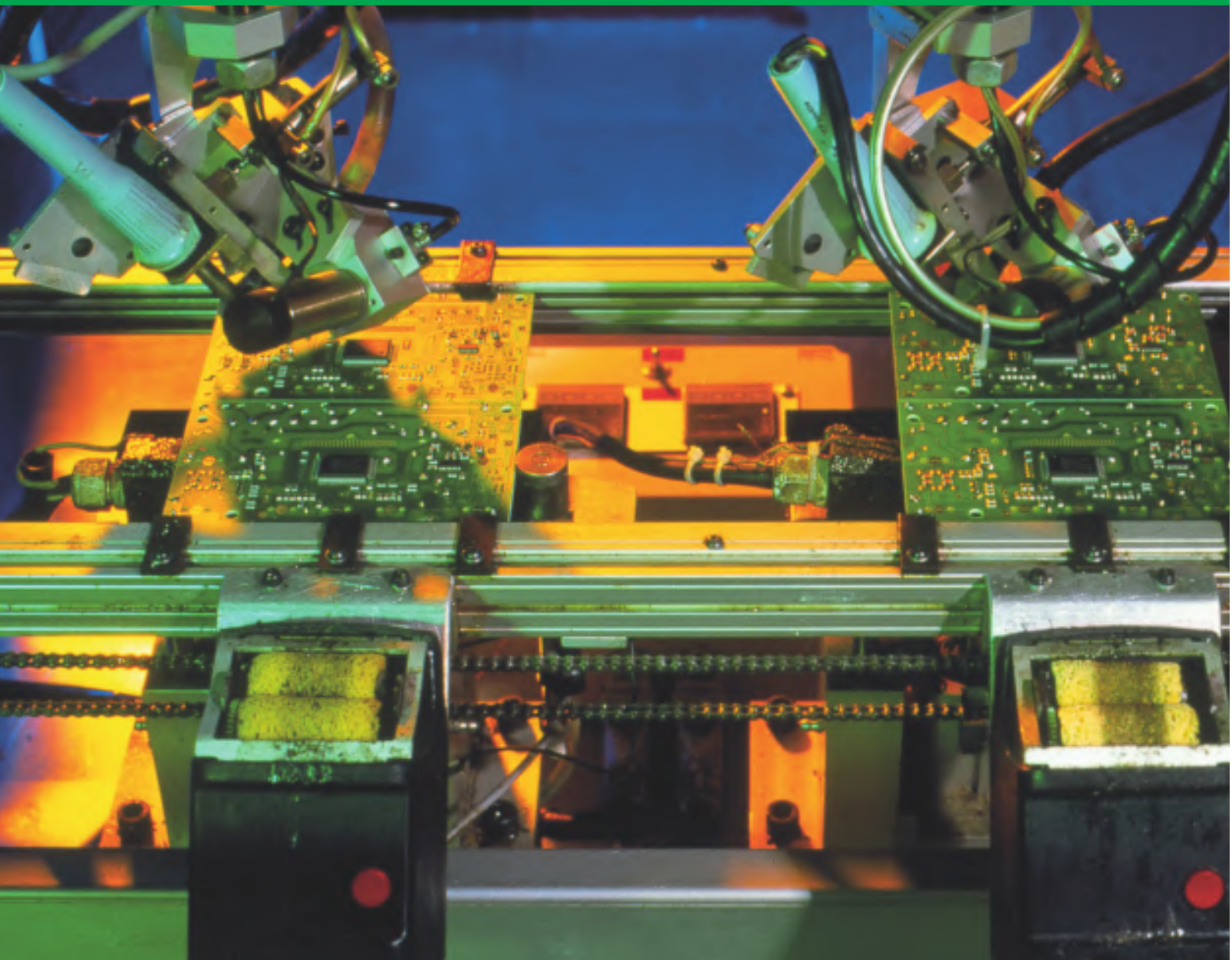


Influencia de las soldaduras en las averías electrónicas

JUAN MANUEL OLIVERAS SEVILLA

Los semiconductores tienen un elevado grado de fiabilidad, pero los circuitos electrónicos siguen averiándose. La razón, a menudo, tiene que ver con las soldaduras



Los componentes de los actuales circuitos electrónicos han sufrido una evolución muy importante en cuestión de décadas. Los semiconductores actuales tienen un elevado grado de fiabilidad y vida de funcionamiento. Entonces, ¿por qué se producen averías?

Hemos pasado de una época en la que los componentes semiconductores discretos, pastillas de circuitos integrados, componentes discretos, etc., eran los causantes de las averías. Cuando éstas se producían en un circuito electrónico más o menos complejo, pongamos por ejemplo en un televisor, la avería afectaba a varios componentes, ya que, aunque saltaba el fusible, como éste es mucho más lento que los semiconductores, cuando el fusible se fundía ya se habían estropeado varios semiconductores.

El televisor de color es un buen ejemplo de sistema electrónico complejo, lo que demuestra la *figura 1* pues en su interior nos encontramos con una gran cantidad de dispositivos y circuitos electrónicos cuya finalidad es en resumen captar una señal electromagnética de una antena y transformarla en imágenes legibles para nuestro cerebro. Para lograr este objetivo que parece simple, la señal electromagnética tiene que ser captada, filtrada, descodificada, sincronizada y tratada hasta que sea capaz de activar un tubo de rayos catódicos (TRC) o modernamente una pantalla LCD o una pantalla de plasma.

Con el objeto de minimizar los efectos producidos en un circuito electrónico por la avería de un componente, los diseñadores desarrollaron circuitos de protección que bloquean el funcionamiento del dispositivo anulando su alimentación. Por este motivo los televisores de última generación llevan incorporados unos dispositivos de protección que anulan la salida de señal en los casos en que los límites de estabilización de corriente o tensión sean superados. Estos circuitos son los conocidos como OCP (Over Current Protection) y OVP (Over Voltage Protection). Como su nombre indica, la desconexión se producirá por exceso de corriente o por exceso de tensión.

Cuando actúa el sistema de protección la alimentación desaparece bruscamente. Si la causa del bloqueo ha sido momentánea, la alimentación se establecerá inmediatamente. Si, por el contrario, persiste después de varias desconexiones, la alimentación quedará definitivamente anulada y sólo se restablecerá desconectando y volviendo a conectar el receptor a la red. Está claro

que, si el problema persiste, se repetirá el ciclo de desconexión hasta la desconexión permanente.

Desde el punto de vista del técnico de mantenimiento el problema se complica a la hora de determinar cuál o cuáles de los componentes del sistema son los causantes de las averías. El problema antiguamente era más llevadero, pues el sistema fallaba pero seguía funcionando pues continuaba alimentado y se podía seguir la pista de las señales a través de los circuitos hasta dar con la etapa o componente defectuoso. En la actualidad el problema se complica pues el sistema realimentado de protección detecta un fallo en cualquier parte del circuito que controla y actúa desconectando la alimentación con lo cual el sistema se protege, pues deja de funcionar, haciendo imposible el seguimiento de la señal ya que el sistema deja de estar alimentado. En estas condiciones el técnico tiene que hacer uso de su experiencia y decantarse por aquellos componentes que puedan ser objeto de fallo, de forma que la búsqueda puede ser más o menos fructífera.

Si los sistemas son más complejos, más elaborados y más protegidos, y además la fabricación de componentes es más segura y la vida media de los mismos es mucho mayor que antes, entonces ¿*por qué se producen averías?*. Está claro que para contestar a esta pregunta hemos de tener en consideración un nuevo factor: “*las soldaduras*”. En efecto, los dispositivos electrónicos son en la actualidad más fiables, más duraderos, su vida media de funcionamiento ha aumentado exponencialmente. Pero ¿qué pasa con las soldaduras de sus patillas que lo conectan al circuito? Como consecuencia de la mayor durabilidad de los componentes con el paso del tiempo sus soldaduras pierden sus cualidades y se ahuecan en su interior produciendo falsos contactos que dan lugar a que se activen los sistemas de guarda o protección cortando la alimentación y dejando fuera de servicio el dispositivo electrónico.

Soldadura fría

Una soldadura en mal estado recibe el nombre de *soldadura fría*. Con este nombre se designa aquella soldadura que ha perdido sus características de cuando se realizó en estado caliente. El principal problema de las soldaduras frías es que el circuito puede funcionar correctamente durante un tiempo, de incluso años. De hecho en el SAT (Servicio de Asistencia Técnica) de muchas marcas comerciales se han complicado buscando

fallos de piezas y componentes, cuando en realidad el problema eran las soldaduras.

La causa de las soldaduras frías reside en la aplicación incorrecta del calor. En el proceso de soldadura de un componente electrónico tanto las patillas del componente como las pistas del circuito impreso (PCB) necesitan ser calentadas simultáneamente a la temperatura adecuada para posibilitar que el estaño se agarre a dichas superficies. En ocasiones las soldaduras frías permiten un contacto entre la patilla y la pista de circuito impreso, a pesar de no estar realmente soldadas. De esta forma las soldaduras pueden ser válidas durante un período de tiempo más o menos largo, dependiendo de las condiciones físicas y ambientales del entorno en las que se encuentre el circuito: frío, calor, vibraciones mecánicas, etc.

La búsqueda de soldaduras frías en un circuito electrónico no es una tarea fácil; una lupa puede ser de ayuda. Pero en general el buen estado de una soldadura lo determina la cantidad de estaño aportado y que esté brillante. Con el paso del tiempo se observa disminución de estaño en la soldadura y ésta deja de estar brillante. Al respecto podemos ver la diferencia entre una placa de circuito impreso con soldaduras desgastadas (*figura 2*) y la misma placa con soldaduras repasadas (*figura 3*).

Las soldaduras frías se suelen producir en aquellos componentes que están sometidos a mayores vibraciones y elevadas temperaturas. En particular el uso extendido de las fuentes de alimentación conmutadas que funcionan a decenas de kilohercios según el principio de modulación del ancho de pulso PWM, en contraposición a las antiguas fuentes lineales, hacen que en el circuito estén presentes las vibraciones correspondientes a sus frecuencias de trabajo.

En el caso particular del televisor en color actualmente todos usan fuentes conmutadas cuya apariencia la podemos observar en la *figura 4*.

Además, en el caso particular del TVC éstos disponen en realidad de una segunda fuente de alimentación constituida por el llamado transformador de líneas conocido como *flyback* (*figura 5*), el cual es una pieza clave en el circuito de barrido horizontal, ya que, por una parte, colabora en la formación de la intensidad en dientes de sierra que, con frecuencia de 15625 hercios, en Europa, circula por las bobinas deflectoras de líneas. Además, suministra impulsos de retorno



Figura 1. Interior de un televisor en color.

auxiliares. El campo magnético que éstas generan provee el movimiento horizontal con que el haz electrónico del TRC (Tubo de rayos catódicos) barre la pantalla en líneas horizontales paralelas alternadas. Y en segundo lugar, pero más importante, es el encargado de producir la MAT (Muy Alta Tensión) necesaria para poder encender el tubo de rayos catódicos, junto con otras alimentaciones necesarias para el funcionamiento del televisor.

El funcionamiento del transformador de líneas está gobernado por el llamado transistor de líneas, el cual recibe por el colector una elevada tensión de polarización dependiendo de lo grande que sea el televisor. Como dato significativo, pondremos 140 voltios. Y por su base recibe las señales del oscilador horizontal necesarias para realizar el barrido horizontal de la pantalla de más de 15.000 hercios. La señal que se le aplica a la base de este transistor es cuadrada,

trabajando por tanto en conmutación. Pues bien, la acción del circuito de guarda o protección en este caso es bien sencilla. Si detecta alguna anomalía en corriente o en tensión, actúa inhibiendo la señal de base del transistor de líneas que quedará bloqueado y, por tanto, anulando la MAT y demás circuitos de alimentación quedando fuera de servicio el receptor de televisión. Por esto, en el caso del televisor en color son susceptibles de producirse soldaduras frías en los circuitos asociados a la fuente de alimentación PWM y a las etapas de deflexión horizontal, con el transformador de líneas y la etapa de deflexión vertical, pues son los dispositivos que trabajan a mayores frecuencias y por las características de trabajo son los que más se van a calentar.

De esta forma, para cada equipo y modos de funcionamiento el técnico experimentado puede conocer cuáles son los puntos débiles de un equipo electrónico ante las soldaduras frías. Éstas se producirán de modo diferente según sea el soldante utilizado para realizar las soldaduras. El estaño actual destinado a la soldadura electrónica contiene una resina fundida. Los metales, y en particular el cobre, cuando son calentados tienden a oxidarse, dificultando la soldadura. La resina está pensada para prevenir el contacto con la atmósfera, fluyendo ésta entre el estaño y la pista para mantener ambas superficies limpias, permitiendo buenas soldaduras. Todos estos aspectos se tienen que considerar según la nueva directiva RoHS.

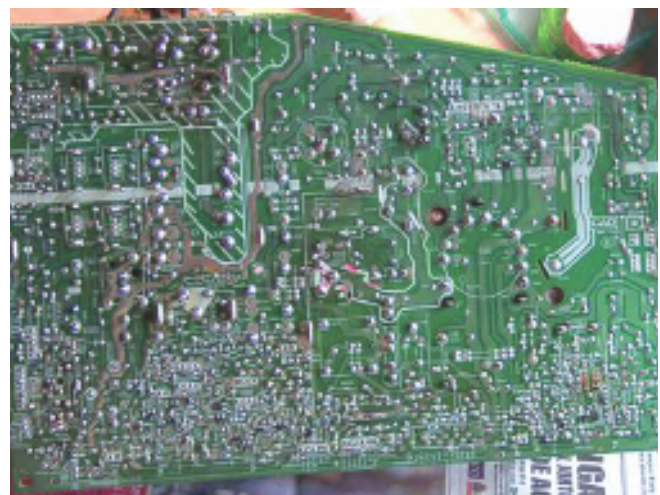
La directiva RoHS

Las próximas directivas RoHS (Restriction of use Certain Hazardous Substances) tienen efectos legislativos inmi-

Figura 2. Soldaduras afectadas por el paso del tiempo.



Figura 3. Soldaduras repasadas.



nentes en el sector de la electrónica. A partir del pasado mes de julio del 2006, los equipos eléctricos y electrónicos comercializados en Europa ya no pueden contener plomo ni otras sustancias nocivas que aparecen convenientemente estipuladas. Las exenciones de aplicación de la normativa para determinados equipos se revisarán al menos cada cuatro años y se regularán de forma similar a la directiva de la Unión Europea en la legislación de cada país.

La nueva Directiva RoHS es de aplicación a:

1. Pequeños electrodomésticos.
2. Equipos de climatización.
3. Equipos informáticos y de telecomunicaciones.
4. Herramientas electrónicas y eléctricas, a excepción de las industriales fijas grandes.

5. Equipos de iluminación. Incluidos los equipos de iluminación domésticos y bombillas.

6. Equipos de consumo. Radio, televisión, vídeo, sonido, instrumentos musicales, etc.

7. Juguetes y equipos deportivos, así como los de ocio.

8. Máquinas expendedoras automáticas.

La directiva RoHS toma el ámbito de aplicación de la directiva asociada WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment).

La directiva WEEE afecta a todos estos tipos de productos incluyendo también:

1. Aparatos médicos.
2. Instrumentos de monitorización y control.

La implantación de la directiva RoHS llevará a muchos fabricantes a utilizar soldantes sin plomo.

La soldadura manual con soldante sin plomo es fácil y es posible conseguir buenas uniones siempre que se comprendan adecuadamente las diferencias entre los soldantes de estaño/plomo y los soldantes sin plomo.

Los soldantes sin plomo tienen puntos de fusión más altos e inferiores propiedades de recubrimiento que los de estaño/plomo. El recubrimiento lleva más tiempo y el soldante se extiende menos, teniendo las uniones un aspecto mate o descolorido comparadas con las de estaño/plomo.

Podemos comparar las temperaturas de soldadura usando la *tabla 1*.

En soldaduras sin plomo se recomienda comenzar las soldaduras a 350 °C, pero si no se consigue una buena solda-



Figura 4. Detalle de la fuente de alimentación de un TVC.

dura a dicha temperatura, se puede incrementar gradualmente la temperatura de la punta hasta conseguir un buen recubrimiento.

El aumento de temperatura puede dañar algunos tipos de componentes como condensadores electrolíticos, leds, cristales osciladores, relés miniatura, optoacopladores y ciertos semiconductores y circuitos integrados acortando su vida útil.

Algunos de estos componentes también pueden dañarse usando estaño/plomo, pero el riesgo es mayor con soldantes sin plomo pues la temperatura de fusión es mayor, entre 30 °C y 40 °C. Tenemos que considerar que los lápices de soldadura antiguos tienen un control de temperatura bastante impreciso que puede llegar a oscilar en intervalos de hasta 50 °C. Todo lo anterior, sumado a la mayor temperatura de fusión de los soldantes sin plomo, aumenta el riesgo de sobrecalentamiento y deterioro de componentes soldados en una placa de circuito impreso.

Si las superficies a soldar no están limpias habrá un recubrimiento deficiente. Esta situación también puede ocurrir con soldaduras estaño/plomo, pero es más acentuado en las soldaduras sin plomo. Una característica a tener en cuenta a la hora de inspeccionar el estado de las soldaduras es que las soldaduras sin

plomo tienen un color mate sin brillo, por lo que se parecen a soldaduras con plomo envejecidas.

En el campo de las reparaciones la desoldadura de equipos soldados sin plomo puede hacerse usando el mismo equipo y herramientas que la desoldadura de estaño/plomo, pero hay que evitar mezclar las aleaciones. Si se combinan pueden dar uniones defectuosas. Es conveniente señalar el equipo indicando el tipo de aleación soldante utilizada. Además, el uso de temperaturas más elevadas puede dañar tanto los componentes como el laminado de la placa de circuito impreso.

De todas formas, los equipos antiguos, entendiendo como tal el equipo soldado con estaño/plomo y puesto en el mercado antes del pasado mes de julio del 2006, fecha de entrada en vigor de la directiva RoHS, pueden ser reparados o reprocesados después de dicha fecha.

Podríamos mencionar otros problemas relativos a la soldadura sin plomo como son:

Efecto Tin whiskers o de los filamentos de estaño. Se trata de filamentos finos de cristal de estaño que se ha observado surgen ocasionalmente de revestimientos de estaño puro. Habitualmente no causan problemas, pero si se rompen pueden provocar cortocircuitos en pequeños

Tabla 1. Tabla comparativa de soldaduras.

	Estaño/Plomo	Estaño/Plata/Cobre
Temperatura de fusión	183 °C	217 °C
Tiempo de estañado de hilo de cobre a 23 °C por encima del punto de fusión	1,5 s	4 s



Figura 5. Transformador de líneas y circuitos asociados.

componentes electrónicos; en particular pueden dar problemas en placas de circuito impreso con componentes en montaje superficial con gran escala de integración..

Efecto Tomb-stoning o de cabeceo. Se produce esto cuando un componente se sitúa en las almohadillas de una soldadura en montaje superficial a temperaturas distintas. A medida que se solidifica la soldadura, la diferencia en la tensión de la superficie provoca que el componente se desplace lateralmente o hacia arriba respecto a una de las almohadillas. Esto puede provocar que el componente no esté en contacto con la soldadura produciendo un circuito abierto; muy difícil de detectar a simple vista en muchas ocasiones. Este fenómeno se produce también en las soldaduras con estaño-plomo, pero es más acusado en soldaduras sin plomo.

Efecto Popcorning o efecto palomitas. Consiste este efecto en el estallido del componente por el vapor producido en su interior cuando se calienta por soldadura. Si el vapor producido no puede salir rápidamente, la presión puede dañar el componente aunque no llegue a estallar, sobre todo si el componente es de pequeño tamaño como ocurre en montaje superficial.

El soldante de estaño/plomo continuará estando disponible en el futuro pues hay muchos tipos de productos no afectados por la nueva directiva RoHS. Además, como los soldantes sin plomo son diferentes de los de estaño/plomo, llevará tiempo hacer la sustitución, evitar problemas y productos defectuosos.

Impacto en las nuevas tecnologías

Muchos de los equipos actuales incluyen microprocesadores. El microprocesador por un lado recibe órdenes, los procesa, decide en base a una serie de instrucciones llamadas programa y ejecuta la aplicación. En nuestro ejemplo de un televisor, podemos decir que recibe un orden desde el receptor del control remoto o desde el teclado del panel frontal, procesa ese requerimiento, decide a través del programa cargado por el fabricante, y luego ejecuta en consecuencia: baja o sube el volumen, cambia de canales, etc. En la mayoría de las aplicaciones vienen acompañados de memorias EEPROM que almacenan los datos de preferencia del usuario, como el último canal mirado, nivel de volumen, contraste, color, etc.

Los microprocesadores en su comunicación con los circuitos asociados al mismo utilizan conexiones de Data y Clock. Las señales Data consisten en el flujo de datos en ambos sentidos de comunicación, mientras que Clock es la información de los tiempos en que el microprocesador requiere o entrega datos.

La forma en que se comunican se denomina Protocolo y varían sus características entre los distintos fabricantes. La transferencia y recepción de datos no podría realizarse sin la existencia de dicho protocolo. Al realizar un simple cambio de canal, se procede a un importante intercambio de datos, que de no estar ordenados, no podría realizarse.

Pero además del protocolo dentro de la línea de datos, es muy importante la línea Clock, pues todo el sistema se encuentra regido por un oscilador ubi-

cado en el microprocesador, que está referenciado con un cristal generalmente de 4 Mhz.

En la actualidad se observa que se está estableciendo un estándar, adoptado por muchos fabricantes, donde estas líneas se llaman SDA y SCL. Este estándar se conoce como Bus I²C y fue creado por Philips Semiconductors para el control de circuitos por dos líneas, permitiendo a circuitos integrados interactuar entre sí a velocidades relativamente lentas, con un máximo de velocidad de transmisión de datos aproximada de 100 Kbits por segundo, en modo estándar o a 400 Kbits por segundo en modo rápido empleando comunicación serie.

Dado que no siempre se requiere una alta velocidad de transmisión de datos, este bus es ideal para sistemas donde es necesario manejar información entre muchos dispositivos y, a la vez, se requiere poco espacio y pocas líneas de circuito impreso. Por todo esto, actualmente es común ver dispositivos con bus I²C en televisores, videograboras, sistemas de seguridad, equipos de sonido y muchas otras aplicaciones.

Las características principales del bus I²C son:

1. Funciona sólo con dos líneas, la de datos (SDA) y la de reloj (SCL).
2. Los datos y direcciones se transmiten con palabras de 8 bits.
3. El protocolo de transferencia de datos y direcciones posibilita el diseño de sistemas definidos por *software*, de forma que cada dispositivo conectado al bus tiene un código de dirección seleccionable por *software*.

Los sistemas electrónicos con bus I²C no tienen ajustes por *hardware*, sólo por *software*, de modo que si una soldadura defectuosa afecta al bus I²C, el auto-diagnóstico y ajuste no se pueden realizar dejando al sistema electrónico totalmente inoperativo. La búsqueda de la soldadura fría se complica ya que el sistema no da indicios de dónde puede estar el fallo al estar totalmente bloqueado por los sistemas de protección. Si el microprocesador maestro pierde comunicación con alguno de sus esclavos a través del bus I²C, por una soldadura fría, es posible que se bloquee todo el sistema. A veces incluso el televisor se queda en *stand-by* por un simple circuito integrado conectado al microprocesador por bus I²C. Todo depende de la programación que le hayan dado al microprocesador maestro, pues algunos sólo chequean sus circuitos integrados esclavos en el arranque, otros cada cierto tiempo.

Los equipos electrónicos son cada vez más sofisticados y compactos gracias a nuevas tecnologías. Por ejemplo, en el campo de la televisión y pantallas de visualización tenemos varias tecnologías: plasma, LCD con tecnología TFT, OLED, PLED, SMOLED, etc. Todas ellas hacen uso de circuitos integrados multifuncionales de alta densidad de integración como los llamados UOC (Ultimate One Chip) de más de 60 patillas, que para el caso de la televisión incluyen los circuitos de detección de FI, vídeo, decodificador de croma, RGB, sincronismos y decodificador de sonido, estando totalmente controlado mediante bus I²C a través del microprocesador que llevan los propios circuitos integrados UOC. Dicho micro contiene además el programa específico que garantiza todas las funciones del televisor, incluyendo dos menús, uno de control del receptor y otro para servicio técnico.

Los televisores de plasma funcionan por emisión de luz debido a una tensión eléctrica aplicada en un pequeño espacio, del orden de 0,1 mm de anchura entre cristales plano paralelos, lleno de gas o plasma. Esta tensión ioniza el gas y, al final, genera puntos de luz. Por otra

parte, las pantallas basadas en tecnología TFT (Thin Film Transistor) o LCD (Liquid Cristal Display) son pantallas de cristal líquido que contienen un transistor por cada píxel, basándose en una fuente permanente de luz blanca que tienen que atravesar estos transistores pelliculares por píxel a modo de puntos constituidos por cristales líquidos que se hacen más o menos opacos permitiendo cada uno de estos transistores pelliculares el paso de más o menos luz proveniente de la parte de atrás. Luego podemos resumir diciendo que funcionan por transferencia.

Otra tecnología que funciona como emisora de luz son las pantallas OLED. Éstas son pantallas a base de diodos constituidos por capas de un compuesto orgánico, que al igual que los leds comunes, emiten luz de diversos colores al aplicarles una tensión eléctrica. Las capas de material orgánico se depositan sobre una superficie plana, la que luego será una pantalla, creándose mediante una técnica similar a la que utilizan las impresoras de tinta. Las pantallas OLED actuales se realizan en un entorno libre de aire, es decir, al vacío, a diferencia de la tecnología PLED o leds de polímero que se pueden realizar

al aire por lo que no necesitan entornos al vacío. Si los leds orgánicos son de molécula pequeña estaríamos hablando de la nueva tecnología SMOLED.

Toda esta evolución tecnológica hace presagiar que los equipos y componentes asociados tendrán cada vez un menor tamaño, una mayor fiabilidad de fabricación y mayor tiempo de vida media, reduciéndose notablemente la probabilidad de fallo o avería. Esperemos no obstante que las soldaduras no sean el futuro "talón de Aquiles" de las nuevas tecnologías.

Bibliografía

Mor, Felipe, *Soldadura eléctrica*. Ediciones técnicas REDE.
 Loveday, G. C., *Localización de averías en electrónica*. Editorial Paraninfo.
 Carretè, E, *Curso de televisión*. Editorial Paraninfo.
 Directiva RoHS. www.afdec.org.uk/RoHS.htm

AUTOR

Juan Manuel Oliveras Sevilla

Ingeniero técnico en Electricidad con intensificación en Electrónica por la Escuela Politécnica de Cartagena. Desde 1982 trabaja como técnico en la empresa Bazán de construcciones navales, actualmente Navantia.

EL FUEGO:

Lo Localizamos → Detección
Lo Contenemos → Protección Pasiva
Lo Apagamos → Extinción

Ingeniería y servicio integral contra incendios.

DORE ALFA, S.L. - C/ Benavent, 20-22, bajos
 08028 BARCELONA (Spain)

Tel. +34 902 241 241 • Fax +34 934 250 196
dore@dorealfa.es • www.dorealfa.es

dore
 alfa

