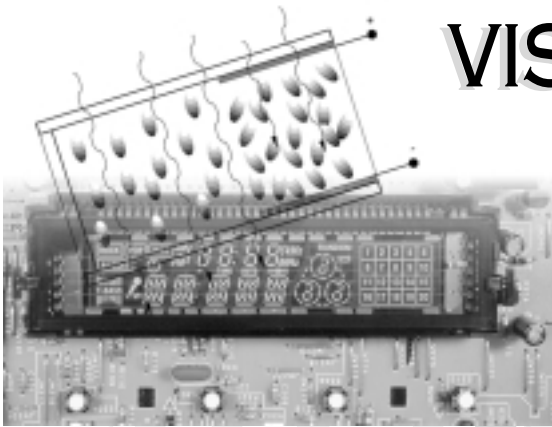


DISPOSITIVOS DE VISUALIZACION



Alvaro Vázquez Almazán

Dado que se desempeñan como un medio de comunicación entre el usuario y el equipo electrónico, los visualizadores o displays son elementos indispensables para la interacción entre el lenguaje humano y el lenguaje máquina. En este artículo analizaremos el funcionamiento de los displays o visualizadores utilizados en equipos electrónicos de consumo, y describiremos los circuitos encargados de decodificar la información proveniente del sistema de control principal, que llega a los mismos; también veremos un procedimiento para localizar fallas en ellos.

Introducción

Dado que se desempeñan como un medio de comunicación entre el usuario y el equipo electrónico, los visualizadores o displays son elementos indispensables para la interacción entre el lenguaje humano y el lenguaje máquina. La importancia de estos dispositivos radica en que mediante números, letras y a veces otros caracteres, muestran el resultado de ciertos procesos (mediciones, sintonizaciones, parámetros de ajuste, etc.) que, en ocasiones, pueden auxiliarnos en la labor de servicio.

Los displays más utilizados en los equipos de consumo son: el display de 7 segmentos basado en diodos LED, el display de cristal líquido LCD y el display fluorescente.

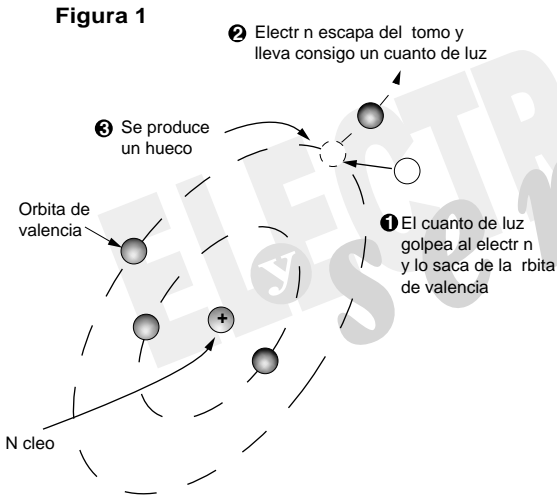
El mecanismo de emisión de luz de los diodos LED

Para explicar de una manera sencilla la forma en que los LED emiten luz, nos apoyaremos en

algunos conceptos sobre la llamada Teoría Electrónica.

Todos los átomos están integrados por un núcleo con electricidad positiva (protones); y girando en órbitas sucesivas, gravitan los electrones con electricidad negativa.

Ahora bien, si un átomo tiene un exceso de electrones y recibe una onda de calor o energía luminosa, los electrones utilizan esta energía para moverse hacia una órbita más alejada del núcleo; en este caso, cada vez que un electrón se aleja del átomo al que pertenece, el espacio que deja libre se conoce como «hueco» (figura 1). Si este proceso se repite de manera continua, inmediatamente después que se desplaza un electrón, se desplazará también un hueco.



Emisión de fotones

En los materiales con unión NP, el desplazamiento tanto de los electrones como de los huecos será en dirección de la unión; y en el momento que se logra unir un hueco con un electrón, inicia un proceso de neutralización mutua que se conoce como «zona agotada» (un espacio muy estrecho en el área de unión, el cual queda sin electrones y sin huecos).

Pero hay que recordar que no todos los electrones libres de un material tipo N pueden ir

hacia la unión, y que tampoco lo pueden hacer los pozos del material P. Esto obedece a que en los extremos de la unión se crea una diferencia de potencial; en el material P los átomos aceptantes tienen un voltaje negativo y en el material N los átomos donantes un voltaje positivo; por esto, tanto los electrones, como los huecos que intentan trasladarse hacia la unión son repelidos. Pero, si por medio de una pila aplicamos una polarización directa a la unión, la barrera de ésta será vencida y el movimiento de electrones y huecos será posible.

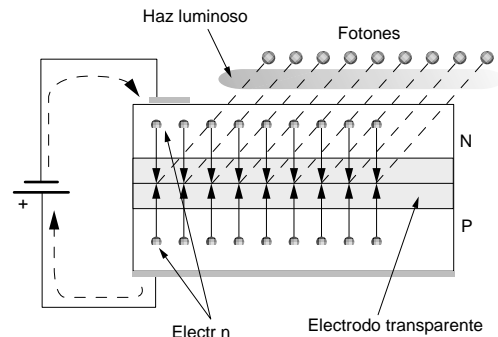
Este doble flujo, de huecos y electrones, provoca que una corriente se desplace por el circuito formado; pero sobre todo, implica la recombinación o enlace de unos con otros. Esto obliga a los electrones que fueron motivados a salir de la banda de valencia, a que devuelvan, en forma de cuantos de luz o fotones, la energía térmica utilizada en la unión; de esta manera, por cada unión hueco-electrón se expide un fotón. El proceso de unir electrones y huecos no se suspende, en tanto el suministro de corriente no se interrumpa (figura 2).

Display de 7 segmentos basado en diodos LED

Los visualizadores que emplean diodos LED se conocen como displays de 7 segmentos y vienen en dos configuraciones básicas: de ánodo común y de cátodo común. Existen configura-

Figura 2

Cuando los electrones son impulsados, "corren" a reunirse con los "pozos" en la juntura. Así se producen los fotones.



ciones donde se emplean 2, 3, 4 ó más visualizadores interconectados; o visualizadores en conexión de serie de barras gráficas. El voltaje aplicado a este tipo de visualizadores, está comprendido entre 1.9 y 3 volts. Si se les aplica un voltaje mayor, pueden sufrir daños irreversibles.

Visualizador de cristal líquido (LCD)

Este dispositivo, conocido también como LCD (Liquid Cristal Display), basa su funcionamiento en la disposición de algunas sustancias que se encuentran en una fase líquida y sólida a la vez, a la que se denomina «mesafase». En dicha fase, las moléculas tienen una gran libertad de movimiento (como en los líquidos) y también cierta ordenación (parecida a la de las sustancias sólidas cristalinas).

Al igual que en los cristales sólidos, los cristales líquidos presentan el fenómeno de la “anotropía”, que consiste en la variación de la intensidad de una o varias de sus propiedades vectoriales (dureza, velocidad de propagación de la luz, elasticidad, etc.), y al mismo tiempo, tienen la consistencia y fluidez de los cuerpos líquidos.

Aunque la distribución de los átomos y moléculas de estos materiales es similar a la de los átomos y moléculas de los cristales sólidos, puede variar mediante la aplicación de calor o de

un campo eléctrico. De acuerdo con esta reordenación, se habla de tres tipos de cristales: esmétrico, colestérico y nemático

Operación del display LCD

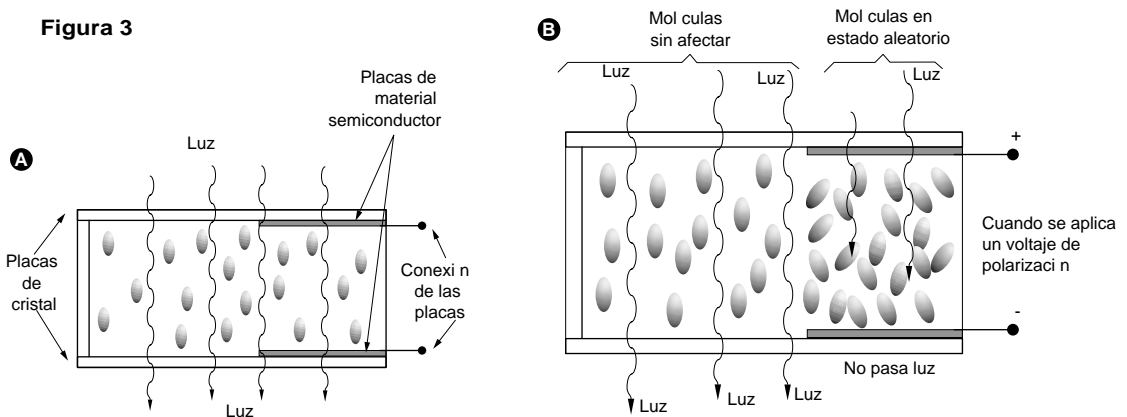
El display de cristal líquido está formado por dos placas de cristal totalmente transparentes (una especie de sándwich) que sostienen al cristal líquido; dado que toda la estructura se encuentra cerrada de manera hermética, el líquido permanece siempre en su sitio original (figura 3A).

En cada placa está adherida una capa de material semiconductor extremadamente delgada; estas laminillas tienen conexiones externas o electrodos portadores del campo eléctrico. La luz penetra por la parte superior, y para llegar al display cruza las moléculas de cristal líquido. Cuando estas moléculas se mantienen en posición vertical, dejan entrar la luz sin ninguna dificultad, el exhibidor se vuelve translúcido y la luz puede atravesarlo sin interrupción alguna.

Al aplicar un voltaje en las terminales de conexión, se provoca un cambio en la posición de las moléculas del cristal líquido (pues éstas registran la presencia del campo eléctrico). Este cambio en la distribución de las moléculas, impide el paso de la luz y la desvía (figura 3B).

Debido al cambio de posición de las moléculas afectadas por el campo eléctrico, la luz que

Figura 3

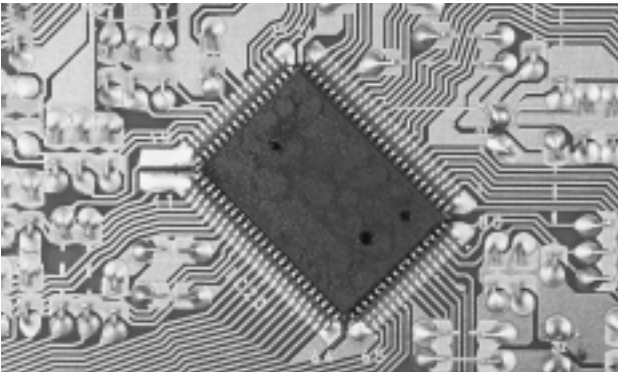


La luz pasa porque las moléculas no fueron afectadas por el voltaje de polarización

entra por la parte superior ya no alcanza a salir, y que en la parte izquierda las moléculas que no han sido alteradas siguen permitiendo el paso de la misma; de tal suerte, se “oscurece” aquella parte del display que no recibe luz.

Para que se oscurezca solamente cierta parte, la película conductora transparente lleva el dibujo que se quiere destacar (para formar números o letras, los electodos son divididos generalmente en siete segmentos de acuerdo con cierta disposición). La formación de un número o letra, depende de los segmentos que reciban una tensión eléctrica controlada por un circuito integrado llamado «controlador de visualizador» (figura 4).

Figura 4



Las válvulas de vacío

El fundamento operativo de estas válvulas, se basa en la transportación de electrones a través del vacío; mediante la tensión del calefactor (filamento) se extraen los electrones del material conductor sólido (el cátodo incandescente), que es mantenido a alta temperatura.

Luego de rodear al cátodo como una nube de carga espacial, los electrones liberados se trasladan al electrodo opuesto para crear ahí una diferencia de tensión; para ello, se necesita de una tensión de ánodo. A su vez, la corriente de electrones resultante puede ser controlada por otra tensión llamada «tensión de rejilla».

Visualizadores fluorescentes

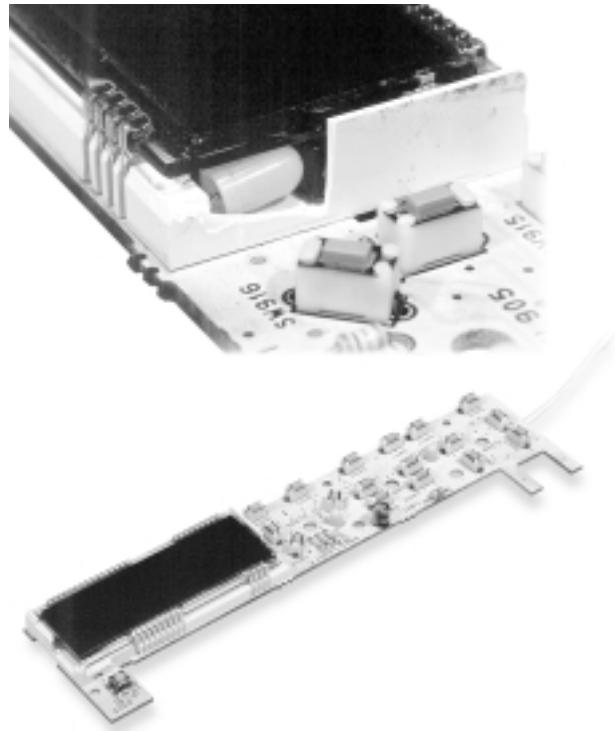
Estos dispositivos, usados frecuentemente sobre todo en equipos de audio y en videograbadoras, se basan en la tecnología de las válvulas de vacío (en donde el ánodo constituye el segmento o símbolo especial emisor de luz).

En esta tecnología, el filamento común a todo el visualizador está recubierto de wolframio (que permite alcanzar temperaturas del orden de 500 a 650 °C); también existe una rejilla común a todo dígito (que, como tal, controla la emisión electrónica) y varios ánodos que están recubiertos de una sustancia fluorescente (la cual emite luz al ser bombardeada por electrones). Evidentemente, es una estructura muy parecida a la de una válvula triodo (figura 5).

Los circuitos integrados digitales

Los circuitos digitales procesan los datos codificados que envía el sistema de control para que

Figura 5



envíen los pulsos de excitación correspondientes al display. Algunas de las operaciones que se efectúan, son la decodificación y codificación (los datos recibidos se cambian de un tipo de código a otro), multiplexación (selección de uno de los tantos grupos de datos que existen), demultiplexación (distribución de los datos en uno de varios destinos) y envío de datos por un canal (transmisión de datos a través de varios dispositivos, utilizando un canal común).

La relación existente entre los circuitos digitales y los displays, es que los mismos están formados por un grupo de varios segmentos, es decir, que para formar algún carácter o símbolo específico se necesita de varios elementos. Es ahí donde entran los circuitos digitales aquí mencionados, ya que el sistema de control principal envía la información codificada para que posteriormente se decodifique por el circuito controlador de display y a su vez éste envíe los pulsos de excitación correspondiente al visualizador.

Decodificadores

Un decodificador es un circuito lógico capaz de convertir un código binario de entrada de una cantidad N de bits en una cantidad M de líneas de salida, de modo que cada una de éstas será activada sólo por una posible combinación de entradas.

Algunos decodificadores no utilizan los 2^N posibles códigos de entrada, sino únicamente unos cuantos; por ejemplo, un decodificador BCD a decimal tiene un código de entrada de 4 bits y 10 líneas de salida que corresponden a los 10 grupos de código BCD que van del 0000 hasta el 1001.

De tal manera se han diseñado estos decodificadores, que ninguna de las salidas se activará en caso de que se aplique a la entrada un código diferente a los utilizados.

Decodificadores/controladores de BCD a siete segmentos

Muchas presentaciones numéricas en dispositivos de visualización, utilizan la configuración de siete segmentos para formar los caracteres de

los números decimales del 0 al 9 (y en algunas ocasiones, los caracteres hexadecimales de la A hasta la F).

Los decodificadores/controladores de BCD a siete segmentos, se utilizan para tomar una entrada BCD de cuatro bits y dar las salidas que pasarán corriente a través de los segmentos indicados; el objeto de todo esto, es formar el dígito decimal.

La lógica de funcionamiento de estos dispositivos es más compleja que las que mencionamos, debido a que cada salida se activa para lograr más de una combinación de entradas; por ejemplo, el segmento e debe ser activado para cualquiera de los dígitos 0, 2, 6 y 8 (lo cual significa que cuando cualquiera de los códigos 0000, 0010, 0110 o 0100 llegue, el decodificador deberá activar este segmento).

En la figura 6 se ejemplifica un decodificador/controlador de BCD a siete segmentos utilizado para controlar un visualizador que trabaja con diodos LED de siete segmentos (cada uno de los cuales tiene uno o dos LED). Observe que todos los ánodos de los diodos LED están unidos a V_{cc} (+5v), y que, a través de resistencias limitadoras de corriente, los cátodos están conectados a las salidas del decodificador/controlador.

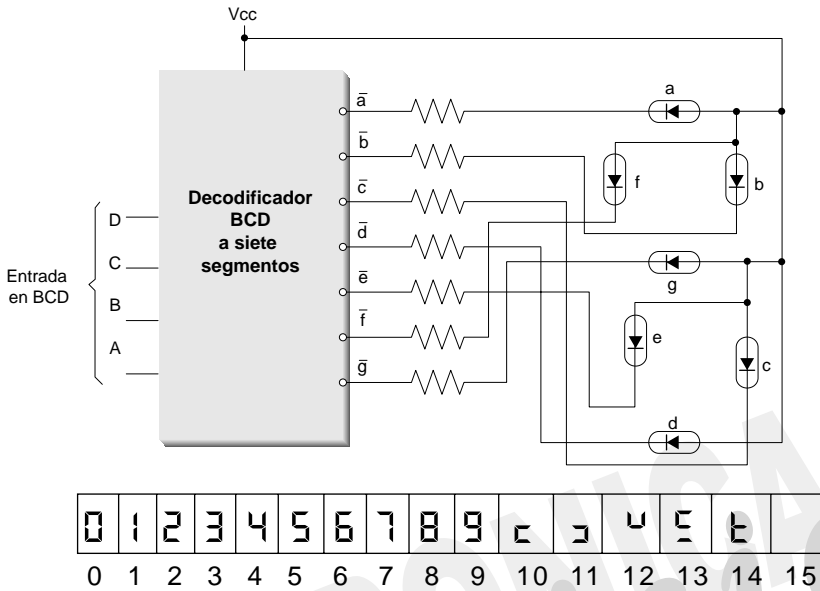
Localización de fallas en visualizadores con diodos LED

Como ya dijimos, un visualizador basado en la tecnología de fabricación de los diodos LED, puede tener una configuración de cátodo común o de ánodo común.

Por este motivo, la localización de fallas varía ligeramente de un tipo de dispositivo a otro; mientras el visualizador de cátodo común enciende sus segmentos cuando éstos se encuentran en alto (H), el de ánodo común enciende los suyos cuando están activos en bajo (L). Veamos cómo debe procederse.

1. Identifique el tipo de visualizador que se está utilizando (cátodo o ánodo común). Esto se puede comprobar fácilmente, con sólo medir voltaje en la terminal central del display, si aparecen 5 voltios se trata de un display; de

Figura 6



ánodo común; por el contrario, si no aparece voltaje, el display será de cátodo común.

2. Compruebe que el decodificador y controlador de displays expida por sus terminales de salida las órdenes correspondientes hacia cada uno de los segmentos involucrados.
3. Verifique que las ordenes estén llegando al visualizador de siete segmentos.
4. Compruebe que el visualizador se encuentre correctamente alimentado (5 volts).
5. Si se presenta el caso de que el visualizador no reciba alguna de las señales, revise el estado de las resistencias limitadoras de corriente (pueden estar abiertas).
6. Si el visualizador no enciende alguno de sus segmentos a pesar de recibir correctamente todas las señales de salida del decodificador/controlador, desconéctelo del equipo y utilizando un óhmetro, verifique todos los diodos uno por uno; si tan sólo alguno de ellos se encuentra dañado, será necesario sustituir el visualizador.
7. Cuando las señales del decodificador/controlador no estén presentes en las salidas, verifique que la alimentación sea la correcta (5

volts) y que las terminales de entrada reciban señales. Si ambas condiciones se cumplen, es probable que la falla se encuentre en el decodificador/controlador; en este caso deberá sustituirlo.

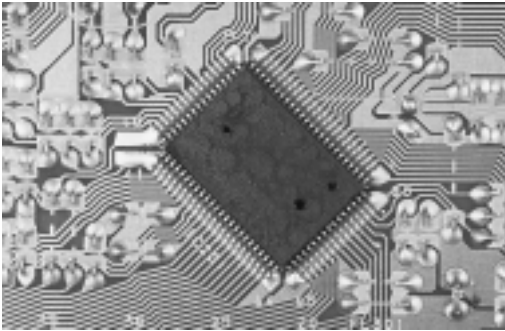
Localización de fallas en visualizadores de cristal líquido (LCD)

Para localizar fallas en un visualizador de cristal líquido, lo primero es determinar la procedencia de la luz que activa al display; es decir, tenemos que saber si la luz proviene del exterior (luz ambiente) o del interior del equipo (figura 7). Una vez detectado este punto, proceda de la siguiente manera:

1. Si la luz proviene del exterior, compruebe que el visualizador registre un par de señales llamadas COM1 y COM2 (que son comunes a todos los segmentos del mismo). Si estas señales no están presentes, se puede pensar en la existencia de una falla en el decodificador/controlador (pues es el encargado de generarlas), en tal caso proceda a sus-

Figura 7

La detección de la luz se realiza a través del propio circuito decodificador/controlador.



tituirlo. Pero, antes de proceder al reemplazo, verifique que cada segmento del visualizador esté recibiendo las órdenes correspondientes (el valor común de éstas es el mismo valor de voltaje de alimentación del circuito controlador de display); si no es así, el dispositivo no podrá expedir datos, lo cual significa que el decodificador/controlador no es el causante del problema. Si descubre que dichas señales no están presentes, verifique la alimentación del circuito decodificador/controlador; como normalmente se localiza dentro del propio sistema de control, será necesario comprobar que éste reciba la señal de reloj (CLK) y la señal de reinicio (RESET); si falta alguna, el sistema de control no funcionará correctamente y por lo tanto tampoco lo hará el decodificador/controlador.

2. Cuando la luz provenga del interior del equipo (por ejemplo de una lámpara), habrá que comprobar la presencia de todas las señales mencionadas (COM1, COM2, CLK, RESET, B+, GND, señales de entrada, etc.). También será necesario verificar que la lámpara esté recibiendo una alimentación correcta (normalmente es de 12 voltios positivos); si no es así, es probable que no encienda y los segmentos del visualizador no se puedan observar; mas si no enciende a pesar de estar recibiendo dicho voltaje, tendrá que ser sustituida por otra nueva, procurando que ésta sea del mismo tamaño, forma y voltaje.

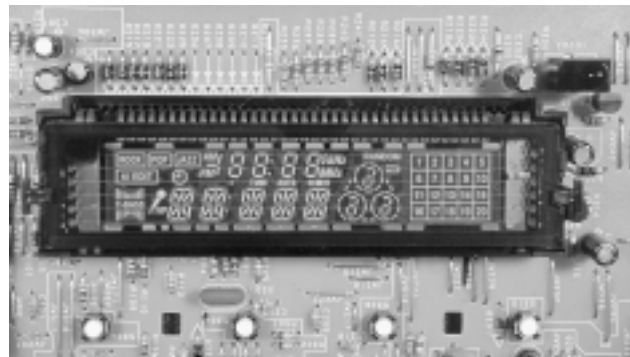
Aquí queremos hacer una observación: el problema que con mayor frecuencia presentan estos visualizadores, es precisamente una lámpara dañada. No obstante, a veces se abren los transistores responsables de la conmutación del voltaje de alimentación que ella recibe; cuando ocurre esto, no pueden conmutar el voltaje de alimentación hacia la misma.

Localización de fallas en visualizadores fluorescentes

En el caso de los visualizadores fluorescentes podemos realizar el siguiente procedimiento:

1. Verifique la existencia de un voltaje de 6.3 voltios en las terminales de los filamentos (generalmente este voltaje es de corriente alterna). Este voltaje es necesario para encender los filamentos calefactores (cuyas terminales, normalmente, se encuentran en los extremos del visualizador); el objeto de esto, es hacer que el cátodo del visualizador se caliente y que -por lo tanto- desde él los electrones vayan hasta el ánodo (figura 8).

Figura 8



2. Para alimentar al cátodo del visualizador, y para que existan las señales correspondientes a los segmentos que provienen del decodificador/controlador, debe haber un voltaje de 32 voltios negativos.