conexión de un elemento a otro modifica las características del elemento precedente. Considere, por ejemplo, un sistema de medición que consiste en un sensor, un amplificador y un elemento de pantalla (Figura 6.1). El sensor tiene una salida de circuito abierto de voltaje V_s y una resistencia R_s . El amplificador tiene una resistencia de entrada $R_{entrada}$. Ésta es, por lo tanto, la carga a través del sensor. De manera que, el voltaje de entrada desde el sensor está dividido, por ello, que la diferencia de potencial en esta carga y, por lo tanto, el voltaje de entrada $V_{entrada}$ en el amplificador es

$$V_{entrada} = \frac{V_s R_{entrada}}{R_s + R_{entrada}}$$

Si el amplificador tiene un voltaje de ganancia G , entonces la salida de voltaje de circuito abierto desde éste será $GV_{entrada}$. Si el amplificador tiene una resistencia de salida de R_{salida} entonces el voltaje de salida desde el amplificador está dividido de manera que la diferencia de potencial V_d a través del elemento de pantalla, resistencia R_d , es

$$\begin{aligned} V_d &= \frac{GV_{entrada} R_d}{R_{salida} + R_d} = \frac{GV_s R_{entrada} R_d}{(R_{salida} + R_d)(R_s + R_{entrada})} \\ &= \frac{GV_s}{\left(\frac{R_{salida}}{R_d} + 1\right) \left(\frac{R_s}{R_{entrada}} + 1\right)} \end{aligned}$$

Por lo tanto, si los efectos de la carga son insignificantes, se requiere: $R_{salida} \gg R_d$ y $R_s \gg R_{entrada}$.

6.2

Elementos para la presentación de datos

Esta sección es una breve visión general de los ejemplos de elementos para la presentación de datos que se usan con mayor frecuencia.

6.2.1 Medidores analógicos y digitales

El **medidor de bobina móvil** es un indicador analógico con un puntero que se mueve a través de una escala. El movimiento básico del instrumento es un microamperímetro de c.d. con derivadores, multiplicadores y rectificadores que

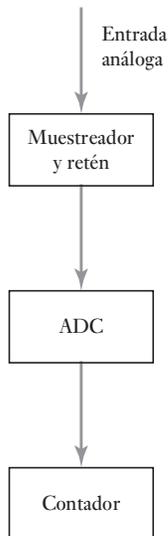


Figura 6.2 Principio del voltímetro digital.

están en uso para convertirlo a otros intervalos de corriente directa y medición de corriente alterna y medición de corriente alterna, voltaje directo y voltaje alterno. Con corrientes y voltajes alternos, el instrumento es restringido a 50 Hz y 10 Hz. La precisión de tal medidor depende de algunos factores, entre ellos la temperatura, la presencia de campos magnéticos cercanos o materiales ferrosos, la forma en la que se conecta el medidor, la fricción de los cojinetes, imprecisiones en la escala que se hacen durante la fabricación, etc. Además, hay errores en la lectura del medidor; por ejemplo, errores de paralaje cuando se lee la posición del puntero contra la escala desde un ángulo que no sea directo en ángulos rectos a la escala y errores que surgen desde el cálculo de la posición del puntero entre las marcas de la escala. La precisión general por lo común es del orden de ± 0.1 a $\pm 5\%$. El tiempo que le lleva al medidor de bobina móvil alcanzar una deflexión firme por lo general es de unos pocos segundos. La resistencia baja del medidor puede presentar problemas por efecto de la carga.

Un **voltímetro digital** da en su lectura una secuencia de dígitos. Este tipo de exhibidor elimina los errores de paralaje e interpolación y su exactitud puede llegar a $\pm 0.005\%$. El voltímetro digital es en esencia una unidad de muestreo y retención conectada a un convertidor analógico o digital, y un contador que se encarga de contar la salida (Figura 6.2). Su resistencia es elevada, de orden de $10\text{ M}\Omega$, por lo que sus efectos por carga son menos probables que en el medidor de bobina móvil cuya resistencia es mucho menor. Por ejemplo, si las especificaciones de un voltímetro digital indican “tasa de muestreo aproximada de 5 lecturas por segundo”, quiere decir que el voltaje de entrada se muestrea cada 0.2 s. Éste es el tiempo que el instrumento tarda en procesar la señal y obtener una lectura. Entonces, si el voltaje de entrada cambia a una tasa tal que se presenten cambios significativos en 0.2 s, es posible que la lectura del voltímetro tenga errores. La tasa de muestreo típica de un voltímetro digital económico es de 3 por segundo y tiene una impedancia de entrada de $100\text{ M}\Omega$.

6.2.2 Grabadoras analógicas registradoras

Las grabadoras analógicas registradoras contienen datos registrados en papel hechos con tinta en plumas de punta de fibra robusta, mediante el impacto de un puntero que presiona una cinta de carbón contra el papel, mediante el uso de papel térmicamente sensible cuyos cambios colorean cuando un puntero caliente se mueve a través de éste, con un rayo de luz ultravioleta que cae en el papel sensible a éste y mediante un punzón de alambre de tungsteno moviéndose a través de la superficie de un papel especialmente recubierto, una fina capa de aluminio sobre la tinta coloreada, y la descarga eléctrica removiendo el aluminio sobre el tinte coloreado, y exponiendo el colorante. Muchas aplicaciones han sido sustituidas por instrumentos virtuales (vea más adelante en este capítulo).

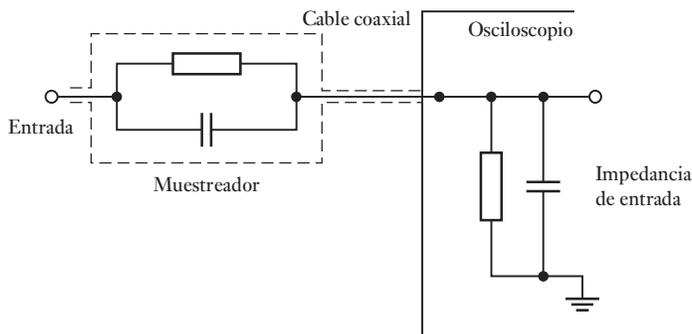
6.2.3 Osciloscopio de rayos catódicos

El osciloscopio de rayos catódicos es un instrumento para medición de voltaje con capacidad para desplegar señales de frecuencias muy elevadas. Un instrumento para propósito general puede responder a señales de hasta 10 MHz, en tanto que hay instrumentos más especializados que llegan a responder a señales de hasta 1 GHz. Con el osciloscopio de doble haz se pueden observar al mismo tiempo dos líneas de exploración en la pantalla mientras que los osciloscopios

con memoria guardan la línea de exploración en la pantalla después de que desaparece la señal de entrada; para quitar esta línea debe haber una acción de borrado deliberada. Los osciloscopios con memoria digital digitalizan la señal de entrada obtenida y la guardan en la memoria. Esta señal se puede analizar y manipular en la pantalla analógica del osciloscopio después de reconstruir la señal analógica. Es posible obtener registros permanentes de líneas de exploración con cámaras especiales conectadas directamente al osciloscopio.

Los osciloscopios de propósito general casi siempre tienen desviación vertical, es decir, desviación en el eje Y, y sensibilidades que varían entre 5 mV y 20 V por división de la escala. Para observar componentes de ca en presencia de voltajes de c.d. elevados, se puede conectar un capacitor de bloqueo a la línea de entrada. Cuando el amplificador funciona con ca, su ancho de banda por lo general va de 2 Hz a 10 MHz y cuando funciona con c.d., ese ancho va de c.d. a 10 MHz. La impedancia de entrada Y es por lo común de $1\text{ M}\Omega$, derivada con una capacitancia de 20 pF. Cuando un circuito externo se conecta en la entrada Y, los problemas debidos al efecto por la carga y a la interferencia pueden distorsionar la señal de entrada. Si bien es posible reducir la interferencia utilizando cable coaxial, la capacitancia de este cable y la punta de prueba respectiva pueden ser suficientes, en especial a bajas frecuencias, para introducir una impedancia más o menos pequeña a la impedancia de entrada del osciloscopio, con lo cual se crea un efecto por carga significativo. Existen diversos muestreadores que se pueden conectar al cable de entrada y cuyo diseño permite aumentar la impedancia de entrada y evitar el problema por efecto de la carga. Un muestreador de voltaje pasivo de uso frecuente es un atenuador 10 a 1 (Figura 6.3). Tiene una resistencia de $9\text{ M}\Omega$ y un capacitor variable en la junta del muestreador. Sin embargo, esto no sólo reduce el efecto capacitivo de la carga, sino también la sensibilidad de voltaje, por lo que es frecuente emplear una punta de prueba de voltaje que tenga un FET.

Figura 6.3 Muestreador de voltaje pasivo.



6.2.4 Unidad de presentación visual (pantalla)

Cada vez más se presentan datos usando una unidad de pantalla visual (VDU). Con una pantalla de tubo de rayos catódicos, la imagen en la pantalla se construye mediante el movimiento del punto formado por un haz electrónico en una serie de líneas escaneadas de manera horizontal, una después de la otra hacia abajo de la pantalla. La imagen se crea mediante la variación de la intensidad del punto en la pantalla a medida que cada línea se escanea. A esta pantalla en forma de trama se le conoce como **no entrelazada** (Figura 6.4a)). Para reducir los efectos de parpadeo se utilizan dos escaneos que recorren la pantalla hacia abajo y trazan una imagen completa. En el primer escaneo se trazan todas las líneas impares y en el segundo las líneas pares. A esta técnica se le llama **entrelazado** (Figura 6.4b)).

Figura 6.4 a) Pantalla no entrelazada, b) pantalla con escaneo entrelazado.

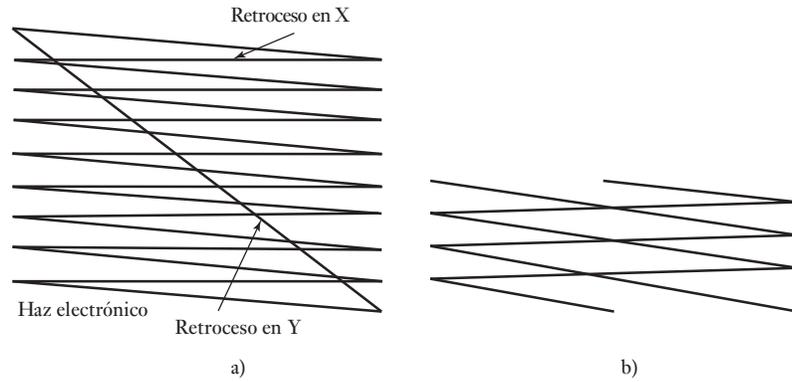
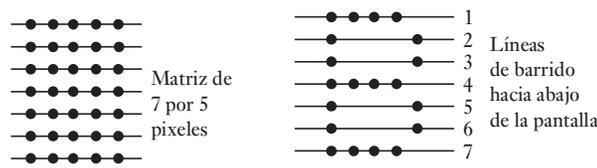


Figura 6.5 Carácter construido por una luz selectiva.

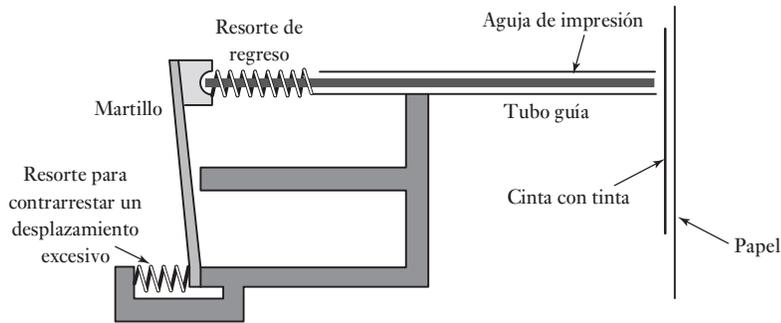


La pantalla de la unidad de presentación visual está recubierta con una gran cantidad de puntos de fósforo, estos puntos forman los **píxeles**. El término pixel denota al mínimo punto utilizable en una pantalla. Un carácter de texto o un diagrama se producen en la pantalla mediante la iluminación selectiva de estos puntos. La Figura 6.5 muestra cómo, para una matriz de 7 por 5, los caracteres se construyen por el haz electrónico que se mueve hacia abajo y en zigzag por la pantalla. Los datos de entrada de la VDU por lo general se expresan en formato **ASCII (American Standard Code for Information Interchange)** digital. Éste es un código de 7 bits, por lo que permite representar $2^7 = 128$ caracteres. Esta cantidad abarca todos los caracteres estándar de un teclado y algunas funciones, como **RETORNO**, que indica el final de una línea y el inicio de la siguiente. La Tabla 6.1 contiene una lista abreviada de este código.

Tabla 6.1 Código ASCII.

Carácter	ASCII	Carácter	ASCII	Carácter	ASCII
A	100 0001	N	100 1110	0	011 0000
B	100 0010	O	100 1111	1	011 0001
C	100 0011	P	101 0000	2	011 0010
D	100 0100	Q	101 0001	3	011 0011
E	100 0101	R	101 0010	4	011 0100
F	100 0110	S	101 0011	5	011 0101
G	100 0111	T	101 0100	6	011 0110
H	100 1000	U	101 0101	7	011 0111
I	100 1001	V	101 0110	8	011 1000
J	100 1010	W	101 0111	9	011 1001
K	100 1011	X	101 1000		
L	100 1100	Y	101 1001		
M	100 1101	Z	101 1010		

Figura 6.6 Mecanismo de la cabeza de impresión de matriz de puntos.



6.2.5 Impresoras

Las impresoras proporcionan un registro de datos en papel. Existen diversas versiones de impresoras: de matriz de puntos, de inyección de tinta/burbuja y láser.

La **impresora de matriz de puntos** tiene una cabeza de impresión (Figura 6.6) con 9 o 24 puntos en línea vertical. Cada punto se controla con un electroimán que al activarse impulsa el punto a la cinta entintada. Esto transfiere la tinta al papel que se encuentra detrás de la cinta. Los caracteres se forman cuando la cabeza de impresión se mueve sobre el papel en línea horizontal a la derecha e izquierda y proyecta los puntos adecuados.

La **impresora de inyección de tinta** utiliza una tinta conductora que pasa por una pequeña boquilla para producir un chorro de gotitas de tinta de diámetro y frecuencia constantes. En una modalidad de esta impresora se lanza una corriente constante de tinta que pasa por un tubo para formar finas gotitas mediante un cristal piezoeléctrico que vibra a una frecuencia de unos 100 kHz (Figura 6.7). Otra variante utiliza un pequeño calentador ubicado en la cabeza de impresión y en la cual hay tinta vaporizada en un tubo capilar, que produce burbujas de gas que expulsan gotas de tinta (Figura 6.8). En una versión más, cada gota de tinta se carga al pasar por un electrodo de carga; las

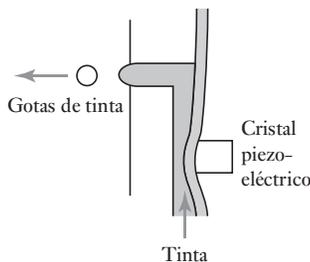
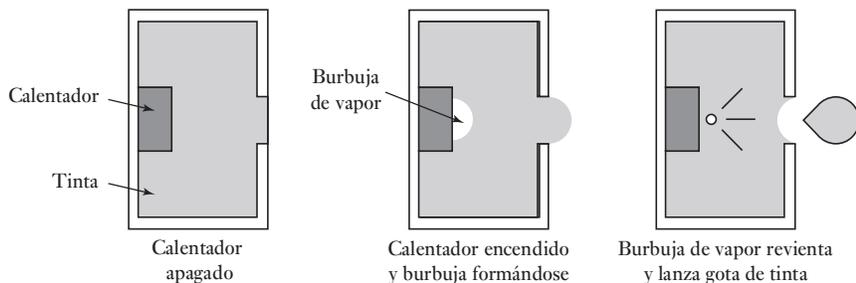


Figura 6.7 Producción de un flujo de gotas.

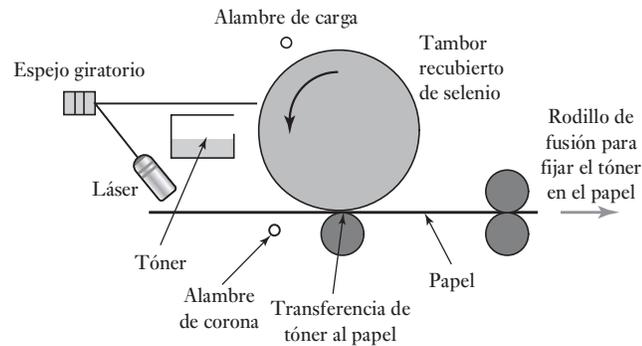
Figura 6.8 Principio de la inyección de burbuja.



gotas cargadas se desvían al pasar entre unas placas en las que se mantiene un campo eléctrico. En otra versión se usa un grupo vertical de boquillas y cada uno de los inyectores se activa o se desactiva, según se le indique. Con las impresoras de inyección de tinta se pueden producir impresiones de color usando tres sistemas de color distintos. Lo diminuto de las gotas es tal que permite lograr impresiones con una resolución de más de 600 puntos por pulgada.

La **impresora láser** tiene un tambor fotosensible recubierto de un material de selenio sensible a la luz (Figura 6.9). En la oscuridad, el selenio posee una alta resistencia y, en consecuencia, se carga al pasar cerca de un alambre de carga que tiene un alto voltaje. Con un haz luminoso se explora todo el

Figura 6.9 Elementos básicos de una impresora láser.



tambor usando un pequeño espejo giratorio de ocho lados. Cuando la luz incide en el selenio, su resistencia disminuye y no puede seguir cargado. Variando la brillantez del haz luminoso, los puntos del tambor se cargan y descargan. Conforme el tambor pasa por el recipiente del tóner (pigmento resinoso negro) las áreas cargadas atraen partículas de tóner que se adhieren a las áreas que no estuvieron expuestas a la luz, en tanto que no se produce adhesión en las áreas expuestas. El papel se carga pasándolo por otro alambre de carga, conocido como alambre de corona, de manera que cuando pasa cerca del tambor, atrae el tóner de éste. A continuación, las partículas de tóner se funden con un cilindro de fusión en caliente de manera que, una vez que pasan entre los rodillos, se adhieren con firmeza al papel. En la actualidad, las impresoras láser más comunes alcanzan una resolución de 1 200 puntos por pulgada.

6.3

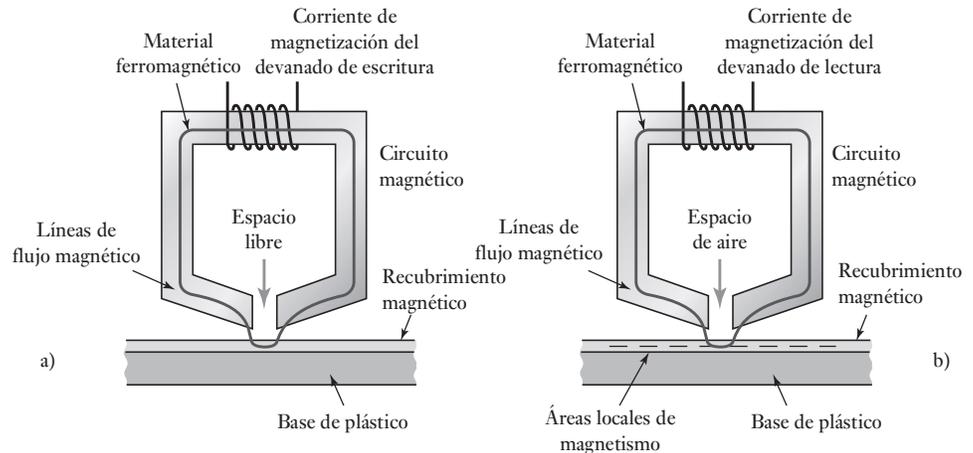
Grabación magnética

La grabación magnética se utiliza para guardar datos en discos flexibles y duros de las computadoras. El principio básico de su funcionamiento es que una cabeza de grabación, la cual responde a una señal de entrada, reproduce los patrones magnéticos correspondientes en una delgada capa de material magnético, y una cabeza de lectura produce una salida al convertir los patrones magnéticos del material magnético en señales eléctricas. Además de estas cabezas, el sistema requiere un sistema de transporte para mover de manera controlada el material magnético debajo de las cabezas.

La Figura 6.10a) muestra los elementos básicos de grabación, la cual consiste de un núcleo de material ferromagnético que tiene un espacio no magnético. Al alimentar señales eléctricas en el devanado enrollado en el núcleo, se produce un flujo magnético en el núcleo. La cercanía del plástico con cubierta magnética al espacio no magnético causa que el flujo magnético siga con facilidad una trayectoria a través del núcleo y esa parte del recubrimiento magnético que está en el espacio vacío. Cuando hay un flujo magnético que pasa por una región del recubrimiento magnético, éste se magnetiza de modo permanente. De esta manera se produce una grabación magnética a partir de la señal de entrada eléctrica. La inversión de la dirección de la corriente invierte la dirección del flujo.

La cabeza de reproducción (Figura 6.10b)) tiene una construcción similar a la de la cabeza de grabación. Al llenar el espacio vacío no magnetizado con una pieza de recubrimiento magnetizado, se induce un flujo magnético en el núcleo. Los cambios del flujo en el núcleo producen fem en el devanado enrollado alrededor del núcleo. Así, la salida producida por el devanado es una señal eléctrica relacionada con la grabación magnética del recubrimiento.

Figura 6.10 Principios básicos: a) de una cabeza de grabación magnética, b) de una cabeza de reproducción magnética.



6.3.1 Códigos de grabación magnética

En la grabación digital las señales se graban como una combinación codificada de bits. La celda de bits es la parte del recubrimiento magnético donde el magnetismo se satura por completo en una dirección o en la opuesta. La saturación se produce cuando el campo magnetizante aumenta a tal grado que el material magnético alcanza su máximo flujo magnético y todo incremento posterior en la corriente magnetizante ya no produce cambios.

Las celdas de bits de la superficie magnética son semejantes a las que muestra la Figura 6.11. Una forma evidente de poner datos en el material magnético es el uso del flujo magnético en una dirección para representar a 0 y en la dirección opuesta a 1. Sin embargo, es necesario leer cada celda y, por lo tanto, se requieren puntos de sincronización exactos para indicar con claridad cuándo debe realizarse el muestreo. Si para producir las señales de sincronización se utiliza un temporizador externo pueden surgir algunos problemas, como un desacoplamiento entre las señales de sincronización y la velocidad con que se desplaza la superficie magnética debajo de la cabeza, lo cual podría causar que no se leyera una celda o, incluso, que se leyera dos veces. La sincronización es esencial. Ésta se logra utilizando las mismas celdas para generar las señales para tomar muestras. Un método es usar transiciones de la superficie magnética, transiciones que van de la saturación en una dirección a la saturación en la otra; es decir, sitios donde la diferenciación entre los dos bits es del todo evidente, para realimentar la temporización de la generación de señales a fin de ajustarlas para que estén en sincronización con las celdas de bits.

Si las inversiones de flujo no ocurren con la frecuencia suficiente, este método de sincronización podría ocasionar errores. Una manera de solucionar este problema es usar otra forma de codificación. Los siguientes son algunos de los métodos utilizados:

1. *Sin retorno a cero (NRZ)*

Con este sistema el flujo se graba en una cinta para la cual la ausencia de cambio de flujo representa un 0 y el cambio 1 (Figura 6.12a)). Sin embargo, este sistema no tiene autosincronización.

2. *Codificación en fase (PE)*

La grabación por modulación en fase tiene la ventaja de poseer autosincronización y no requiere señales de temporización externa. Cada celda se divide en dos; una mitad tiene flujo de saturación positiva y la otra flujo

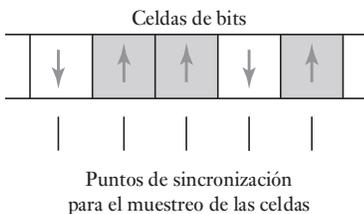
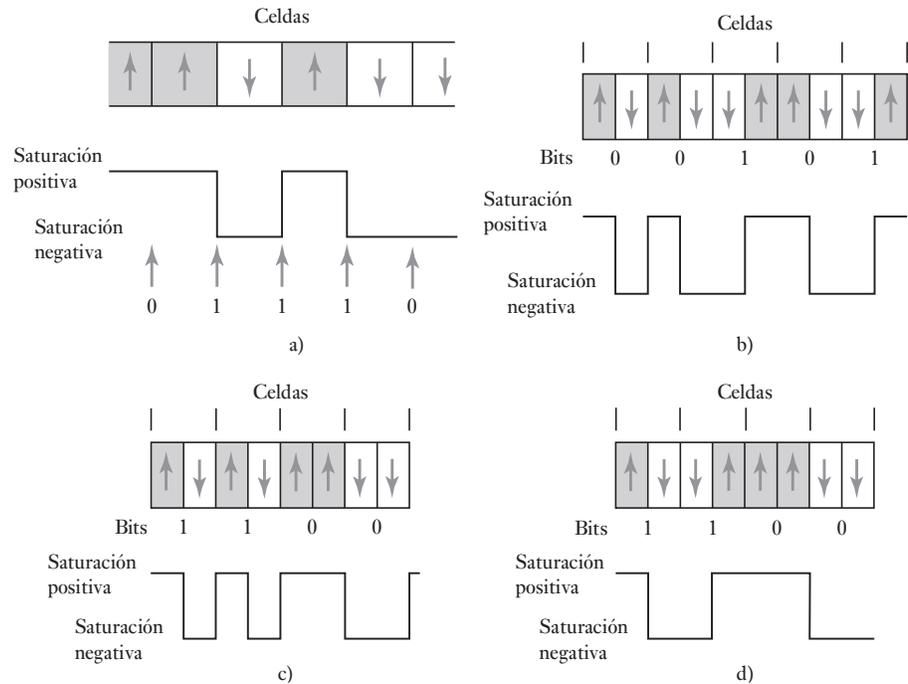


Figura 6.11 Celdas de bits.

Figura 6.12 Grabación:

- a) sin retorno a cero,
 b) codificación en fase
 c) modulación en frecuencia,
 d) modulación en frecuencia modificada.



de saturación negativa. El dígito 0 se graba como la saturación positiva de medio bit, seguido de una saturación negativa de medio bit; el dígito 1 se representa por la saturación negativa de medio bit seguida por la saturación positiva de otro medio bit. La transición de media celda de positivo a negativo indica un 0 y la transición de negativo a positivo representa un 1 (Figura 6.12b)).

3. Modulación en frecuencia (FM)

Tiene autosincronización y es similar a la grabación por modulación en fase, sólo que siempre se produce una inversión de la dirección del flujo al inicio de una celda (Figura 6.12 c)). Para un bit 0 no hay inversión de flujo adicional a lo largo de la celda; en cambio, para el 1 sí la hay.

4. Modulación en frecuencia modificada (MFM)

Es una modificación del código de modulación en frecuencia. La diferencia consiste en que la inversión del flujo al inicio de cada código de bit sólo se presenta si la corriente y el bit anterior fueron 0 (Figura 4.19). Esto significa que sólo es necesaria una inversión de flujo por cada bit. Esto y el código de corrida limitada en longitud son los códigos que en general se utilizan en los discos magnéticos.

5. Corrida limitada en longitud (RLL)

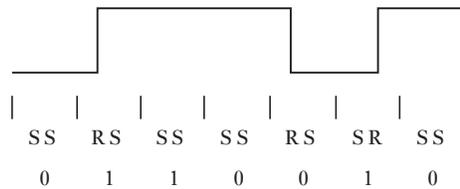
Éste es un grupo de códigos de autosincronización que especifican una distancia mínima y una máxima, es decir, la corrida entre una y otra inversión de flujo. La corrida máxima es lo suficientemente breve para garantizar que las inversiones de flujo sean frecuentes como para que el código sea autosincronizador. Una forma común de este código es el $RLL_{2,7}$ donde el 2,7 indica que la distancia mínima entre las inversiones de flujo debe ser 2 bits y la máxima 7. La secuencia de los códigos es una secuencia de códigos S y de códigos R. En el código S, o código de espacio, no hay inversiones de flujo, mientras que en un código R, un código de inversión, ésta se produce durante el bit. Dos códigos S o R se usan para representar cada

bit. Los bits se agrupan por secuencias 2, 3 y 4 bits y a cada grupo se le asigna un código. Los códigos son:

Secuencia de bits	Secuencia de código
10	SRSS
11	RSSS
000	SSSRSS
010	RSSRSS
011	SSRSSS
0010	SSRSSRSS
0011	SSSSRSSS

La Figura 6.13 muestra la codificación de la secuencia 0110010, la cual se ha desglosado en grupos 011 y 0010, por lo que se representa por SSRSSSRSSRSS. Por lo menos hay dos códigos S entre los códigos R y no puede haber más de siete códigos S entre los códigos R.

Figura 6.13 Código RLL.



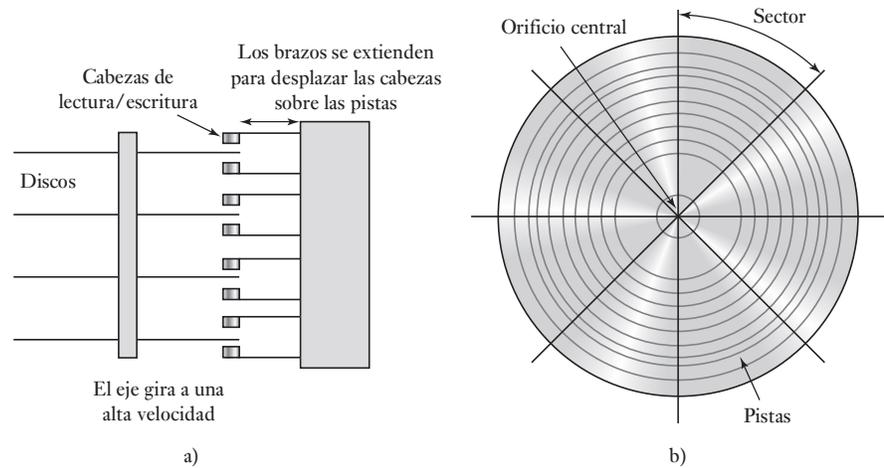
El código óptimo es el que permite el empaquetado de bits lo más cerca posible uno del otro y que se puede leer sin error. Las cabezas de lectura localizan las inversiones con bastante facilidad, aunque no deben estar muy cerca entre sí. El código RLL tiene la ventaja de ser más compacto que otros códigos: el PE y el FM ocupan la mayor parte del espacio; MFM y NRZ ocupan el mismo espacio. La desventaja del NRZ es que, a diferencia de otros códigos, no tiene autosincronización.

6.3.2 Discos magnéticos

El grabado digital a menudo se lleva a cabo en un disco duro. Los datos digitales se guardan en la superficie del disco en círculos concéntricos denominados pistas; un disco tiene muchas pistas. Para cada superficie de disco se utiliza una cabeza de lectura/escritura; mediante un actuador mecánico, las cabezas se desplazan hacia delante y hacia atrás para acceder a las diferentes pistas. El actuador hace girar al disco y las cabezas de lectura/escritura leen o escriben datos en una pista. Los discos duros (Figura 6.14a)) son unidades selladas con datos almacenados en la superficie del disco a lo largo de los círculos concéntricos. En un disco duro hay varios de estos discos; los datos quedan guardados en los recubrimientos magnéticos de ambas caras de los discos. Éstos giran a alta velocidad y se accede a las pistas desplazando las cabezas de lectura/escritura. En estos discos se pueden guardar grandes cantidades de datos y en la actualidad es común contar con capacidades de memoria de varios gigabytes.

La superficie del disco se divide en sectores (Figura 6.14b)) y la unidad de información del disco tiene una dirección que consiste en un número de pista y otro de sector. Por lo común, en un disco flexible hay entre 8 y 18 sectores

Figura 6.14 Disco duro:
a) arreglos de discos, b) pistas y sectores.



y casi 100 pistas; en un disco duro puede haber hasta 2000 pistas por superficie y 32 sectores. Para localizar datos, la cabeza se mueve sobre la pista requerida; el tiempo que tarda es el **tiempo de búsqueda**; la cabeza espera allí hasta que el segmento buscado pasa por abajo, tiempo que se llama **tiempo de espera**. A fin de identificar una dirección es necesario que la información se haya grabado en el disco, lo que permitirá identificar segmentos y pistas. La escritura de esta información se conoce como **formateo** y se realiza antes de guardar los datos en un disco. La técnica que en general se utiliza es guardar esta información de la ubicación en las pistas para que al guardar los datos la secuencia de información de una pista se convierta en

Marcador del índice:

encabezado del sector 0, datos del sector 0, registro del sector 0,
encabezado del sector 1, datos del sector 1, registro del sector 1,
encabezado del sector 2, datos del sector 2, registro del sector 2,
etcétera.

El marcador del índice contiene el número de pista y el encabezado del sector identifica al sector. El registro del sector contiene información, por ejemplo, una verificación de redundancia cíclica que se usa para verificar que la lectura de un sector sea la correcta.

6.4 Grabación óptica

Al igual que los discos magnéticos, los CD-ROM almacenan datos en sus pistas. A diferencia de un disco magnético, el cual tiene una serie de pistas concéntricas, un CD-ROM tiene una pista en espiral. La superficie de grabación está revestida con aluminio y es altamente reflejante. La información entonces se almacena en una pista de alrededor de $0.6 \mu\text{m}$ de ancho como una serie hoyos de grabados dentro de la superficie al enfocar la luz de un láser en un rayo de cerca de $1 \mu\text{m}$ de diámetro, y esto da como resultado que la luz se reflecte fuertemente o no dependiendo si golpea un hoyo o un área sin depresión. Por lo tanto, los datos se leen como una secuencia de pulsos de luz reflectados y no reflectados.

La grabación óptica emplea métodos de codificación similares a los utilizados con la grabación magnética, por lo general se usa la codificación RLL. Debido a que la grabación óptica puede corromperse con mucha facilidad por rasguños o polvo que obstruya el rayo láser en uso para lectura, se tienen que utilizar métodos para detectar y corregir errores. Uno es el **control de paridad**.

Con este método, grupos de bits son aumentados con un bit de paridad extra el cual está instalado en 0 o 1, de manera que el número total de 1 bits en un grupo es ya sea un número impar o par. Cuando se lee la información, si uno de los bits ha sido corrompido, luego el número de bits habrá cambiado y esto será detectado como un error.

6.5

Pantallas o displays

Muchos sistemas de presentación visual usan indicadores luminosos para mostrar un estado encendido-apagado, o para proporcionar un display alfanumérico. El término **alfanumérico** es la contracción de los términos alfabético y numérico y describe la presentación visual de letras del alfabeto y números del 0 al 9 con puntos decimales. Una modalidad de estos displays cuenta con siete segmentos de 'luz' para generar los caracteres alfabéticos y numéricos. La Figura 6.15 muestra los segmentos y la Tabla 6.2 cómo utilizar una entrada de código binario de 4 bits para generar impulsos y activar diversos segmentos.

Existe un formato que utiliza una matriz de puntos de 7 por 5 o de 9 por 7 (Figura 6.16). Los caracteres se generan mediante la activación de los puntos correspondientes.

Los indicadores de luz para tales pantallas pueden ser lámparas de neón, lámparas incandescentes, **diodos de emisión de luz (LEDs)** o **pantallas de cristal líquido (LCD)**. Las **lámparas de neón** necesitan voltajes altos y corrientes bajas y pueden ser potencializadas directamente desde los principales voltajes pero sólo pueden usarse para dar una luz roja. Las **lámparas incandescentes** se pueden utilizar con una amplia gama de voltajes pero necesitan una corriente comparativamente alta. Emiten luz blanca así que utilizan lentes para generar cualquier color requerido. La principal ventaja es su brillo.

Figura 6.15 Display de siete segmentos.

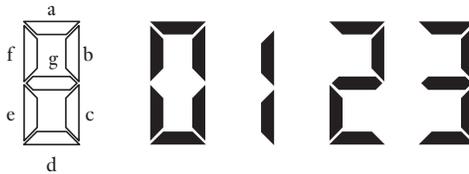


Tabla 6.2 Display de siete segmentos.

Entrada binaria				Segmentos activados							Número desplegado	
				a	b	c	d	e	f	g		
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	2
0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	5
0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9

Figura 6.16 Display de matriz de puntos de 7 por 5.

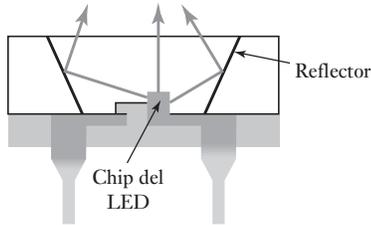
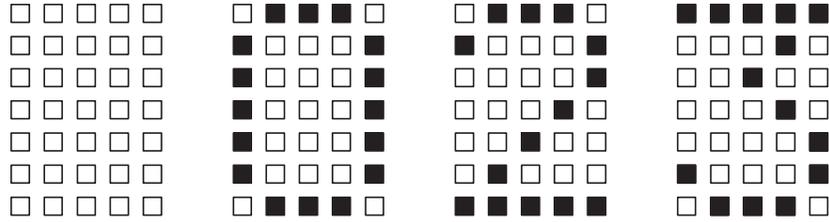


Figura 6.17 LED.

6.5.1 Diodos emisores de luz (LEDs)

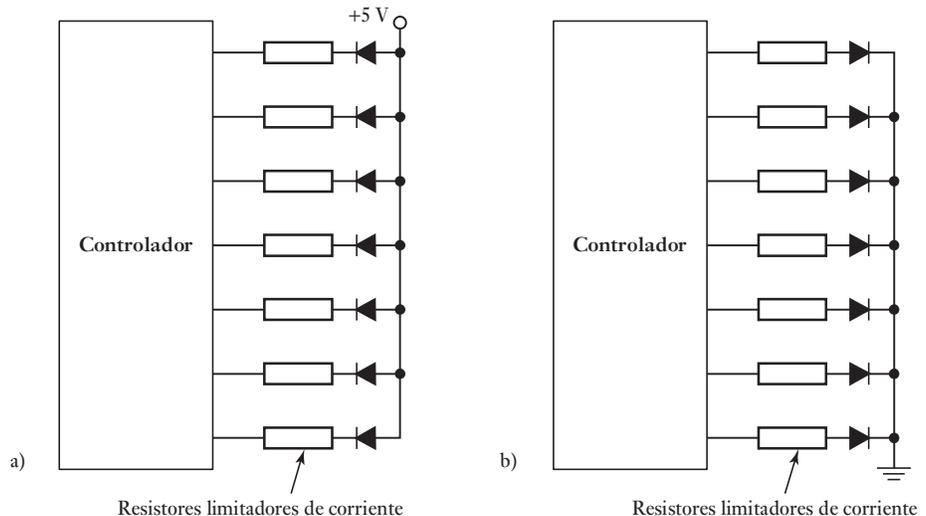
Los LEDs requieren bajos voltajes y bajas corrientes además de que son baratos. Estos diodos cuando están polarizados de forma directa emiten luz sobre una determinada banda de longitud de onda. La Figura 6.17 muestra la forma básica de un LED, la luz emitida desde el diodo es elevada en una dirección por medio de reflectores. Los materiales para LED que se usan comúnmente son arseniuro de galio, fosfuro de galio y aleaciones de arseniuro de galio con fosfuro de galio. Los LEDs que se utilizan con mayor frecuencia pueden dar colores rojo, amarillo o verde. Con sistemas basados en microprocesador, los LEDs son la forma más común de indicador que se usa.

Por lo general se requiere una resistencia de corriente limitada con un LED para limitar la corriente por debajo de la corriente máxima tasada cerca de 10 a 30 mA. Es característico que un LED pueda dar a través de él una caída de voltaje de 2.1V cuando la corriente está limitada a 20 mA. Así cuando, por ejemplo, se aplica una salida de 5V, se tiene que dejar caer 2.9V a través de una resistencia en serie. Esto significa que se requiere de una resistencia de $2.9/0.20 = 145 \Omega$ y por lo tanto es probable que se use un resistor estándar de 150 Ω . Algunos LEDs cuentan con construcciones de resistencias de manera que puedan estar conectados directamente a sistemas de microprocesadores.

Los LEDs están disponibles como displays de luz sencillos, de siete y 16 segmentos de pantallas alfanuméricas, formato de matriz de puntos y en forma de gráfica de barras.

La Figura 6.18a) muestra cómo siete LEDs, para dar los siete segmentos de una pantalla de la forma mostrada en la Figura 6.16, pueden ser conectados a un conductor de manera que cuando una línea se baja, se aplica un voltaje y el LED en esa línea es encendido. El voltaje tiene que estar por arriba de un valor de 'encendido' antes de que el LED emita una luz significativa; los voltajes de encendido comunes están alrededor de 1.5 V. A dicho arreglo se le

Figura 6.18 a) Conexión de ánodo común para LEDs, b) cátodo común.

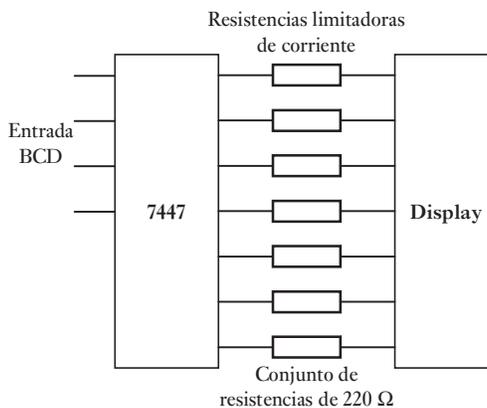


conoce como el **ánodo común** de la conexión ya que todos los ánodos LED se conectan juntos. Un arreglo alternativo es el **cátodo común** (Figura 6.18b). Los elementos en la forma del ánodo común son hechos activos por la entrada que va hacia abajo, en el tipo de cátodo común al ir alto. El ánodo común es la elección usual ya que la dirección del flujo de corriente y el tamaño de la corriente implicada por lo general son las más apropiadas.

Algunos ejemplos de dichos tipos de pantalla son las de siete segmentos de 7.6 mm y pantallas de alta intensidad de 10.9 mm de Hewlett Packard las cuales están disponibles en la de forma ánodo común o de cátodo común. Además de los siete segmentos para formar los caracteres, hay un punto decimal a la derecha o izquierda. Al iluminar diferentes segmentos de la pantalla, se pueden formar una amplia gama de números y un rango pequeño de caracteres alfabéticos.

A menudo la salida desde el controlador no es la forma normal binaria sino **Código Binario Decimal** (BCD) (vea el Apéndice B). Con el BCD, cada dígito decimal se codifica de forma separada en binario. Por ejemplo, el número decimal 15 tiene el 1 codificado como 0001 y el 5 como 0101 para dar el código binario decimal de 0001 0101. La salida del controlador, por lo tanto, debe ser decodificada en el formato requerido para la pantalla LED. El 7447 es un decodificador común para controlar pantallas (Figura 6.19).

Figura 6.19 Decodificador con display de siete segmentos.



La Figura 6.20 muestra la forma básica usada para una pantalla LED de matriz de 5 por 7 puntos. El arreglo consiste de cinco conectores de columna, cada uno conecta los ánodos de siete LEDs. Cada hilera conecta los cátodos de cinco LEDs. Para encender un LED particular, la energía se aplica a su columna y su hilera está aterrizada. Esta pantalla permite la producción de todos los caracteres ASCII.

6.5.2 Pantallas de cristal líquido

Las **pantallas de cristal líquido** no producen luz por sí mismas, pero reflejan o transmiten luz. El cristal líquido es un compuesto de largas moléculas en forma de varilla que está entre dos placas de polímero que contienen surcos microscópicos. Los surcos de las hojas superior e inferior están a 90° entre sí. Las moléculas del cristal líquido se alinean con los surcos del polímero y dan un leve giro para quedar a 90° entre ellos (Figura 6.21).

Cuando una luz polarizada en un plano incide en el cristal líquido, su plano de polarización gira conforme pasa por el material. Al quedar entre dos placas de polarizador, cuyas direcciones de transmisión están en ángulo recto, el giro permite la transmisión de la luz y el material líquido se ilumina.

Figura 6.20 Display de matriz de puntos.

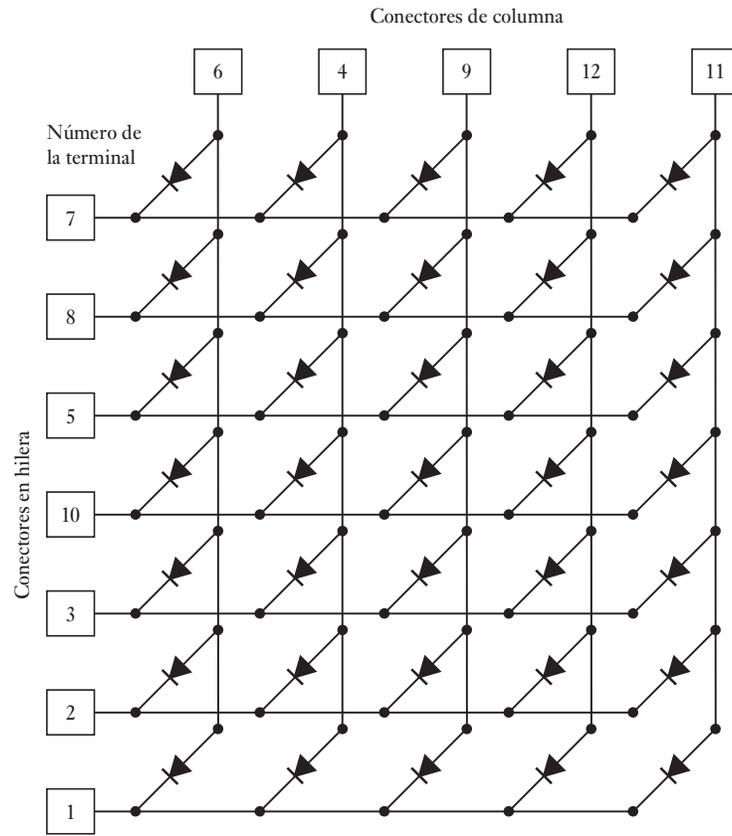
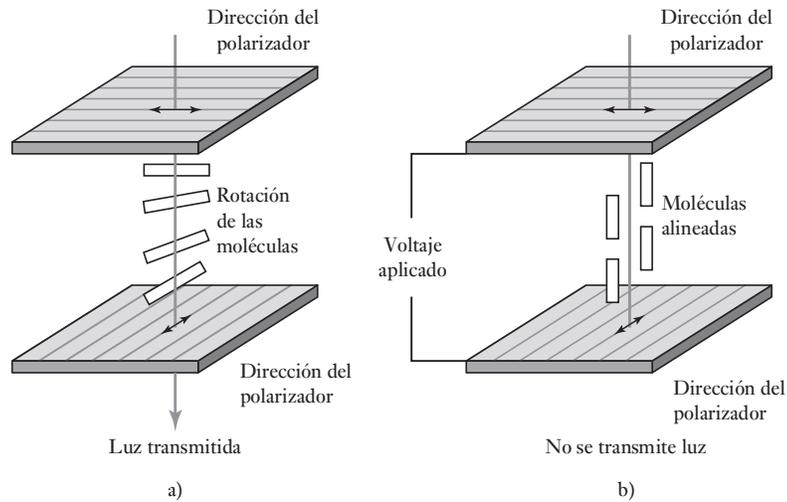


Figura 6.21 Cristal líquido: a) sin campo eléctrico, b) con campo eléctrico.



En cambio, si se aplica un campo eléctrico a través del material, las moléculas se alinean con este campo y la luz que pasa por el polarizador superior no gira y no puede llegar al polarizador inferior, por lo que al final la luz es absorbida. El material, entonces, aparece oscuro.

Este arreglo se coloca entre dos placas de vidrio que contienen electrodos transparentes en la forma que se requiere desplegar. Un display de LED puede ser transmisor o reflector. En el caso del display transmisor la pantalla recibe iluminación desde la parte posterior. Cuando la rotación del plano de polarización permite que la luz se transmita la pantalla se ilumina; de lo contrario permanece oscura. En el display reflector hay una superficie de reflexión detrás de los cristales, de manera que cuando la luz incide en ella

pasa través del display, se refleja detrás y de ese modo en el display aparece la luz. Cuando la luz que incide no puede pasar a través del display, éste se ve oscuro.

Los LCDs están disponibles en muchos segmentos de capas, inclusive en un display de siete segmentos semejante al display LED de siete segmentos. La aplicación de voltajes a los diversos elementos del display hace que donde no hay campo eléctrico en ellos aparezca negro contra el display más claro. Para encender un segmento, se utiliza un campo eléctrico de c.a. de unos 3 a 12 V. El voltaje controlador no debe ser de c.d. sino de c.a. dado que los voltajes de c.d. generan reacciones que destruyen los cristales. Los LCD tiene una respuesta en tiempo relativa, por lo común de 100 a 150 ms. Su consumo de potencia es bajo.

Los LCD también están disponibles como displays de matriz de puntos; incluso, como módulos de LCD con displays de una o más filas de caracteres, por ejemplo se cuenta con un display de dos filas de 40 caracteres.

Se cuenta con controladores de circuitos integrados para controlar LEDs. Así, el MC14543B se puede emplear para un display de LCD de siete segmentos. Los controladores se utilizan para cuando la entrada está en código BCD. Un display de matriz de puntos de 5×8 se puede controlar mediante el controlador MC145000. Hay displays combinados con controladores. Por ejemplo, el LM018L de Hitachi es un módulo LCD del tipo reflector de 40 caracteres \times 2 líneas con un controlador integrado HD44780 el cual proporciona un rango de características, incluyendo un 192 de caracteres de 5×7 puntos más 8 caracteres de usuario definido y por tanto se puede hacer una interfase directa con un microprocesador de 4 u 8 bits.

Los LED son la forma de display que se utilizan en aparatos operados por baterías como los teléfonos celulares, lavadora y calculadoras.

6.6

Sistemas de adquisición de datos

El término **adquisición de datos (DAQ)** suele usarse con frecuencia en sistemas en cuyas entradas desde los sensores están convertidas a la forma digital para procesamiento, análisis y exhibición en una computadora. Por lo tanto, los sistemas contienen: sensores, cableado para conectar los sensores para el acondicionamiento de señal para llevar a cabo tal vez la filtración y la amplificación, la adquisición de datos del hardware para desempeñar funciones como conversión de entrada a formato digital y conversión de señales de salida al formato análogo para los sistemas de control, la computadora y el software de adquisición de datos. El software lleva a cabo análisis de las señales de entrada digitales. Dichos sistemas están también diseñados para ejercer funciones de control.

6.6.1 Computadora con tarjetas con clavijas

La Figura 6.22 muestra los elementos básicos de un sistema de adquisición de datos que utiliza tarjetas con clavijas con una computadora para el hardware de adquisición de datos. El acondicionamiento de señal anterior a las entradas de la

Figura 6.22 Sistema de adquisición de datos.

