

Ing. Alberto Picerno

La **Biblia**  
del **TV**  
**LED**

TOSHIBA

[www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar)

TOMO I

ISBN 978-987-42-0234-5



### **Libro Personalizado**

Ud. no compra los derechos de este libro; solo compra la posibilidad de leerlo en forma privada. Por esa razón, observará que las paginas del texto tienen impreso su nombre en "Letras de agua" para reforzar su personalización. Ud. es responsable personalmente por su libro, no lo preste, porque si aparece publicado en algún lugar, el responsable es Ud. Aparte de las letras de agua su nombre está escrito en forma invisible en el libro.

El autor le dio al libro un valor económico reducido, para evitar el deseo de realizar copias clandestinas. Puede estar seguro que el dinero recaudado, será utilizado en su mayor parte para el estudio de otros dispositivos, que terminaran generando un nuevo libro. El copiado clandestino perjudica la cadena de comercialización y puede generar que la misma se corte con perjuicio para todo el gremio. Gracias: el autor.

### **Derechos de Autor**

Esta publicación no puede ser reproducida, total ni parcialmente, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, u otro, sin autorización previa por escrito del titular de los derechos de autor.

### **Aviso de Responsabilidad**

El autor y publicador de este libro han hecho el máximo esfuerzo posible para asegurar la certeza y precisión del material contenido en este texto. Sin embargo, la información contenida en este libro es vendida sin garantías, ni expresas ni tácitas. Ni el autor del libro, ni YoReparo.com, ni tampoco quienes distribuyen y venden el libro, se hacen responsables por cualquier daño causado sea directa o indirectamente por las instrucciones contenidas en este libro, o por el software y hardware descrito en éste.

### **Aviso de utilización de marcas**

En lugar de indicar cada aparición de un nombre de marca como tal, este libro utiliza los nombres sólo de manera editorial y en beneficio del propietario de la marca sin la intención de infracción de la marca.

# Prólogo del Autor

Nuestra “Biblia del LCD y el plasma II edición” ha cumplido un servicio invaluable a nuestros amigos reparadores de todo el mundo de habla Hispana y lo va a seguir cumpliendo, porque son innumerables los TVs LCD que entran en los talleres de reparación. Inclusive son aún muchos los TV TRC que aún debemos reparar y para los que siempre está disponible el “Curso Superior de TV” que se puede bajar gratis de mi página.

Pero casi la mitad de los TVs que ingresan hoy en día en los talleres son modernos TVs LED, que requieren nuevas exigencias a nuestros conocimientos y necesitan nuevas herramientas de trabajo, en momentos en que el mundo sufre una crisis económica generalizada. Parecería que estudiar e invertir no es lo más adecuado para esta época, pero si no lo hacemos no hay posibilidad de seguir adelante con nuestra profesión.

La solución es pautar las inversiones de modo que no afecten la economía de nuestro taller y analizar muy bien los gastos de equipamiento, para generar los mismos en los momentos adecuados. En una palabra organizarse más que nunca, para hacerle frente a la crisis. Y así fue que planteamos “La Biblia del LED”.

Primero analicemos el tema de la adquisición del conocimiento. ¿Cuántas páginas debe tener la nueva Biblia para contener todo el conocimiento que requiera un reparador? En principio recordemos que “La Biblia del LCD y el Plasma” tiene unas 600 páginas. Ud. pensará que lo único diferente que tiene un TV LED es el Back light, y no se equivoca. El diagrama en bloques de un TV LED no se diferencia prácticamente del diagrama en bloques de un TV LCD. Pero el reparador no repara con diagramas en bloques sino con circuitos detallados. El diagrama en bloques es solo una ayuda didáctica.

Los circuitos de un LCD y un LED son totalmente diferentes, porque solo los primeros LED estaban fabricados con los viejos LCD con un nuevo Back light. Mientras los fabricantes de LCDs cambiaban el Back light, los fabricantes de circuitos integrados inventaban el “superjungla con micro”, los fabricantes de componentes inventaban los miniSMD y las secretarías de comunicaciones de todos los países inventaban la TDT y cambiaban con ello todas las estrategias del reparador.

Un superjungla con micro contiene todos los circuitos digitales desde el convertidor analógico hasta el escalador manteniendo en el exterior sólo a las memorias de todos los tipos. Son circuitos integrados de unas 680 patas con encapsulado BGA, a los cuales ingresan las señales de los conectores de entrada y salen las señales con destino a la T\_COM, que ahora forma parte de la pantalla y no admiten el cambio de plaqueta (pero si la reparación a nivel de componentes). Además los superjunglas proveen las salidas y entradas a las memorias, cristales y otros periféricos.

Un componente miniSMD es lo mismo que un SMD pero en tamaño mucho más pequeño. Los resistores 1/30 W tienen dimensiones de 0,2 x 0,4 mm de planta, lo cual significa que hay que trabajar con una lupa de mucho aumento o con un microscopio USB, con un soldador de punta muy fina y con alambre de soldadura de 0,30 mm de diámetro.

El avance inexorable de las comunicaciones nos lleva a que el mundo retorne al principio, cuando se trata de TV. En efecto, el mejor método de comunicación para la TV es hoy la vieja y conocida antena de UHF transmitiendo en las mismas frecuencias de siempre, pero ahora con modulación digital que anula los fantasmas y mejora la relación señal a ruido en forma notable. Esto significa que el TV tiene una etapa más que es el decodificador de TDT. En realidad el reparador no se da cuenta de este detalle porque este decodificador se encuentra dentro del sintonizador, que a pesar de su tamaño ahora incorpora toda la etapa de FI el detector para la TV analógica clásica y el decodificador digital de TDT.

El reparador ya se estará dando cuenta que el método de trabajo no tendría por qué cambiar con respecto al TV LCD clásico, pero que ahora hay graves problemas de acceso a los diferentes puntos del TV, que implican cambios notables de los métodos de reparación.

Ahora, si el fabricante, teniendo en cuenta todos estos problemas confeccionara un manual adecuado, todo pasaría a ser nada más que un problema superable fácilmente. Pero por lo contrario, en lugar de realizar un manual más detallado, hace un simulacro de manual de service que no merece tener ese nombre. Parece suponer que el reparador debe trabajar a nivel de cambio de plaqueta, desconociendo por completo las leyes de protección al consumidor y la metodología de trabajo de América Latina, donde el usuario lleva a reparar su TV al service de confianza y no al servicio técnico oficial.

Contemplando todos estos problemas me decidí a realizar “La Biblia del LED” estudiando muy a fondo un TV LG modelo M2550D, levantando a mano los circuitos imprescindibles para su reparación (como por ejemplo el driver de LEDs y el Back light que no están en el manual) y explicar todo aquello que difiere de otros TVs. Es decir que Ud. tendrá levantado por el autor las tensiones continuas, los oscilogramas o las mediciones con la sonda de RF y las indicaciones de cómo llegar a los puntos de prueba y como cambiar los componentes más conflictivos, con herramientas y máquinas compradas o con otras fabricadas en forma casera.

Es decir que mi “Biblia” cubre todas las posibilidades ya que sirve para todo tipo de taller, los bien equipados, los mal equipados y los que están en vías de equiparse. Y sirve para el modelo elegido de LG y para otros LEDs, en donde el lector deberá realizar sus propias mediciones tal como lo hice yo cuando el manual no trae la información. Además los nuevos libros de la colección reparando, va a estar dedicada a los TV LED para completar la información.

En este caso, vamos a realizar una biblia por entregas de cuatro tomos, de unas 150 páginas cada uno, dedicados a una parte diferente del TV. Yo seleccioné el tema de cada libro por su probabilidad de falla y su posibilidad de reparación.

El primer tomo está dedicado a la parte que más falla del TV (inclusive falla más aún que la fuente) y que es el driver de LEDs. El segundo tomo está dedicado a las entradas de señal y la sección del superjungle que se destina a ellas. El tercero a las salidas del jungle incluyendo las memorias Flash, la EEPROM, el amplificador infrarrojo y el circuito de reset. Y por último, el cuarto trata la sección de audio, la T-COM, la pantalla y el modo service y la recarga del software guardado en la EEPROM.

Consideramos que con esto está tratado exhaustivamente el tema de los TV LED, de forma tal que aquel que lea los cuatro tomos pueda seguir desarrollando su profesión de

reparador, desde aquel que solo tenga un tester digital y un soldador común, pero que esté dispuesto a ir equipándose de a poco, hasta aquel que posea un laboratorio con osciloscopio digital automático de 200 MHz, máquina de reballing, estación de desoldado, microscopio USB y todas las herramientas e instrumentos que nosotros le enseñamos a armar en los cuatro Ebook.

A todos los agoreros de siempre que pronostican el fin de nuestra profesión, les pido que dejen de quejarse y que hagan algo positivo en sus vidas: estudien, que esta no es una profesión para flojos y quejosos, adopten una posición valiente y enfrenten a las circunstancias; no dejen que la rueda del progreso les pase por encima; deben marchar más rápido que ella. Si se mantuvieron en este complejo gremio hasta ahora, es porque tienen fibra de ganador y seguramente podrán continuar en la profesión que eligieron desde siempre.

Ahora quiero darles mi opinión con respecto a la complejidad de los TVs LED. Realmente esta complejidad no es tal y a la hora de encarar una reparación, yo les aseguro que es mucho más fácil reparar un TV LED que un TV LCD, porque en un TV LED todos los circuitos son internos y solo tenemos entradas y salidas para verificar. Ud. sólo debe verificar esas entradas y salidas y las tensiones de fuente de los integrados y seguramente arribará a un diagnóstico más preciso y en menos tiempo.

Ya sé que Ud. estará sonriendo y pensando: “¿Y cómo cambio el superjungla si no tengo una máquina de reballing y donde lo consigo?” Primero le aclaro que la probabilidad de falla de un superjungla es muy baja y de falla catastrófica (es decir total) es mucho más baja aún. Por lo general puede fallar una entrada, por ejemplo una HDMI, pero el superjungla suele tener 3 o 4 de las cuales sólo se usan dos y siempre se puede modificar el circuito impreso para utilizar una entrada supernumeraria. Y con respecto a donde consigo un superjungla, le aclaro que en la mayoría de los casos el problema es la soldadura del superjungla y no el superjungla mismo. No por nada la máquina se llama de reballing y no de cambio de BGA. Y es que hay muchos reparadores que se dedican al reballing para el gremio, que pueden hacerle el trabajo hasta que Ud. pueda comprar su propia máquina, o aprenda a hacer el reballing con un soldador de aire caliente “todo en uno”.

“La Biblia del LED” completa entonces un grupo de Ebooks dedicados al gremio de los reparadores de TV, que abarca todas sus necesidades y que yo escribí pensando en no dejar necesidades sin cubrir. Así es como del mismo autor, Ud. puede cubrir los siguientes temas relacionados con “La Biblia del LED”:

# Acercas del Ing. Picerno



El Ing. Alberto Picerno, conocido en toda Latinoamérica por sus cursos de TV y LCD, es el autor más prolífico sobre Electrónica, con más de 40 libros técnicos y cientos de artículos publicados.

Se inició en el mundo de la electrónica de niño, ayudando a su padre que era hobbyista y aficionado a la radio.

Su experiencia temprana le permitió recibirse con medallas de oro al mejor promedio de “Técnico Nacional en Telecomunicaciones” y posteriormente volvió a obtener la medalla de oro al mejor promedio como “Ingeniero en Electrónica UTN”.

Se desempeñó como Ingeniero de Desarrollo en TONOMAC S.A. (fábrica de radios y televisores ByN y Color). Gerente Técnico de VIA RADIO (empresa de comunicaciones dedicada a los radios taxis) y Gerente Técnico de Electrónica San Charvel (fábrica de monocanales telefónicos por radio).

Su amplia experiencia y su vocación en la electrónica le permiten estar a tanto de todos los trucos para reparar las marcas y modelos más populares.

# EBOOKS



Reparando como Picerno  
LCD y Plasma - Tomo 3



La Biblia del LCD y Plasma  
(2da Edición!)



Reparando como Picerno  
LCD y Plasma (Tomo I)



Reparando como Picerno  
LCD y Plasma (Tomo II)



La Biblia de las Fuentes  
Conmutadas (Tomo I)



La Biblia de las Fuentes  
Conmutadas (Tomo II)



Técnicas Digitales



Instrumentos Especiales

## CLASES EN VIDEO



- “SOLDADURA SMD CON HERRAMIENTAS CASERAS”
- “SOLDADURA SMD CON HERRAMIENTAS COMERCIALES”
- “SOLDADURA SMD Y BGA CON HERRAMIENTAS MANUALES”
- “SOLDADURA BGA CON MÁQUINAS DE REBALLING”
- Y Muchos Mas!

# Índice [Has Click para ir a cada página](#)

## CAPÍTULO 1..... 19

1.1 INTRODUCCIÓN A LA COLECCIÓN DE LIBROS.....	20
1.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO .....	22
1.3 OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE UNA PANTALLA LCD.....	23
1.4 LA SEÑAL DE DIMMER .....	24
1.5 LA SEÑAL DE ENCENDIDO ENA.....	27
1.6 LAS ENTRADAS DE POTENCIA AL BACK LIGHT O DRIVER .....	28
1.7 CONCLUSIONES .....	29

## CAPÍTULO 2..... 31

2.1 INTRODUCCIÓN.....	32
2.2 CARGAS DE LEDs Y DE TUBOS .....	33
2.3 LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE TUBO Y SUS CIRCUITOS EQUIVALENTES .....	34
2.4 LAS CARGAS DE LEDS.....	39
2.5 LED BLANCO DE ALTO BRILLO.....	41
2.6 ASPECTOS PRÁCTICOS DE LA CARGA FANTASMA DE LEDS .....	43
2.7 FUENTE Y CONTROL DEL DRIVER .....	43
2.8 CONCLUSIONES.....	46

## CAPÍTULO 3..... 47

3.1 INTRODUCCIÓN.....	48
3.2 ILUMINACIÓN FIJA .....	50
3.3 BACK LIGHT DEL TIPO 0D.....	52
3.4 BACK LIGHT DEL TIPO 1D .....	54
3.5 BACK LIGHT DEL TIPO 2D.....	56



3.6 EL CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL BACK LIGHT INTELIGENTE O 2D.....	58
3.7 CARACTERÍSTICAS AGREGADAS A LOS TV LED .....	61
3.8 CONCLUSIONES.....	64

## **CAPÍTULO 4.....65**

4.1 INTRODUCCIÓN.....	66
4.2 EXCITACIÓN DE UN LED EN FORMA ANALÓGICA.....	66
4.3 EXCITACIÓN DE UN LED EN FORMA DIGITAL .....	69
4.4 EL CIRCUITO INTEGRADO MAX1705.....	72
4.5 ESPECIFICACIÓN DEL CIRCUITO INTEGRADO .....	74
4.6 PIN UP .....	77
4.7 DETALLES DE FUNCIONAMIENTO.....	79
4.8 CONCLUSIONES.....	81
4.9 APÉNDICE I – FABRICANTES DE CIRCUITOS INTEGRADOS.....	82
4.10 APÉNDICE 2 – TENSIÓN EFICAZ MEDIA Y PICO DE UNA SEÑAL.....	85

## **CAPÍTULO 5.....90**

5.1 INTRODUCCIÓN.....	91
5.2 EL CONTROL DEL CI.....	91
5.3 EL ARRANQUE DEL CIRCUITO INTEGRADO .....	93
5.4 FUNCIONAMIENTO COMO BACK-LIGHT 0D.....	94
5.5 FUNCIONAMIENTO COMO BACK-LIGHT 1D.....	99
5.6 FUNCIONAMIENTO COMO 2D .....	102
5.7 OSCILOGRAMAS .....	104
5.8 CONCLUSIONES.....	107
5.9 APÉNDICE I – DIFERENTES TIPOS DE PANTALLAS LCD Y SU RELACIÓN CON LA PRUEBA DE DESCONEXIÓN .....	107

## **CAPÍTULO 6..... 110**

6.1 INTRODUCCIÓN.....	111
6.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS .....	112
6.3 FABRICACIÓN DE FLUX .....	114
6.4 EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA .....	120
6.5 CONCLUSIONES.....	122
6.6 FABRICACIÓN DE FLUX .....	123

## **CAPÍTULO 7..... 131**

7.1 INTRODUCCIÓN.....	132
7.2 FOTOGRAFÍA DETALLADA DE LA PLAQUETA.....	132
7.3 CIRCUITO PARCIAL EN MULTISIM .....	138
7.4 ¿CUÁNDO HAY QUE REVISAR EL DRIVER DE LEDS?.....	142
7.5 PROBADORES DE CADENAS DE LEDs .....	144
7.6 PIN UP DEL MAX16814.....	150
7.7 COMPLETANDO LA EXPLICACIÓN DEL MÉTODO DE REPARACIÓN.....	153
7.8 CONCLUSIONES.....	159

## **CAPÍTULO 8..... 160**

8.1 INTRODUCCIÓN .....	161
8.2 LA DESOLDADURA DE RESISTORES Y CAPACITORES SMD.....	162
8.3 LECTURA DEL VALOR DE RESISTORES .....	165
8.4 LECTURAS DE VALORES DE LOS CAPACITORES.....	169
8.5 REEMPLAZO DE DIODOS LEDS.....	171
8.6 SOLDADURA DE COMPONENTES DE DOS PATAS.....	172
8.7 CÓMO REALIZAR LAS MEDICIONES EN PLAQUETAS SMD .....	173
8.8 FORMA PRÁCTICA DE REALIZAR LAS MEDICIONES EN EL DRIVER DEL LG D1550M.....	177
8.9 DESOLDANDO EL TRANSISTOR MOSFET .....	182
8.10 MEDICIONES CON EL OSCILOSCOPIO DIGITAL.....	185
8.11 CONCLUSIONES.....	193

# Capítulo 1

AÚN RESUEÑAN LOS ECOS DE LA "BIBLIA DEL LCD Y EL PLASMA SEGUNDA EDICIÓN" Y YA ESTAMOS ENTREGANDO SU CONTINUACIÓN "LA BIBLIA DEL LED". NUESTRA ESPECIALIDAD NO ADMITE DESCANSO; LAS TECNOLOGÍAS SE SUCEDEN UNA DETRÁS DE OTRA Y HAY QUE MANTENERSE AL TANTO PORQUE LA RUEDA DEL PROGRESO NO TIENE ALMA. CON ESTE CAPÍTULO ABRIMOS EL ESTUDIO DE LOS TV LED COMENZANDO POR LA SECCIÓN QUE MÁS CAMBIÓ CON REFERENCIA A LOS TV LCD. NOS REFERIMOS AL BACK LIGHT QUE PRECISAMENTE LE DA EL NOMBRE A ESTOS TVs.



## 1.1 INTRODUCCIÓN A LA COLECCIÓN DE LIBROS

Hoy comenzamos a entregarle la información de nuestra última Biblia: La “Biblia del LED”. Nuestra intención es llenar los vacíos editoriales que se producen en el mundo de habla Hispana; cuando noté que se requería un libro que contestara todas las preguntas sobre los TV LCD, comencé a escribir “La Biblia del LCD y el Plasma edición I” que estoy seguro que fue el libro más difundido de nuestra especialidad en todos los tiempos y en todos los formatos. Pero los TVs cambiaron tan rápidamente, que casi de inmediato me encontraba escribiendo la Edición II con 7 capítulos nuevos y correcciones a los viejos para actualizarlos.

Hoy ya estoy escribiendo la “Biblia del LED” porque los TVs cambiaron tan notablemente, que es necesario volver a estudiarlos con toda profundidad porque si no, no estaremos capacitados para continuar con nuestra difícil tarea de repararlos.

A diferencia de la anterior Biblia que fue editada en un solo Ebook esta va a ser editada en 4 tomos porque pensamos que de ese modo se facilita su venta y el lector puede comenzar a tener información más rápidamente. Cada tomo va a analizar un bloque completo del TV por lo que pueden inclusive ser adquiridos en el orden deseado.

Tal vez si Ud. ahora está reparando TV LCD clásicos, con Back light a tubos, pueda pensar que lo único que cambió es precisamente el Back light pero que el resto sigue siendo exactamente igual y no amerita escribir una colección completa de libros. Se equivoca; por supuesto que en el fondo el diagrama en bloques de un LCD es el mismo que el de un LED, pero la tecnología de fabricación de circuitos integrados cambió tanto que surgieron nuevos circuitos integrados BGA de 512 patas (que nosotros bautizamos como superjunglas con micro) que cumplen todas las funciones que antes cumplía la plaqueta digital de un LCD. Si a un superjungla con micro le sumamos un sintonizador de TDT, completamos el TV y sólo se requiere agregar memorias de diferentes tipo y una pantalla para tener el TV soñado por la humanidad durante muchas décadas: un cuadro de unos 12 mm de profundidad y que prácticamente cubre la pared de nuestro living, porque se consiguen en versiones desde 25 hasta 82”. Y además termina con los obsoletos monitores para PC porque cumplen perfectamente con esa función sin incremento de costo.

Estos monstruos tienen sus propias reglas de funcionamiento y reparación. Los reparadores debemos actualizar nuestros criterios, nuestras herramientas y nuestros instrumentos para poder repararlos porque no es lo mismo realizar mediciones en una plaqueta con pistas de 0,7 mm que con pistas de 0,1 mm. Lupas, microscopios USB, soldadores especiales con puntas diminutas, métodos robados a otras especialidades (sobre todo a la medicina) están a la orden del día y mis jeringas modificadas como puntas de tester, o de osciloscopio forman este nuevo mundo del reparador de TVs.

Muchas cosas parecían imposibles de realizar; pero mis viejos lectores saben que en mis libros hay una sorpresa a la vuelta de cada página y que ese lugar que parecía inaccesible, podemos llegar con una jeringa para bebés y un clip de plástico para sujetar papeles. Ya llevo 55 años de profesión (porque comencé a reparar a los 15) y fueron tantas las veces que escuché que la profesión de reparador había terminado, porque las nuevas tecnologías no

contemplaban su trabajo, que me divierte contestarles a los agoreros de siempre, que están equivocados. Que dentro de los laberintos del cerebro de un reparador siempre hay un lugar para inventar una nueva técnica que permita reparar lo que los mismos fabricantes de TVs LED dicen que no se puede reparar.

Ud. puede pensar que estoy loco. Pero yo le aseguro que prefiero reparar un TV LED antes que un LCD con tubos.

Empecemos definiendo las cosas con exactitud: ¿Qué es un TV LED y un TV LCD? Muchas veces la costumbre termina por ganarle a la exactitud. Así es como los usuarios y los comerciantes conocen a los TVs LCD con iluminación a LED simplemente como TV LED. Es un error de los usuarios, potenciado por los comerciantes, que pretenden vender algo totalmente distinto cuando la realidad es que los TVs que venden son LCD. Pero decir la verdad es complicar el tema, así que por más que se nos retuerzan los intestinos debemos considerar que hay TVs LCD y TVs LED aunque ambos son realmente TVs LCD solo que con diferente Back light.

Como dijimos, entre un TV a CCFL y un TV a LEDs podría suponer que hay muy pocos cambios, aparte de los evidentes que son los dispositivos generadores de luz y los circuitos que los excitan que se llaman inverters y drivers respectivamente, también por un problema de costumbre. Pero ya sabemos que los cambios son profundos debido al cambio de tecnología que incluye del superjunglas con micro.

Por lo tanto, este libro tiene entonces un nombre equivocado, pero Ud. sabe perfectamente que lo que está comprando: es “La Biblia de los TVs LCD con iluminación a LED” resumido en “La biblia del LED”.

¿Por dónde empezar a explicar un TV LCD? Por la antena o por el Back light. Podemos empezar por cualquiera de las dos puntas del camino de la señal, entradas y pantalla LCD, o por el Back light. Teniendo para elegir, prefiero empezar por lo que más cambia y lo que más falla, que es la etapa de Back light y luego iremos a las otras etapas del LCD que no cambian en su concepto fundamental, pero que luego de dos años tienen soluciones tecnológicas y componentes mucho más modernos que son necesarios explicar nuevamente.

Inclusive los capítulos sobre Back light, los voy a escribir tomando como base las etapas a CCFL ya que es imprescindible indicar las diferencias porque aun hoy se siguen fabricando TV a CCFL o a ECFL y es necesario repasar sus circuitos. Inclusive se fabrican LEDs HD Ready como en la mejor época de los primeros TV a LCD y el usuario se los lleva a su casa contento por haber realizado una compra de última tecnología.

La sección que nos ocupa no se puede estudiar en un solo capítulo debido a su complejidad y variedad. Van a ser necesarios varios capítulos para realizar un estudio completo con métodos de reparación, sobre los diferentes tipos de TVs que se engloban en TV LEDs, pero que en realidad son diferentes tipos de TVs LEDs.

## 1.2 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

Yo siempre miro los foros de LCD y Plasma para observar cuál es la duda más corriente de los que preguntan y cuáles los errores más frecuentes de los que contestan. Las preguntas más frecuentes de LCD están relacionadas con el Back Light y la falla fundamental de la pregunta es su generalidad: "Tengo un TV LED en el que no me enciende el Back Light", ¿qué puede ser? Y las respuestas no se dejan esperar, recomendando siempre repasar las soldaduras del drive como primera medida (esto es un problema común a todos los foros; como todas las respuestas aumentan el puntaje, el simple consejo de repasar las soldaduras, vale tanto como una respuesta mucho más elaborada).

Si la pregunta es muy genérica la respuesta es obligatoriamente más genérica aún. Claro, qué consejo le van a dar al consultante si no indica el tipo de Back Light que tiene el TV, la marca, el modelo, etc. Todo lo que obtiene es una respuesta genérica que en este caso particular es justamente lo menos recomendable. Es posible que en un viejo LCD con CCFL el inverter esté armado con componentes clásicos con terminales de alambre que pueden ser resoldados sin inconvenientes. Pero un LED seguro que tiene resistores y capacitores SMD de muy pequeño tamaño que al ser resoldados con un soldador común sin control de temperatura se dañan inexorablemente.

Este capítulo tratará de explicar un poco el tema de forma ordenada para que el lector se forme un panorama claro de todas las variantes posibles y cómo afectan las mismas a su criterio para encontrar la falla. Y lo primero que le indicamos es no use el soldador salvo que sea imprescindible y en ese caso debe ser un soldador con temperatura controlada de la punta. ¿Y cómo sé cuándo es necesario desoldar un componente? Con un método de trabajo ordenado y preciso diseñado para realizar una operación incruenta es decir que permita determinar cuál es el componente fallado, con la mayor exactitud posible de modo que al cambiarlo estemos seguros que se resolvió el problema.

¿Pero eso significa dedicar una gran cantidad de tiempo a la reparación? Por supuesto que sí, pero la próxima vez que tenga una falla similar, la va a reparar de inmediato y sin provocarle al TV más daño que el que tenía.

Yendo a las reparaciones específicas de Back light podemos decir que: para encontrar una falla de Back Light, lo primero es entender cuántos cables deben entrar al mismo y desde donde viene cada cable porque un Back Light se debe reparar alejado de la pantalla por razones de seguridad. No hace falta que le digamos que si el Back Light toma mucha corriente (cualquiera sea el dispositivo de iluminación) puede explotar y se encuentra a milímetros de la pantalla. Así que en principio vamos a analizar cuantos cables se requieren para excitar un Back Light de cualquier tipo sin utilizar el resto del TV.

¿Cuántos tipos de iluminación de Back Light existen?

Si lo analizamos según el tipo de componente generador de luz, podríamos decir que 4: Los tubos de cátodo frío con electrodos internos, o CCFL; los tubos de cátodo frío con electrodos externos o ECFL, los LEDs y los OLED. Nota: El OLED no necesita iluminación de Back light porque cada elemento de imagen genera su propia luz, pero aunque son raros se fabrican TV LCD con pantallas electroluminiscentes que obviamente son OLED.

Los CCFL y ECFL pueden estar dispuestos detrás de la pantalla y entonces su iluminación es del tipo “Direct” (Directa) o pueden estar rodeando la pantalla sobre una lámina de Lucite con su cara frontal esmerilada y a veces con su cara posterior cubierta por un papel metalizado o metalizada por inducción explosiva. Este último sistema de iluminación por los bordes se llama “Edget” (Borde) y es el que permite realizar los TV más delgados (Ultra Slim) aunque el difusor esmerilado reduzca algo el rendimiento del sistema.

La iluminación por LED puede ser también del tipo Directa o de Borde (Direct o Edget) en forma de tiras de LEDs en un circuito serie en donde todos los LEDs tiene la misma corriente y por lo tanto la misma iluminación o pueden se alimentados en forma independiente formando filas y columnas. La iluminación por OLED muy poco utilizada hasta ahora, es una lámina delgada de tinta OLED impresa detrás de la pantalla LED, por donde se hace circular una corriente.

Ahora analicemos la intensidad y la plenitud del Back-light. En principio parecería que un Back Light debe ser de un color blanco pleno. Es decir que debe tener el mismo brillo en toda la superficie iluminada posterior a la pantalla ya sea en Directa o en Borde. Y además parecería que el brillo no debería variar entre un instante y otro, es decir, que debería ser de valor medio constante. Un sistema así es factible y funcional pero su consumo y el calentamiento de la pantalla LCD no está optimizado.

¿Y qué importancia tiene el calentamiento de la pantalla LCD? En principio el consumo más importante del TV está generado en el Back-light por lo tanto si el mismo está frío, el TV tiene un gran rendimiento. Pero fundamentalmente porque las propiedades de cuarzo líquido son altamente dependientes de la temperatura. A alta temperaturas el cuarzo líquido no tiene propiedades polarizadoras de la luz y la pantalla aparece con manchas negras.

Puede probar dejando el tester digital al sol. En unos minutos el display deja de funcionar y cuando se lo lleva a la sombra recupera el funcionamiento.

## 1.3 OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE UNA PANTALLA LCD

Las imágenes de video poseen una componente continua que representa el nivel de brillo de la escena captada. El nivel mínimo de la señal de video estándar suele ser nulo y representa el nivel de los pulsos de sincronismo H y V. Como la señal representa a la luminancia de la escena, este nivel nulo debe representar un nivel de luminancia y como el nivel de negro se lo acepta como de 0,25V, al nivel de luminancia del sincronismo se lo llama de infranegro (más negro que el negro). El nivel de blanco de la señal estándar es de 1V y entre estos valores de 0,25 a 1V se encuentran todos los niveles instantáneos de luminancia o niveles de grises.

Una escena de video puede fluctuar cerca del negro (escenas nocturnas) o cerca del blanco (escenas diurnas) aunque durante el sincronismo horizontal o vertical la señal siempre llega al valor nulo. Como sea esta señal de video tiene un valor medio cambiante entre 0,25V y 1V.

¿Tiene sentido que una señal de 0,25V de valor medio tenga un Back Light igual al de una señal de 1V? No, es desde todo punto de vista conveniente que el brillo del Back Light varíe con el valor medio de la señal de video, porque así se logra un considerable ahorro de energía y un aumento del contraste.

El cable que entrando al circuito de Back Light varia el brillo medio de este, suele tener el nombre Dimmer (o DIM) que es el nombre del dispositivo que varia la iluminación ambiente de una habitación.

Si falla el circuito de Dimmer podemos tener tanto un Back Light apagado como uno con exceso de brillo, de allí la importancia de reemplazar la señal de Dimmer por una tensión continua variable cuando se prueba el circuito de Back Light aislado del TV.

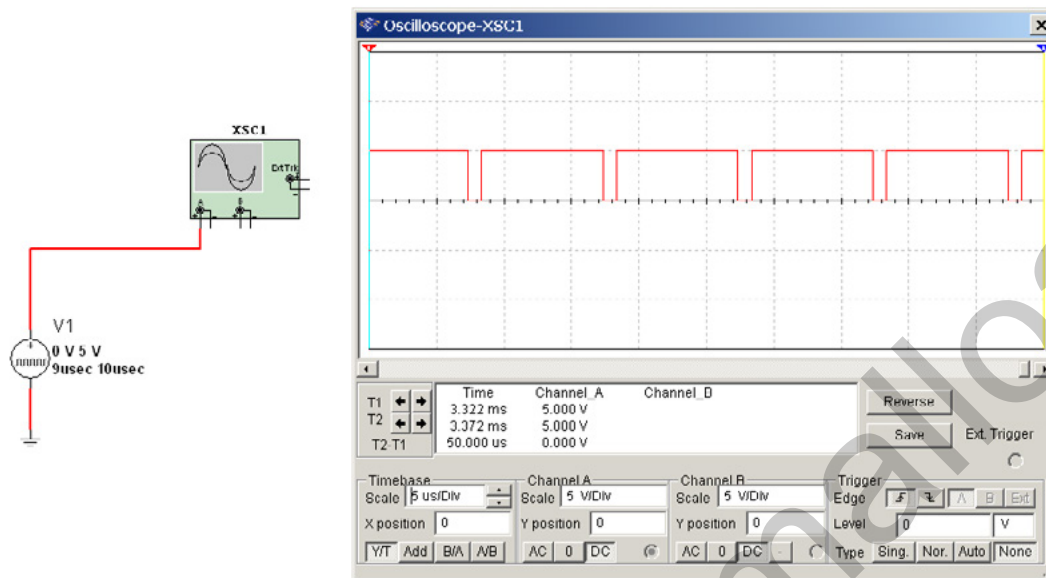
¿De dónde se saca la señal de Dimmer y qué forma tiene?

## 1.4 LA SEÑAL DE DIMMER

Hay un solo bloque capaz de generar la señal de control de iluminación Dimmer. Ese bloque es la última etapa digital del TV; la que genera R G B digital con destino a la pantalla y que se aplica al transmisor LVDS estableciendo la comunicación del TV a la pantalla.

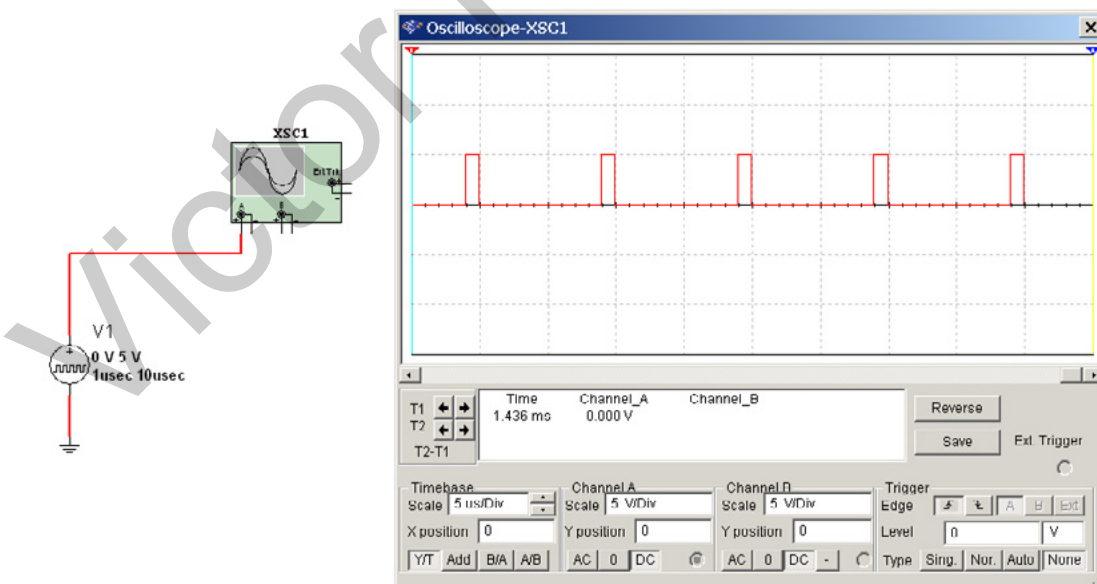
En ese bloque tenemos una idea de la magnitud de cada componente de color y por lo tanto, del valor medio de la señal de luminancia misma. Y con ese valor medio se fabrica una señal PWM cuyo tiempo de actividad es proporcional al brillo deseado del Back Light. Por ejemplo en la figura 1.4.1 se puede observar la señal PWM correspondiente a una imagen de alto brillo.





*Fig.1.4.1 Señal DIM correspondiente a una señal de alto brillo*

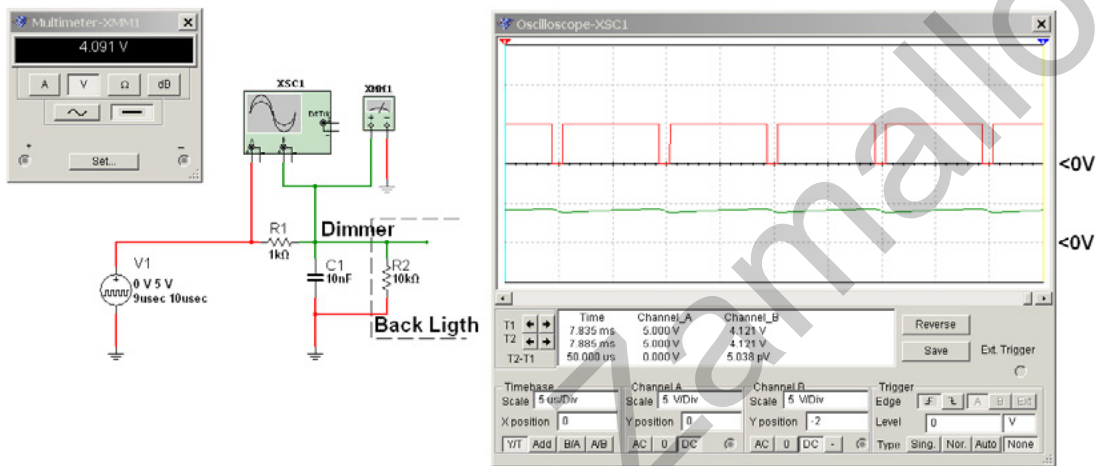
En tanto que en la figura 1.4.2 mostramos el oscilograma correspondiente a una señal de video de bajo brillo.



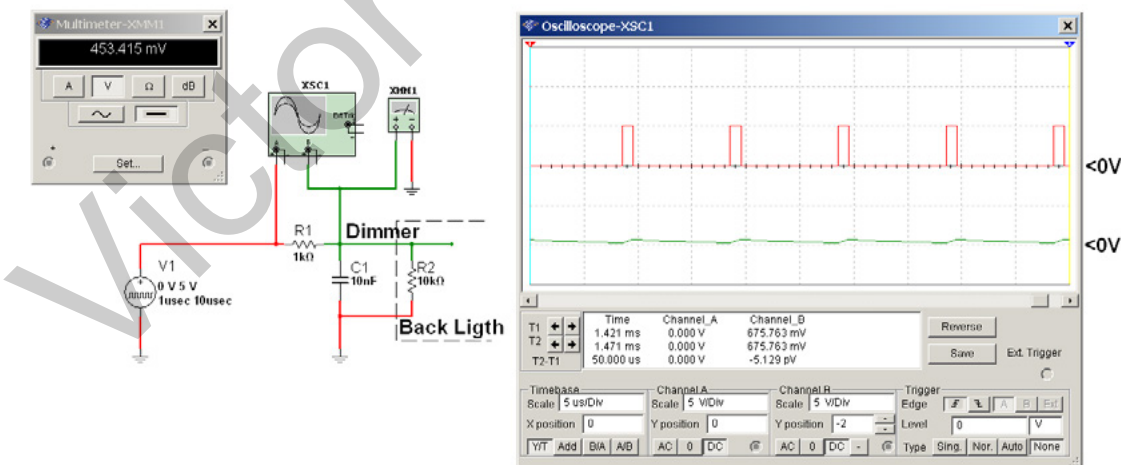
*Fig.1.4.2 Señal PWM correspondiente a una señal de bajo brillo*

Esta señal debe ser interpretada por el bloque de Back Light, para variar el brillo de sus dispositivos emisores de luz, cualquiera que estos sean. Muchos inverters o driver de LEDs tienen un circuito de entrada capaz de reconocer señales PWM directamente, en tanto que otros solo pueden interpretar la tensión continua proporcional al valor medio del video.

En el primer caso puede haber una conexión directa del escaler al bloque de Back Light, en tanto que en el segundo caso se impone intercalar un convertor PWM a continua, que por otro lado es un circuito muy simple, porque se trata de un circuito integrador RC que podemos observar en la figura 1.4.3, con la señal de brillo alto y en la figura 1.4.4, con la señal de brillo bajo.



*Fig.1.4.3 Señal continua decodificada en una imagen de alto brillo*



*Fig.1.4.4 Señal continua decodificada en un imagen de bajo brillo*

Como se puede observar siempre hay un resto de ripple en la señal Dimmer, pero el mismo puede ser reducido aumentando el valor de C1. No obstante este valor no se debe aumentar demasiado porque se reduciría la velocidad del control (el brillo aumentaría y bajaría lentamente).

Todo esto nos explica porque en los circuitos no está indicado un valor fijo de tensión sobre la señal Dimmer, sino una banda de tensiones que pueden considerarse normales. Si hay un valor fijo, existe siempre la indicación de utilizar una determinada señal de prueba patrón como por ejemplo las barras de colores (equivalente a máximo brillo de Back light).

La señal Dimmer tiene una gran utilidad durante una reparación, cuando se trata de saber si el video digital llega al último integrado de la cadena, sobre todo cuando el TV es de un muy alto grado de integración y posee el transmisor LVDS dentro del último circuito integrado. Si con una imagen de TV de un canal comercial se ve que Dimmer fluctúa, entonces el video digital llega hasta ese integrado y probablemente haya una falta de comunicación LVDS con la pantalla.

Si la señal Dimmer es PWM, no la puede medir directamente con un tester de cualquier tipo que sea; debe construir su propio circuito integrador similar al indicado en la figura 1.4.5.

Nota1: En las figuras 1.4.1 a 1.4.4 utilizamos un generador de pulsos de 100 KHz para generar la PWM, pero en realidad un TV puede tener una frecuencia diferente que generalmente se encuentra entre 50 KHz y 300 KHz.

Nota2: El resistor R2 representa la resistencia de entrada del circuito de control del Back-Light.

Muchos TVs tiene la posibilidad de que el usuario seleccione el tipo de imagen deseada; es decir con Dimmer o sin Dimmer para brindar imágenes suaves o contrastadas. Si Ud. no encuentra que Dimmer varía con el video pruebe modificar el seteo con el control remoto. Puede ser necesario leer el manual de usuario para determinar cómo se realiza este seteo del tipo de imagen que por lo común se llama “de contraste o de brillo dinámico” o de “contraste o brillo normal”.

## 1.5 LA SEÑAL DE ENCENDIDO

El módulo de Back Light se suele alimentar con 24V. Cualquiera sea el dispositivo usado en la iluminación, la potencia absorbida para un TV de 32” con CCFL es del orden de los 125W y en con LEDs aproximadamente la mitad. De este modo el consumo de corriente sobre los 24V será de  $P/V = 125/24 = 5,2 \text{ A}$  o de 2,5A

Analicemos ahora las condiciones de Stand By de un LCD.

Si la fuente genera los 24V al ser conectada a la red (que es lo clásico) el Back Light quedaría encendido permanentemente pero la pantalla estaría oscura, porque la pantalla

LCD rechazaría toda la luz. Pero obviamente el consumo en Stand By no sería aceptable.

Debería usarse una llave de 5A a MOSFET o IGBT (que obviamente es un producto costoso) para cortar la fuente de 24V. Además esta perdería regulación por la resistencia serie de la llave electrónica de potencia.

Por esta razón todos los TV LCD poseen un corte de baja energía y dejan que la tensión de fuente de 24V llegue al/los transistores de potencia que necesariamente debe tener el Back Light. Es decir que el apagado de fuente se produce anulando la excitación de la llave de potencia del generador de Back Light. Seguramente esto le suena a conocido, porque es lo mismo que hacen los TV a TRC modernos y económicos con el transistor de salida horizontal.

La llave interna al CI de control de Back light, tiene entonces su correspondiente entrada, que por lo general se llama ENA (de enable que quiere decir habilitar). ENA tiene un valor nulo cuando el TV está en el modo Stand By que pasa a 3,3 o 5V cuando el usuario lo enciende (por supuesto pueden existir TVs que utilicen una lógica de control negativa).

Ante un problema de una fuente que quema el fusible de los 24V el reparador suele forzar ENA a masa para evitar que arranque la fuente. Esto sería cierto si la fuente funciona bien, pero si tiene las llaves MOSFET de potencia en cortocircuito no hay ENA que valga; el fusible se quema igual porque los MOSFET ya no están controlados por la excitación de la compuerta.

¿Y quién genera ENA? Casi seguro que Ud. pensó en el microprocesador porque parece lo más lógico. Pero no es así, se genera también en el último circuito digital de la cadena, en el escaler, en el mismo lugar donde se generó Dimmer. La razón es muy sencilla: ¿Para qué vamos a encender el Back Light si no hay señales de video en ninguna entrada? ENA se genera cuando una o algunas de las patas del puerto interno o externo del último circuito integrado digital o escaler, tiene un estado alto.

Cuando se repara hay que tener cuidado, porque si en la entrada seleccionada se corta la señal, el equipo avisa del hecho por pantalla y un poco después baja la señal ENA. Pero si el TV tiene una falla y no genera imágenes, podemos perdernos el aviso. Lo mejor para reparar el Back Light es como ya dijimos generar señales propias y abstraerse de usar ENA del TV.

## 1.6 LAS ENTRADAS DE POTENCIA AL BACK LIGHT O DRIVER

Todos los bloques de un TV deben tener una conexión de masa y de fuente de alimentación. Ya sabemos que la mayoría de los TV LCD a CCFL se alimentan con 24V y que consumen unos 5A para una pantalla de 33". Inclusive muchos de pantalla chica de 23", poseen la fuente en el cable de alimentación e ingresan al TV con 12, 19 o 24V para poder alimentarlos con batería en casas rodantes, embarcaciones u ómnibus de larga distancia ¿Hay un modo de saber cuál será el consumo para pantallas más grandes o más chicas?

Sí lo hay. El consumo es proporcional a la superficie de la pantalla si se pretende que cada

punto de la imagen tenga el mismo brillo aparente en diferentes tamaños de pantalla. Y la superficie es proporcional al cuadrado de la diagonal, que es la medida generalmente utilizada para determinar el tamaño de una pantalla. Para que el lector no deba realizar cálculos vamos a entregarle una tabla con la diagonal y el consumo del Back Light en la figura 1.6.1.

Diagonal de pantalla	Consumo sobre 24V
16"	1,25 Amp
23"	2,58
32"	5
42"	8,6
50"	12
55"	14,8

*Fig.1.6.1 Consumo con Back Light a CCFL Nota: Estos son datos generales que pueden variar entre diferentes modelos.*

Diagonal de pantalla	Consumo sobre 24V
16"	0,6 Amp
23"	1,2
32"	2,5
42"	4,2
50"	6
55"	7

*Fig.1.6.2 Consumo con Back Light a LED*

Nota: Estos son datos generales, que pueden variar entre diferentes modelos.

## 1.7 CONCLUSIONES

En este capítulo realizamos la introducción a la serie de libros y la introducción al capítulo 1. Indicamos los errores de denominación de los tipos de TVs de última generación indicando que los llamados TV LED son realmente TV LCD con Back Light a LED que además se diferencian totalmente de los TV OLED ya que estos no necesitan retroiluminación.

Este primer capítulo comienza postulando nuestra recomendación de reparar las plaquetas o secciones inverter y driver desconectadas del resto del TV, para realizar un diagnóstico preciso y realizar una actividad totalmente incruenta para no quemar secciones que funcionan correctamente.

Explicamos los cuatro sistemas de TVs que suponemos seguirán utilizándose en el mundo: LED con iluminación a CCFL a ECFL y a LED y OLED. Y de las distintas variantes de retroiluminación indicamos las Direct y Edget.

Hablamos sobre la optimización del consumo de la iluminación de Back Light para evitar el recalentamiento de las pantallas y por requerimientos del Mercado Común Europeo.

Llegamos a la conclusión de que el brillo del Back Light debe ser variable y enunciamos la primer variante o cambio de brillo de toda la pantalla próximamente veremos que se llama 0D; pero aclaramos que no es la única variante porque luego presentaremos la de barras horizontales o 1D y la de sectores del cuadro o 2D.

Para realizar estos ajustes del Back Light indicamos la creación de la señal DIM para variar el brillo y en forma conjunta la señal ENA para encender o apagar totalmente la misma. Ambas señales salen del escaler.

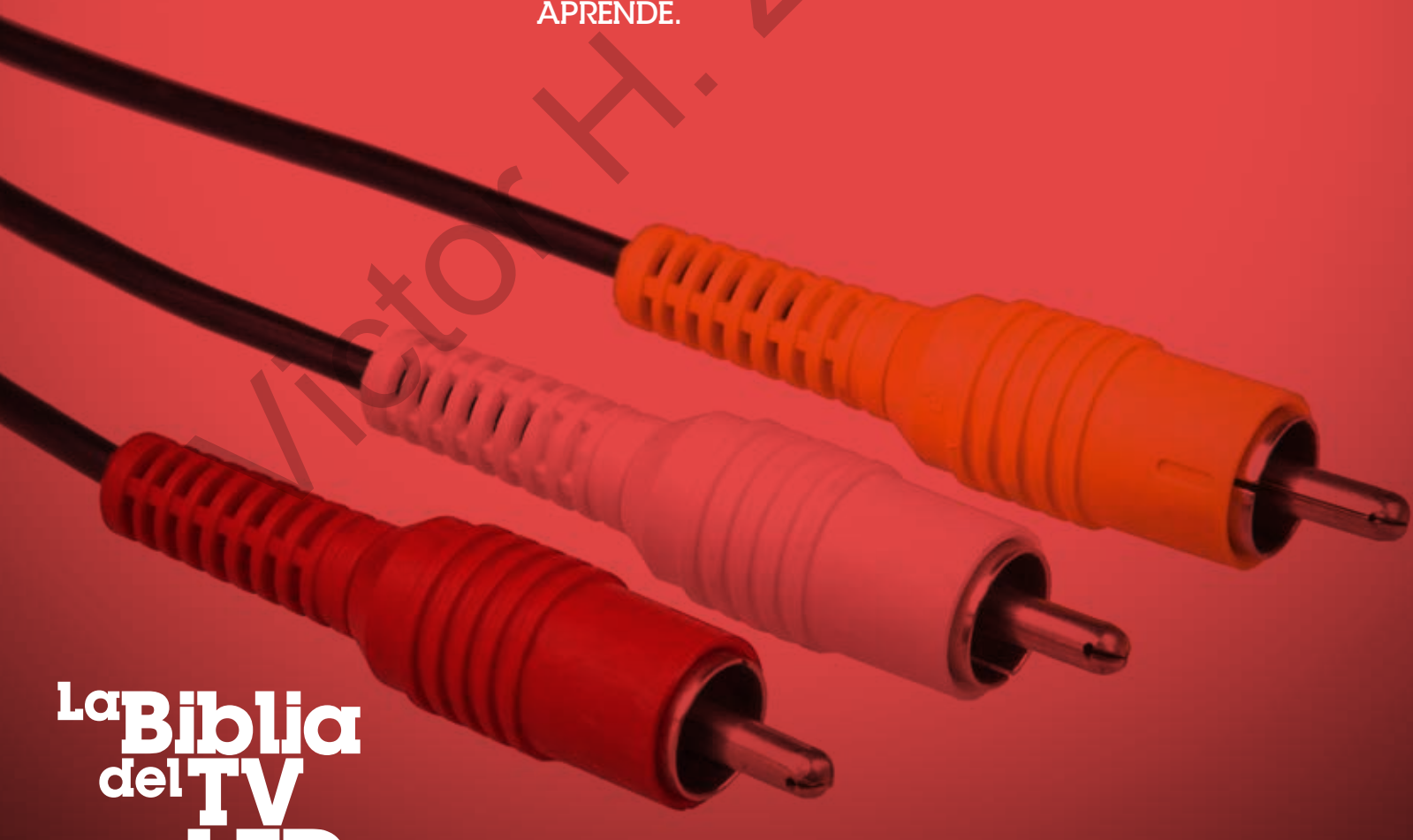
Analizamos como construir un filtro PWM para medir las señales digitales DIM, con un tester analógico o digital.

Por último, indicamos una tabla con los consumos aproximados de inverters y drivers para diferentes tamaños de pantalla.

En el próximo capítulo vamos a analizar la construcción de diferentes probadores que nos permitirán probar inverters y driver sin conectarlos al TV.

## Capítulo 2

EN ESTE ARTÍCULO VAMOS A DESCRIBIR UN PROBADOR COMPLETO DE PLAQUETAS DE BACKLIGHT, CON LA IDEA DE QUE OPERE COMO REEMPLAZO DEL TV. NUNCA MÁS LA DUDA MAGISTRAL: ES LA FUENTE, ES LA CARGA, SON LAS SEÑALES DE CONTROL. SI EXISTE ESTA DUDA ES PORQUE ESTÁ TRABAJANDO MAL. HAGA UN BUEN DIAGNÓSTICO UTILIZANDO NUESTROS PROBADORES Y TRABAJE PISANDO EN TERRENO SEGURO Y FÉRTIL PORQUE CON UN BUEN MÉTODO DE TRABAJO ADEMÁS DE REPARAR SE APRENDE.



## 2.1 INTRODUCCIÓN

Y de inmediato vamos a introducirnos en el mundo de la reparación porque este es un libro dedicado a los reparadores y no hay razón para teorizar sin necesidad.

La reparación es un arte y como tal tiene cosas que nunca se deben hacer. Realice siempre un diagnóstico concreto, que no presente dudas de ningún tipo o corre el riesgo de romper etapas que funcionaban correctamente. Esto que en un TRC podría ser una molestia menor, porque en caso de destrucción total podemos reemplazar el producto por otro TV usado, en el caso de un LED de 55" puede ser un bonito juicio de muchos U\$S que nos deje fuera del gremio.

Si Ud. duda de la plaqueta "inverter" o "driver de LEDs" pero no está seguro que la falla esté allí, no comience a cambiarle materiales. Primero debe confirmar la falla con un probador de inverters o de drivers. Nota: Tratamos el problema en forma general incluyendo los TV con CCFL o ECFL porque esta parte de las técnicas de reparación no fueron incluidas en la "Biblia del LCD y el plasma II edición".

El TV no debe usarse como probador. Muchas veces una falla latente se hace presente en forma fortuita produciendo un daño mayor. Por ejemplo si Ud. está reparando un LCD con tubos CCFL y se produce una falla en el control del inverter, puede generar sobretensiones en los tubos o LEDs y recalentarlos con peligro de explosión. Esa explosión se produce a unos pocos milímetros de la pantalla LCD y la puede dañar definitivamente.

Y además está el problema de la comodidad: es mucho más sencillo trabajar con la plaqueta arriba de la mesa de trabajo, que tenerla conectada con una manguera de cables corta al TV.

Nuestra costumbre es sacar la plaqueta que tenemos en duda, conectarle cargas equivalente a los CCFLs o a los LEDs, colocarle señales de control "DIM" y "ENA", una fuente que soporte la corriente nominal del TV y probar la plaqueta separada del mismo. Si funciona correctamente, debemos averiguar si el TV tiene un problema en la carga del tipo que fuere CCFL, ECFL, LED u OLED, la fuente de entrada o las señales de control.

El problema es que si hay 8 tubos u 8 series de LEDs, se requieren 8 cargas iguales y las cargas no son siempre del mismo valor. Teóricamente cada largo de tubo tiene una carga equivalente y cada largo de cadena de LEDs también. Por eso nuestro probador va a tener que adaptarse a los diferentes casos.

Yo sé que al reparador le cuesta decidirse a armar equipos de prueba y control, porque siempre está escaso de tiempo. Pero puedo asegurarle que se trata de un círculo vicioso. No tiene tiempo porque trabaja sin probadores y nunca sabe si está recorriendo el camino de la falla, o es un camino cerrado que no lo conduce a nada. Cuando tenga el equipo adecuado va a tener tiempo de armar más circuitos probadores que le allanen el proceso de la reparación. Salga del círculo vicioso e ingrese al círculo virtuoso.

Por otro lado creo que nuestro gremio deberá sufrir una transformación en su organización. Seguramente el técnico que repara todas las plaquetas de cualquier marca y modelo, a nivel



de componentes, va a ir desapareciendo y en su lugar van a generarse técnicos especializados en la reparación de una determinada y específica plaqueta. Ese técnico deberá estar surtido de probadores de todo tipo para la plaqueta de su especialidad y eso es lo que proponemos en este capítulo.

Para realizar adecuadas sustituciones debemos conocer los dispositivos de carga, por eso vamos a explicar cómo se debe considerar a una serie de LEDs de alto brillo pero como el problema es similar a una carga para un inverter vamos a tratar todas las cargas fantasmas al mismo tiempo indicando como se construyen las cargas que reemplazan a los tubos CCFL para tener resuelto el problema completo de cargas para todos los TVs.

### **2.2 CARGAS FANTASMAS DE LEDs Y DE TUBOS**

La diferencia entre un CCFL y ECFL es suficientemente pequeña para que los analicemos en un mismo apartado.

Los tubos de los dos tipos, son lámparas de descarga gaseosa que funcionan en una atmósfera de vapor de mercurio. Como todo dispositivo de descarga, la corriente circulante por ellos es nula, hasta que se llega a una tensión llamada de disrupción a la cual salta el arco interno; a continuación estos dispositivos presentan un efecto de resistencia negativa que los destruye si no se limita la corriente circulante. ¿Se acuerda de la lámpara de neón? Estos tubos funcionan por un principio similar.

El problema es similar en una carga en serie de LEDs. Antes de llegar a la tensión de barrera de la serie ( $N \times$  barrera de un diodo) no circula corriente y en cuanto superamos a ese valor circula una corriente importante. La ventaja es que no necesitamos bajar la tensión porque la cadena de LEDs no presenta el fenómeno de la resistencia negativa.

En un tubo fluorescente de iluminación hogareña, la limitación de corriente la realiza un elemento inductivo llamado "Reactancia". En este caso los tubos poseen cátodos termoiónicos y filamentos que generan el calor para que los cátodos emitan.

Los tubos CCFL (Cool Cathode Fluorescent Lamps) poseen emisión iónica de cátodo frío y por lo tanto no poseen filamento; en cuanto a su forma de encendido se comportan exactamente igual que un tubo de iluminación solo que en este caso el elemento que realiza la limitación de corriente es un circuito electrónico llamado "inverter".

Los tubos ECFL son similares a los CCFL salvo por el hecho de poseer cátodos externos que operan generando un campo eléctrico en el interior. Requieren algo más de tensión de encendido.

## 2.3 LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE TUBO Y SUS CIRCUITOS EQUIVALENTES

Los diferentes tubos se caracterizan por tener un largo y un diámetro característicos lo cual genera una superficie lateral irradiante de luz. La corriente que circula por los tubos no tiene una variación muy grande de un tubo a otro siempre ronda los 8 mA para tubos de 4mm y puede ser menor para tubos de menor diámetro aunque por lo general siempre es mayor a 4 mA.

La potencia irradiada es fuertemente dependiente del largo del tubo, tal como ocurre con los tubos de iluminación, porque la superficie lateral de fósforo irradia una determinada cantidad de luz por unidad de superficie y a mayor superficie mayor iluminación. Pero como se trata de tubos sin filamento, la tensión de encendido también fluctúa en forma proporcional al largo del tubo. Luego del encendido los tubos pasan a tener una tensión de mantenimiento provista por la impedancia o sistema electrónico equivalente, que es la que regula la corriente por el mismo. Es decir se trata de dispositivos que deben excitarse a corriente constante y no a tensión constante.

Si un tubo se daña, el TV entra en protección directa por el inverter y corta la corriente por todos los otros tubos.

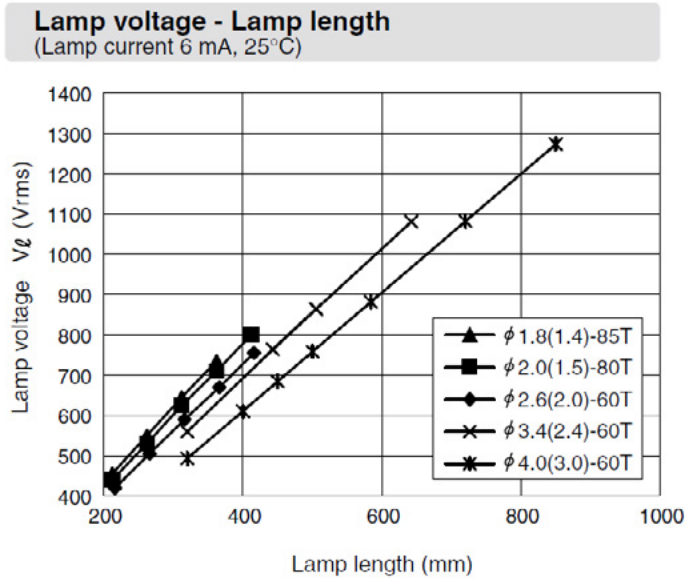
Si no se consigue el tubo y el TV es de tamaño grande (pueden tener 16 tubos o más) la solución es reemplazar el tubo por una carga resistiva equivalente. Le aseguro que es imposible darse cuenta que la pantalla tiene un tubo apagado. Traemos esto a colación porque lo que vamos a proponer a continuación sirve tanto para probar plaquetas inverter como para reemplazar tubos dañados.

Para calcular la carga resistiva que puede reemplazar a un tubo lo mejor es medir la tensión y la corriente por un tubo bueno, pero como eso es complicado y se requiere un osciloscopio, le brindamos un cálculo basado en las características de los tubos Sanken, que son típicos del mercado.

Le pedimos disculpas porque vamos a tener que realizar algunos cálculos más propios de la ingeniería que de la reparación, pero en la actualidad requiere del técnico que tenga conocimientos de ingeniería de service o en caso contrario la devolución de aparatos por falta de repuestos se magnifica. Eso sí, le prometemos explicar los cálculos detalladamente y no usar más que la ley de Ohms, la ley de Watt y la formula de la reactancia capacitiva.

Para calcular una resistencia equivalente a un tubo, se requiere conocer la tensión y la corriente por un dispositivo y aplicar la ley de Ohm  $R = V / I$ .

La tensión la podemos sacar de la figura 2.3.1 en donde se puede observar la tensión de mantenimiento (Lamp voltaje) en función del largo del tubo (Lamp length) para una corriente de 6 mA.



**Fig.2.3.1 Tensión de mantenimiento en función del largo del tubo a 6 mA y 25°C**

*Nota: La curva más baja corresponde a los tubos de 4 mm.*

*La que le sigue a los de 3,4 mm.*

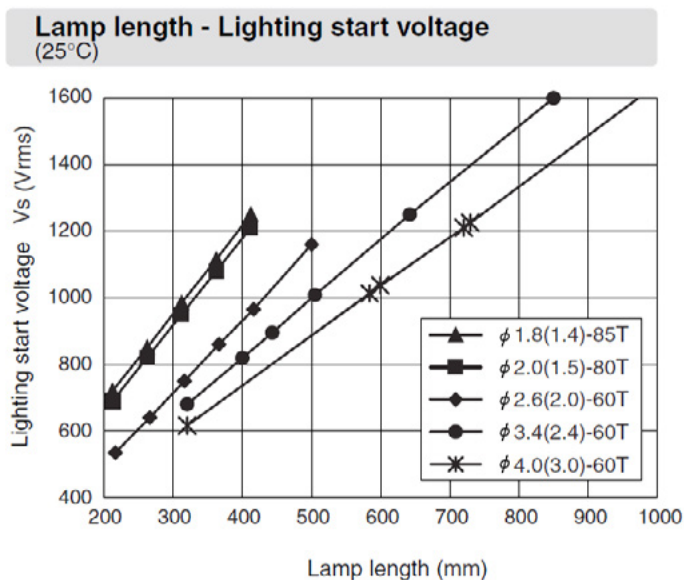
*El número entre paréntesis es el diámetro interno del tubo.*

Por ejemplo: Un tubo de 700 mm y 4 mm de diámetro tiene una tensión de mantenimiento de 1050V. En este caso la resistencia equivalente del mismo es de  $R = 1050/0,006 = 175.000 \text{ Ohms}$  o 175 Kohms (0,006 es la corriente por el tubo medida en amperes).

¿Alcanza con colocar un solo resistor, y de que potencia? Un solo resistor no alcanza a disipar la potencia y además no soporta la tensión aplicada por el transformador durante el encendido.

La potencia de un resistor depende de sus dimensiones y su composición. Para los valores altos se impone usar resistores de carbón. En nuestro caso la potencia se calcula como  $P = V \times I = 1050 \times 0,006 = 6,3 \text{ W}$ . Si usamos resistores de 1/2 W debemos usar por lo menos 20 resistores.

Pero primero debemos verificar que tensión de encendido soportan los resistores. Esta tensión se obtiene de la figura 2.3.2.



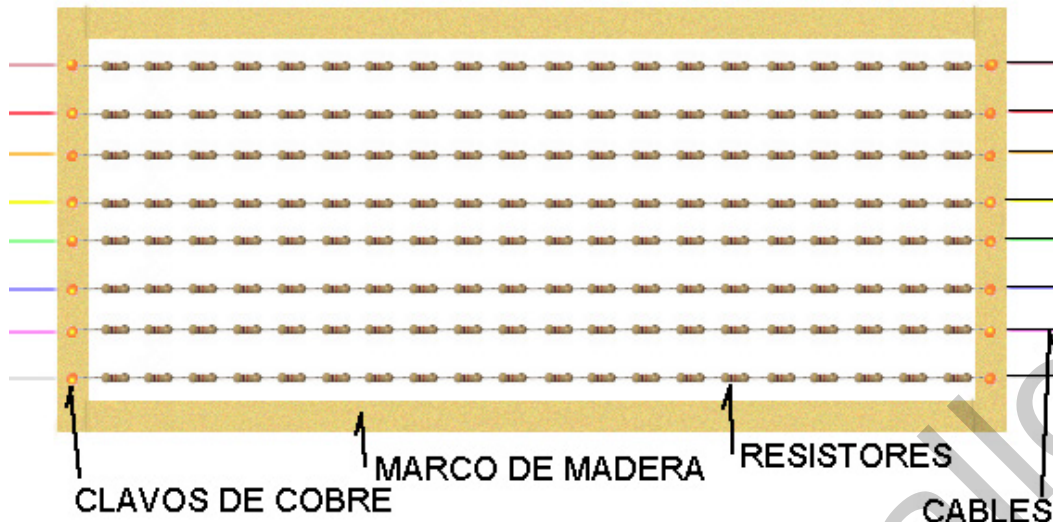
**Fig.2.3.2 Tensión de encendido en función del largo del tubo**

Para 700 mm de largo (TV de 32") y 4 mm de diámetro los tubos requieren 1200V de tensión. Esto significa que en nuestro ejemplo los resistores colocados deben soportar 1200 dividido 20 (ya que usamos 20 resistores en serie) es decir unos 60V cada uno y de hecho según el manual de resistores Philips, un resistor de  $\frac{1}{2}$  W (que tiene un diámetro de 3,7 mm en sus casquillos y un largo de 10 mm) está aislado para 350V.

Entonces una tira de 20 resistores que formen un valor de 180 KOhms puede soportar  $350V \times 20 = 7000V$  y son perfectamente aptos. El valor de cada resistor se obtiene de hacer el cálculo de  $175K/20 = 8.750$  Ohms (usamos el valor estándar de 8K2 de la serie de resistores al 10%).

En cuanto a la ubicación de los mismos, lo mejor es ubicarlos enroscados en el mismo tubo (si es que no está roto) y que deberá ser desconectado para evitar encendidos inesperados. Distribuya los resistores bien a lo largo del tubo.

Para armar una carga completa deberá fabricar un bastidor de madera y sobre el colocar los resistores en serie. Deberá realizar una tira de resistores por cada tubo a reemplazar y cablear las dos puntas de la serie hasta la plaqueta a probar, sobre los conectores de tubo. Ver figura 2.3.3.



*Fig.2.3.3 Simulación de la carga de tubos de un LCD de 32"*

Si se trata de un TV de 50" hay que cambiar el valor de los resistores. En este caso se utilizan tubos de 1100 mm que requieren una tensión de 1.550 V para mantenerse encendidos con un consumo de 6 mA. En este caso la resistencia equivalente es de  $1550V / 6mA = 250.000 \text{ Ohms}$  armada con 20 resistores de  $250.000 / 20 = 12.500 \text{ Ohms}$  o aproximadamente 12K por  $\frac{1}{2} \text{ W}$ .

No tiene sentido realizar cargas para menos de 32" o más 50" porque el inverter es precisamente un regulador de corriente y va a mantener la misma constante en 6 mA si tiene un valor aproximadamente igual al correcto. Inclusive sabemos que ese valor de corriente se modifica de acuerdo a la señal de entrada y puede variar en un amplio rango (hasta 12 mA tal vez por periodos cortos de tiempo).

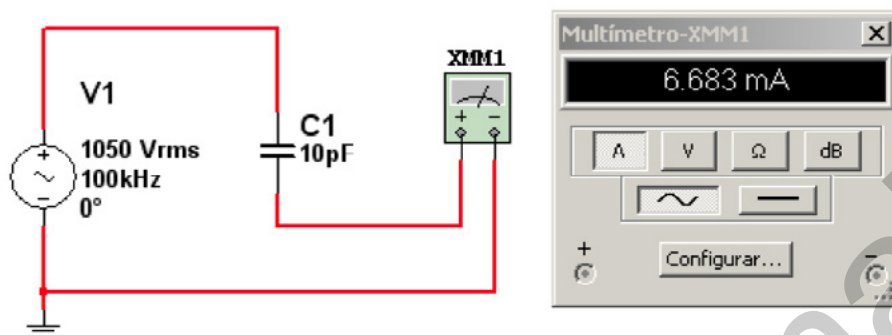
Muchos reparadores prefieren realizar una carga capacitiva en lugar de la resistiva que genera calor. Se puede realizar perfectamente utilizando los capacitores adecuados que debemos calcular de modo similar a la anterior.

Pero necesitamos un dato extra que es la frecuencia de trabajo. Nuestra experiencia nos indica que la frecuencia puede cambiar desde 50 KHz hasta 250 KHz así que no es un dato menor. Mida la misma con un frecuencímetro o un osciloscopio o realice el cálculo a una frecuencia promedio de 100KHz. Nosotros vamos a realizar un cálculo de ejemplo tomando 100 KHz.

Igual que antes vamos a realizar un cálculo para un 32" considerando como tensión de trabajo, a la necesaria para producir una corriente de 6 mA sacada del gráfico 2.3.1 y que es de 1050V. La reactancia capacitiva debe calcularse por la fórmula de la ley de Ohms para corriente alterna:  $Xc = 1050V/6 \text{ mA} = 175.000 \text{ Ohms}$

La reactancia capacitiva  $X_c$  depende de la frecuencia y de la capacidad de modo que  $X_c = 1 / 6,28.F.C$  despejando  $C = 1 / 6,28.F.X_c$  y reemplazando valores para nuestro ejemplo  $C = 1 / 6,28 \cdot 100.000 \cdot 175.000 = 9,09 \text{ pF}$  o aprox.  $10 \text{ pF}$

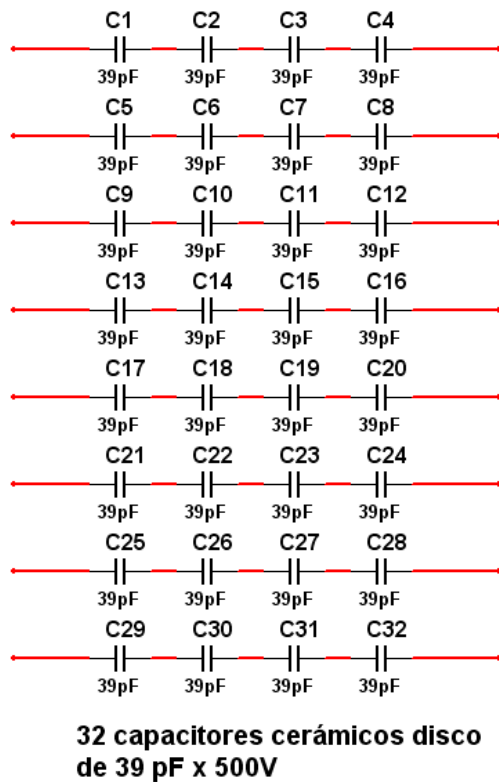
En la figura 2.3.4 se puede observar una simulación en Multisim que nos permite confirmar el cálculo.



*Fig.2.3.4 Confirmación del cálculo*

El capacitor C1 tiene que tener por lo menos una aislación de 2 KV. Como seguramente es imposible o muy difícil conseguir tal capacitor, lo podemos reemplazar por 4 capacitores en serie de 39pF x 500V del tipo cerámico disco.

En la figura 2.3.5 se puede observar un circuito de carga completo para un TV de 32" y 8 tubos.



*Fig.2.3.5 Carga capacitiva completa*

En cuanto al armado le sugerimos un criterio similar al de la carga resistiva, dado que los valores de tensión presentes en el dispositivo no permiten el uso de plaquetas de circuito impreso.

Si su TV tiene tubos ECFL en realidad debería construir cargas equivalentes con un 10% más de resistencia pero en la práctica pudimos observar que se pueden utilizar las calculadas sin mayores problemas.

## 2.4 LAS CARGAS DE LEDS

Vamos a referirnos a las cargas de series de LED formando disposiciones que generalmente consisten en 8 tiras de 8 o 10 LEDs. Estas tiras se ubican en posición “Direct” prácticamente como un reemplazo de los CCFL aunque a diferencia del Back Light típico cada tira puede ser alimentada con una corriente distinta si la imagen tiene más brillo en la parte superior que la inferior o a la inversa (1D).

Cualquiera sea el criterio de distribución de las corrientes, la carga siempre es la misma y es la más fácil de reemplazar debido a las corrientes y tensiones pequeñas que involucra el circuito.

Los LEDs utilizados en la mayoría de los TV LED y monitores son similares a los que se conocen en el gremio como “Diodos LED piraña blancos de alto brillo” de los que mostramos una fotografía en la figura 2.4.1 aunque en su versión SMD que se puede observar en la figura 2.4.2



*Fig.2.4.1 LED piraña blanco de alto brillo*



*Fig.2.4.2 LED SMD blanco de alto brillo*

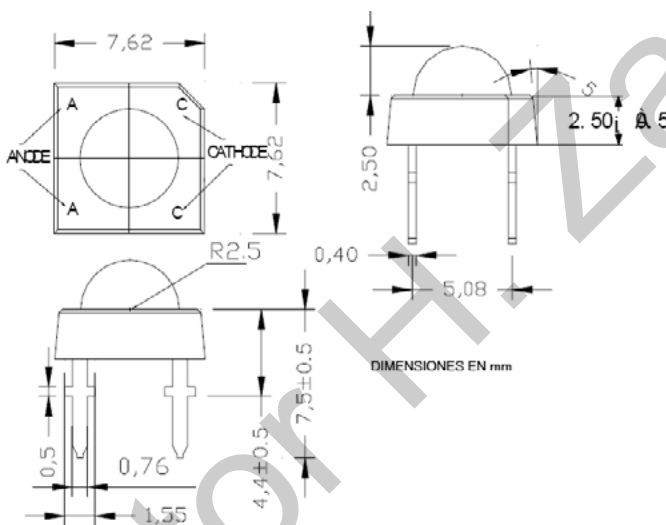


## 2.5 LED BLANCO DE ALTO BRILLO

Los LEDs más indicados para nuestro uso son los que se conocen como LED piraña o LED SMD de alta luminosidad, por supuesto de color blanco. En principio es normal que sean ofrecidos en dos tipos de blanco: blanco frío y blanco cálido. El más adecuado es el blanco frío aunque realmente es algo más azulado que un CCFL. Sin embargo la otra opción produce un blanco muy rojizo que está mucho más lejos del blanco del CCFL.

El ángulo de iluminación de estos leds debe ser de 60 a 80° para que imiten al tipo de iluminación de 360° del CCFL si se usan en disposición "Direct" y de 9° si se usan en disposición "Edget". En cuanto a la cantidad de leds a utilizar para generar una cantidad aceptable de energía luminosa todo depende de la corriente que se haga circular por ellos. Pero siempre se puede cambiar la cantidad de leds para conseguir una buena iluminación mientras el circuito integrado excitador de LEDs lo permita.

En la figura 2.5.1 se pueden observar las dimensiones físicas de este LED y su forma particular, que nos permite montarlo de diferentes modos sobre diferentes circuitos impresos.



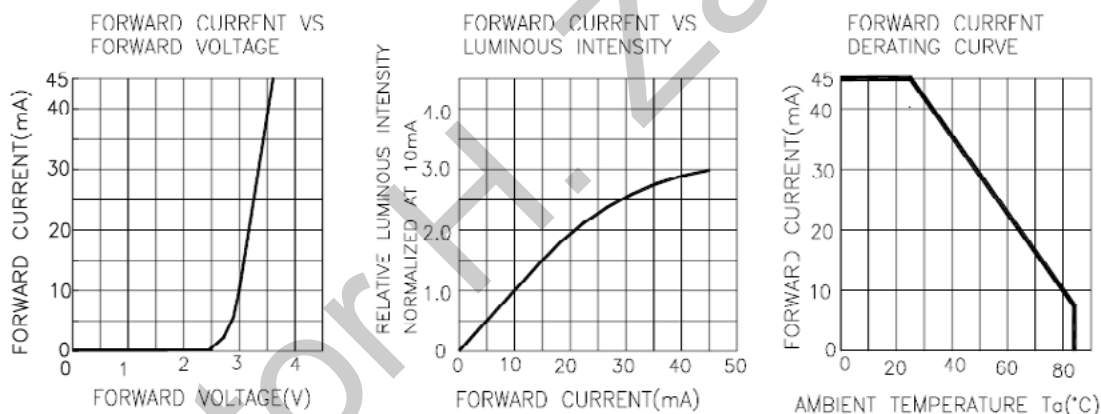
*Fig.2.5.1 Dimensiones de un LED piraña*

Las características eléctricas más importantes se pueden observar en la figura 2.5.2.

Potencia disipada	190 mW
Corriente continua directa máxima	45 mA
Tensión inversa máxima	5V
Iluminación	2430 mcd a 45 mA
Iluminación	820 mcd a 10 mA
Tensión directa	3,5 a 4V a 45 mA
Angulo de iluminación	60 a 80°
Tensión directa	Promedio 3V a 10 mA

*Fig.2.5.2 Tabla con las características de un LED piraña*

En la figura 2.5.3 se puede observar las curvas características de un LED piraña típico.



*Fig.2.5.3 Curvas de un LED piraña*

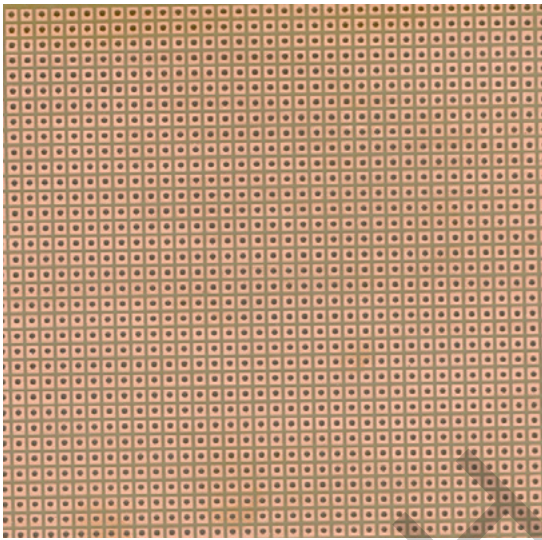
La primera curva nos indica cual es la caída de tensión que aparece sobre el diodo cuando circula una determinada corriente. En la central se observa la variación de la iluminación en función de la corriente y en la derecha lo que se llama la curva de “derating” o depreciación que nos indica hasta que temperatura ambiente se puede usar el diodo, sin causarle daño, en función de la corriente que circula por él.

La última curva es muy importante porque la temperatura interna de un TV LED es cercana a los 60°C y a esa temperatura solo se pueden hacer circular unos 20 mA por el diodo. Por esta razón aconsejamos trabajar a los diodos LEDs a no más de 10 mA para tomar un buen margen de seguridad. Siempre nos referimos a la corriente eficaz.

## 2.6 ASPECTOS PRÁCTICOS DE LA CARGA FANTASMA DE LEDS

Una carga de LEDs puede armarse sobre una plaqueta universal con agujeros aislados alambrada de modo que los diodos queden conectados en serie de a ocho (este es el número clásico pero un determinado circuito integrado driver puede tener una disposición de largo de filas diferente).

Las patitas del LED piraña están separadas justo para introducirse en los agujeros de la plaqueta universal tal como lo indicamos en la figura 5.6.1.

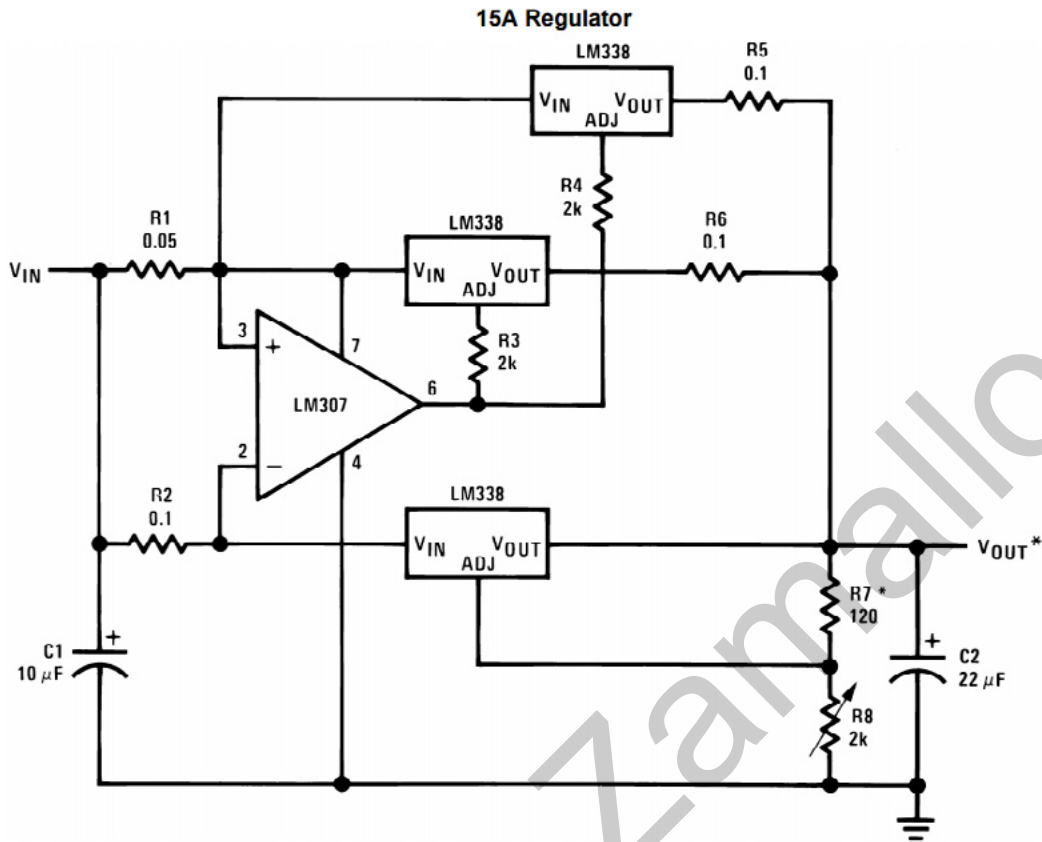


*Fig.2.6.1 Plaqueta de circuito impreso universal*

## 2.7 FUENTE Y CONTROL DEL DRIVER

Realizar una fuente para un probador universal requiere una tensión regulada de 24V que soporte por lo menos 10A de carga. Este dispositivo no es fácil de armar pero lo podemos hacer como una aplicación del circuito integrado LM338 cuyo circuito se puede encontrar en la especificación del mismo.

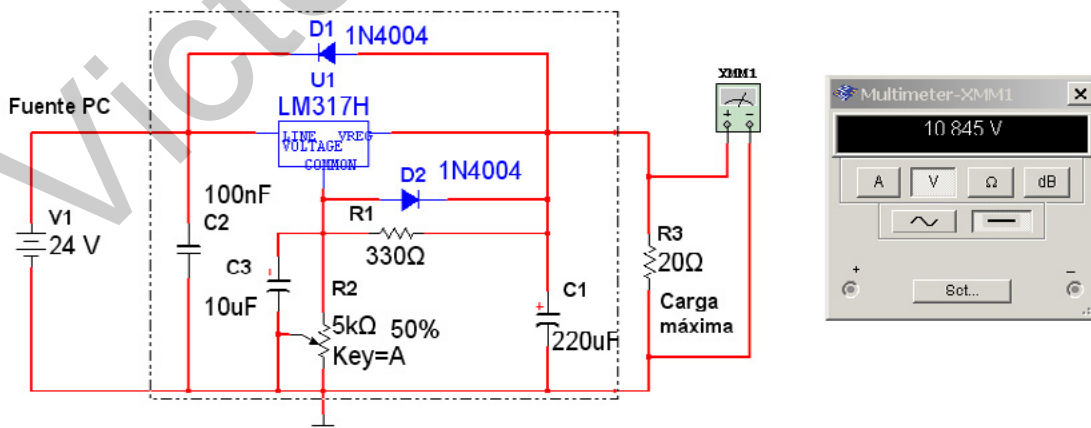
Este circuito utiliza 3 reguladores LM338 y entrega una tensión de salida de 3 a 25V a un consumo máximo de 15A. Como vemos es una fuente ideal para uso general de un laboratorio de reparaciones aunque su circuito es un poco complicado de armar. Ver la figura 5.7.1.



**Fig.2.7.1 Fuente regulada de hasta 25V 15A**

Es obvio que requiere un transformador y un puente de rectificadores adecuado para generar la tensión  $V_{in}$  que debe ser de por lo menos 30V y admitir 15A con un ripple de 1 o 2 voltios.

Como la intensidad es construir una fuente de uso general es conveniente agregarle dos fuentes de 0 a 30V 1A para usar como DIM y ENA. Ver la figura 5.7.2.



**Fig.2.7.2 Fuentes ajustables de baja corriente**

En este circuito la tensión de salida se ajusta comparando la tensión del divisor R1/R2 con la tensión de referencia interna de 1,25V. Si la tensión del divisor es mayor que la de referencia el LM337 reduce la tensión de salida. Si es menor la aumenta.

De este modo cambiando el divisor se cambia la programación de la tensión de salida. Solo hay que tener en cuenta la tensión de salida puede ser como máximo 2V menor a la de entrada para que el CI no se sature.

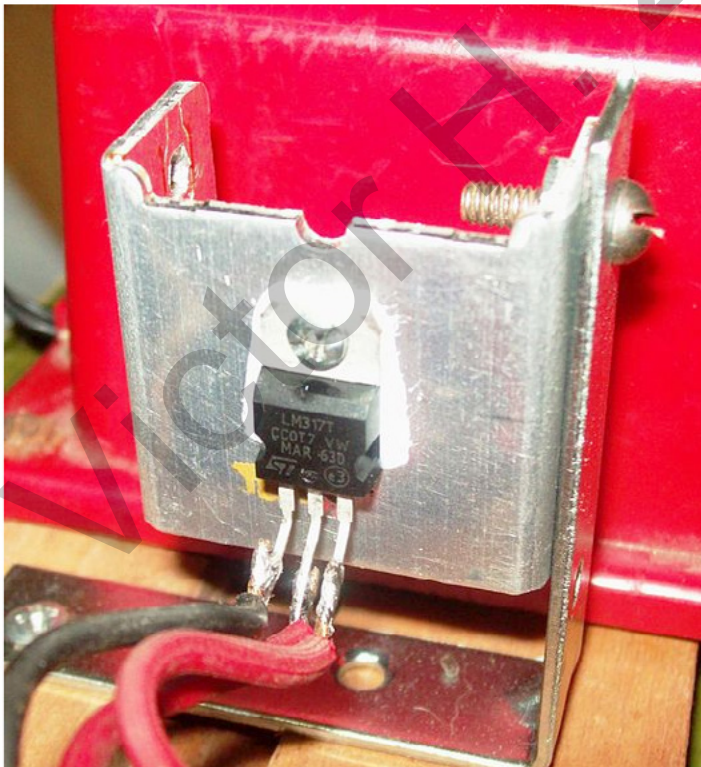
El capacitor C2 que debe ser un cerámico disco, se coloca para filtrar a masa las altas frecuencias; se supone que la fuente V1 de 24V tiene capacitores electrolíticos de elevado valor en caso contrario se debe agregar un capacitor electrolítico de por lo menos 470 uF.

El capacitor C3 se coloca para reducir el ripple de baja frecuencia de la salida en caso de que se produzca. Solo que al agregar C3 se puede producir la destrucción del CI en caso de cortocircuito en la salida. Para evitarlo se agrega D2 que descarga inmediatamente a C1 si se produce un cortocircuito.

El diodo D1 protege al CI ante eventuales cortocircuitos de la tensión de entrada que en nuestro caso es la salida de las fuentes para PC.

El circuito regula de 1,25 a 20V. Para construir una fuente de 1,25 a 10V solo basta con cambiar el valor del resistor R1. En realidad podría dejarse el mismo valor pero el potenciómetro actuaría solo en media vuelta.

Para aumentar la corriente de salida a 4A solo se requiere el agregado de un disipador tal como se observa en la figura 5.7.3.



*Fig.2.7.3 Disipador para aumentar la corriente de salida*

## 2.8 CONCLUSIONES

En este capítulo aprendimos a construir nuestros propios instrumentos de taller específicos, para la prueba de Back Ligth, o tan generales como las fuentes de alimentación regulables.

La fabricación de probadores suele ser uno de los trabajos más importante del taller del reparador, porque nos facilitan la tarea simplificando el diagnóstico y por lo tanto nos hacen ganar mucho más tiempo que el que perdemos en construirlos.

Nosotros le dimos un ejemplo de cómo construir sus probadores, pero Ud. deberá observar que componentes posee en su taller que le pueda simplificar el trabajo de construirlos y reducir los costos. Es fundamental que utilice su imaginación y además como Ud. puede observar al estudiar este capítulo, las explicaciones sobre el diseño de los probadores son suficientemente detalladas, como para que Ud. intente diseñar probadores que mejoren el original.

Además no sólo tratamos los probadores para TV LED sino que generalizamos el tema para tratar también los TV LCD.



## Capítulo 3

YA SABEMOS QUE ES UN BACK-LIGHT DE UN LCD Y CÓMO REALIZAR UN PROBADOR PARA PODER REPARARLO DESCONECTADO DEL TV. PERO AÚN NO ENTRAMOS EN LAS CONSIDERACIONES PRÁCTICAS DE SU CIRCUITOS QUE FUERON LOS QUE MAS CAMBIOS SUFRIERON A LO LARGO DEL TIEMPO. YA CONOCEMOS UNA FORMA DE ORGANIZAR LOS BACK-LIGHT SEGÚN LA TRAYECTORIA DE LA LUZ COMO "DIRECT" Y "EDGET", PERO EXISTE OTRA CLASIFICACIÓN MISTERIOSA DE LOS MISMOS COMO 0D, 1D Y 2D QUE VAMOS A VER A CONTINUACIÓN.

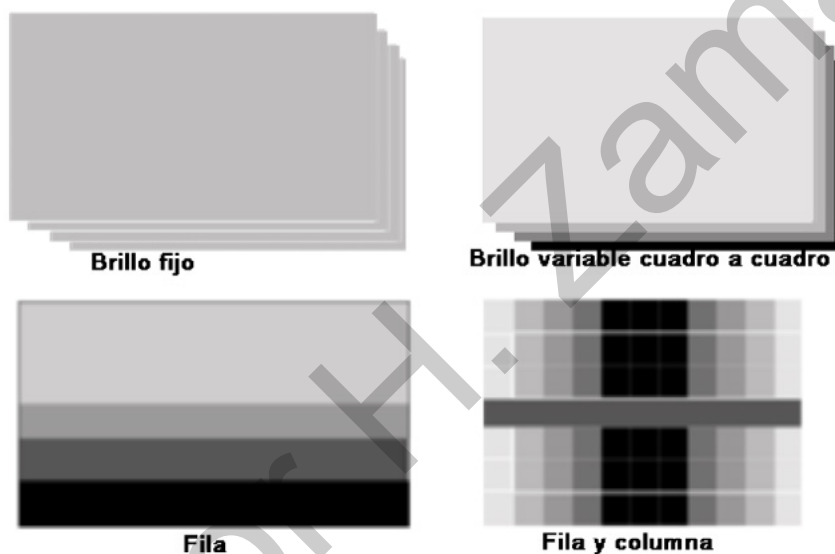
## 3.1 INTRODUCCIÓN

El brillo del Back-Light fue cambiando sus características según pasaron los años. En el principio era fijo, luego paso a variar lentamente de acuerdo a la luminancia promedio de la imagen transmitida, de modo que cada cuadro seguía teniendo un valor constante.

Un cuadro a pleno sol por ejemplo generaba un Back Light de alto brillo y una escena nocturna un bajo brillo.

Luego comenzó a modificarse el brillo de cada cuadro, de modo que un determinado cuadro podría tener la zona superior más iluminada que la inferior si se trataba por ejemplo de un paisaje con tierra y cielo (iluminación por filas).

Por último se dividió el cuadro en sectores rectangulares dando a cada uno un brillo en función de la zona de video explorada (iluminación por matriz). Ver la figura 3.1.1.



**Fig.3.1.1 Diferente tipo de iluminación de Back Ligth**

¿A qué obedece tal variedad? Siempre se busca optimizar el funcionamiento brindando al usuario, más contraste y más brillo sin aumentar el consumo de corriente.

Debemos notar que prácticamente todo el consumo de un TV LCD se debe a la iluminación de Back Light, ya que la pantalla en si misma tiene un consumo despreciable y no existe consumo para la generación del barrido porque la imagen se genera en forma digital con direccionamiento e intensidad de cada punto dentro de una triada.

Le sigue el consumo de la etapa de audio, pero hay que notar que en el momento actual los fabricantes limitan la potencia de audio dejando la tarea de obtener un buen sonido al uso de un Home de 5.1 canales. Esto se realiza porque no tiene sentido generar mucha potencia de audio si luego no hay suficiente lugar para un buen parlante. En la figura 3.1.2 mostramos una fotografía de un TV LED DE 42" de último diseño.





*Fig.3.1.2 TV LED de 42" con gabinete tipo marco de cuadro*

Es evidente que este diseño estético no tiene lugar para dos parlantes de buena potencia. Los parlantes clásicos se transforman en lo que puede observarse en la figura 3.1.3 que tiene una altura de 1,5 cm y admiten potencias del orden de los 3W.



*Fig.3.1.3 Modernos parlantes para TV de doble bobina móvil*

Nota: Los Smart TV dedican una parte considerable del consumo a la sección informática pero ellos son un caso especial que analizaremos en un curso específico.

Volviendo al tema del Back Light, a continuación vamos a analizar los diferentes tipos sistema por sistema indicando sus ventajas y desventajas.

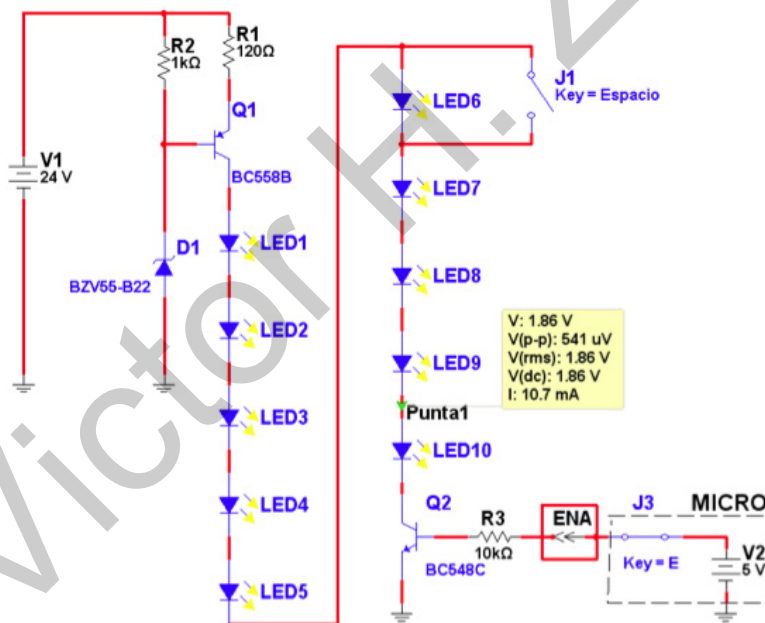
## 3.2 ILUMINACIÓN FIJA

Es la más simple de realizar con cualquiera de los tres dispositivos de iluminación y en “Direct” o “Edget” y es el primer Back Light que se utilizó cuando las exigencias del Mercado Común Europeo con referencia al consumo eran más amplias. Cuando la iluminación es fija no hay posibilidad de aumentar el contraste de las imágenes en forma artificial. Todo depende exclusivamente de la pantalla misma y su capacidad de hacerse opaca o transparente; no hay contribución alguna por parte del Back-Light.

Si se desea un elevado brillo, se debe aumentar la potencia luminosa y como los tubos o los LEDs no admiten más que un cierto valor máximo de corriente, solo se puede aumentar la cantidad de dispositivos de iluminación.

En su origen todos los TV de pantalla grande superior a 22” utilizaban CCFL ya que los ECFL no habían hecho su aparición. Los más chicos, por lo general monitores, utilizaban CCFL o LEDs.

Los LEDs simplemente se alimentaban con una fuente de corriente constante en un circuito analógico, tal como el que se observa en la figura 3.2.1 para un monitor clásico de 23” que a pesar de su sencillez posee todas las características deseables en una iluminación de Back light aunque no toma en cuenta el problema del rendimiento energético.



*Fig.3.2.1 Fuente de corriente analógica*

Este es un circuito de demostración. La llave J1 no es necesaria solo está colocada a los efectos de variar la carga de la serie de LEDs, quitando una juntura, lo que cumple una función similar al enfriamiento del ambiente, ya que la juntas de los LED blancos varían a aproximadamente a razón de 3mV/°C.

El transistor Q2 opera como una llave comandada por la señal ENA proveniente del microprocesador dirigido, que cumple la función de “escalador” del sistema. Si este descubre que hay una señal de entrada cualquiera, la procesa realizando el escalado y además levanta la salida ENA para encender el Back-Light.

El transistor Q1 opera como regulador de corriente. La base del mismo está funcionando a un valor fijo de 22V regulados por el zener. Por lo tanto en el emisor existirá una tensión regulada 600 mV mayor (22,6V). Como la tensión de entrada está regulada en 24V, el resistor R2 tendrá aplicada una tensión de 1,4V y por ella circulará una corriente  $I_e = 1,4V / 120 \text{ Ohms} = 11.6 \text{ mA}$ .

La simulación presenta un valor muy similar de 10,7 mA ya que asume diferentes valores para la barrera base emisor y la tensión del zener y considera la pequeña corriente de base de Q1. Esta corriente de emisor da lugar a una corriente de colector igual a la corriente de emisor menos la de base. Lo interesante es que la corriente de colector no depende de la carga y no se ve afectada por la temperatura lo que se verifica operando la llave J1.

Si el alumno simula el circuito, podrá operar la llave J1 y observará que la corriente I sigue estando en 10,7 mA.

La gran ventaja de este sistema de Back-light está en su sencillez y versatilidad. Para un TV grande se repite la celda indicada en el circuito tantas veces como sea necesario. Para realizar el control del encendido y apagado se utiliza una sola señal ENA que controla a los transistores llave de cada cadena de diodos LED.

La gran desventaja de este circuito es que no permite incrementar el contraste en forma artificial y su consumo se encuentra fijo en el valor máximo necesario para iluminar una escena promedio. Una secuencia nocturna de una película retiene casi toda la energía luminosa dentro de la pantalla LCD y la calienta. Llegada cierta temperatura el cristal líquido deja de operar como tal y se observan manchas sobre la pantalla. Se requiere un cierto tiempo para que la pantalla se enfríe y recobre sus características.

Existe un sistema moderno de ordenamiento de los diferentes tipos de Back-light en función de su forma de iluminación. Este sistema, al no tener variación de brillo de ninguna especie, no recibe un nombre particular más que el de Back Light adimensional o Back Light de iluminación constante.

La gran mayoría de los TV permite realizar una prueba de service muy interesante que no requiere ningún dispositivo especial más que las manos del reparador y que es prácticamente desconocido por los reparadores y hasta por los fabricantes.

La pantalla LCD se alimenta por el mismo conector que recibe los datos. Por lo general en los TV LED existe una pequeña plaqueta llamada T –COM o simplemente “Modulo” que genera las diferentes tensiones continuas que requiere la pantalla. Esta plaqueta realiza además una traducción de datos que permite que el TV se pueda comunicar con pantallas de diferentes marcas y modelos.

Si se desconecta el conector de entrada, de esta T-COM la pantalla se queda sin alimentación y se vuelve traslucida pero el TV sigue funcionando y en la pantalla se observa claramente el Back Light.

Esto nos permite determinar datos importantes sobre el funcionamiento del TV si antes de desconectar la pantalla lo predisponemos en el modo genéricamente llamado “Dinámico”.

No importa el tipo de Back Light que posea un TV, el fabricante siempre le da al usuario la posibilidad de predisponer el modo “Imagen” entre diferentes posibilidades. Cada fabricante le da a estas posibilidades diferentes nombres; como ejemplo voy a citar las posibilidades que tiene mi TV personal que es un Sanyo Vizon. El control remoto posee una tecla llamada “Imagen” que permite seleccionar diferentes posibilidades enumeradas en el manual de usuario del siguiente modo:

IMAGEN (IMAGE): Presione el botón IMAGE sobre el control remoto para seleccionar los modos pre ajustados de imagen entre:

- 1) PERSONAL: El usuario personaliza los ajustes de la imagen en el menú IMAGEN.
- 2) STANDARD: Nivel pre ajustado considerado como óptimo, para la mayoría de las imágenes.
- 3) DYNAMIC: Imagen dinámica y brillante. Es apropiada para una buena reproducción, como por ejemplo, programas de DVD.
- 4) SOFT Inhibe el color y contraste fuertes, es beneficioso para proteger la vista.

En nuestro caso no hay mayores explicaciones sobre el Back Light, pero debemos entender que en el modo 3 el Back light cambia de brillo para reforzar el brillo de la imagen.

Cuando este seguro que el TV está en el modo dinámico, sintonice un canal de película y desconecte la T-COM. De inmediato observará que el brillo de la imagen cambia con las diferentes secuencias de video que Ud. determina a través del sonido que la acompaña. Esto simplemente indica que mi TV es del tipo 0D o adimensional ya que si fuera de “brillo fijo”, la iluminación de la pantalla sería constante.

Esta prueba también indica que la señal de video está llegando hasta la etapa escaladora (scaler) y que la misma genera la señal DIM que se utiliza para variar el brillo del Back Light.

### **3.3 BACK LIGHT DEL TIPO 0D**

La primera solución que se le dio al problema del consumo y el contraste fue simplemente generar una iluminación a requerimiento de la señal de video.

Si la señal de video tiene una secuencia de imágenes con poco valor medio se reduce la iluminación del Back Light y si tiene un valor alto se incrementa.

Es un cambio lento, de modo que cada imagen en particular posee una iluminación fija. De este modo en una larga secuencia nocturna la pantalla no se recalienta y además el consumo promedio del TV es más bajo.

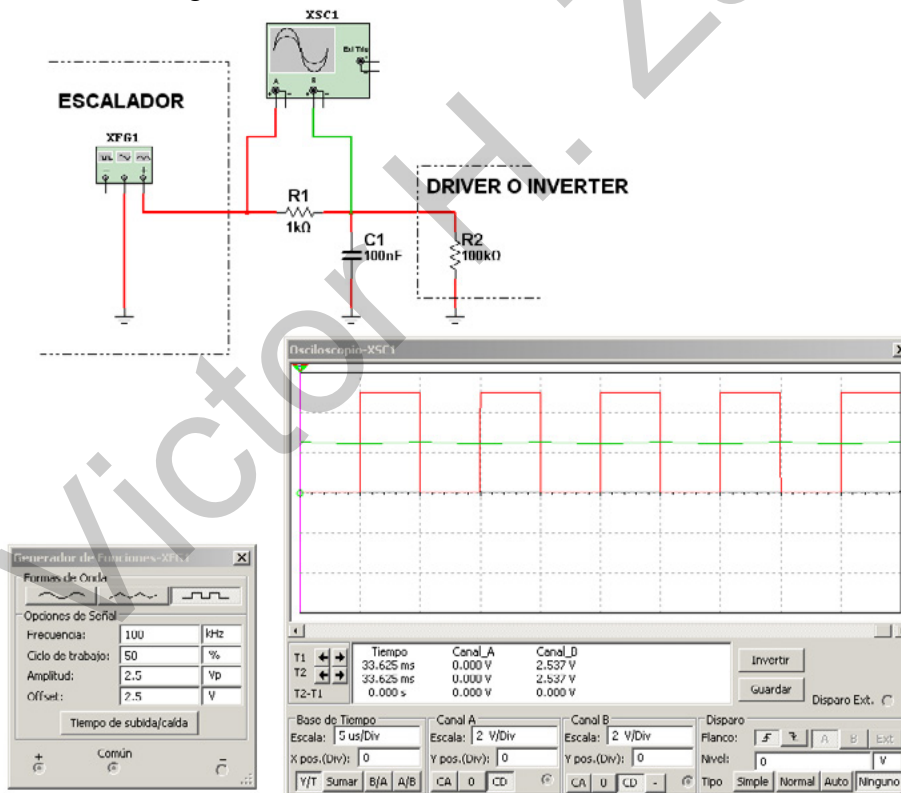
El nombre del sistema proviene de considerar que el brillo de la pantalla no varía ni con la posición X ni con la posición Y de un punto sobre la misma. Solo varía a medida que transcurre el tiempo.

La señal que genera el cambio de brillo ya la conocemos; se llama DIM o DIMMER. ¿En dónde conviene generar dicha señal? Es evidente que se trata de una señal que depende del video y podría generarse en cualquier sector de la cadena de video, desde la sección analógica hasta la sección digital. Las diferentes fuentes de video ingresan al TV en diferentes etapas de acuerdo a sus características. La última etapa que procesa el video y que por lo tanto va a estar al tanto siempre de todas las señales ingresadas es el escalador. Y la última señal de video que ingresa directamente al mismo por su propio convertor A/D es la entrada de monitor de PC del tipo analógica que ingresa por un conector DB15BGA (15 patas en tres líneas de cinco).

La señal DIM puede tener diferentes características cuando sale de la plaqueta digital con destino al inverter, o al driver de LEDs. Siempre sale del escalador como una señal PWM de 3,3 o 5V de amplitud pero puede ser convertida a una señal analógica en la plaqueta digital o ingresar al inverter o el driver como señal PWM si el integrado correspondiente interpreta dichas señales.

Inclusive muchos circuitos integrados admiten la doble codificación porque su pata DIM de entrada responde a una señal analógica cuando la tensión varía entre 0 y 2,5V o a señales PWM cuando tienen un valor de pico superior a 2,5V.

Si el circuito integrado inverter o driver de LED tiene entrada analógica, se impone colocar un circuito convertor D/A que suele ser simplemente un integrador RC como el que indicamos en la figura 3.3.1.



**Fig.3.3.1** Convertor D/A de la señal DIM

Si se varía el periodo de actividad (o ciclo de trabajo) la señal en verde aumenta o reduce su valor ajustando el brillo final del Back Light. El valor de C1 modifica el tiempo de reacción del sistema aunque más modernamente se deja una constante de tiempo chica y es la señal PWM la que realiza el ajuste en forma lenta.

Algo para tener en cuenta en la reparación, es que la señal DIM puede cortar el encendido del Back-Light, si es de cero volt (por ejemplo si se abre el resistor R1 o se pone en cortocircuito C1 (ambos tiene una posibilidad de ocurrencia mucho mayor que cuando los componentes tenían terminales metálicos, debido al estrés térmico y al diminuto tamaño de los SMD.

Según nuestra experiencia, la probabilidad de ocurrencia de una falla del circuito integrado driver de LED, es menor que la de uno de estos componentes cortados o mal soldados cuando el TV paso por otro servicio técnico y lo tomó un técnico con características de resoldador compulsivo. Los pequeños componentes SMD no admiten la resoldadura con un soldador común. Se debe utilizar un soldador con temperatura controlada de la punta y resoldar solo los componentes que tengan un problema de soldadura.

Si encuentra algún SMD dañado que posee un código que no se puede leer directamente recuerde que los temas de soldadura y codificación SMD los explicamos en el curso de "Tecnología SMD para TV LED"

## 3.4 BACK LIGHT DEL TIPO ID

Este tipo de iluminación es ideal para sistemas "Direct". Por ejemplo si existen 8 tubos u 8 tiras de LEDs dispuestos en forma horizontal se los puede encender cada uno a diferente brillo, de acuerdo al brillo promedio de esa banda horizontal de la imagen.

Es evidente que en este sistema cada tubo o cada tira de LEDs deben tener su propio inverter o su propio drive porque deben estar excitados individualmente. Esto no es necesario en el sistema OD donde muchas veces un solo inverter excita muchos transformadores de tubos.

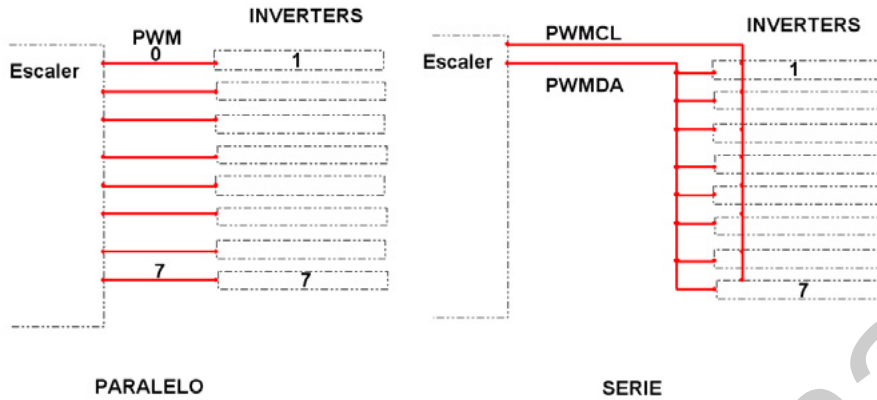
La gran ventaja de este sistema es que aumenta realmente el contraste de un cuadro porque intensifica el brillo de una zona y reduce el de otra en un mismo cuadro de imagen.

En realidad se produce una distorsión en el brillo de cada elemento de imagen, pero en la práctica esa distorsión produce una mejora subjetiva de las imágenes que parecen tener más contraste y color.

Es fácil entender el fenómeno de la iluminación por barras horizontales, si pensamos en el paisaje clásico; con un cielo celeste o blanco o una combinación de ambos y un terreno verde oscuro o marrón tierra, con un plano intermedio donde se mueven los actores con un brillo medio.

En este caso la señal DIM proveniente del escalador se suele diversificar en DIM0 a DIM7 para el caso de utilizar 8 tubos o tiras de LEDs pero como la transmisión de datos no

requiere gran velocidad puede suplantarse la comunicación “paralelo” por un simple bus de datos dedicado con el consiguiente ahorro de patitas en los CIs. Por supuesto en todos estos casos las señales utilizadas son siempre del tipo digital por tratarse de CIs modernos. Ver la figura 3.4.1.



**Fig.3.4.1 Circuitos para transmitir DIM**

En principio, el sistema de transmisión podría ser el conocido I2CBUS pero los fabricantes se pusieron de acuerdo en emplear un sistema específico creado solo para la transmisión de DIM y no siempre se pusieron de acuerdo en utilizar una comunicación universal. Es decir que muchas veces solo se entienden los circuitos integrados escaladores con los Driver de LED de la misma marca.

Como el reparador nunca trabaja decodificando los datos, esto no genera mayores problemas, salvo cuando se desee reemplazar un circuito integrado driver por otro. Cuando no hay alternativa, muchas veces se debe realizar un reemplazo que deshabilita el Back light dinámico y el TV pasa de ser un 1D a un 0D.

El sistema 1D fue implementado durante mucho tiempo utilizando tubos CCFL o ECFL pero un tubo no puede ser apagado por completo porque luego tiene cierta demora en encender. Por eso el sistema de variar el brillo de filas con tubos tenía un resultado limitado.

Al reemplazar los tubos por LEDs el resultado mejora notablemente porque el LED puede modular su brillo hasta la oscuridad total sin demoras al reencender.

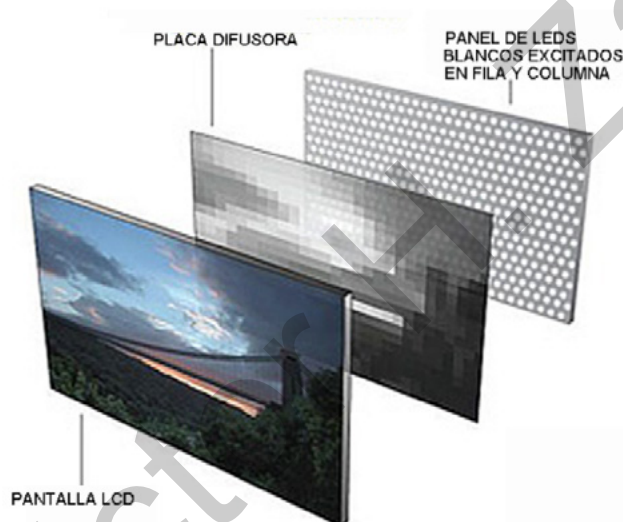
Cuando tenga un problema de encendido aleatorio de CCFLs recuerde que Ud. puede modificar el tipo de Back light con el control remoto. Si predispone el TV en condición “Normal” y se soluciona el problema, significa que los tubos están agotados y no admite la explotación con modulación de brillo por fila.

Este tipo de Back light es también muy útil para determinar problemas de imagen desconectando el flex que va a la T-COM. En este caso se observará que la pantalla se ilumina en forma desigual de acuerdo a la fila considerada y eso le indica que la señal de video llega hasta el escalador y es procesada por este. El problema está entonces en las señales LVDS de salida; o en el transmisor LVDS si este es externo al superjungla o por último en la T-COM.

## 3.5 BACK LIGHT DEL TIPO 2D

Teóricamente ¿cuál es el mejor sistema de iluminación de Back Light? El sistema ideal debería tener un dispositivo emisor de Back Light que ilumine cada posible punto individual de la pantalla (unos 7 millones de elementos). Pero entonces no necesitaríamos la pantalla LCD. Es obvio que ese sistema no existe; el tamaño de la fuente de luz más pequeña disponible económicamente en la actualidad es el de un LED elemental y sólo se podrían realizar lo que existe en este preciso momento del desarrollo técnico y son las pantallas gigantes para estadios y cartelera. La única posibilidad de tener tal cantidad de puntos es usando OLEDs, pero entonces ya no sería un TV LED al que nos referimos y los OLEDs los dejamos para más adelante.

Una solución por debajo de la ideal, pero muy conveniente es utilizar una pantalla de baja resolución de LEDs en disposición de fila y columna o un filtro activo inteligente que permita formar una matriz con sólo iluminar uno de sus costados y la parte superior. En la figura 3.5.1 mostramos una ilustración del sistema Direct.

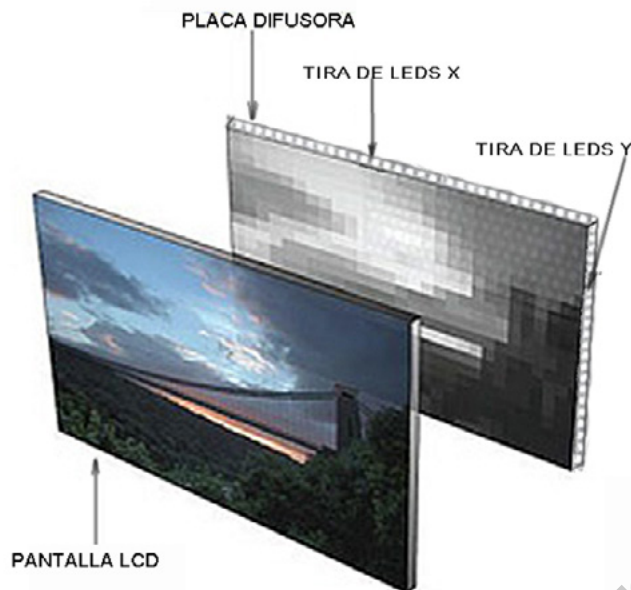


*Fig.3.5.1 Infografía del sistema 2D tipo Direct*

El grave problema de este sistema es su profundidad porque es un sistema Direct y los TV resultan muy profundos en un momento en que los usuarios buscan TV de 15 mm de profundidad.

Este sistema ya está superado en la actualidad por un sistema 2D “Edget” realizado con un filtro óptico activo según se puede observar en la figura 3.5.2.





*Fig.3.5.2 Infografía del sistema 2D con filtro activo*

Vamos a analizar el funcionamiento del sistema “Direct”.

La pantalla de LCD es la misma de siempre y es la encargada de generar el color y la definición de la imagen, en este caso como es una pantalla HD Full, se trata de una matriz de 1080 x 1920 pixeles.

Pero recuerde que cada pixel está formado por tres puntos uno rojo, otro verde y otro azul es decir que la matriz es en realidad de 1080 x 5760 puntos.

Detrás de ella hay una matriz de LEDs blancos de alto brillo de 18 x 32 por ejemplo que generan una imagen de baja definición (pero una imagen al fin). Esa imagen es el Back-Light inteligente o 2D y presenta una gran cantidad de ventajas respecto al simple Back-light estático de los TVs corrientes.

La ventaja más importante es la reducción de consumo. Y no por un problema de economía eléctrica, sino por un problema mucho mayor. Resulta que el Mercado Común Europeo tiene restricciones al consumo de los TVs, que si no se realiza este sistema de Back-Light activo, sería superado.

Además esa baja de rendimiento trae aparejada como siempre un calentamiento y este se produce nada más y nada menos que en la pantalla LCD que es tan sensible a la temperatura.

La ventaja de usar un 2D es evidente pero también tiene desventajas. La más importante es que se requieren muchos LEDs; por ejemplo para un TV de 18x32 = 576 LEDs y los mismos tienen un costo considerable. Además el sistema de excitación con mantenimiento del brillo durante 33 o 40 mS (NTSC o PAL) no es simple y se requiere un circuito por cada LED.

Y por último se requiere una cierta separación de unos 5 cm entre los LEDs y la cara posterior de la pantalla para que la luz se difunda y no se observe un Back Light con forma de constelación de puntos.

Por esta razón las empresas estudiaron un sistema "Edge" pero con un filtro que se comporta como una guía de onda, de modo que se genera una zona iluminada en función de la iluminación de los LEDs de fila y columna que se están excitando en cada instante.

De este modo solo se requieren  $18+32 = 50$  LEDs con sus circuitos de mantenimiento del brillo.

Ninguno de los dos sistemas admiten una reparación simple en caso de falla. Es decir que deben considerarse como un circuito integrado gigante que debe ser cambiado completo y en muchos casos forma parte de la pantalla LCD. Las reparaciones que puedan realizarse se analizan por separado.

## 3.6 EL CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL BACK LIGHT INTELIGENTE O 2D

Reconozcamos que realizar un circuito integrado que tome una señal de luminancia digital y genere otra con una matriz digital de blanco y negro de 18 filas por 32 columnas no es algo muy complicado, aunque tampoco es tan simple. En la mayoría de los casos lo que ingresa al TV LCD es prácticamente siempre una señal digital de video (generalmente por el conector HDMI). Por supuesto es una señal que no está organizada en  $18 \times 32$  de blanco y negro, sino en otra definición totalmente diferente y en colores R V y A pero la ausencia del conversor A/D, más que complicar el tema lo facilita, porque todo se reduce a operaciones matemáticas de promediación dentro del circuito integrado superjungla con micro.

Analicemos como se realiza el barrido de la pantalla de Back-Light del tipo "Direct". El tema es que a partir de las señales de entrada, el superjungla u otro integrado digital, ahora deberá realizar una operación matemática que le permita sacar información de 18 filas que se encenderán una por una empezando por la 1 cuando llegue el pulso de sincronismo vertical y terminando por la 18 antes que termine el pulso de borrado vertical.

Mientras está encendida una fila, deberá encender las columnas dándole el brillo correspondiente a cada LED por modificación del tiempo de actividad del pulso, que ilumina cada zona de modo de formar una imagen completa de blanco y negro.

Sino mantuviéramos encendidos los LED en forma artificial durante todo el ciclo vertical cada LED se encendería durante la  $1/648$  avas parte del tiempo y si ese momento no estaba encendido el dot correspondiente no saldría luz por la pantalla LCD. Esto significa que cada led debe poseer un circuito de retención que lo mantiene encendido a su nivel de brillo durante los 33,3 o 40 mS que dure la transmisión de un cuadro completo (en el uso como monitor pueden ser otros tiempos distintos) y luego se apaga y se refresca con nueva información. Este circuito electrónico forma parte de la pantalla de Back-Light, que es como un circuito impreso plano y de gran superficie como el de la pantalla LCD. Este circuito tiene celdas que contienen los LEDs con sus correspondientes transistores y capacitores de retención.

El sistema enciende todos los LEDs de Back-Light casi al mismo tiempo con el brillo adecuado al comenzar el barrido de un cuadro durante el borrado vertical y los mantiene encendidos durante todo el cuadro. Los capacitores de retención se cargan línea por línea en rápida sucesión durante el borrado vertical, pero el proceso no se puede observar porque se produce fuera de la pantalla y con la pantalla opaca. Podemos considerar que las 1080 filas de LEDs se encienden sucesivamente durante unos 2,5 mS y permanecen encendidos durante el periodo vertical completo con mayor o menor brillo de acuerdo a la zona considerada de la pantalla. Todo este proceso se desarrolla en una zona del superjungle a la que el reparador no tiene ningún acceso, por lo que no tiene mayor importancia su análisis detallado.

¿Cuáles son las ventajas del Back-Light inteligente? Debido a que en los negros el Back-Light es más oscuro y que en los blancos tiene el brillo de cualquier LCD, hay por un lado un incremento de contraste; los negros son realmente negros porque no hay luz generada en ese sector y los blancos conservan su iluminación. Esto matemáticamente significa un valor medio de consumo igual a la mitad, lo que reduce casi el consumo del TV en un 65%.

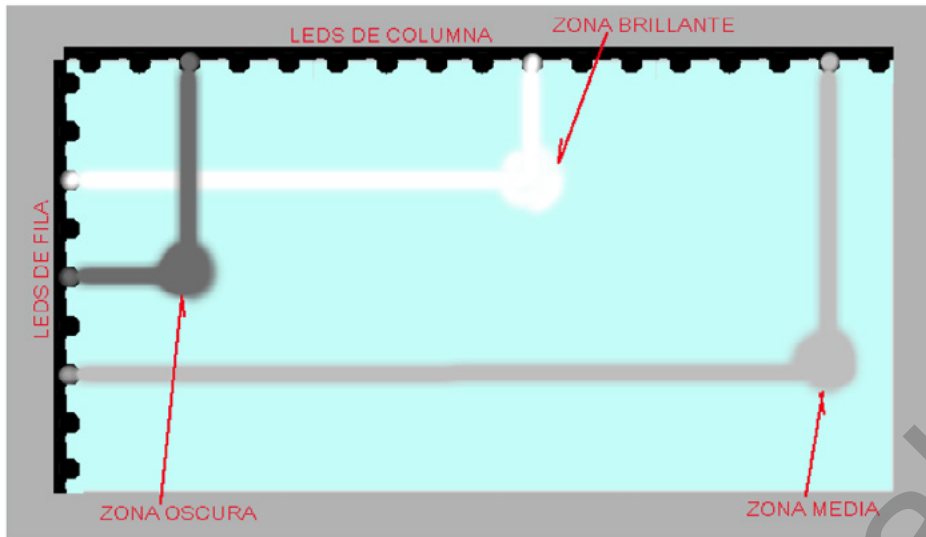
El contraste adquiere valores nunca antes logrados. Samsung indica una relación de contraste de 1:1.000.000.

La siguiente ventaja es que los LEDs tienen una vida que podemos considerar infinita, a juzgar porque aun funcionan los primeros LEDs que se fabricaron en el mundo (este dato hay que tomarlo con pinzas porque un LED blanco de superbrillo, no tiene nada de parecido con un clásico LED rojo de brillo normal).

En cambio la vida promedio de un tubo CCFL es de 20.000 Hs. Piense en un monitor encendido 24 Hs; esto implica tan solo 2,28 años de vida. En realidad ninguna empresa indica la vida de un Back-Light inteligente, lo cual nos resulta extraño ya que si fuera infinita, como nosotros suponemos, o muy larga comparada con el CCFL, lo anunciarían con bombos y platillos. Por el momento debemos pensar que no tienen suficientes datos para estimarla.

Pero como ya dijimos el sistema "Direct" fue superado por un sistema "Edget" inteligente. En este sistema los LEDs rodean un filtro óptico de material plástico con características de guía de onda luminosa direccional.

Este filtro puede iluminarse solo en un dado sector encendiendo un LED de columna y otro de fila. Ver la figura 3.6.1.



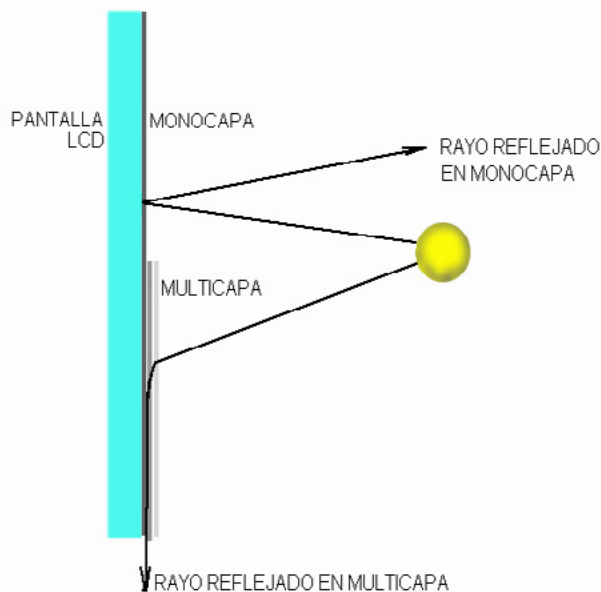
**Fig.3.6.1 BACK-LIGHT “Edget” inteligente**

La iluminación de un pequeño sector de la pantalla depende de la contribución de los LEDs de fila y columna correspondiente. No pudimos encontrar ninguna explicación sobre cómo queda retenido ese brillo, durante todo el tiempo que dura un cuadro pero suponemos que debe ser el mismo sistema de retención de los LEDs individuales del sistema viejo, que opera tanto sobre el LED de fila como sobre el de columna. Esta información sólo serviría para saciar nuestra curiosidad ya que no tiene importancia a nivel de una reparación.

El sistema de LED individuales 2D direct requiere un sistema de drivers para cada fila y cada columna armado sobre la pantalla de LEDs. La posibilidad de realizar reparaciones allí es baja debido al tamaño y tipo de componentes y por supuesto la falta total de información pero en la sección de reparaciones podrá encontrar algunas posibilidades de reparación.

En el sistema con filtro de guía de onda Edget se utilizan los mismos integrados que para el sistema 1D de 8 canales aunque para obtener un sistema de mayor definición de Back Light se suelen utilizar dos drivers para formar 16 cadenas de LEDs. El encendido inteligente es una función del circuito integrado superjungla con micro comunicado con el drive mediante el bus especial.

Cuando se llega a niveles de contraste muy altos empieza a cobrar importancia la superficie frontal de la pantalla LCD. De nada sirve que no pase luz desde el Back Light en las zonas negras si la iluminación ambiente produce reflejos en la cara frontal de la pantalla. Por esta razón todos los LCD con Back Light a LEDs poseen un sistema antirreflexión en la cara delantera de la pantalla que minimiza los reflejos de la iluminación ambiente. En la figura 3.6.2 se puede observar el principio teórico de funcionamiento del sistema.



*Fig. 3.6.2 Comparación de una pantalla normal y una antirreflex multicapa*

La pantalla multicapa posee varias capas de diferente índice de refracción que logran que el rayo reflejado proveniente de la iluminación interna de la habitación se curve y no rebote hacia el usuario. Ésta cubierta multicapa es susceptible de rayarse si no se la trata como corresponde. Solo se la debe limpiar con un paño muy suave humedecido en agua con unas gotas de detergente.

## 3.7 CARACTERÍSTICAS AGREGADAS A LOS TV LED

Cuando los fabricantes generan una nueva tecnología se cuidan muy bien de que la misma posea un notable mejoramiento de la característica más importante de la nueva tecnología. En el caso que nos ocupa lo más importante es el aumento del contraste que implica un aumento de la saturación de los colores. Es el mismo caso que se le presento a Sony cuando lanzo el Trinitrón en los TVs a TRC. Para realzar el mejoramiento del tubo comenzaron a utilizar los circuitos electrónicos mejoradores de imagen.

Los fabricantes de TV LED utilizaron el mismo criterio para reforzar la aceptación del producto por parte del cliente promedio. Piense que un usuario que no tiene su vista entrenada para reconocer una imagen, requiere un cambio muy grande de calidad para decidirse a comprar un producto. Por eso los fabricantes colocan junto con el cambio de Back Light,

algún circuito mejorador de la imagen que opere sobre el video dando la impresión de un aumento subjetivo de contraste y de brillo.

Los circuitos mejoradores de imagen actuales funcionan en el camino de las señales digitales de todas las entradas, salvo en la entrada de PC.

Los mejoramientos suelen ser el resaltado del verde que en la naturaleza se encuentra poco saturado, pero prestando atención a que no se modifique el color de la piel. Del mismo modo y con idéntico cuidado se produce un leve azulado del blanco, que está demostrado que incrementa la sensación subjetiva de aumento del contraste.

También se genera un incremento artificial de la saturación de color en las zonas más iluminadas de la pantalla, sin variar el tono de la piel.

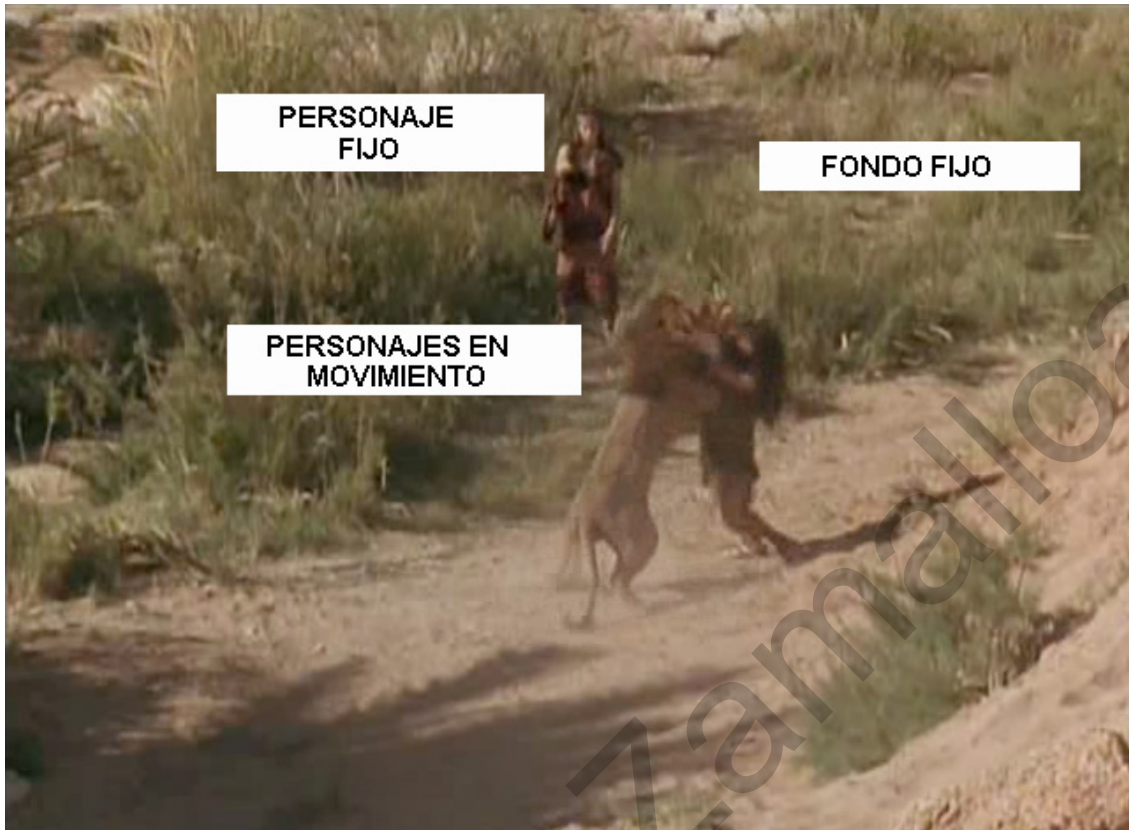
En realidad estos mejoramientos son verdaderas distorsiones de color, dispuestas para dar una imagen más impactante pero irreal. Por eso el fabricante siempre da la posibilidad de suspender los realces operando con el control remoto.

El mejoramiento que realmente se puede considerar como tal es el funcionamiento con sobremuestreo.

Muchos suponen que las emisoras envían los datos digitales, punto por punto comenzando por el pixel de arriba a la izquierda y terminando por el de abajo a la derecha. Y no es así de ningún modo, porque eso sería una transmisión sin compresión y requeriría un flujo de datos enorme que no podría transmitirse en el ancho de banda de un canal de UHF.

El proceso de ordenamiento de la transmisión es muy complejo y aprovecha las características repetitivas de las imágenes promedio. Si alguna vez tuvo acceso a una película en celuloide, debe haber observado que los fotogramas son casi iguales entre sí salvo donde comienza una escena.

Mirando con más detalle se puede observar que prácticamente todas las escenas son un fondo quieto con cosas o personas que se mueven sobre el fondo fijo. En la figura 3.6.1 se puede observar un fotograma clásico.



*Fig. 3.7.1 Fotograma típico*

Lo que hace el sistema de transmisión digital, es transmitir los datos de un cuadro con el paisaje y el personaje fijo y luego los datos de los personajes móviles y por último las coordenadas cambiantes de la posición de estos personajes. Con esto se logra una enorme compresión de datos que hace factible la transmisión de TV digital de alta definición, en un solo canal de UHF.

Pero el sistema no es perfecto; seguramente el león y el luchador saldrán como en una fotografía movida, con los bordes con poca definición y como saltando de una posición a otra. Pero como se trata de imágenes en movimiento rápido, el problema pasa desapercibido.

¿Se pueden crear fotogramas extras para mejorar la sensación de movimiento? Aparentemente la respuesta sería que no, porque no se puede crear información que no existe. Si la emisora transmite 25 o 30 fotogramas por segundo (según la norma N o M) no hay de dónde sacar información extra para crear fotogramas intermedios.

Pero debido al método de compresión, pueden generarse coordenadas intermedias de los personajes que mejorarían la sensación de movimiento y eso es lo que efectivamente hacen los LCD modernos. Crean fotogramas extras que no existen en la transmisión como un promedio matemático de las coordenadas de los personajes móviles.

El sistema de transmisión por cambio de coordenadas, permite la creación de cuadros que no existen en la transmisión real, con coordenadas intermedias. A estos cuadros se los llaman cuadros de sobremuestreo y permiten mostrar en la pantalla cuadros creados artificialmente, que suavizan el movimiento (por supuesto si se agrega un cuadro entre dos, cada cuadro se reproduce la mitad del tiempo, para que la secuencia total tenga la misma duración).

Los TVs Samsung, los Sony y muchos otros, trabajan hasta con un sobremuestreo de 2 cuadros calculados entre dos cuadros reales. De ese modo la velocidad de refresco de cuadro llega a 240 Hz (60 x 4) en NTSC y PALM y 200 Hz en PALB y PALN. Ese numerito es el que esgrimen los vendedores de TVs, que con un criterio simplificador dicen que las imágenes de determinado modelo se pueden ver 4 veces más rápido.

El sobremuestreo no es un invento de la TV, es un invento de los reproductores de CD que lo vienen utilizando hace más de 15 años.

## 3.8 CONCLUSIONES

En este capítulo aprendimos todos los detalles y características de los diferentes, sistemas de iluminación de Back-Light con referencia a la posición geográfica de los elementos de iluminación. El mayor mérito de todo esto es que nos introdujimos en el nuevo mundo de la iluminación a LED que no fue tratada por ningún autor hasta el momento.

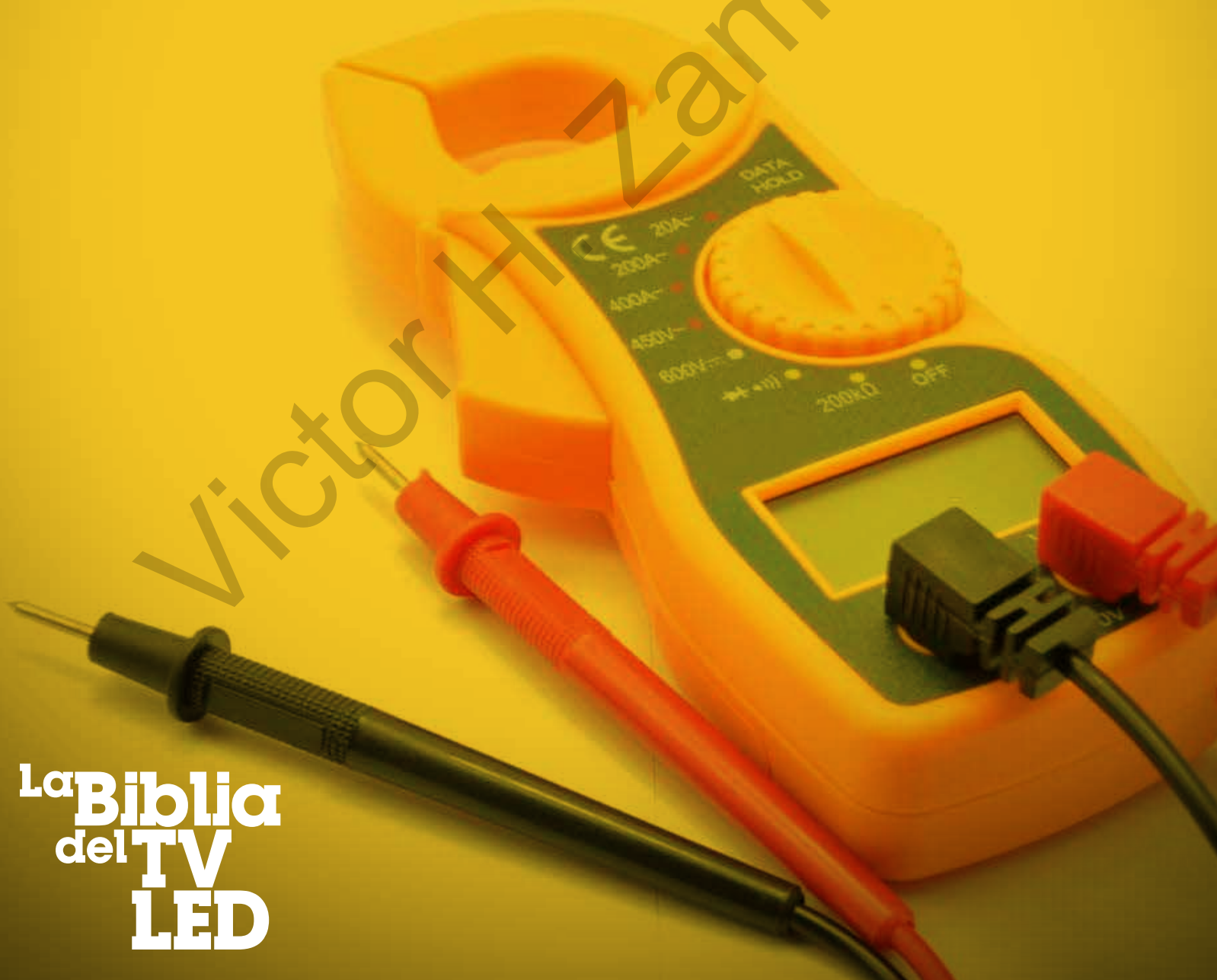
En mi trabajo en diferentes servicios técnicos observé que prácticamente nadie conocía el ordenamiento como "Fijo", 0D, 1D y 2D que tan claramente individualiza a un tipo de TV.

En la próxima clase vamos a comenzar a explicar que es un driver para LEDs y como se repara.



# Capítulo 4

EN ESTA CLASE VAMOS A ANALIZAR UN CIRCUITO INTEGRADO DRIVER PARA BACK-LIGHT A LED MUY UTILIZADO, QUE ES EL MAX1705. VAMOS A ANALIZARLO EN PROFUNDIDAD PORQUE ES UN BUEN EJEMPLO MUY REPRESENTATIVO DE LO QUE EXISTE EN EL MERCADO Y POR LO TANTO SU CONOCIMIENTO PUEDE EXTENDERSE A OTROS CIRCUITOS INTEGRADOS SIMILARES.



## 4.1 INTRODUCCIÓN

Yo analicé circuitos de TV LED y llegué a la conclusión de que el circuito integrado MAX1705 era muy utilizado como driver de Back Light (fabricado por: Fairchild, Murata, Nichia, TDK, Toshiba, Vishay y Maxim). Además es un integrado que puede utilizarse para equipos de iluminación de emergencia con lo cual podemos abrir otra especialidad en nuestro laboratorio de reparaciones. Es de un diseño genérico que puede utilizarse en Back light 0D a 2D con filtro óptico inteligente.

Inmediatamente bajé la especificación (que está disponible en mi página [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar)) y me puse a estudiarla para ver como encarábamos la explicación de esta etapa. El uso en diferentes modelos de TV y monitores LCD lo obtuve de la observación de los TV que llegan a mi laboratorio porque los manuales (cuando existen) no traen la menor información sobre la fuente y el driver.

No tengo un TV que use ese integrado para trabajar sobre él ya que todos los disponibles eran de clientes, así que utilizaremos un simulador de circuitos Multisim para descubrir su funcionamiento y levantar sus formas de onda. Este trabajo puede servirle al lector para realizar tareas similares con otro circuito integrado. Mi criterio es que en el momento actual con la especificación de un integrado, se puede encarar una reparación sin tener el circuito del TV, el monitor, o la notebook.

Esperamos que los fabricantes de estos productos recapaciten sobre su conducta referente a los manuales porque tal vez sin quererlo, están infringiendo leyes locales en todos los países donde se venden sus productos. La ley se llama “explotación de un mercado cautivo”. El mercado cautivo son justamente los clientes que los favorecieron con su compra, que sólo pueden reparar sus productos luego de la garantía en un servicio técnico autorizado. En ese lugar son capaces de cambiar una plaqueta porque tiene el fusible quemado. A los fabricantes les pedimos que entreguen la información completa de sus productos, o todos los reparadores independientes se abstendrán de recomendar los mismos.

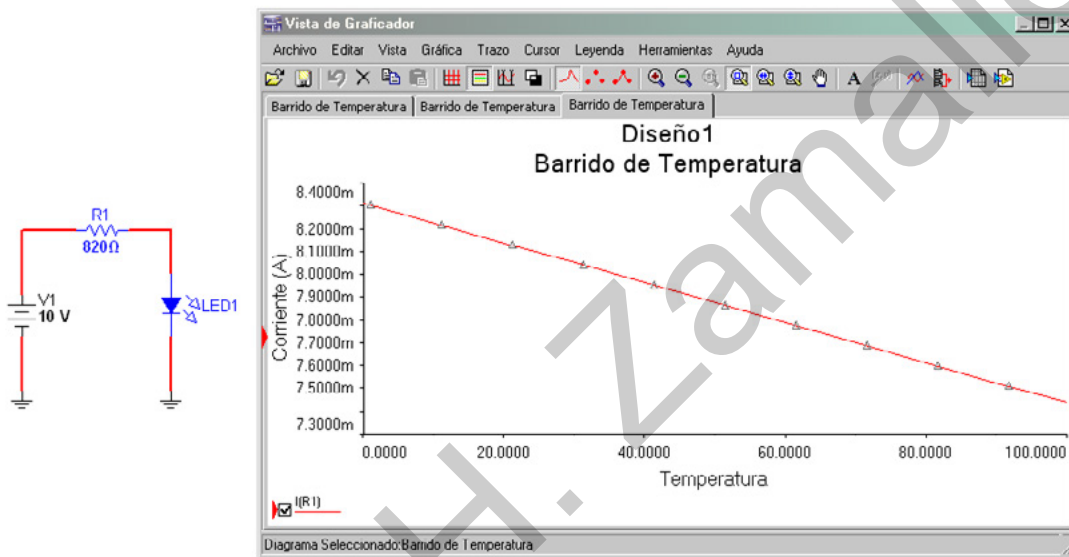
Hay cosas que son inmediatas al observar una especificación. En este caso lo inmediato fue reconocer que se trata de un driver que sirve para alimentar 8 tiras de 10 LEDs desde una fuente común e ingresar el retorno de las mismas por patitas de entrada separadas. Fundamentalmente observamos que las series de LEDs no tienen resistor limitador de corriente externo por lo que al no haber resistores no hay generación de calor y el sistema posee un elevadísimo rendimiento muy cercano al 100%.

## 4.2 EXCITACIÓN DE UN LED EN FORMA ANALÓGICA

Vayamos de lo simple a lo complejo, para entender cómo funciona un driver de LEDs que tiene un funcionamiento complejo. Como Ud. sabe mi opinión es que si uno no comprende en profundidad como funciona un circuito, difícilmente puede encarar una reparación exitosa.

Lo que se demora en aprender las cosas con profundidad, termina acelerando el trabajo del reparador en lugar de causarle una demora.

La forma clásica de excitar un LED desde que el mismo fue inventado es con una fuente de tensión y un resistor limitador de corriente en serie. Vamos a considerar como normal a una corriente de 10 mA, circulando en forma permanente y vamos a considerar que un LED blanco de alto brillo tiene un coeficiente térmico de  $3\text{mV} / ^\circ\text{C}$  para poder entender el porqué de la excitación por medio de un resistor limitador (este coeficiente significa que la tensión en directa de un LED aumenta aproximadamente 3 mV por cada grado que se incremente la temperatura). Veamos en la figura 4.2.1 el circuito básico en donde realizaremos un barrido de temperatura, para observar la estabilidad de la corriente por el LED al variar la temperatura de 0 a  $100^\circ\text{C}$ .



**Fig.4.2.1 Curva de temperatura del circuito con una fuente 5 veces mayor a la tensión de barrera del LED.**

Nota: El coeficiente de variación con la temperatura de una barrera depende del material del semiconductor. Los diodos de silicio por ejemplo tienen un coeficiente de  $-2,5\text{mV}/^\circ\text{C}$ .

Las reglas del arte indican que si se desea que la corriente no varíe demasiado al variar temperatura, se debe utilizar una fuente de por lo menos 5 veces la tensión de barrera. Y como vemos en este caso se cumple porque la corriente casi no cambia demasiado dentro de una variación de temperatura aceptable de 20 a  $70^\circ\text{C}$ .

En la figura 4.2.2 utilizamos un criterio diferente. Usamos una fuente solo 1,5 veces mayor que la barrera es decir de 3V; cambiamos el valor del resistor y volvemos a trazar la curva de barrido de temperatura.

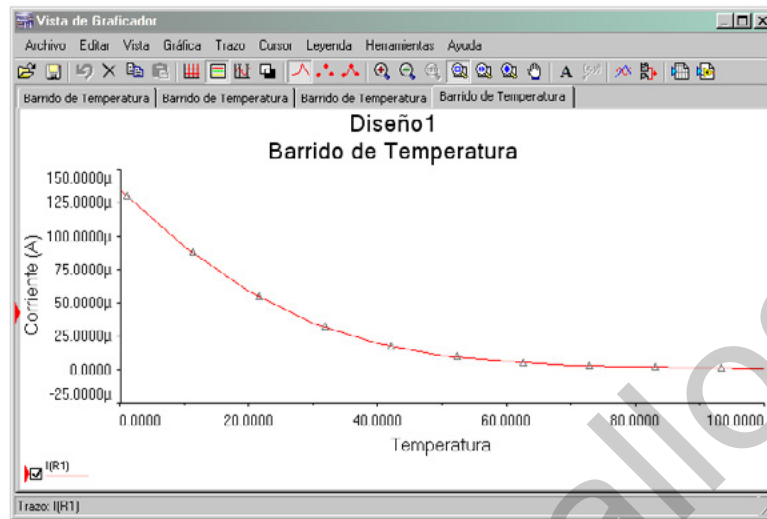
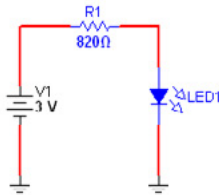


Fig.4.2.2 barrido de temperatura con fuente de 3V

Como se puede apreciar existe una variación de corriente muy importante por el diodo LED, lo que aconseja no utilizar este circuito si no se regula la tensión V1 en concordancia con la temperatura.

Pero, ¿Qué importancia tiene utilizar una tensión baja en la fuente? Mucha, porque en este circuito analógico el resistor se calienta en proporción a la tensión de fuente y eso incrementa la potencia tomada por el circuito.

En nuestro ejemplo la potencia entregada al LED es de solo 10 mA por 2,97V (la corriente circulante multiplicada por la tensión de barrera del diodo elegido en el ejemplo a 27°C) y es de 29 mW y la potencia tomada de la fuente en el primer caso es de 10V por 10 mA, es decir 100 mW, esto implica un rendimiento de solo  $29 / 100 = 29\%$ . En el segundo caso la potencia tomada de la fuente es de 3V por 10 mA es decir 30 mW (rendimiento del 99%) pero el circuito es inestable térmicamente. Como se puede observar, estos circuitos de regulación resistiva de la corriente no pueden utilizarse más que para encender un piloto o algo similar.

En un Back Light se pueden tomar potencias de hasta 200W en TVs de tamaño grande, que aun tomando un rendimiento del 30% significan 600W de consumo; lo cual no es aceptable.

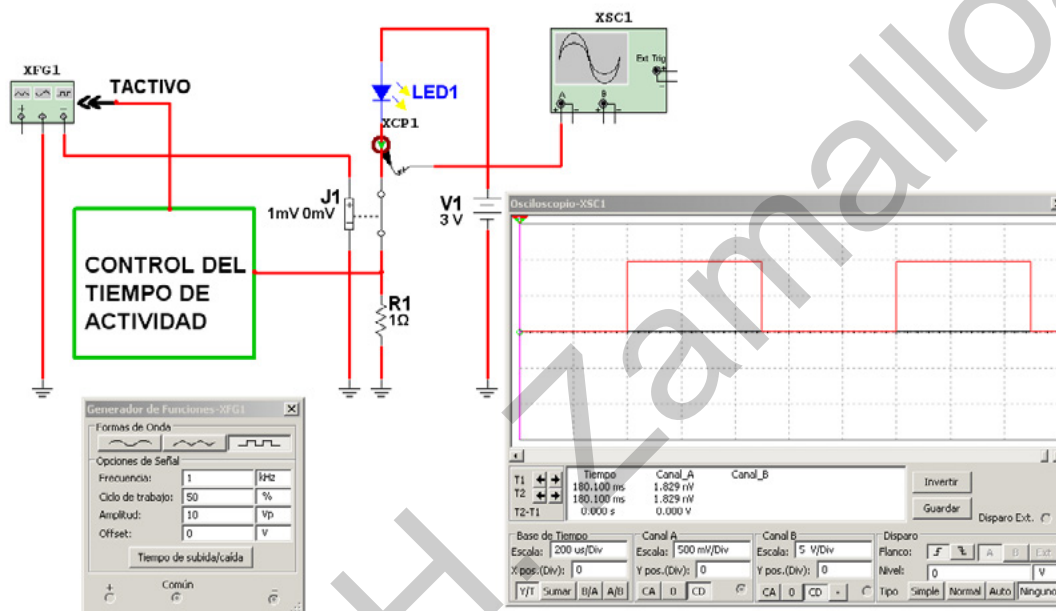
Esta simple demostración nos indica las razones por las cuales no se emplea un circuito analógico en la iluminación de Back Light. Un circuito digital opera de un modo totalmente distinto, obteniéndose rendimientos del orden del 95% (compatibles con los estándares de consumo impuestos por la unión Europea) pero con una gran estabilidad al variar la temperatura.

En la práctica sólo nos podemos encontrar con circuitos analógicos en pequeñas pantallas de cámaras fotográficas con visor óptico, porque aun las pantallas de observación directa de 4 o 5" poseen Back Light digital.

## 4.3 EXCITACIÓN DE UN LED EN FORMA DIGITAL

Un LED tiene una cierta resistencia interna aunque de muy pequeño valor. Por lo tanto, se lo puede conectar a una fuente de tensión y la corriente no será infinita luego de superada la barrera sino que está limitada por la resistencia interna.

Es decir que un LED admite un tratamiento con una señal PWM para limitar y ajustar la corriente eficaz circulante por él y con ella su iluminación. En la figura 4.3.1 se puede observar un circuito de aplicación con este criterio.



**Fig.4.3.1 Control digital PWM de un LED**

Nota: XCP1 es una sonda de corriente ajustada a una sensibilidad de 1mA/mV

El circuito consiste en un diodo LED conectado directamente a la fuente de alimentación de 3V con una llave controlada por tensión en serie y un pequeño resistor de 1 Ohms como resistor sensor de corriente. El generador de señal rectangular del Multisim no tiene un terminal de control pero nosotros le agregamos un terminal “TACTIVO” por razones didácticas.

El generador de funciones opera la llave controlada por tensión de acuerdo a la frecuencia elegida, pero su periodo de actividad se controla automáticamente de acuerdo al valor de la corriente eficaz que circula por el circuito. El bloque de control es justamente el responsable de transformar la tensión pulsante obtenida sobre R1 por una tensión continua proporcional al valor eficaz de la misma. Y esa tensión continua controla el tiempo de actividad del circuito regulando el brillo del LED.

Es obvio que la corriente que pasa por el LED tiene forma de señal rectangular. De este modo, podemos controlar su valor medio (y su valor eficaz que es el mismo para una señal rectangular) variando el tiempo de actividad o ciclo de trabajo del generador de funciones. Este tiempo se puede variar por una realimentación interna tomada sobre un pequeño resistor

en serie (R1) para compensar la variación de la tensión de barrera.

Este circuito requiere que la tensión de fuente sea siempre algo mayor a la barrera del LED a la temperatura de trabajo más baja, por lo que su rendimiento no es muy bueno.

Si aceptamos el problema del rendimiento, aprovechando la existencia de este control podemos variar el brillo en función de una señal externa que como sabemos es la señal DIM o inclusive la señal ENA para apagar el Back Light (tiempo de actividad nulo).

En la figura 4.3.2 se puede observar una señal que genera menos corriente eficaz y por lo tanto menos brillo del LED ya que la llave está cerrada solo el 10% del tiempo. En este caso la corriente de pico es de 1A pero la corriente media o eficaz por el diodo es de solo 100 mA. Para reducir la corriente a un pico de 20 mA hay que utilizar una tensión de fuente menor pero entonces comienzan los problemas a baja temperatura porque el Back Light no operaría a por ejemplo 0 °C ya que la barrera del LED supera a la tensión de fuente.

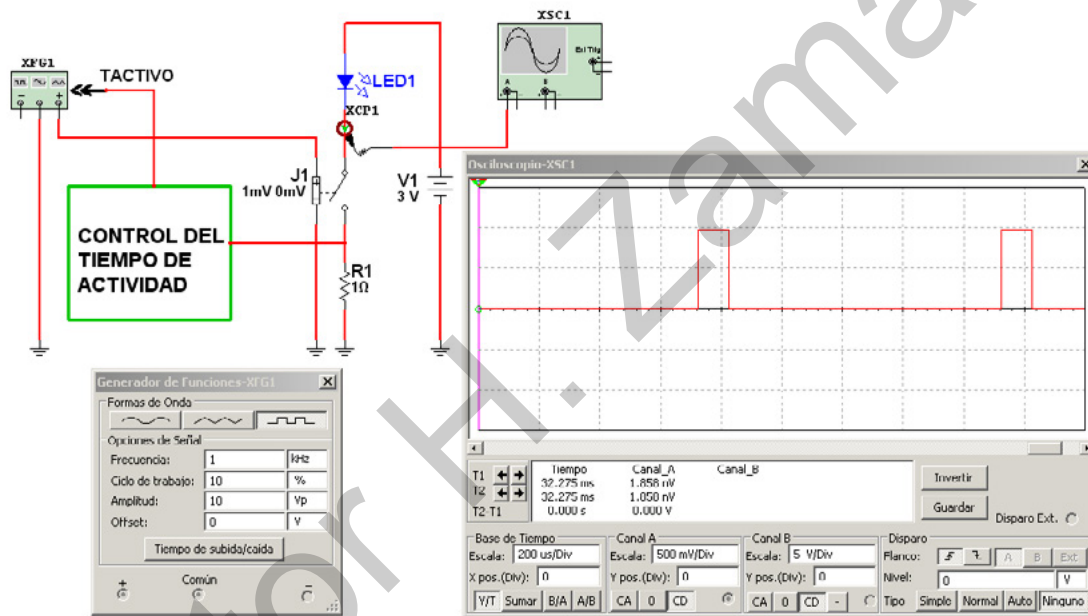
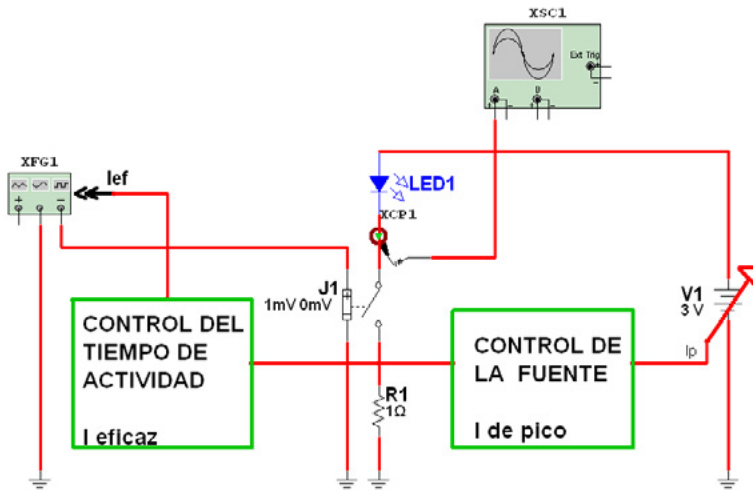


Fig.4.3.2 LED con menos brillo

¿Cómo se puede conseguir que un circuito digital de excitación tenga en cuenta tanto el control del brillo como el rendimiento? Debemos conseguir que la tensión de la fuente de alimentación varíe con la temperatura del LED; pero si lo pensamos bien no se requiere un sensor de temperatura del LED para realizar una operación indirecta de control. La corriente de pico por el resistor sensor R1 nos permite determinar perfectamente el valor de la tensión de la fuente para la temperatura de trabajo existente en todo momento.

Es decir que hay dos formas de variar la corriente circulante por el LED. Una es variando la tensión de fuente y la otra es variando el período de actividad. Esto es como un coche con doble comando de esos que se utilizan para aprender a manejar. Sólo que aquí la

señal que modifica el período de actividad y la que modifica la tensión de fuente es la misma; es la tensión sobre el resistor sensor de corriente. En la figura 4.3.3 se puede observar un circuito didáctico no operativo que ejemplifica este concepto.



*Fig.4.3.3 Circuito a doble control*

¿Le parece extraño e incomprensible que la misma señal modifique ambos parámetros del circuito? Se lo vamos a explicar claramente porque su comprensión va a facilitarle la reparación de los driver de LED en forma explícita para evitar las reparaciones intuitivas que no dejan beneficios en el aprendizaje.

Como sabemos la señal de tensión sobre R1 es rectangular. Posee una frecuencia de repetición; un período de actividad y un valor de pico positivo (no posee valor de pico negativo porque no puede circular corriente inversa por el zener). La misma señal posee dos características que la individualizan dejando de lado la frecuencia, una es el período de actividad y la otra es el valor de pico.

Para aquellos que no tengan bien claro la diferencia entre los valores de pico, medio y eficaz de una señal generamos un apéndice al final del capítulo que aclarara estos términos.

Un relato del funcionamiento para un driver de un solo LED que deseamos hacer funcionar a 10 mA de corriente eficaz con un gran rendimiento, podría ser el siguiente:

- 1) Al conectar la fuente comienza a levantarse la tensión de salida V1 de la figura 4.3.3 apareciendo una señal rectangular sobre el LED de muy poca amplitud y un periodo de actividad pequeño.
- 2) Como V1 es una fuente de arranque suave la tensión de la señal rectangular va subiendo suavemente hasta que en cierto momento el diodo LED comienza a conducir. El módulo de control de la derecha mide el valor de pico de la tensión sobre R1 que es equivalente al valor de pico de la corriente circulante por el LED y cuando llega al valor estimado como de máxima corriente de pico por el LED detiene el crecimiento de la tensión de fuente V1. Por ejemplo para 10 mA de corriente eficaz por el LED se suelen tomar valores de 25 mA de pico como máximo

(en los TV reales se suelen utilizar 20 mA eficaces y 50 mA de pico). Como sea en nuestro caso la tensión V1 se acomoda a un valor tal que la corriente de pico por el LED es de 25 mA lo que significa 25 mV de pico por la resistencia sensora de 1 Ohms. Hasta este momento el tiempo de actividad de la llave controlada por tensión sigue siendo un valor bajo típicamente del 10%.

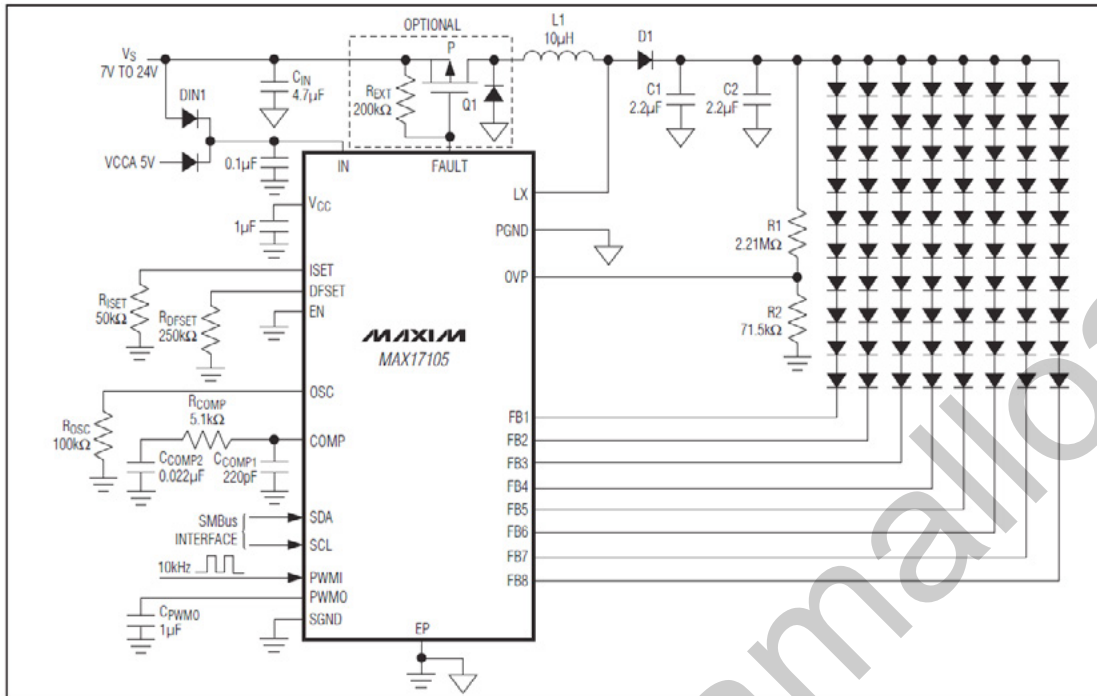
- 3) Ahora el circuito de control del tiempo de actividad ajusta el mismo para que crezca de modo que la corriente eficaz por el LED sea del 10 mA.
- 4) Para variar el brillo del Back Light se debe introducir una tensión de control (DIM) que varíe el punto de funcionamiento del circuito.
- 5) La tensión eficaz por R1 se transforma en una tensión continua equivalente en el módulo de control de la izquierda. Esta tensión continua se envía a un comparador de tensión que la compara con un valor de referencia. Cuando se desea un control por DIM esta tensión de referencia es justamente esa tensión DIM o una tensión proporcional a DIM.
- 6) El otro lazo de control del valor pico no deja de actuar ni modifica su funcionamiento cualquiera sea el valor eficaz de la corriente por el diodo. Ese lazo sólo es sensible a las variaciones de tensión de pico sobre R1 y a la barrera del diodo que varía con la temperatura. El aumento de la corriente de pico por el diodo hace que el sistema ajuste la tensión V1 para que la corriente pico vuelva a la normalidad.

Con esto vimos los principios de funcionamiento del driver de LEDs por señal digital PWM y estamos en condiciones de analizar el funcionamiento del circuito integrado real ya sea 0D, 1D y 2D con filtro difusor inteligente, porque elegimos un circuito integrado MAX1705 que es aplicable a todos esos casos.

## 4.4 EL CIRCUITO INTEGRADO MAX1705

Vamos a analizar el funcionamiento de un circuito de aplicación para MAX1705 que nos permitirá entender el funcionamiento de este circuito integrado en todas sus variedades circuitales. Si eventualmente Ud. consigue el circuito real de drive se evitará el trabajo de estimar el circuito y podrá trabajar con mayor precisión pero nosotros preferimos trabajar considerando el peor caso en donde no tiene información oficial del drive. Observe la figura 4.4.1.





**Fig.4.4.1** Circuito de aplicación

Hay muchas maneras de encarar el estudio de una especificación de circuito integrado. Yo acostumbro echarle un vistazo al circuito de aplicación y tratar de entender todo lo que pueda sin leer el texto de la especificación; de este modo cuando leo la especificación la entiendo mucho mejor.

Lo más evidente son las 8 cadenas de diodos LED (aunque están dibujados como diodos comunes) conectados en serie de a 10. Por la parte superior de la cadena observamos una conexión a una fuente común de tensión continua filtrada por C1 y C2. No está indicada la tensión de fuente promedio que vamos a calcular a posteriormente aunque ya sabemos que no tiene un valor absolutamente fijo sino un rango de tensiones.

Las ocho cadenas de diodos terminan en 8 patas, indicadas como FB1 a FB8 (suponemos que FB debe ser por FeedBack o realimentación). En estas patas deben estar conectadas las llaves de conmutación (que son internas junto con los resistores sensores de corriente). El retorno de las 8 corrientes se realiza por la pata EP conectada a masa.

La fuente que alimenta los LEDs incluida en el integrado y todos aquellos que leyeron la “Biblia de las fuentes pulsadas” deben haber reconocido la clásica disposición de fuente de “transferencia indirecta” sobre todo cuando no se conectan la llave de potencia Q1 y el diodo de protección que son opcionales. Por lo tanto concluimos que dentro del integrado debe existir una llave de potencia a MOSFET conectada entre la pata LX y masa. D1 es el diodo auxiliar.

El circuito opcional cumple funciones de protección cortando la alimentación al circuito de los LEDs en caso de falla y de allí el nombre FAULT de la señal de gate de este circuito.

El valor de la tensión de fuente, que alimenta a los diodos LED está realimentado a la entrada OVP por un divisor de tensión resistivo R1/R2 que limita la tensión de salida. El nombre OVP que generalmente identifica a Over Voltage Point (punto de sobretensión) está precisamente indicando una protección por sobretensión. Esta red suele ser confundida por los reparadores con la red de ajuste de la tensión de salida de una fuente de transferencia indirecta. Pero no se debe olvidar que ésta no es una fuente regulada de tensión sino una fuente regulada de corriente y que la tensión de salida es controlada por la corriente pico sobre el resistor sensor.

La tensión de fuente del integrado "IN" está tomada desde un sumador a diodos. Aparentemente el circuito comienza funcionando con la tensión de 5V de la fuente del micro VCCA y cuando arranca la fuente de transferencia indirecta, continúa tomando corriente de la fuente VS que puede ser de 7 a 28V. La entrada de tensión por IN se dirige seguramente a un regulador de tensión interno que se filtra con un capacitor de 1 uF sobre la pata Vcc.

Posteriormente, observamos tres patas de control. ISET, que seguramente controla la corriente máxima provista por el dispositivo, DFSET que no sabemos aunque función cumple y EN seguramente de Enable que en este caso está permanentemente a masa, más adelante se explica el motivo.

Este integrado posee un oscilador interno cuya frecuencia se controla con Rosc conectada a la pata OSC.

Luego se observa una red de filtrado compuesta, realizada con Ccomp1, Ccomp2 y Rcomp conectada a la pata COMP que probablemente es el filtro del amplificador de error de la fuente de transferencia indirecta.

Este integrado tiene un puerto de comunicaciones para una interface SMBus creada por Maxim, que posee dos entradas; la de datos llamada SDA y la de clock llamada SCL.

Luego se observa una entrada para señal rectangular llamada PWMI (seguramente PWM Input o entrada PWM) y una salida para el filtrado de la pata PWMO (la O debe ser de output = salida) por el capacitor Cpwm.

Y por último están las conexiones de masa SGND y EP seguramente de señal y de potencia.

Con esto tenemos una idea aproximada de lo que hace el circuito integrado que vamos a completar a continuación leyendo el texto de la especificación para confirmar nuestras suposiciones.

## 4.5 ESPECIFICACIÓN DEL CIRCUITO INTEGRADO

EL MAX17105 es un driver de alta eficiencia para LEDs blancos. Está diseñado para ser usado tanto en pantallas de cristal líquido de TV de gran tamaño que empleen un arreglo de LEDs como Back-Light y hasta para Tablets e inclusive teléfonos celulares con pantallas de HD debido a que el encapsulado tiene un tamaño diminuto de 4 x 4 mm.

Posee un sistema de llaves internas que controla la corriente circulante con un controlador digital por pasos sobre 8 cadenas de 10 LEDs. Cada cadena termina con un balastro (Impedancia) electrónica que es un limitador de corriente que ajusta la corriente con una precisión del 2% asegurando de este modo la iluminación de cada cadena de LEDs.

La fuente de alimentación de entrada puede ser de hasta 28V y como mínimo de 6V para dispositivos de pequeño tamaño. La corriente por cada cadena de LEDs puede ser ajustada entre 0 y 30 mA de corriente pico a plena escala.

La variación de la corriente circulante por cada cadena se realiza mediante un sistema PWM ajustable por pasos en forma digital, para lograr una elevada precisión en el ajuste por señal DIM.

La frecuencia de la señal PWM es ajustable por un resistor y su ciclo de actividad se controla directamente por una señal externa PWM o por intermedio de una interface tipo SMBus creada específicamente para los integrados MAX17105.

El rango de control de DIM tiene una resolución de 8 bit y soportan el display Intel con tecnología DPST que maximiza la vida de las baterías de los dispositivos portátiles.

El MAX17105 también tiene un modo de control directo por medio de la señal PWMI que controla directamente la corriente por los LEDs y los enciende y apaga. En este modo el control por el SMBus queda desconectado.

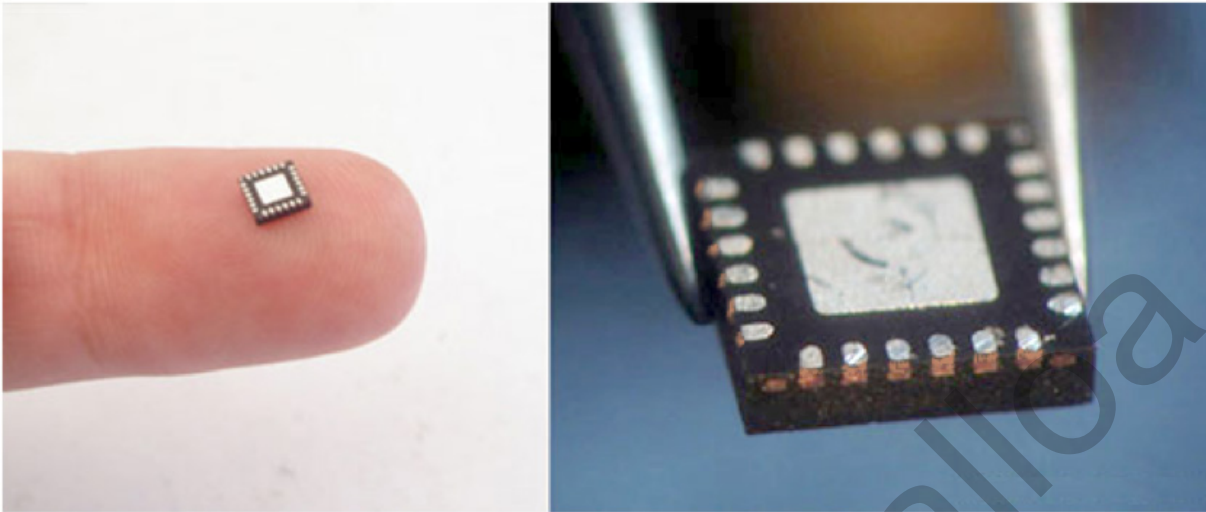
Existen múltiples modos de proteger el controlador ante condiciones de fallas. Loops de realimentación diferentes, limitan la tensión de salida ante cualquier circunstancia generando una operación segura. Cuando se detecta una cadena de diodos abierta la misma es desconectada, en tanto que las otras cadenas siguen operativas.

También se puede detectar un LED de una cadena en cortocircuito. Cuando esto ocurre la cadena es desconectada. El control de corriente digital, al actuar ciclo por ciclo, permite determinar los cambios de corriente durante un ciclo de la señal PWM y operar rápidamente. El sistema provee una operación de arranque suave que prolonga la vida de los LEDs.

Cuando el circuito integrado ingresa en la condición de protección por sobrecorriente, la condición se mantiene en suspenso hasta que expire un contador interno, para evitar cortes intermitentes por mínimos picos de sobrecorriente. Es como si se usara una constante de tiempo, sólo que aquí se opera por un conteo para mejorar precisión.

También existe una protección por exceso de temperatura y un circuito externo opcional que actúa por cortocircuito sobre la tensión de salida. La llave corta la entrada de energía. Es un circuito con una llave a MOSFET de canal p. Dicha llave corta también el funcionamiento de todas las llaves de los 8 canales de salida.

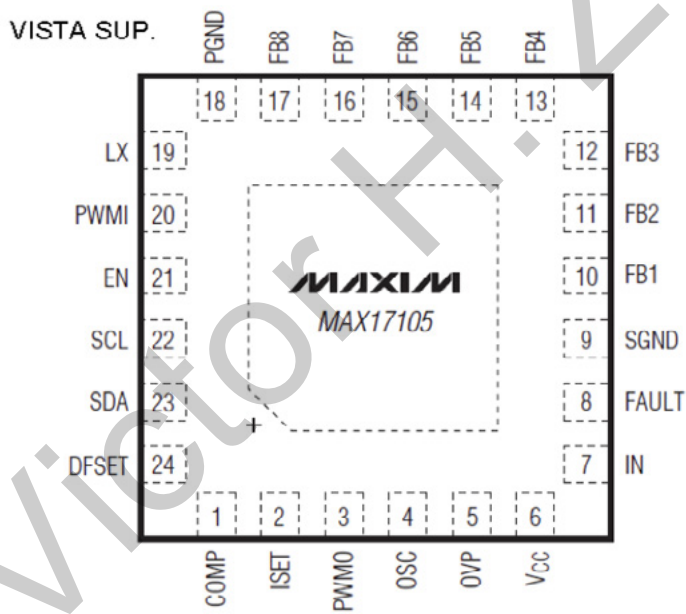
El MAX 17105 se fabrica en un encapsulado apropiado para alta disipación de 24 patas en un tamaño de 4 x 4 mm tipo THIN QFN con islas de conexión expuestas. Cuya fotografía podemos observar en la figura 4.5.1.



*Fig.4.5.1 Fotografía del CI*

Como se puede observar es un CI de mínimas dimensiones que oportunamente trataremos para su proceso de soldadura y desoldadura.

En la figura 4.5.2 se puede observar la configuración de patas.



*Fig.4.5.2 Posición de las patas*

## 4.6 PIN UP

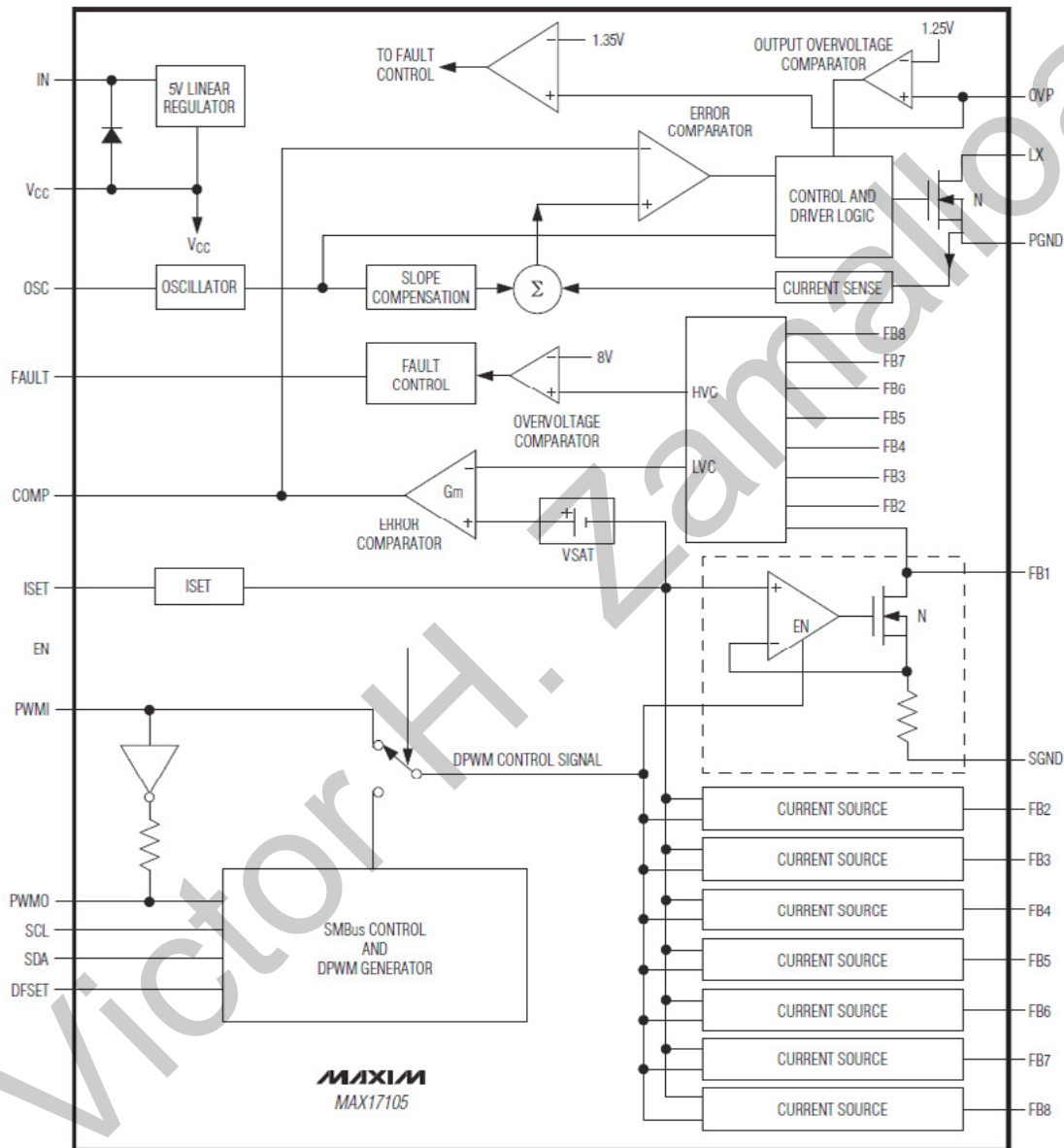
El Pin Up es una descripción somera de la función de cada pata y se suele presentar en forma de tabla tal como la que presentamos en la figura 4.6.1.

k		Función
kk1	kCOMP	Pata de compensación del amplificador de error de la fuente reforzadora. Se debe conectar un capacitor cerámico de 33nF y un resistor de 1K en serie a masa. Luego se conecta un capacitor adicional de 220 pF a masa. Cuando el CI se apaga COMP se descarga hasta 0V a través de un resistor interno de 20K.
2	ISET	Esta pata ajusta la corriente de pico por los LEDs. La resistencia desde ISET a masa controla esta corriente de acuerdo a la siguiente ecuación: $I_{LED\_MAX} = 20mA \times 50kOhms / R_{ISET}$ <p>El rango de aceptación de resistencia va desde 33,3K hasta circuito abierto que corresponde a una corriente de 30 o 0 mA. Al conectar ISET a masa se ingresa al modo de test con una corriente típica de plena escala de 0,3 mA.</p>
3	PWMO	Es la pata de filtrado de la señal de salida PWM. Entre esta pata y masa se debe conectar un capacitor de 1 uF. Este capacitor forma un filtro pasabajos que filtra la señal PWMI con un resistor interno de 40K para generar una tensión continua analógica que controle el período de actividad de las llaves, en serie con cada cadena de diodos LEDs. Todas las llaves son controladas al mismo nivel de corriente eficaz cuando se opera por esta entrada de señal.
4	OSC	Pata de ajuste de frecuencia del oscilador. La resistencia colocada entre OSC y masa ajusta la frecuencia del oscilador según la fórmula: $FSW = 1MHz \times 100K / ROSC$ <p>La resistencia puede tener un valor comprendido entre 50K y 200K que corresponde a frecuencias de switching de la llave de la fuente elevadora de 500 KHz a 2MHz</p>
5	OVP	(Over Voltaje Point) Sensado de sobretensión. Se debe conectar OVP a la derivación central de un divisor resistivo conectado entre la salida de tensión regulada y masa.
6	VCC	Salida del regulador analógico interno de 5V. VCC provee la alimentación del CI. Esta pata debe conectarse a masa para un filtrado, con un capacitor cerámico o de tantalio de 1 uF o mayor.

7	IN	Entrada de fuente al driver. VIN alimenta una fuente analógica interna que a su vez alimenta a todas las etapas del CI. Esta pata debe estar derivada a masa por un capacitor cerámico de .1 uF o mayor.
8	FAULT	Compuerta del MOSFET llave externo de protección de canal p. Esta llave es opcional; cuando se la utiliza se debe conectar un resistor de pull up externo entre FAULT e IN. Si no usa el MOSFET se debe dejar la pata desconectada.
9	SGND	Masa de señal
10	FB1	Conexión de cátodo de la cadena de LEDs 1. Esta pata es el drenaje de salida de un regulador interno con control de corriente a través de FB1. FB1 admite hasta 30 mA de consumo. Si la pata no es usada se la debe conectar a masa.
11	FB2	Idem
12	FB3	Idem
13	FB4	Idem
14	FB5	Idem
15	FB6	Idem
16	FB7	Idem
17	FB8	Idem
18	PGND	Masa de potencia de la fuente reforzadora.
19	LX	Nodo de la llave interna de la fuente de transferencia inversa elevadora. Drenaje del MOSFET N interno conectado entre LX y PGND. Conecte el inductor y el diodo con conexiones cortas de modo que generen la menor cantidad posible de interferencia electromagnéticas (EMI).
21	EN	Pata de habilitación en el modo Direct-PWM. Cuando se selecciona el modo direct-PWM a través de la pata DFSET, el circuito integrado arranca cuando EN pasa al estado alto.
22	SCL	Clock del bus serie
23	SDA	Data del bus serie
24	DFSET	Pata de ajuste de frecuencia de la señal PWM de las llaves de corriente. Conecte un resistor desde DFSET a masa para predisponer la frecuencia en el modo SMBus. En el modo de control directo la pata DFSET se debe conectar a masa La fórmula para la frecuencia es: $FDPWM = 200\text{Hz} \times 250\text{K}/RDFSET$ Los valores adecuados de RDFSET están comprendidos entre 10 K y 500 K los que corresponden a una frecuencia de 5 KHz a 100 Hz.
	EP	Isla central inferior expuesta. Se debe soldar a una superficie de cobre que posea baja resistencia térmica al ambiente.

## 4.7 DETALLES DE FUNCIONAMIENTO

En la figura 4.7.1 se puede observar el diagrama en bloques interno del circuito integrado.



*Fig.4.7.1 Diagrama en bloques del MAX17105*

Cuando está activado, el controlador de la fuente elevadora aumenta la salida hasta proporcionar suficiente tensión como para vencer las 10 barreras de los LEDs (la barrera típica es de 2,5V y la máxima de 3V a 20 mA).

Cuenta con un sistema similar a una resistencia ajustable pero que trabaja por pulsos de 500 kHz a 2 MHz, que permite obtener un circuito muy económico balanceando el tamaño de los componentes externos y la eficiencia de funcionamiento.

El brillo de los LEDs se controla conectando y desconectando los mismos con una señal PWM. La frecuencia de la señal PWM puede ser ajustada con gran precisión con un resistor o directamente controlada por una señal PWMI de entrada. El brillo de los LEDs es proporcional al tiempo de actividad de la señal PWM la cual es controlada externamente a través de otra señal PWMI o un puerto de dos hilos SMBus compatible.

La tensión que alimenta a los LEDs se ajusta de un modo muy particular. En principio parecería que la realimentación OVP ajusta el valor de la tensión de fuente en forma fija. Pero esta entrada es solo una entrada de protección (de allí el nombre de Over Voltage Protection).

Para entender el problema analicemos a que tensión opera el OVP. Su entrada (-) está conectada a una fuente estable de 1,25V y en el circuito de aplicación vemos que el divisor de tensión es de 2,21M con un resistor a masa de 71,5K. Esto significa que el comparador opera cuando la tensión de salida llega  $1,25V \times (2.925.000) / 71.500 = 38V$ . Los diodos LEDs pueden llegar a tener un valor de tensión de barrera máximo de 3V a 20 mA lo que significa que una cadena puede llegar como máximo a 30V. Si llega a 38V el sistema debe cortar porque hay un exceso de corriente. Pero bien podría ocurrir que se produzca una sobre tensión por falta de carga. En ese momento opera el segundo comparador que mide 41V.

Pero ¿cómo hace el circuito para regular la tensión de salida en el valor adecuado? Simplemente analiza la corriente por las diferentes entradas FB1 a FB8 a medida que va levantando la tensión de salida. Cuando la cadena de mayor barrera conduce, levanta la tensión en un pequeño valor fijo y luego sigue regulando a ese valor. Es decir que la tensión de salida se encuentra siempre un poco por arriba de un valor capaz de hacer conducir a todas las cadenas de diodos (un valor menor a 30V si el sistema trabaja a 20 mA).

El circuito mostrado es en realidad un circuito simplificado porque cada bloque "Current Source" es igual al correspondiente a FB1.

Debido a lo complejo del modo de ajuste de la tensión de fuente regulada, vamos a repasar el funcionamiento considerando la cadena de diodos 1 que posee el dibujo completo. Para comenzar consideremos que la tensión de fuente regulada se incrementa con una suave pendiente debido a los circuitos de arranque suave.

FB1 es el retorno a masa de esa cadena. Observamos que puede estar conectada a masa a través del MOSFET N y el pequeño resistor shunt en serie que se conectan a SGND o puede estar aislada de masa cuando la llave a MOSFET está abierta. La llave a MOSFET se opera mediante un operacional encargado de ajustar la corriente por la cadena cuando su valor medio o eficaz llegue al valor correcto. Este operacional opera con una señal de portadora con forma de diente de sierra aplicada al terminal (+) que se compara con la tensión rectangular existente en el resistor shunt.



La misma señal FB1 se envía al módulo sumador de las FB que controla cual/cuales de las señales esta siempre en masa (no se venció la suma de barreras) y si hay una o más en esa condición. Si se da esa condición salta un paso de tensión discreto más y vuelve a probar; así hasta que todas las cadenas conduzcan durante el cierre de la llave a MOSFET. Cuando esto ocurre da un salto discreto de tensión del orden de 1V y deja de crecer.

Si alguna de las cadenas vuelve al estado de no conducción o se supera la corriente máxima con la llave cerrada (de 20 mA) se realiza un nuevo proceso de ajuste de la tensión tal lo enunciado o en sentido descendente si hay un exceso de corriente.

Para la reparación se requiere saber, cual es la tensión de fuente medida sobre el capacitor C1//C2. Esto se puede calcular en forma aproximada conociendo la característica de los diodos LEDs utilizados en el dispositivo. Por ejemplo uno de los LEDs recomendados (el Nichia NSSW008C posee una barrera a 20 mA que como valor promedio es de 3,2V y como valor máximo de 3,5V. En este caso la tensión de fuente es del orden de  $(3,2 \times 10) + 1V = 33V$ .

El bloque de control de las señales FB1 a FB8 posee dos salidas indicadas como LVC y HVC (de Low Voltaje Control y High voltaje control o tensión de control baja y alta). El control normal del periodo de actividad de la llave principal de la fuente, donde se conecta LX, se hace por intermedio de LVC que se envía a dos comparadores de error en cascada (luego del primero se realiza el filtrado compuesto por la pata COMP y de allí al bloque de control por pulsos del gate de la llave principal.

## 4.8 CONCLUSIONES

En este capítulo analizamos las secciones más importantes del circuito integrado MAX17105. En el próximo capítulo nos vamos a ocupar del tema de las protecciones para terminar de explicar el funcionamiento del integrado.

Y por último vamos a tratar lo más importante que es el método de reparación en lo que respecta a mediciones y sustituciones de componentes. Tal vez a Ud. le parezca que demoramos mucho con un solo circuito integrado; pero el hecho es que observamos que otros integrados se pueden analizar y reparar tomando a este como ejemplo y por eso es que explicamos uno con gran profundidad para que Ud. solo pueda entender a todos los otros.

Por otro lado como Ud. sabe los problemas específicos de determinados TVs los analizamos en la serie de Ebooks "Reparando como Picerno" del que ya está por salir la cuarta edición.

Seguramente el lector se preguntará y como se puede encontrar una especificación cuando no aparece directamente en la búsqueda por Google. Hay una alternativa que es recurrir a la página del fabricante ubicándola de acuerdo a las primeras letras del código. A continuación en el apéndice I le brindamos un listado de fabricantes que lo ayudará a encontrar la especificación buscada.

En el apéndice II lo damos algunos conceptos básicos sobre las señales alternas y sus valores característicos imprescindibles para entender el funcionamiento de los driver de LEDs. Si Ud. posee estos conocimientos puede saltar el apéndice.

## 4.9 APÉNDICE I - FABRICANTES DE CIRCUITOS INTEGRADOS

13 - xxxx Sears  
221-xxxx Zenith [www.zenith.com](http://www.zenith.com)  
37-xxxx Atari  
442-xxxx Zenith [www.zenith.com](http://www.zenith.com)  
51 xxxx Quasar  
56A xxxx Admiral  
612 XX xxxx Magnavox [www.magnavox.com](http://www.magnavox.com)  
905 xxxx Zenith [www.zenith.com](http://www.zenith.com)  
AD xxxx Analog Devices [www.analog.com](http://www.analog.com)  
AM xxxx Advanced Micro. Devices (AMD) [www.amd.com](http://www.amd.com)  
AM xxxx Datel Systems [www.datel.com](http://www.datel.com)  
AN xxxx Matsushita [www.maco.panasonic.co.jp](http://www.maco.panasonic.co.jp)  
AY xxxx General Instrumens [www.gi.com](http://www.gi.com)  
BA xxxx Rohm [www.rohm.com](http://www.rohm.com)  
CA xxxx RCA (Harris Semiconductors) [www.semi.harris.com](http://www.semi.harris.com)  
CS xxxx Cherry Semiconductors [www.cherrysemiconductor.com](http://www.cherrysemiconductor.com)  
CXA xxxx Sony [www.sel.sony.com/semi](http://www.sel.sony.com/semi)  
C xxxx Sony [www.sel.sony.com/semi](http://www.sel.sony.com/semi)  
DBL xxxx Daewoo [www.daewoosemicon.co.kr](http://www.daewoosemicon.co.kr)  
DM xxxx Delco [www.delco.com](http://www.delco.com)  
EA xxxx Electronics Arrays  
ECG xxxx PHILIPS - Silvanya [www.ecgproducts.com](http://www.ecgproducts.com)  
EF xxxx SGS-Thomson [www.st.com](http://www.st.com)  
EFB xxxx SGS-Thomson [www.st.com](http://www.st.com)  
GE xxxx General Electric [www.ge.com](http://www.ge.com)  
GL xxxx GoldStar <http://lge.expo.co.kr/lge>  
H xxxx Harris [ww.semi.harris.com](http://ww.semi.harris.com)  
H xxxx Hughes Aircraft  
HA xxxx Hitachi [www.halsp.hitachi.com](http://www.halsp.hitachi.com)  
HD xxxx Hitachi [www.halsp.hitachi.com](http://www.halsp.hitachi.com)  
IC xxxx Philco  
ICL xxxx Intersil [www.intersil.com](http://www.intersil.com)  
IR xxxx International Rectifier [www.irf.com](http://www.irf.com)  
IX xxxx Sharp [www.sharpmeg.com](http://www.sharpmeg.com)  
KA xxxx Samsung [www.sec.samsung.com](http://www.sec.samsung.com)  
KDA xxxx Samsung [www.sec.samsung.com](http://www.sec.samsung.com)  
KIA xxxx KEC - Korea Electronics Co. [www.kec.co.kr](http://www.kec.co.kr)  
[www.keccorp.com](http://www.keccorp.com)  
KM xxxx Samsung [www.sec.samsung.com](http://www.sec.samsung.com)  
KS xxxx Samsung [www.sec.samsung.com](http://www.sec.samsung.com)  
KT xxxx KEC - Korea Electronics Co. [www.kec.co.kr](http://www.kec.co.kr)

[www.keccorp.com](http://www.keccorp.com)  
LA xxxx Sanyo [www.semic.sanyo.co.jp](http://www.semic.sanyo.co.jp)  
LB xxxx Sanyo [www.semic.sanyo.co.jp](http://www.semic.sanyo.co.jp)  
LC xxxx Sanyo [www.semic.sanyo.co.jp](http://www.semic.sanyo.co.jp)  
Lm A xxxx Lambda [www.lambdaaa.com](http://www.lambdaaa.com)  
LM xxxx Intersil [www.intersil.com](http://www.intersil.com)  
LM xxxx National Semiconductor [www.national.com](http://www.national.com)  
LM xxxx Raytheon Semiconductors [www.raytheonsemi.com](http://www.raytheonsemi.com)  
LM xxxx Signetics (Philips) [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
LM xxxx Siliconix [www.siliconix.com](http://www.siliconix.com)  
LS xxxx SGS-Thomson [www.st.com](http://www.st.com)  
M xxxx Mitsubishi [www.coris.com](http://www.coris.com)  
MA xxxx Fairchild [www.fairchildsemi.com](http://www.fairchildsemi.com)  
MA xxxx Motorola <http://sps.motorola.com>  
MB xxxx Fujitsu [www.fujielectric.co.jp](http://www.fujielectric.co.jp)  
MC xxxx Motorola <http://sps.motorola.com>  
MK xxxx Mostek  
ML xxxx Mitel Semiconductors [www.mitelsemi.com](http://www.mitelsemi.com)  
MMI xxxx Monolithic Memories  
MN xxxx Micro Network [www.mnc.com](http://www.mnc.com)  
MP xxxx Micro Power Systems  
MPS xxxx MOS-Technology  
MSM xxxx OKI [www.okisemi.com](http://www.okisemi.com)  
NC xxxx Nitron  
NJM xxx New Japan Radio Co., Ltd. [www.njr.com](http://www.njr.com)  
NJU xxx New Japan Radio Co., Ltd. [www.njr.com](http://www.njr.com)  
NTE xxxx NTE [www.nteinc.com](http://www.nteinc.com)  
PA xxxx Pioneer [www.pioneer.co.jp](http://www.pioneer.co.jp)  
PM xxxx Precision Monolithic [www.analog.com](http://www.analog.com)  
PTC xxx Mallory [www.nacc-mallory.com](http://www.nacc-mallory.com)

R xxxx Rockwell [www.nb.rockwell.com](http://www.nb.rockwell.com)  
RC xxxx Raytheon Semiconductors [www.raytheonsemi.com](http://www.raytheonsemi.com)  
RH-IXxxx Sharp [www.sharpmeg.com](http://www.sharpmeg.com)  
RM xxxx Raytheon Semiconductors [www.raytheonsemi.com](http://www.raytheonsemi.com)  
S xxxx American Microsystems (AMI) [www.amis.com](http://www.amis.com)  
SAA xxxx Philips [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
SAA xxxx ITT [www.itt-sc.de](http://www.itt-sc.de)  
SE xxxx Signetics (Phipips) [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
SG xxxx Silicon General [www.microsemi.com](http://www.microsemi.com)  
SK xxxx Thomson [www.st.com](http://www.st.com)  
SK xxxx RCA (Harris Semiconductors) [www.semi.harris.com](http://www.semi.harris.com)  
SKB xxxx Siemens [www.siemens.de](http://www.siemens.de)  
SL xxxx Plessey Semiconductors [www.gpsemi.com](http://www.gpsemi.com)

SMC xxxx Standard Microsystems [www.smssc.com](http://www.smssc.com)  
SN xxxx Texas Instruments [www.ti.com](http://www.ti.com)  
SP xxxx Plessey Semiconductors [www.gpsemi.com](http://www.gpsemi.com)  
SSM xxxx Analog Devices [www.analog.com](http://www.analog.com)  
SSS xxxx Precision Monolithic [www.analog.com](http://www.analog.com)  
SSS xxxx Solid State Scientific  
ST xxxx SGS-Thomson [www.st.com](http://www.st.com)  
STK xxxx Sanyo [www.semic.sanyo.co.jp](http://www.semic.sanyo.co.jp)  
STR xxxx Sanken [www.sanken-ele.co.jp](http://www.sanken-ele.co.jp)  
SY xxxx Synertek  
TA xxxx Toshiba [www.semicon.toshiba.co.jp](http://www.semicon.toshiba.co.jp)  
TAA xxxx Plessey [www.gpsemi.com](http://www.gpsemi.com)  
TAA xxxx ITT [www.itt-sc.de](http://www.itt-sc.de)  
TAA xxxx Philips [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
TAA xxxx SGS-ATES Semiconductors [www.st.com](http://www.st.com)  
TAA xxxx Siemens [www.smi.siemens.com](http://www.smi.siemens.com)  
TAA xxxx Telefunken [www.temic.com](http://www.temic.com)  
TB xxxx Toshiba [www.semicon.toshiba.co.jp](http://www.semicon.toshiba.co.jp)  
TBA xxxx Plessey [www.gpsemi.com](http://www.gpsemi.com)  
TBA xxxx ITT [www.itt-sc.de](http://www.itt-sc.de)  
TBA xxxx National Semiconductor [www.national.com](http://www.national.com)  
TBA xxxx Philips [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
TBA xxxx SGS-ATES Semiconductors [www.st.com/](http://www.st.com/)  
TBA xxxx Siemens [www.smi.siemens.com](http://www.smi.siemens.com)  
TBA xxxx Telefunken [www.temic.com](http://www.temic.com)  
TCA xxxx Plessey [www.gpsemi.com](http://www.gpsemi.com)  
TCA xxxx ITT [www.itt-sc.de](http://www.itt-sc.de)  
TCA xxxx Philips [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
TCA xxxx SGS-ATES Semiconductors [www.st.com](http://www.st.com)  
TCA xxxx Siemens [www.smi.siemens.com](http://www.smi.siemens.com)  
TCA xxxx Telefunken [www.temic.com](http://www.temic.com)  
TDA xxxx Plessey [www.gpsemi.com](http://www.gpsemi.com)  
TDA xxxx ITT [www.itt-sc.de](http://www.itt-sc.de)  
TDA xxxx Philips [www.semiconductors.com](http://www.semiconductors.com)  
TDA xxxx SGS-ATES Semiconductors [www.st.com](http://www.st.com)  
TDA xxxx Siemens [www.smi.siemens.com](http://www.smi.siemens.com)  
TDA xxxx Telefunken [www.temic.com](http://www.temic.com)  
TM xxxx Thordarson [www.electrobase.com/tm](http://www.electrobase.com/tm)  
UC xxxx Solitron [www.solitrondevices.com](http://www.solitrondevices.com)  
ULN xxxx Sprague <http://vishay.com/vishay/sprague>  
uPC xxxx NEC [www.ic.nec.co.jp](http://www.ic.nec.co.jp)  
uPD xxx NEC [www.ic.nec.co.jp](http://www.ic.nec.co.jp)  
VP xxxx Sanyo [www.semic.sanyo.co.jp](http://www.semic.sanyo.co.jp)  
VPA xxxx Sanyo [www.semic.sanyo.co.jp](http://www.semic.sanyo.co.jp)

WEP-xxxx Workman  
 XC xxxx Motorola [www.motorola.com](http://www.motorola.com)  
 XR xxxx EXAR Integrated Systems [www.exar.com](http://www.exar.com)  
 Z xxxx Zilog [www.zilog.com](http://www.zilog.com)  
 ZN xxxx Ferranti GmbH

NOTA: No podemos asegurar que falte algún fabricante o que haya cambiado la dirección de su página. Si conoce alguno más por favor comuníquese al autor para que lo agreguemos a la lista.

## 4.10 APÉNDICE 2 - TENSIÓN EFICAZ MEDIA Y PICO DE UNA SEÑAL

Una tensión continua queda perfectamente identificada por un solo número que representa su magnitud.

Una tensión alterna es mucho más difícil de definir porque la misma varía instantáneamente en magnitud dando lugar a una infinita variedad de señales. Sin embargo hay formas de señales clásicas que se pueden definir completamente con solo algunos parámetros internacionalmente aceptados como característicos de los mismos.

Las formas de señales más características son la senoidal; la señal rectangular y el diente de sierra que se pueden observar en la figura 4.10.1.

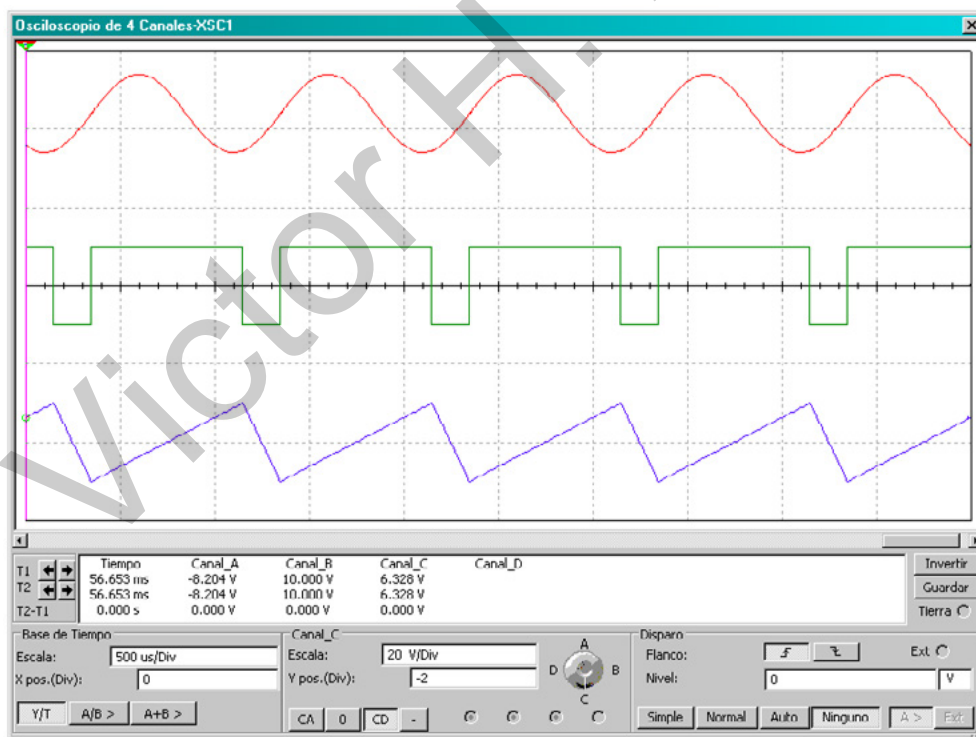


Fig.4.10.1 Las señales alternas más características

Cada una de estas señales posee características que son reconocidos por la ciencia electrónica, a saber:

Período total: es el intervalo de tiempo en que una señal pasa por todos sus valores y termina en el valor instantáneo donde comenzó la medición de tiempos. Por ejemplo, para la señal senoidal: Se comienza a medir en el pico positivo, se recorren todos los valores instantáneos positivos, luego los negativos y finalmente los positivos hasta volver al valor máximo. El intervalo de tiempo existente entre esos dos máximos se llama periodo total. En nuestro caso ese período es de 1 mS o 0,001 S. La inversa de ese tiempo se denomina frecuencia de esa señal y en nuestro caso es de  $1/0,001S = 1.000 \text{ Hz}$  o 1 KHz.

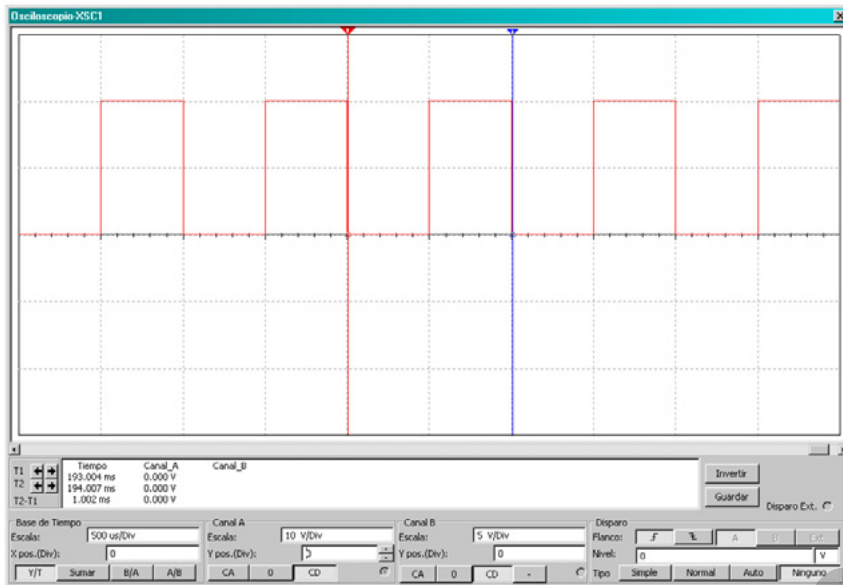
En el caso de las señales rectangulares y cuadradas también existe un periodo total tomando diferentes condiciones de la variación de la señal. Por ejemplo, en el caso de la rectangular se puede considerar el intervalo de tiempo entre dos flacos positivos. En el diente de sierra se podría considerar el tiempo entre dos pasajes por cero, etc.

En el caso de la señal rectangular se puede considerar no solo el periodo total sino también el tiempo en que la señal se encuentra en el estado alto. A este periodo se lo llama período de actividad y puede expresarse como un porcentaje del periodo total. En nuestro ejemplo el periodo de actividad es del 80% es decir que la señal está el 80% del tiempo en +10V y el 20% en -10V.

Con referencia a la amplitud las señales poseen parámetros que fueron ideados para comparar las señales alternas con las continuas y que son el valor medio, el pico y el eficaz.

El valor medio se define como el promedio de los valores instantáneos de la señal. Por ejemplo en la señal rectangular tal como se observa en el osciloscopio la señal está el 80 por ciento del tiempo en +10V y el 20% restante en -10V. El valor medio es entonces  $(10 \times 0,8 + 10 \times 0,2) / 2 = +4V$ .

La señal rectangular que tomamos de ejemplo es una señal alterna porque en cierto momento posee un valor de -10V y en otro un valor de +10V, pero en la mayoría de los circuitos electrónicos, las señales sólo poseen valores positivos con respecto a masa. Por ejemplo, una señal de salida para un gate puede ser como la de la figura 4.10.2.



**Fig.4.10.2** Ejemplo de señal en salida de un CI con fuente positiva

Como vemos la señal ya no es alterna. Es una continua pulsante porque no sobrepasa del cero hacia abajo. Y llega hasta el valor máximo de 20V que soporta un MOSFET común.

Como la mitad del tiempo está en 20V y la otra mitad en cero el valor medio o promedio es de 10V.

Tal vez la característica más importante de una tensión alterna o pulsante es el valor eficaz de la misma que es el valor de una tensión continua capaz de realizar el mismo trabajo que la CA o la corriente pulsante. Por ejemplo tomemos el caso de una lámpara incandescente. Una lámpara se conecta a una fuente desconocida de CA de red y genera 1500 Lux de iluminación. Cuando se la conecta a una fuente variable de CC se consigue el mismo brillo cuando se alimenta con 220V de CC. Se dice entonces que esa CA posee un valor eficaz de 220V es decir que se equipara a una fuente de CC de 220V en lo que respecta a su capacidad de trabajo. En la tabla de la figura 4.10.3 se puede observar la relación entre las tres formas de señal indicadas.

SEÑAL	PICO A MEDIO	PICO A EFICAZ
SENOIDAL	$V_m = 2/\pi \cdot V_p$	$V_p = 1,41 \cdot V_{ef}$
CUADRADA	$V_m = V_p / 2$	$V_p = 2 \cdot V_{ef}$
TRIANGULAR		$V_p = 1,43 \cdot V_{ef}$

**Fig.4.10.3** Relación pico a medio y eficaz de señales clásicas

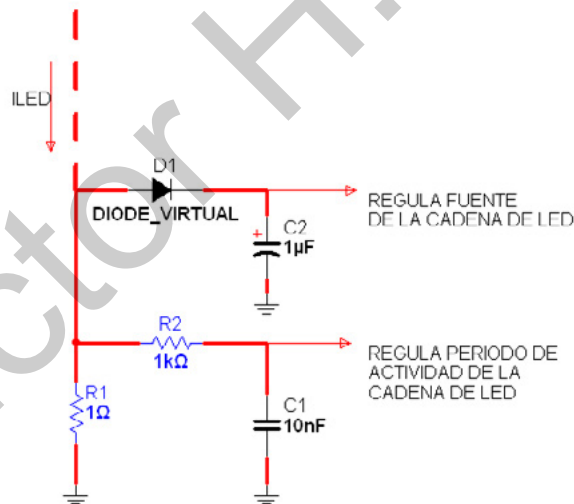
Lo que más interesa a nosotros es la señal rectangular y cómo extraer electrónicamente los valores medio, eficaz y de pico para variar las características de nuestro drive de LED.

La corriente de los LEDs pasa por el resistor sensor y allí genera tensiones que por lo general son pequeñas. El resistor suele ser de 1 Ohms, así que cuando controla corrientes con un valor pico de 30 mA (que suele ser lo máximo que admiten los LEDs) las tensiones generadas son de 30 mV.

Los valores pico de las señales se miden con diodos y capacitores pero los diodos de menor barrera son los Schottky y son de 250 mV. Pero hay circuitos que combinan diodos con amplificadores operacionales que se llaman rectificadores de barrera ideal que se asimilan a diodos sin barrera. Con este circuito y un capacitor se obtiene el valor de pico de la señal para que controle la tensión de fuente de los diodos LEDs.

Los valores medios de una señal rectangular se miden con un circuito muy simple que es un resistor y un capacitor que justamente se llama filtro de valor medio. Con esta señal se cambia el periodo de actividad de las llaves de cada cadena de diodos. Yo sé que Ud. está recordando que la corriente que se debe variar por los diodos es la eficaz y no la media (la que realiza el trabajo de iluminar). Y es totalmente cierto pero ocurre que para una señal rectangular el valor medio y el valor eficaz son coincidentes.

En la figura 4.10.4 se puede observar un circuito que sirve para realizar una medición de pico y otra media o eficaz. Aclaramos que el sistema no es operativo por la barrera del diodo y la pequeña tensión recuperada del resistor sensor pero vale como idea de funcionamiento. Por otro lado, en la realidad este circuito es interno al circuito integrado driver no tiene sentido conocerlo con todos los detalles.



*Fig.4.10.4 Circuito para recuperar  $I_{ef}$  y  $I_p$  por el LED*



El diodo virtual sin barrera D1 rectifica la señal rectangular del resistor sensor de corriente R1 y carga al capacitor C2 con una tensión continua proporcional a la corriente de pico que pasa por el LED. Esta tensión se dirige a la fuente que genera la tensión de alimentación del LED regulando el pico de corriente que lo atraviesa.

El resistor R2 carga al capacitor C1 con una tensión continua que representa al valor medio o al valor eficaz de la corriente por el LED. Esta tensión regula el período de actividad de la llave que conecta el LED a la fuente variando el brillo del mismo.

Note que el cambio del período de actividad no influye sobre el valor pico, es decir que se puede cambiar el brillo del LED sin modificar la corriente máxima que lo recorre y con eso evitamos que el LED se queme.

Victor H. Zamalloa

## Capítulo 5

EN ESTE CAPÍTULO TERMINAREMOS DE EXPLICAR CÓMO FUNCIONA EL MAX17105 CON SUS MÚLTIPLES SISTEMAS DE PROTECCIÓN Y CONTROL POR BUS Y GENERAMOS UN MÉTODO DE REPARACIÓN PARA EL MISMO.



## 5.1 INTRODUCCIÓN

Ya tenemos una idea global de funcionamiento de un integrado, que ya es un clásico como driver de LEDs para Back-Light de todo tipo de pantallas LCD tipo 0D. En este capítulo vamos a conocer los detalles de funcionamiento como Back- Light inteligente, entendiéndose por inteligente la excitación de filas (1D) o de filas y columnas (2D). Justamente elegimos este integrado por su capacidad de servir para todos los tipos de explotación.

Además estos integrados poseen sistemas de protección muy desarrollados, debido a su pequeño tamaño y al hecho de no requerir disipadores de aluminio, aunque si tienen un sistema de disipación por una isla central de cobre.

El alumno ya debe haber descubierto la complejidad de este dispositivo y seguramente se estará preguntando sobre cómo encarar su reparación. Vamos a indicar aquí, que no es fácil reparar un sistema de este tipo. Se debe trabajar con conocimientos sobre el funcionamiento del integrado (este o el que posea el equipo en reparación) y sobre todo, con un método de trabajo. Aquí no vale el “cambiar por cambiar” porque seguramente se terminará por destruir una plaqueta driver que se podría reparar. Por ejemplo si se desuelda un resistor del tipo SMD 0204 con herramientas inadecuadas seguro que lo destruye y eso le generará falsos diagnósticos.

Y en cuanto a echarles las culpas siempre el CI, le indico que nuestra experiencia es muy clara al respecto. Aquí puede fallar cualquier componente SMD e incluso no hay que despreciar los problemas de soldadura y los circuitos impresos fisurados, debido a que se trabaja siempre cerca de los límites de temperatura, con circuitos impresos de poco espesor de cobre.

Si su concepto de la reparación es basarse en las fallas clásicas, le recomendamos cambiar de idea, porque si mantiene ese criterio va a tener que cambiar de profesión. Haga algo distinto, que lo puede impresionar hasta las lágrimas..... estudie.

## 5.2 EL CONTROL DEL CI

El brillo de los LEDs se controla por el cambio de la señal PWM aplicada a los bloques, que operan como llaves de corriente de cada cadena de LEDs. La frecuencia de esta señal puede ser ajustada precisamente con un resistor externo o directamente controlada por sincronía por la señal externa PWMI. El brillo de los LED puede modificarse dinámicamente de dos formas muy diferentes que analizamos a continuación:

Por el método sincrónico en donde se utiliza la entrada PWMI, esta entrada controla directamente las llaves de corriente, todas al mismo tiempo y con el mismo periodo de actividad para lograr una operación del tipo 0D muy sencilla y directa. La frecuencia y el período de actividad se controlan porque las llaves de corriente se manejan directamente desde el escaler.

Pero para explotaciones superiores de 1D y 2D con filtro óptico inteligente, se debe emplear un método distinto porque son sistemas digitales que requieren tanto posicionamiento, como variación de brillo. Es decir que el escaler debe indicarle al driver de LED que LEDs se deben encender y con qué brillo.

Como no se requiere una comunicación de alta velocidad de datos, la comunicación es atendida por un bus de dos hilos. Aunque bien podría utilizarse un I2CBUS no sabemos porque, pero los fabricantes de CIs driver crearon un sistema específico llamado SMBus. Este bus es el responsable de encender los LEDs del modo adecuado para el sistema de Back-Light de 0D, 1D o 2D por una fila y una columna de LEDs para filtros inteligentes. ¿Por qué usar un bus para el sistema 0D? Porque en el momento actual los fabricantes utilizan el criterio de fabricar todos los TVs iguales y diferenciarlos luego de la fabricación por programación de la EEPROM. También hay fabricantes que dejan el tipo de explotación a criterio del usuario que puede cambiarla con el control remoto. Esto es de aplicación, por ejemplo, para TV LEDs que se utilizan como monitores o como monitores de juego, en donde se pueden producir problemas en la imagen cuando se utiliza algún tipo de Back Light dinámico.

Es decir que se puede permitir que el usuario elija entre 0, 1 y 2 con el control remoto, de acuerdo a su gusto. Solo que los fabricantes no ponen la explotación ajustada según esos nombres, sino que utilizan nombres de fantasía que son más entendibles por el usuario. Por supuesto que en los productos más económicos como por ejemplo los TV/Monitores de 19 o 23", el CI driver solo tiene una salida para una cadena de 32 LEDs y una entrada digital DIM.

Cuando las dos interfaces de comunicación son utilizadas al mismo tiempo (PWMI y BUS), se puede lograr un control absoluto comandando los valores de brillo por Dimming y el posicionamiento por el BUS. Este sistema provee un rango con una resolución de 8 bit para cada cadena de LEDs. Para los que no están tan diestros con los sistemas digitales, les indicamos que esto significa que se logran una escalera de brillo de  $2^8 = 256$  escalones o valores diferentes de brillo en cada cadena.

El 17105 es un circuito integrado que posee múltiples protecciones para protegerse en caso de falla. Por eso es estadísticamente muy difícil encontrar uno de ellos fallado.

El posee realimentaciones separadas que limitan la tensión de salida en todas las circunstancias. El lector podría pensar: ¿"Y para qué estudiamos las protecciones si el circuito integrado no se quema casi nunca"? Porque una protección que funciona mal, no se distingue de un circuito integrado que funciona mal. Por eso, muchas veces las protecciones son una molestia para el reparador, ya que son causantes de fallas.

Antiguamente, en los TVTRC, la única protección que se usaba era el sobredimensionamiento y por supuesto era la mejor, pero también era la más costosa y en el momento actual al fabricante le preocupa mucho más el costo, que la facilidad de service ya que esta última cualidad no la considera como su responsabilidad prioritaria.

El CI verifica todas las realimentaciones FB del 1 al 8, durante la operación. Si una o más cadenas están abiertas, la correspondiente tensión FB queda por debajo de 220 mV de pico y es detectada como un circuito abierto. Como resultado, la correspondiente cadena de LEDs es desconectada, pero las otras siguen trabajando normalmente. Esto facilita enormemente el servicio técnico y permite descubrir de inmediato la cadena abierta, midiendo tensión con el tester digital desde el diodo LED superior al inferior.

Pero la falla más clásica es un LED en cortocircuito, debido a que trabajan con una corriente importante y el chip es muy pequeño (por tratarse de componentes SMD). Por lo tanto trabajan a mucha temperatura y las dilataciones y contracciones suelen despegar el chip de su pequeño disipador interno y sobrecalentarlo hasta que se ponen en cortocircuito. Cuando uno o más LEDs se ponen en cortocircuito, la tensión de las cadenas de LEDs no supera los 28V, se detecta una condición de cortocircuito y se desconecta la fuente de corriente correspondiente.

En cualquiera de las condiciones de falla solo se interrumpe la/las cadena/s fallada/s: las otras cadenas pueden seguir funcionando normalmente. Inclusive puede funcionar una sola cadena, lo que facilita el método de reparación.

El método de control del circuito se realiza paso por paso, lo que provee una consistente operación del arranque suave y de actuación de las protecciones. En una condición de sobrecorriente límite, el controlador se apaga tan solo después de 128  $\mu$ S. Un circuito especial de medición de temperatura provee el control final del sistema lo que puede considerarse como un control por sobre potencia disipada en el circuito integrado. Si las sobrecargas no son detectadas, el control de temperatura corta el funcionamiento, antes que la misma sea peligrosa para el cristal.

## 5.3 EL ARRANQUE DEL CIRCUITO INTEGRADO

El arranque puede ser predispuesto de dos modos diferentes: el modo PWM de comando directo y el modo SMBus por un código de encendido. La predisposición es identificada por la tensión de la pata DFSET. Al primer estado alto de la señal EN o la llegada del primer comando de habilitación (Enable) que llega por el SMBus la pata DFSET aplica una corriente para determinar si dicha pata está conectada a masa o está levantada de masa. Si DFSET tiene una tensión menor a 210 mV el CI se pone en funcionamiento por el modo de comando directo, de lo contrario, queda configurado para el modo de SMBus. Una vez que el modo está configurado, no se borra hasta que la tensión de alimentación VCC se corte.

Cuando el CI se predispone para SMBus, la pata EN es ignorada y todo el funcionamiento depende de los comandos enviados por el SMBus. Cuando el CI se predispone para trabajar en el modo directo PWM todos los comandos del SMBus son ignorados.

Determinar que llega la orden de arranque en el modo directo es fácil porque basta con medir la señal EN con un tester digital. Pero si el driver trabaja por el modo SMBus se requeriría analizar el contenido del hilo de data del bus y saber cómo es el código de encendido. Para determinar la forma de data se puede utilizar un osciloscopio digital automático para que guarde la señal en la memoria. Pero para que sirva esto si no sabemos cómo es la estructura del código que debemos encontrar. Por eso lo que se hace es determinar el estado de la pata de predisposición DFSET y si es mayor a 270 mV solo observamos que lleguen códigos por DATA, con la consiguiente señal de CLOCK, sin importarnos qué código llegue. Esto se puede hacer con un osciloscopio o con una sonda de RF que reconoce si aparece una señal de 3,2V pap en el tester.

¿No podría llegar una señal que no tenga el código de ENABLE? Sí, podría entrar, pero la probabilidad de que el escaler se equivoque de código, es tan remota que no la consideramos. El escaler funciona o no funciona pero difícilmente emita un código por otro.

## 5.4 FUNCIONAMIENTO COMO BACK-LIGHT 0D

En equipos pequeños, en donde no hace falta una gran relación de contraste (por ejemplo monitores) se suele utilizar el más antiguos de los sistemas de Back-Light, que consiste en variar el brillo del mismo en función del valor medio del video, obtenido por lo general en el circuito integrado escalador (0D) o simplemente trabajar a brillo de Back Light fijo.

La razón es que cuando una imagen es pequeña ya parece ser de gran contraste, aunque no tenga ningún refuerzo dinámico. Pero nosotros vamos a analizar el caso más complicado que es con refuerzo dinámico 0D. El caso sin refuerzo es una variante del mismo donde la señal DIM es fijada con un divisor de tensión.

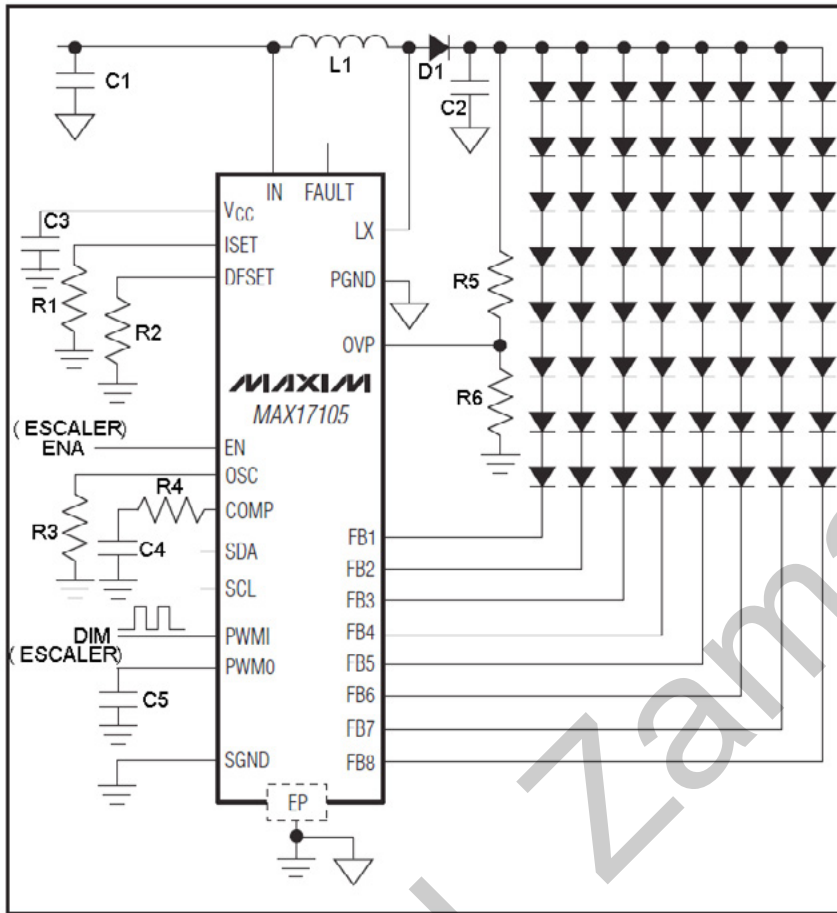
Por lo tanto, considere que el escaler tiene una pata de salida PWM llamada DIM, que puede utilizarse directamente como PWMI del MAX105.

Es decir, que no hace falta ningún componente externo para lograr el 0D si el TV tiene la señal DIM tipo PWM, lo cual se suele cumplir en la mayoría de los TV LED que tiene un superjungla incorporado.

En aquellos que poseen señal DIM analógica, la misma se puede introducir por la pata COMP que cumple la función de DIM analógico.

Recuerde que para lograr esta predisposición, la pata EN debe estar conectada a masa y SDA y SCL sin conexión.

En la figura 5.4.1 puede observarse una conexión de este tipo, que podría llamarse la conexión económica porque no tiene llave de protección de fuente.



*Fig.5.4.1 Circuito económico con control 0D*

Como en todo equipo electrónico, comenzamos midiendo las tensiones de fuente con respecto a las masas EP y PGND. En la entrada IN debe medirse la tensión que entrega la fuente de alimentación y en la pata VCC, la salida regulada de 5V que debe estar entre 4,7V y 5,3V.

Luego se mide la predisposición del integrado. Este circuito integrado tiene lógica negativa es decir que para que encienda la entrada EN debe estar a 0V (en realidad menos de 0,25V). Luego se mide SDA y SCL que también deben estar a un valor inferior a 0,25V. Todo esto con el tester digital.

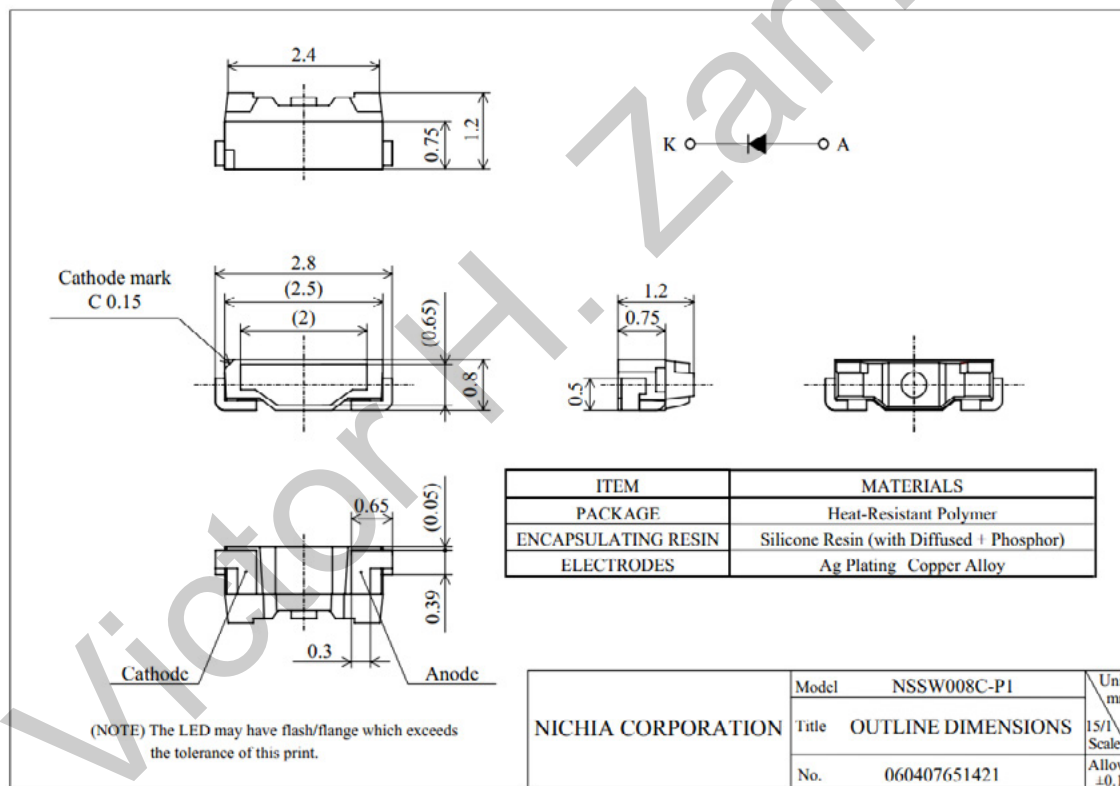
La señal DIM debe aparecer con una modulación del 50% lo que significa que el Back-Light se encuentra a nivel medio de brillo y debe tener una amplitud superior a 3V, porque el integrado acepta lógica TTL mejorada para un escaler de 3,3V. Esta señal se medirá con un osciloscopio, o con una sonda de RF bajada de [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar) o [www.albertopicerno.com](http://www.albertopicerno.com).

En estas condiciones, el CI debe arrancar generando tensión continua sobre la salida hacia los LEDs. En cuanto al valor que se debe medir con un tester la cosa no es tan simple porque no es un valor fijo; el circuito lee la tensión de todas las cadenas de diodos y ajusta la salida de continua a la más alta más unos 200 mV para asegurarse que todas las cadenas puedan ser alimentadas.

El problema es que cada modelo de diodo tiene una barrera diferente, a la misma temperatura y a la misma corriente y no siempre se puede leer el código de los LEDs, ya que puede estar tapado porque está en la pancita de los LEDs SMD. Por lo tanto nos conformamos con un valor aproximado, del orden de los 32V, si los diodos están ajustados para una corriente de 40 mA de pico.

Si el sistema funciona bien todas las cadenas de LEDs deben estar encendidas. Esto se comprueba simplemente por observación tomando en cuenta si se trata de una pantalla LCD iluminada en Direct o en Edget.

Si está en Edget hay que desarmar hasta que se vea la parte trasera o el costado de los diodos que generalmente son del tipo SMD como se puede observar en la figura 5.4.2.



**Fig.5.4.2 Encapsulado de un diodo LED SMD NICHIA N5SW008C**

El brillo del diodo se puede observar en los costados o desde atrás y se deben observar todas las cadenas encendidas con la misma magnitud de brillo. Nunca se podrá observar un diodo solo, apagado dentro de una cadena, porque el circuito se protege desconectando la misma (la protección opera por el incremento notable de la corriente de pico por el resistor sensor interno).



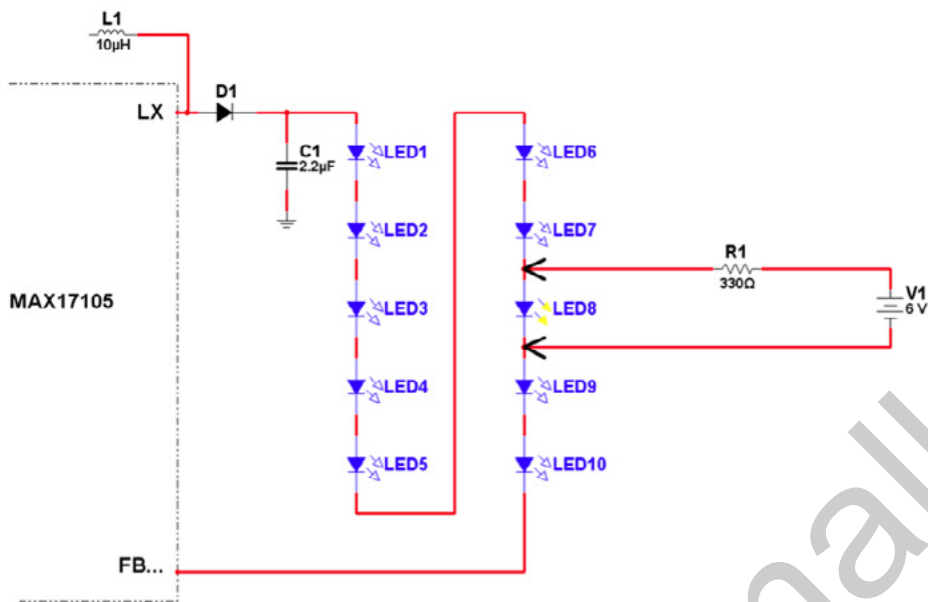
La disposición Edget puede utilizar los 4 lados del filtro difusor para el montaje de los LEDs, o solamente un costado y el lado superior o inferior. Por lo general las cadenas de LEDs se distribuyen con un espaciado variable elegido, para lograr un brillo constante sobre la pantalla.

Si Ud. quiere observar el Back Light puro, desde el frente del TV para observar si aparece alguna parte mal iluminada de la pantalla, puede evitar la influencia de la pantalla LCD simplemente desconectando el flex que lleva datos y fuentes a la plaqueta T-COM conectada a la pantalla. Con esto se desconecta la alimentación de fuentes de la pantalla y la misma se vuelve traslucida. Si aparece una zona manchada es una falla de la pantalla LCD o de la iluminación de Back Light. Para mayor aclaración vea el apéndice I.

La disposición Direct de OD suele construirse con las 8 cadenas distribuidas en tiras horizontales equidistantes; es decir en forma de filas de un modo similar a la iluminación con CCFL.

Para reparar o probar una cadena de LEDs se deben realizar mediciones dentro de la misma y no siempre se puede hacer en forma práctica con las puntas que vienen con el tester digital. Seguramente va a requerir la construcción de una o dos puntas bebé para el tester. Constrúyalas según la información gratuita que debe bajar de [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar) o [www.albertopicerno.com](http://www.albertopicerno.com).

La prueba de LED individuales de una cadena se hace con una fuente de 12V y un resistor en serie y debe ir probando diodo por diodo de la cadena que no enciende, sin desconectarlos del circuito, con la fuente de entrada desconectada (por lo general se desconecta el conector de salida a las cadenas de LEDs). Es decir que se realiza una prueba pasiva con una fuente que no es la del TV y que inclusive puede ser una serie de pilas pequeñas ya que solo vamos a consumir 10 mA. En la figura 5.4.3 se puede observar el circuito de prueba diseñado en Multisim.



*Fig.5.4.3 Probador de LEDs en circuito*

Con este probador se deben probar todos los LEDs de la cadena hasta encontrar el fallado simplemente observando si encienden y si no se puede realizar una observación directa, midiendo con el tester digital y observando que circulen unos 10 mA en directa y cero mA en inversa.

El resto de los componentes del drive son simples resistores y capacitores SMD. Los resistores se pueden medir con el tester digital para ver si no están abiertos, ya que no se pueden poner en cortocircuito salvo que manos poco duchas los hayan reemplazado mal.

Así que mida R1 a R6 sin desconectarlos. Los capacitores multicapas pueden tanto abrirse o ponerse en cortocircuito con una fisura. La condición de corto se observa con el tester como detector de continuidad colocado en circuito, en tanto que la condición de apertura se debe confirmar con el capacitor fuera de circuito. Nota: Desuelde los capacitores con un soldador especial para SMD con temperatura controlada de la punta ajustada en 250 °C.

Una prueba extra puede ser observar la señal del oscilador en la pata OSC con un osciloscopio o con una sonda de RF. Si no hay oscilación no puede haber tensión de fuente para los diodos.

Controle C1 a C4 con el tester en medición de capacidad.

Ahora solo nos quedan por probar los componentes de la fuente principal L1 y D1. D1 se prueba con el tester digital en función diodo sin sacarlo del circuito. En cuanto a L1 todo depende del instrumental que Ud. posea. Si tiene medidor de inductancia lo debe sacar y medir. El inductor es de muy pocas vueltas de alambre relativamente grueso y por lo tanto es muy difícil que se corte, si no tiene continuidad seguramente el problema está en sus soldaduras entre el alambre y las patas. Si tiene muy poca inductancia seguramente tiene espiras en cortocircuito, desármelo y vuélvalo a bobinar con alambre esmaltado nuevo (puede

ser pedido en una casa de rebobinado de motores donde seguramente desecharán carretes casi vacíos).

De este modo fueron verificados todos los componentes periféricos y solo queda por verificar el circuito integrado que es el último componente que se debe verificar y no el primero como se acostumbra a en los TV TRC. Ya sabemos que no es este el orden de prioridad acostumbrado en las reparaciones, pero es el orden que nos ha dado mejores resultados, ya que son muy comunes los resistores y capacitores fisurados por problemas de estrés térmico durante la fabricación. Y esto sin tomar en cuenta la gran cantidad de equipos a los que fueron repasados las soldaduras, muchas veces con soldadores sin temperatura controlada y dejando el soldador apoyado sobre el componente durante mucho tiempo.

## 5.5 FUNCIONAMIENTO COMO BACK-LIGHT 1D

En un 1D siempre se utiliza la disposición Direct porque esta explotación tiene una simetría que requiere barras horizontales de LEDs. Por lo tanto estos TV LED son de considerable profundidad; no hay muchos pero existen y debemos saber repararlos. A diferencia del 0D la iluminación de las filas de LEDs no es uniforme, aunque cada LED dentro de su cadena tiene la misma iluminación que su vecino por estar conectados en serie. En la figura 5.5.1 se puede observar el circuito correspondiente.

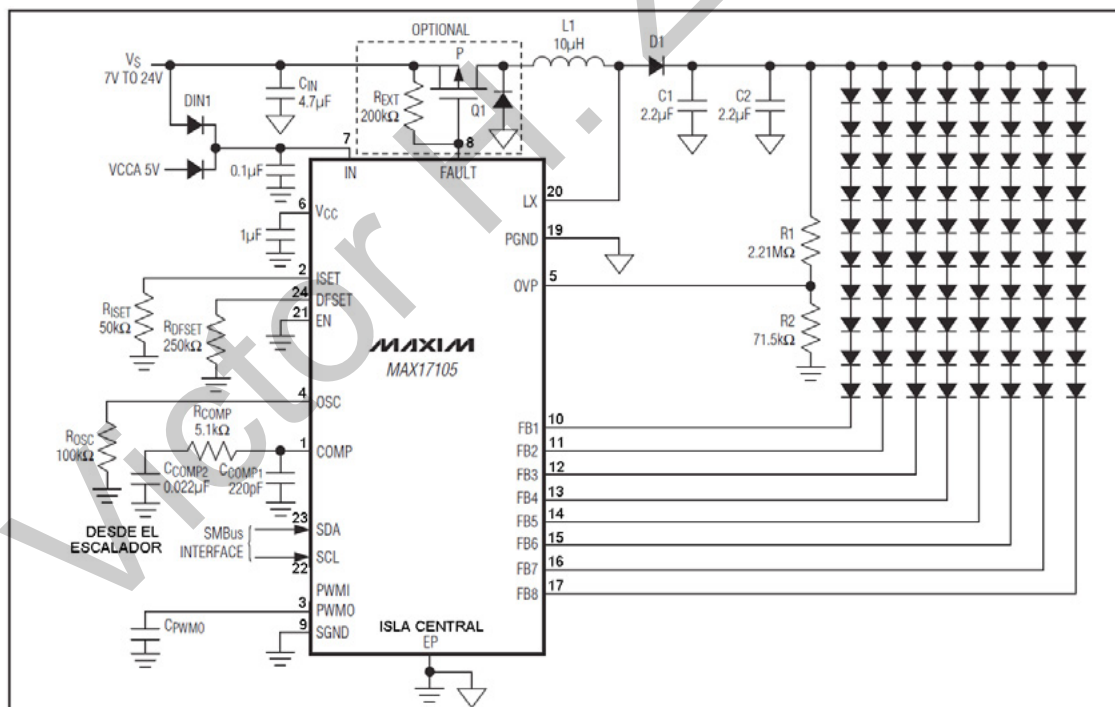
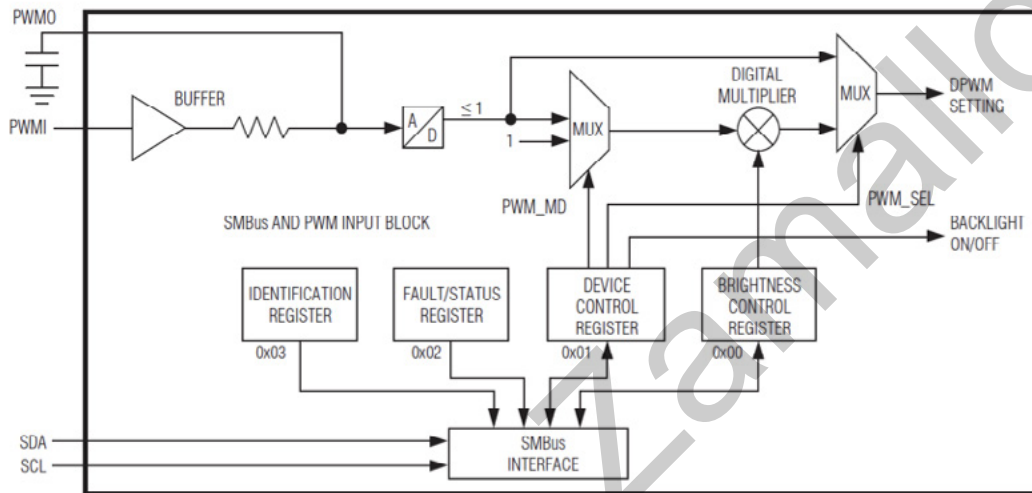


Fig.5.5.1 Circuito para realizar un 1D

La pregunta es: ¿cómo hace el MAX17105 para excitar cada cadena de LED a un brillo diferente? Lo logra debido a que el retorno de cada cadena posee una llave a MOSFET individual y por lo tanto cada cadena tiene un valor pico de corriente idéntico (ya que el valor pico depende de la tensión de fuente común) pero un valor medio y eficaz diferente por variación del periodo de actividad.

En la figura 5.5.2 podemos observar la compleja disposición existente para que cada cadena de LED tenga un tiempo de actividad diferente.



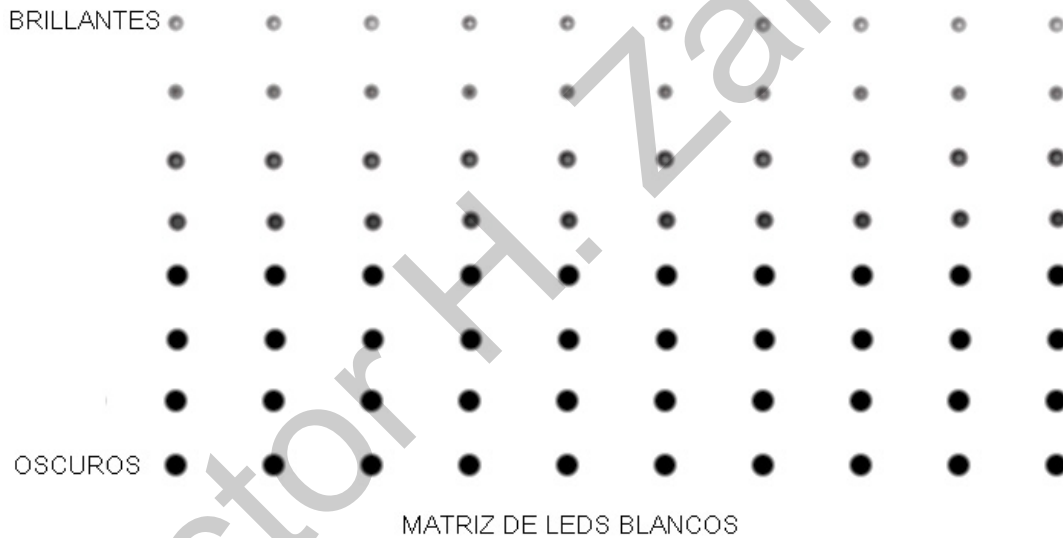
*Fig.5.5.2 Circuito de control del MAX17105*

Nosotros no vamos a explicar cómo funciona este circuito porque no tiene sentido para un reparador, ya que el mismo no tiene acceso a esta sección del CI. Pero observemos que la información del SMBus tiene acceso a diferentes registros, que le permiten guardar la información, que finalmente ajustará el periodo de actividad de la llave individual de cada cadena de LEDs.

Nosotros vamos a adecuar la información para que le sea útil al reparador: Por SDA llegan los datos que permitirán ajustar el brillo de cada cadena. Mediante SCL se leen esos datos en la interface SMBus y se guardan en diferentes registros. Esa información guardada se procesa para ser transformada en una PWM que termina ajustando el periodo de actividad de cada una de las llaves de las cadenas.

Esta información se verifica en cada período de borrado vertical y si se trata de la misma secuencia de imágenes se mantiene el brillo de cada fila hasta que la secuencia termine.

En la figura 5.5.3 se puede observar una imagen clásica de un avión aterrizando con un fondo fijo y la correspondiente matriz de LEDs blancos.



**Fig.5.5.3. Iluminación de Back Light 1D de un avión aterrizando**

En el ejemplo considerado en que el degrade tiene sentido vertical la solución es acertada para aumentar el contraste. ¿Pero qué ocurriría si el degrade de la imagen tiene sentido horizontal? Simplemente el contraste no se acentúa pero la imagen es perfectamente aceptable. Reconozcamos que sólo es una solución parcial al problema del consumo, pero que es bastante simple de lograr porque no requiere circuitos externos.

El principal problema del 1D es que se debe usar iluminación Direct y eso incrementa la profundidad del gabinete, aunque mucho menos que el uso de CCFL. Por otro lado el TV no tiene tensiones más que de una treintena de voltios en comparación con los CCFL o ECFL

que requieren miles de voltios.

La reparación del 1D es exactamente igual a la 1D con la única diferencia del funcionamiento a través del puerto de comunicaciones y por el hecho de que se suele agregar el MOSFET de protección sobre la pata Fault; pero esto no tiene relación con la explotación 1D sino que es un agregado que se realiza porque se trata de un TV con una gama de mayor costo. El bus de comunicaciones se puede revisar con un osciloscopio o con una sonda detectora de RF como cualquier bus de comunicaciones. Primero se coloca la sonda sobre SCL y se lee en el tester una tensión similar a la tensión de fuente del circuito integrado que genera la información (5V o 3,3V).

Luego se debe colocar la sonda en SDA con el mismo resultado. Nota: Para que haya datos y clock en el puerto, el escalador debe recibir señal de algún tipo, en caso contrario emite el dato de apagado y no se mide ninguna tensión en el puerto. Además el TV debe estar predisposto para el modo de refuerzo dinámico de blancos por intermedio del control remoto.

La prueba del MOSFET de protección agregado se debe realizar colocando el tester digital a la salida del mismo y observando que a L1 le llegue la tensión de la fuente de entrada. Si esto no ocurre observe que la pata FAULT esté a un potencial igual a VS generado por el resistor de pull-up Rext. Si es así la falla está en el MOSFET que tiene su canal conductor cortado o su gate aislado.

## 5.6 FUNCIONAMIENTO COMO 2D

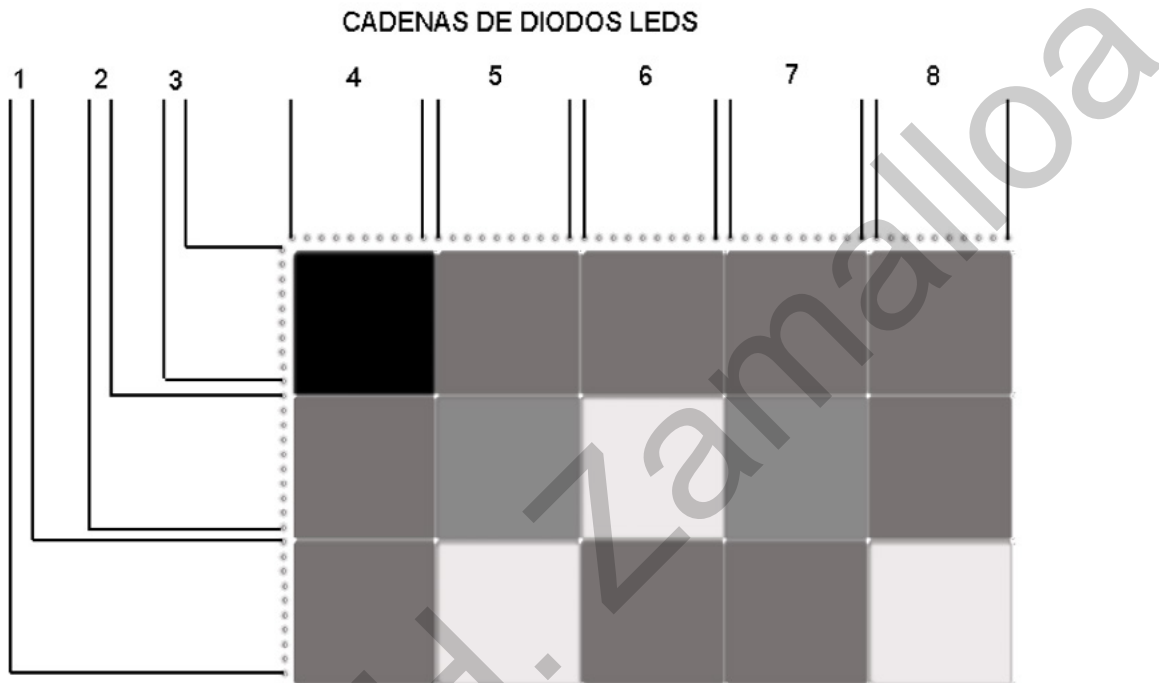
Ya sabemos que el funcionamiento en 2D se puede lograr con una matriz de diodos que por lo general es de 32 de ancho por 18 de alto con un circuito integrado excitador especial que acompaña a la matriz y que se conecta al escalador por un bus especial. El sistema para encender cada LED es similar al utilizado para excitar la pantalla LCD pero de menor definición y de blanco y negro. Es obvio que estos TV tienen una profundidad considerable aunque siempre menor a los de tubo CCFL. Además tienen un contraste mucho más alto que cualquier otro sistema de Back Light a LED.

Pero el estado actual de la técnica permite construir filtros difusores inteligentes que se alimentan por fila y columna. El brillo de un elemento en particular del filtro se produce por la adición del brillo del elemento de fila y el de columna. Por lo tanto si pensamos en nuestro sistema de 1D con el MAX17105 vemos que solo hay que cambiar la codificación de las señales del bus para lograr la excitación de un sistema 2D con filtro inteligente. Circuitualmente no hay cambio alguno, la modificación se produce a nivel del escalador que debe mandar señales de datos diferentes y de la posición de las cadenas de LEDs que ahora se colocan en un costado y en la parte inferior del filtro óptico inteligente.

Por lo general cuando el circuito integrado drive tiene 8 canales se usan las 8 cadenas de LEDs del siguiente modo: 3 para el lado izquierdo del filtro y 5 para el lado superior. Se entiende perfectamente cómo se llega a cada elemento (una de las zonas de la pantalla) del

filtro, variando el brillo de una cadena del lado izquierdo y de otra del lado inferior. Pero no fácil entender cómo es que luego de llegar a esa zona se le mantiene en el brillo fijo por toda un cuadro de imagen. Esto no es explicado por los fabricantes del filtro por tratarse de un secreto de fabricación. En todo caso el funcionamiento de estos filtros es una combinación de un sistema de multiplexado con un sistema óptico.

En la figura 5.6.1 tratamos de explicar todo lo que se puede deducir de este sistema



con respecto a la excitación de fila y columna.

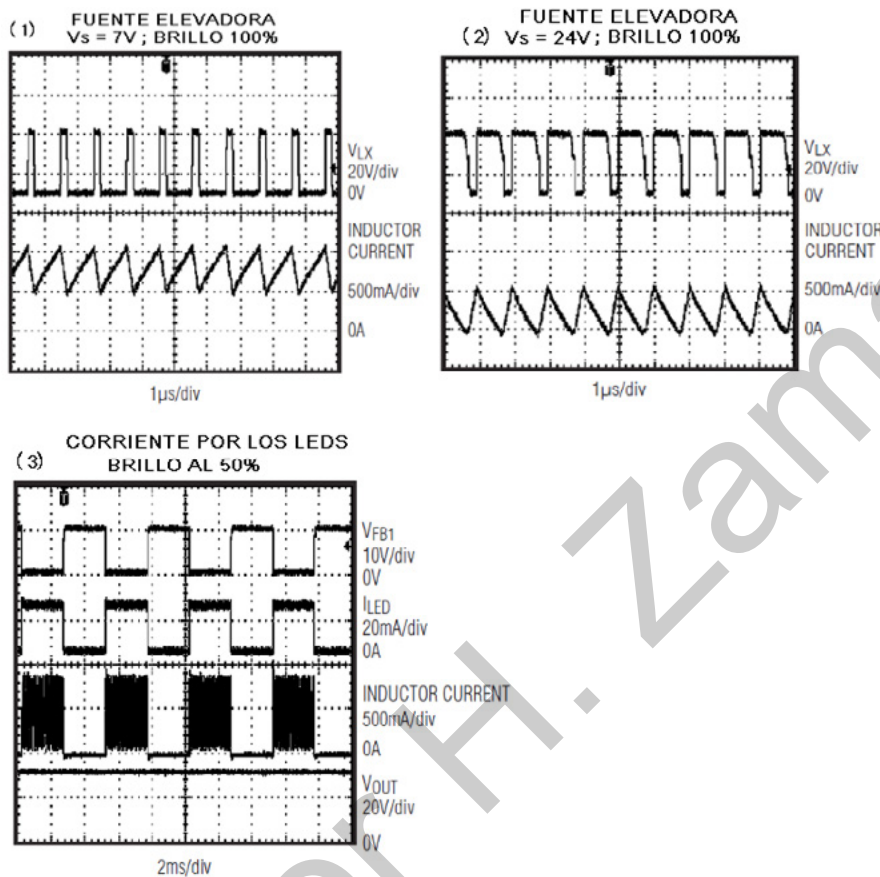
*Fig.5.6.1 Back-Light tipo 2X con una definición de 5 x 3*

Seguramente el lector puede entender ahora cómo funciona el sistema y como se puede aumentar la definición utilizando mayor cantidad de cadenas de menos diodos o de la misma cantidad si se trata de un TV más grande.

La reparación de este sistema se realiza del mismo modo que el anterior.

## 5.7 OSCILOGRAMAS

Como ayuda final en la figura 5.7.1 le brindamos los oscilogramas que generó el fabricante del integrado tanto sobre la fuente elevadora como de la sección de corriente PWM por los LEDs.



*Fig.5.7.1 Oscilogramas en cualquiera de los circuitos*

Estos oscilogramas poseen mucha información oculta que aclararemos a continuación. Los dos oscilogramas superiores muestran el funcionamiento de la fuente elevadora a dos condiciones diferentes de funcionamiento, para fuente de entrada de 7V y de 24V. En ambos casos con el brillo de Back Light a máximo.

En ambos casos la fuente tiene una salida de 30V sobre el terminal VLX (colector del MOSFET llave) que es el valor pico a pico de la señal superior (observe que el cero esta corrido hacia arriba) por lo que podemos suponer que es un circuito de cadenas de 10 diodos aproximadamente. El oscilograma inferior es la corriente por el inductor L1 medida con una sonda de corriente para osciloscopio. Se observa que el valor pico de corriente varía notablemente lo que nos indica que el consumo es casi el doble cuando la fuente eleva desde la tensión de entrada más baja. También se observa que el período de actividad es mucho mayor (tiempo con la señal baja).



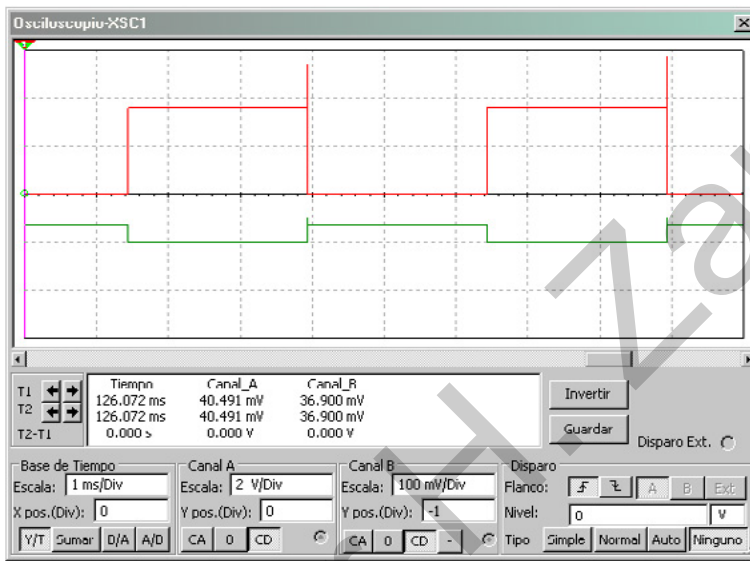
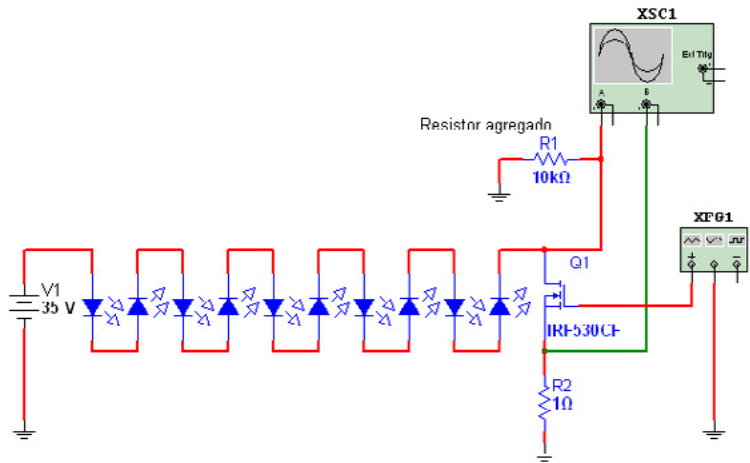
Observe que el período total de la operación es de  $1\mu\text{S}$  lo que estaría indicando un funcionamiento a  $F = 1/T = 1/1\mu\text{S} = 1\text{ MHz}$  como frecuencia de la fuente elevadora.

En los cuatro oscilogramas inferiores se analiza el funcionamiento de los diodos LED y nuevamente de la corriente por el inductor pero ahora se lo hace a la frecuencia de la corriente por los LEDs que es mucho más baja. El período total se mide como de  $5\text{ mS}$  lo que equivale a una frecuencia de  $F = 1/5\text{ mS} = 200\text{ Hz}$  de los cuales los LEDs están encendidos alrededor de  $2,5\text{ mS}$  cuando se trata de explotación fija.

Cuando se apagan los LEDs la fuente elevadora se queda sin carga y la tensión de salida tiende a subir formando un ripple inaceptable. Para evitarlo y además para aumentar el rendimiento se apaga la fuente inversora mientras no circula corriente por los LEDs. Este funcionamiento se observa con claridad en el tercer oscilograma en donde se observa la corriente por la llave de la fuente elevadora. Esto es apto para las explotaciones tipo fija y OD pero inadecuado en la 1D y 2D porque allí el período de cada una de las 8 llaves de cadena es diferente a las otras.

En el cuarto oscilograma se observa la tensión de salida que alimenta a las cadenas de LED pudiendo observarse que tiene una tensión continua casi sin ripple de  $30\text{V}$ .

La tensión en el primer oscilograma es una idealización de la realidad porque nunca se podría obtener el oscilograma indicado simplemente conectando el osciloscopio en la entrada VF1 y masa. Para que esto se entienda realizamos una simulación parcial del circuito solo sobre una cadena de 10 diodos LEDs que mostramos en la figura 5.7.2.



**Fig.5.7.2** Oscilograma simulado de VFB1 más realista

En el oscilograma provisto por la especificación del fabricante la tensión sobre VFB1 tiene un valor de pico máximo de 10V. Esta tensión proviene de la salida de la fuente elevadora menos la barrera de los LEDs a baja corriente, porque ocurre cuando las llaves PWM se abren. En ese momento la corriente que pasa por los diodos LED depende solo de la resistencia de entrada del osciloscopio que es equivalente a 1 MOhms conectados a masa. Esto puede generar corrientes por los diodos tan bajas como 10 uA y por lo tanto comparables con la fuga de los LEDs. Si la fuga es muy baja los diodos no llegan a tener tensión directa y el pico positivo de la señal rectangular se distorsiona haciéndose irregular.

Esto no ocurre con todas las marcas y modelos de LEDs pero amerita para que se agregue un resistor R1 de 10 K 1/8W que evita esta distorsión al bajar la resistencia de entrada del osciloscopio o de la sonda de RF con la cual se mide el valor pico a pico de esta tensión.

Además, el valor de pico de 10V significa que resistencia sensora de corriente R2 (en el interior del circuito integrado) tiene un valor de  $10/25 \text{ mA} = 400 \text{ Ohms}$  que es demasiado alta. Los 8 resistores internos provocarían una pérdida  $W = 8 \times I^2 \times R = 8 \times 10\text{mA} \times 400 = 32\text{W}$  que el circuito integrado no puede disipar.

Realmente no sabemos cómo es que el fabricante de un producto aconseja un mal uso del mismo pero suponemos que se trata de un error involuntario. Nosotros humildemente creemos que el resistor interno debe ser del orden del Ohms y entonces generará una caída sobre ella de unos 30 a 50 mV. Como lo demuestra la simulación se generaran unos 4V sobre la entrada VFB1.

Un método de trabajo para la reparación implica medir la tensión de la fuente de entrada y luego las frecuencias de la fuente elevadora y PWM.

## 5.8 CONCLUSIONES

Así terminamos de explicar cómo funciona el Back-Light de un moderno TV LED, como se repara o mejor dicho como se encuentra el componente fallado, porque aún no explicamos cómo se debe operar para desoldar los modernos componentes que forman parte de estos circuitos que son todos SMD con algún BGA mezclado.

En el próximo capítulo vamos a explicar cómo se desuelda un MAX17105 o un integrado con el mismo encapsulado y con una isla central de masa que opera como disipador. Lo hacemos así porque las técnicas utilizadas son muy particulares y hace falta aplicarlas con absoluta seguridad para no quemar el componente al reemplazarlo.

## APÉNDICE I - DIFERENTES TIPOS DE PANTALLAS LCD Y SU RELACIÓN CON LA PRUEBA DE DESCONEXIÓN

Cada píxel de un LCD consiste de una capa de moléculas de cristal líquido alineadas entre dos electrodos transparentes, y dos filtros polarizadores.

Los ejes de transmisión de cada filtro están (en la mayoría de los casos) perpendiculares entre sí. Sin cristal líquido entre los filtros polarizadores, la luz que pasa por el primer filtro sería bloqueada por el segundo filtro polarizador.

La superficie de los electrodos que está en contacto con el cristal líquido es pulida en una dirección única a fin de ajustar las moléculas en la dirección del pulido. Este tratamiento suele ser normalmente aplicable luego de depositar una fina capa de polímero en el electrodo. El pulido se realiza unidireccionalmente utilizando una rueda pulidora de paño. La dirección de la alineación de cristal líquido se define por la dirección de frotación del paño.

Existen dos tipos de pantallas LCD: las “twisted nematic” o TN y las “In-plane switching” (IPS) que veremos luego.

Antes de la aplicación de un campo eléctrico, la orientación de las moléculas de cristal líquido está determinada por la adaptación a las superficies. En un dispositivo del tipo TN, las direcciones de alineación de la superficie de los dos electrodos, son perpendiculares entre sí, y así se organizan las moléculas en una estructura helicoidal, o retorcida como una escalera de caracol. Debido a que el material es de cristal líquido birrefringente, la luz polarizada que pasa a través de un filtro polarizador gira su dirección de polarización en el cristal líquido a medida que atraviesa capa de cristal líquido.

El espesor es tal que la luz queda polarizada en el mismo sentido del segundo filtro, lo que le permite pasar sin ser atenuada. Aproximadamente la mitad de la luz incidente es absorbida por el primer filtro polarizador, pero por lo demás todo el montaje es transparente cuando no se lo polariza.

Cuando se aplica una tensión a través de los electrodos, una fuerza de giro orienta las moléculas de cristal líquido paralelas al campo eléctrico, que distorsiona la estructura helicoidal (esto se produce gracias a las fuerzas elásticas que se generan en las superficies de los electrodos). La polarización reduce la rotación de la luz incidente, y el dispositivo se vuelve desde semitransparente hasta totalmente opaco, si la tensión aplicada es lo suficientemente grande.

Es decir que las moléculas de cristal líquido que rotaban la luz, la rotan en menor medida o directamente no dejan que el ángulo de polarización cambie. Es como si la capa de cristal líquido perdiera sus características de rotar el ángulo de polarización de la luz. De este modo quedará polarizada en forma perpendicular al segundo filtro, y por lo tanto se bloquea haciendo que el pixel aparezca negro.

En dispositivos de color de alta resolución como los modernos TV/monitores utilizan una estructura de matriz activa (es decir que poseen un transistor por cada pixel). Una matriz de “thin-film transistors” (transistores de película delgada) o TFT se agrega al filtro polarizador de entrada y al filtro polarizador de salida. Cada píxel entonces tiene su propio transistor dedicado, que permitirá a cada línea de la columna acceder a un píxel.

Cuando una línea de fila está activada, todas las líneas de la columna están conectadas a una fila de píxeles y una correcta tensión de alimentación es impulsada a todas las líneas de la columna. Cuando la línea de fila se desactiva, la siguiente línea de fila es activada. Todas las líneas de la fila se activan secuencialmente durante una operación de actualización. La matriz activa generan pantallas con un mayor brillo y por lo tanto se pueden fabricar en mayor tamaño que los que solo poseen una matriz pasiva.

## In-plane switching (IPS)

Como ya dijimos es una tecnología LCD que coloca las celdas de cristal líquido en una dirección horizontal sin polarización. En este método, el campo eléctrico se aplica a través de cada uno de los extremos de los electrodos del cristal líquido, pero esto requiere dos transistores por cada píxel en vez de un solo transistor que era lo necesario para una pantalla estándar TFT. Esto hace que se produzca un mayor bloqueo del área de transmisión de la luz, también requiere un mayor brillo de fondo, el cuál consumirá más energía, haciendo este tipo de pantalla menos deseable para los ordenadores portátiles.

## Vertical alignment (VA)

Las pantallas VA, son una forma de pantallas LCD en las que el material de cristal líquido se encuentra en un estado vertical eliminando la necesidad de los transistores extras (como en el [IPS](#)). Cuando no se aplica voltaje, la celda de cristal líquido, sigue siendo perpendicular al sustrato creando una pantalla negra.

El procedimiento de desconectar la pantalla para transparentarla depende del tipo de pantalla. Si se trata de una TN o una IPS es totalmente válido pero si se trata de una VA se comporta de un modo totalmente invertido y la pantalla se opaca.

Por lo tanto, si aplica el procedimiento y obtiene una pantalla negra no significa que la misma este dañada sino simplemente que no es del tipo esperado. Si puede encontrarla analice la especificación bajada con el Google.



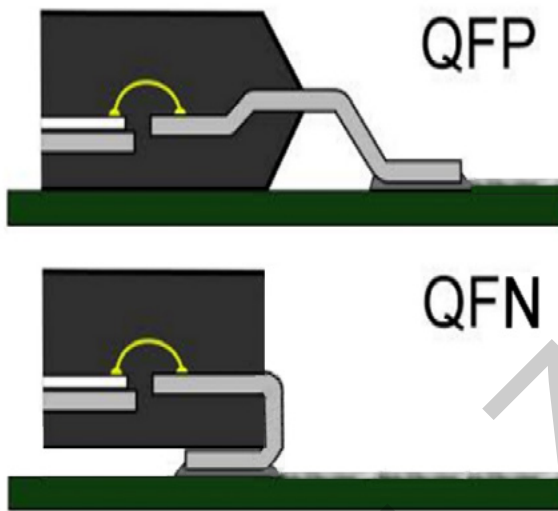
## Capítulo 6

LA TECNOLOGÍA DE LOS ENCAPSULADOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS AVANZA A PAZOS AGIGANTADOS, PORQUE ESA PARTE DEL INTEGRADO ES MUCHAS VECES LA PARTE MÁS IMPORTANTE DEL COSTO Y PORQUE LOS FABRICANTES DE CIRCUITO INTEGRADOS TRATAN DE MINIMIZAR EL TAMAÑO PARA PODER USARLOS DESDE UN TELÉFONO CELULAR, HASTA UN TV DE 84". EN ESTE CAPÍTULO LE EXPLICAMOS CÓMO TRABAJAR CON ESTOS PEQUEÑOS COMPONENTES SMD.

## 6.1 INTRODUCCION

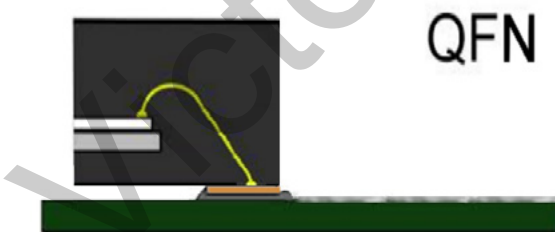
Los encapsulados QFN (*Quad Flat No leads package = Cuatro lados con contactos sobre el piso no sobresalientes*) son característicos por ocupar la mínima superficie de plaqueta sin ser dispositivos BGA (*Ball Grid Array O arreglo de bolillas en grilla*) que está conectado por bolitas de soldadura en todo su piso.

Sus antecesores son los QFP en los cuales las patitas sobresalen del encapsulado ocupando lugar en el circuito impreso. Ver la fig. 6.1.1.



*Fig.6.1.1 Dibujo del QFP comparado con el QFN*

Algunos fabricantes utilizan una solución más económica realizando islas de cobre sobre la base del encapsulado en lugar de un contacto doblado de cobre laminado. Ver la figura 6.1.2.



*Fig.6.1.2 QFN modificado*

Esta simple estructura produce grandes complicaciones cuando debe ser manipulada por un reparador, sobre todo si se trata de un dispositivo que maneja cierta potencia, porque entonces se utiliza una isla de masa en la parte central del piso del encapsulado, que debe estar

debidamente soldada para que tenga buena conducción eléctrica y térmica (en dispositivos de RF de baja potencia solo importa la acción de blindaje de la masa central). Ver la figura 6.1.3.



*Fig.6.1.3 Isla disipadora y de masa*

Los QFNs son difíciles de soldar y desoldar porque todas las conexiones están en la parte inferior del chip. Las versiones no económicas tienen pequeñas patitas verticales que permiten una soldadura a 90° de la plaqueta y son algo más fáciles de trabajar. Las conexiones perimetrales (no el disipador de calor central) en realidad se pueden soldar con un soldador normal o un soldador normal con el agregado de una punta alambre, mediante la aplicación de una buena cantidad de flux y tocando cada pata con el soldador con soldadura en la punta de alambre. Sin embargo, la versión económica mostrada en la figura 6.1.3 solo tiene pequeñas marcas en las caras laterales que no permiten aplicar el soldador.

En este caso debe ser utilizado una pistola de aire caliente, para fundir la soldadura sobre las conexiones periféricas inferiores. Tenga en cuenta que la mejor manera de soldar estos circuitos integrados es el uso de la pasta de soldadura, una plantilla perforada para aplicar la pasta de soldadura y una pistola de aire caliente. Sin embargo vamos a demostrar una técnica que no requiere ni pasta de soldadura, ni plantilla, aunque si requiere una pistola de aire caliente porque no hay modo de llegar a la isla de masa con un soldador común.

## 6.2 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

La pistola de aire caliente es absolutamente imprescindible para desoldar un QFN, así que no tiene sentido encontrar un método de soldadura que no la requiera. Hasta hace unos años, solo se podía comprar una estación de desoldado para trabajar con aire caliente a temperatura controlada. Una estación de aire caliente solía tener valores del orden de los



250 US\$ a 1000 US\$ o más, porque incluían muchos dispositivos asociados. Ahora existen soldadores de aire caliente “todo en uno” que son muy económicos y cumplen perfectamente con su misión con integrados pequeños. En la figura 6.2.1 se puede observar uno de los más conocidos en la mano del autor para que el lector tenga una idea del factor de escala.



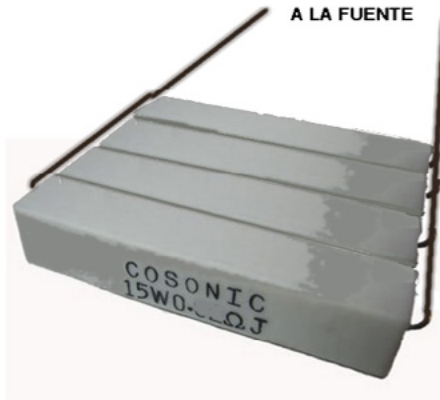
*Fig.6.2.1 Soldador de aire caliente*

Como se puede observar tiene una botonera y un display desde donde se puede ajustar el flujo de aire y la temperatura de salida del mismo que se lee en su propio display.

Aunque no es imprescindible, lo ideal es trabajar con un pre calentador de plaquetas que trabaje a unos 100°C. El lector debe construir uno o puede reemplazarlo con una plancha para ropa o con una cafetera eléctrica (la parte inferior donde se apoya el vaso es justamente una placa de aluminio calentada a unos 100 °C)

La construcción del precalentador se puede encarar utilizando cuatro resistores de alambre de 15 o 25W y una fuente regulada de 0 a 30V.

El sencillo circuito utilizado puede observarse en la figura 6.2.2.



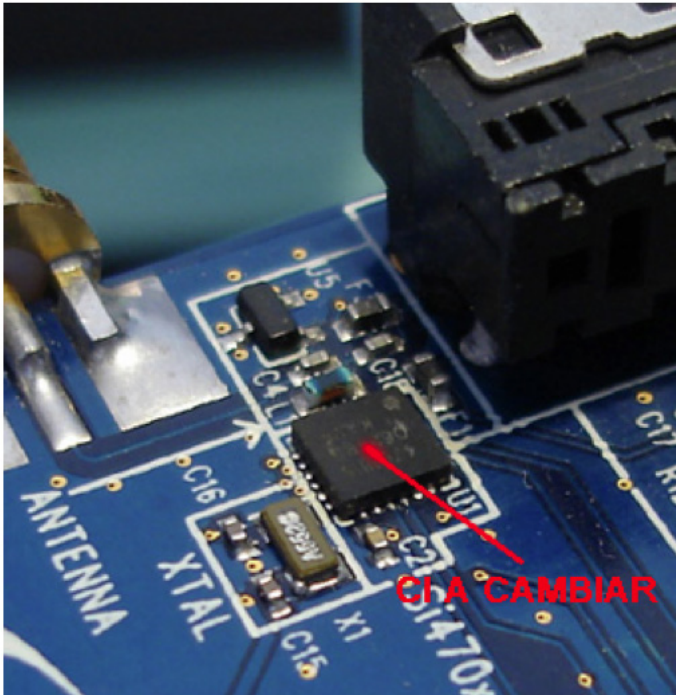
*Fig.6.2.2 Circuito del precalentador*

Nota: Este precalentador sirve solo para pequeños circuitos integrados; no debe utilizarse para precalentar plaquetas grandes porque las mismas pueden torcerse por calentamiento diferencial (una zona de la plaqueta caliente y otra fría).

En todos los casos se debe colocar una sonda bimetálica de un tester con medidor de temperatura y ajustar la temperatura de los resistores a 100°C aproximadamente variando la tensión de fuente. Una temperatura mayor puede hacer explotar los capacitores electrolítico de la plaqueta, o desoldar los resistores y capacitores SMD.

## 6.3 EL PROCEDIMIENTO PASO A PASO

En la figura 6.3.1 se puede observar la plaqueta tomada como ejemplo con un QFN típico de 6 patas por lado. Observe la cercanía de componentes SMD y un cristal que son elementos sensibles al calor.

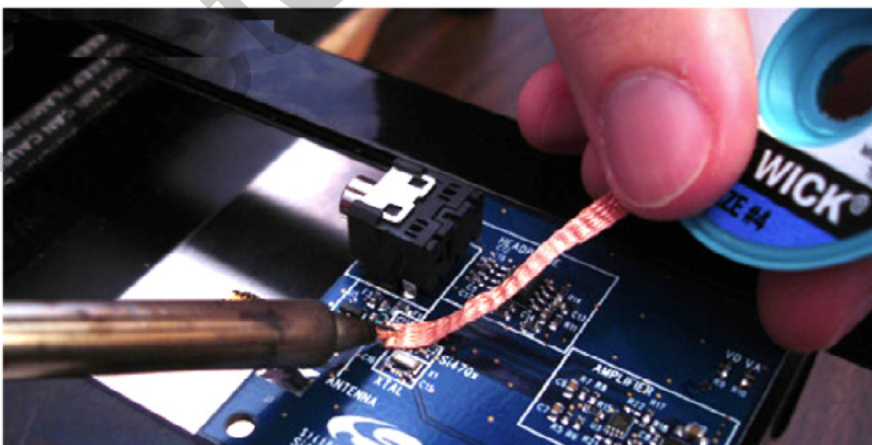


**Fig.6.3.1** Circuito integrado a cambiar

Coloque la plaqueta sobre la plancha de precalentamiento y encienda la misma con la tensión ajustada para que los resistores estén a 100°C. En esas condiciones no hay posibilidades de daño en ningún componente ni posibilidades de que alguno se desuelde.

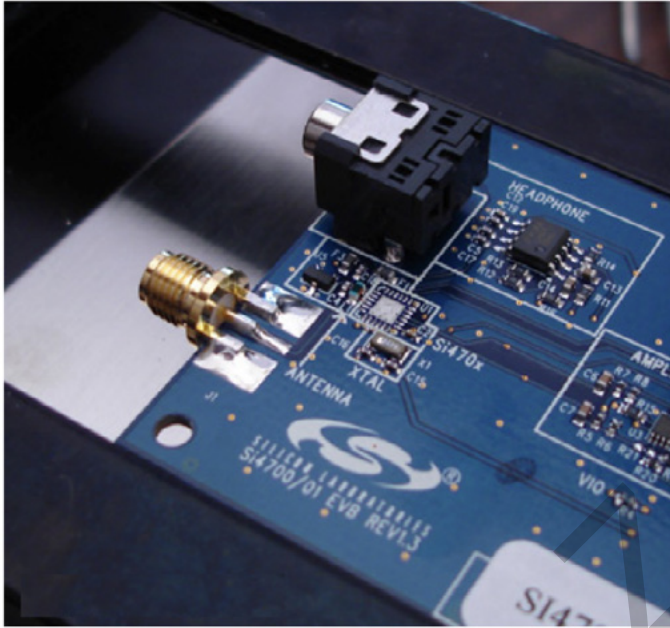
Mantenga el precalentamiento por 5 a 10 minutos. Y tome el soldador de aire caliente con la boquilla más fina (6 mm aproximadamente) ajustado a 300°C. Coloque la salida de aire a 10 mm del encapsulado sobre su centro y unos segundos después pruebe mover suavemente el CI; si no se mueve siga calentando, cuando el mismo se mueva espere 5 segundos más y sáquelo con una pinza Bruselas.

Las islas de la plaqueta de circuito impreso, quedan llenas de flux sucio y restos de soldadura. Debe limpiarla primero con un chupador de soldadura y luego con malla desoldante como lo indica la figura 6.3.2.



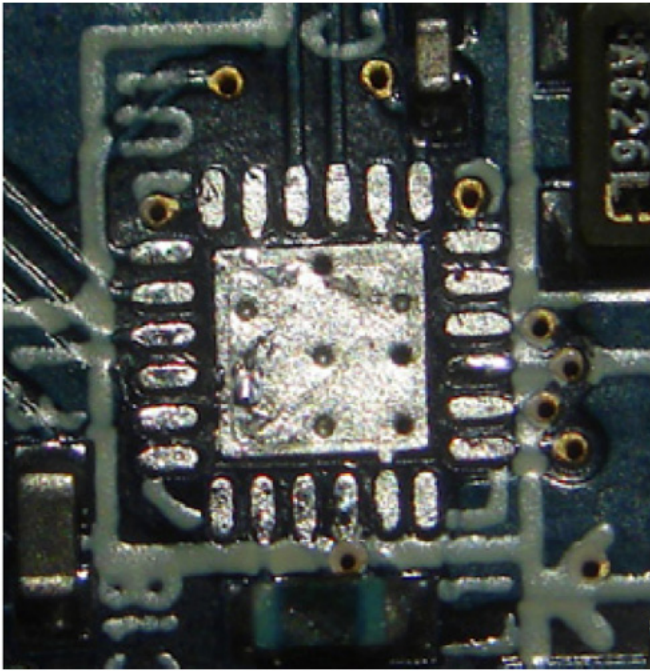
**Fig.6.3.2** Limpieza de la plaqueta

En la figura 6.3.3 podemos observar la placa limpia preparada para recibir el nuevo componente. Es muy probable que los componentes cercanos se desuelden durante el proceso de desoldado del CI. Para que esto no ocurra existen dos soluciones. Una es desoldarlos previamente y volverlos a soldar después de soldar el CI y la otra es enmascarar la placa con cinta metálica para alta temperatura o con una máscara realizada con cartón aluminizado de un envase tetra brik de leche.

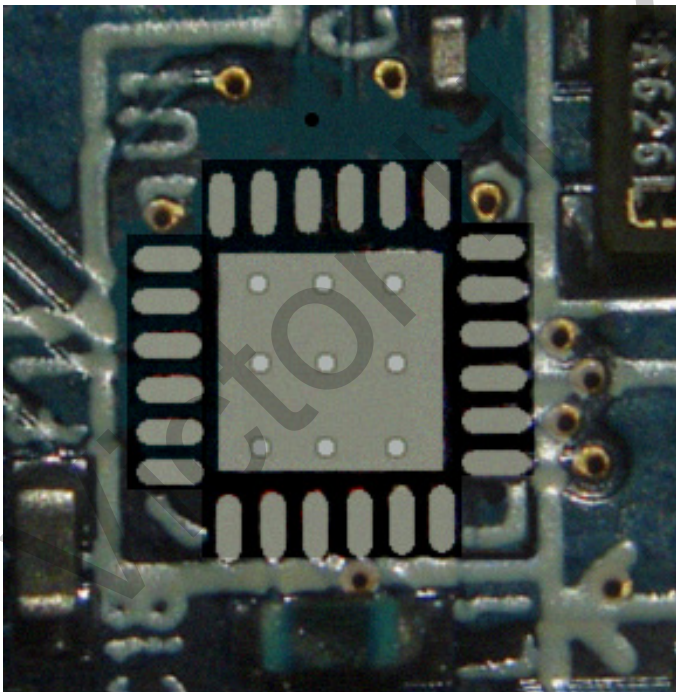


*Fig.6.3.3 Plaqueta limpia con el QFN removido*

En las siguientes fotografías se puede observar el procedimiento de limpieza con más detalle por microfotografías del circuito integrado. En la figura 6.3.4 podemos observar las islas tal cual quedan después de retirar el circuito impreso y en la 6.3.5 después de realizar la limpieza con la malla desoldante y un lavado con alcohol isopropílico o limpiador de contactos en aerosol. Aclaramos que no se debe dejar las islas al descubierto por mucho tiempo, porque la capa de soldadura se oxida y dificulta la posterior soldadura. Cúbralas con flux comprado o fabricado según indicamos en el apéndice correspondiente.



*Fig.6.3.4 Islas sucias de soldadura y flux*

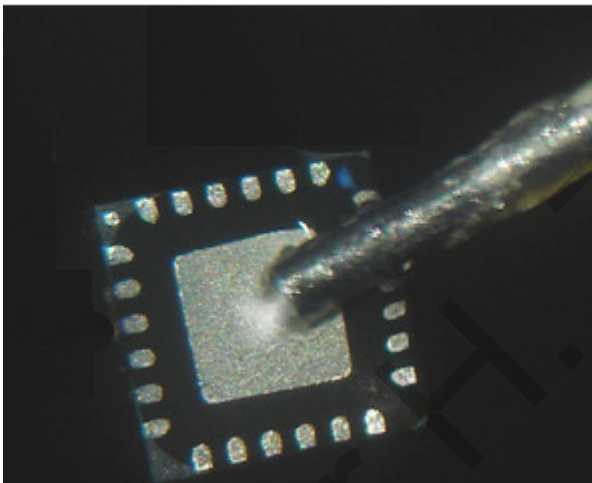


*Fig.6.3.5 Islas limpiadas con Alcohol isopropilico y malla desoldante*

Al limpiar las islas se notan inmediatamente los agujeros metalizados de su isla central de masa. Estos son realmente agujeros en el material fenólico, que posteriormente fueron recubiertos de un metal conductor del calor y la electricidad y además soldable. Suponemos que es cobre o algo similar aunque los fabricantes hablan de aleaciones especiales.

La función primaria de estos agujeros es disipar el calor del chip hacia el exterior, es decir la capa de cobre del lado contrario al circuito integrado en donde siempre se construye una buena superficie de cobre. Esto va a favor de un trabajo a menor temperatura del chip pero vuelve dificultoso el proceso de soldadura si no se genera un precalentamiento de la cara contraria al circuito integrado antes de proceder a soldarlo.

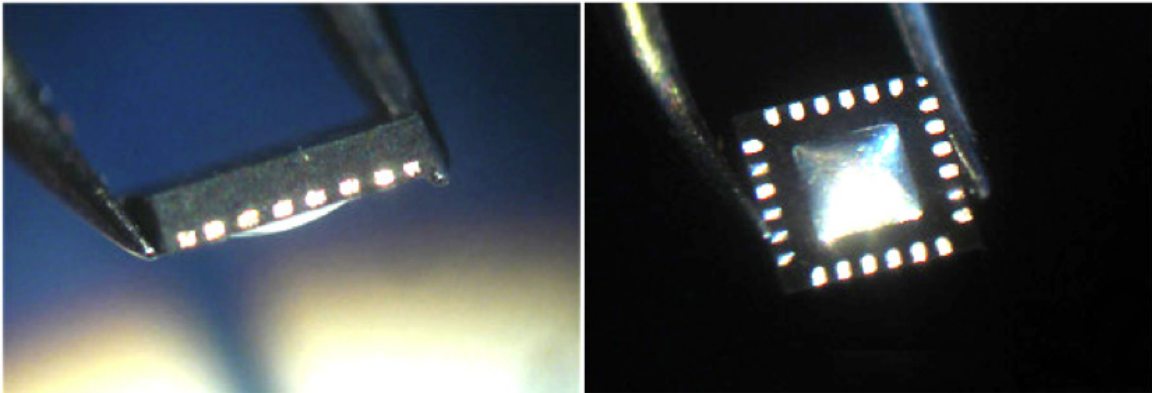
Ahora comenzamos a tratar el circuito integrado previo a su montaje. Si el mismo es nuevo estará completamente limpio y listo para su uso, pero muchas veces se utiliza un circuito integrado recuperado y entonces se lo debe limpiar con un chupador de estaño primero, o una malla desoldante y alcohol isopropílico y posteriormente a agregarle flux con la aguja de una jeringa como se observa en la fotografía de la figura 6.3.6.



*Fig.6.3.6 Colocación de flux en todas las islas*

En la fotografía se observa la aplicación con una jeringa, pero si se trata de un flux fabricado por el usuario que es más líquido es conveniente la utilización de un pincel. No es necesario que el flux caiga solo en las islas, puede cubrir toda la base del encapsulado pero en una fina capa.

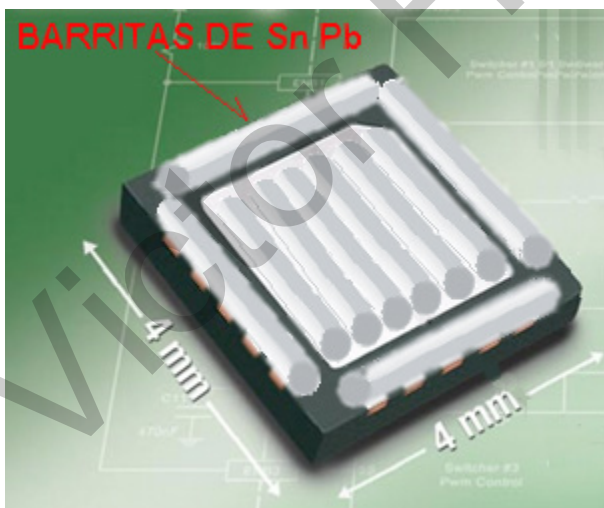
Posteriormente aplique soldadura eutéctica en alambre con un soldador con punta para SMD o fabricando un soldador de punta alambre bajado de [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar) o [www.albertopicerno.com](http://www.albertopicerno.com). Aplique soldadura a la isla central. Ver la figura 6.3.7.



*Fig. 6.3.7 Colocación de soldadura*

Es importante la cantidad de soldadura agregada sobre la isla central, comparada con la colocada sobre las islas periféricas, ya que un exceso de soldadura en el centro no permite el apoyo de las islas periféricas. El espesor de la soldadura de la isla central debe ser del orden de los 0,5 a 0,7 mm. Puede tomar alambre de soldadura de 0,5 mm y cortar trocitos y pegarlos sobre el flux, hasta cubrir la isla central. Luego se apoya el soldador y se los funde o se los funde con el soldador de aire caliente.

Para estañar las islas periféricas se puede utilizar el método de la barra travesada junto con el del estañado de la isla central, tal como se observa en la figura 6.3.8. Esta estructura puede ser muy inestable, por lo que le aconsejamos pegar las barras con flux y dejarlo secar antes de proceder a la fusión. Si las barras están bien pegadas con el flux preparado por Ud. mismo, se pueda dar vuelta el integrado que no se despegan.



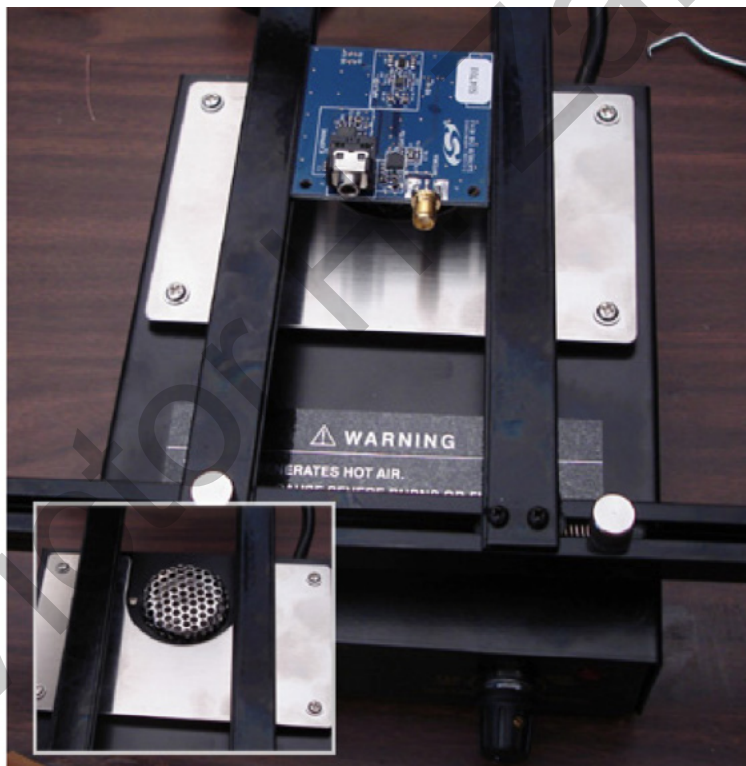
*Fig.6.3.8. Estañado de las islas*

Al fundir los trocitos de soldadura con el soldador de aire caliente, la soldadura se deposita mágicamente sobre las islas adecuadas, con el espesor correcto (en realidad el fenómeno se debe a la tensión superficial de la soldadura fundida). Esto garantiza una capa de soldadura de aproximadamente 0,5 mm.

Ahora debe proceder a limpiar el circuito integrado con alcohol isopropílico muy prolijamente, pintándolo posteriormente con una capa de flux preparado sobre la cara frontal. De inmediato debe colocar el circuito integrado en posición antes que el flux se seque y dejarlo descansar por unos 15 minutos para un secado completo. Observe que la isla central tiene un despunte en un ángulo que debe corresponder con la patita 1 del circuito impreso.

## 6.4 EL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

El primer paso es quizás el más importante, porque es el precaldeo de la plaqueta desde el lado contrario al circuito integrado. Se puede realizar con un precalentador armado por nosotros mismos, o con un generador de aire caliente comprado, como muestra la fotografía de la figura 6.4.1.

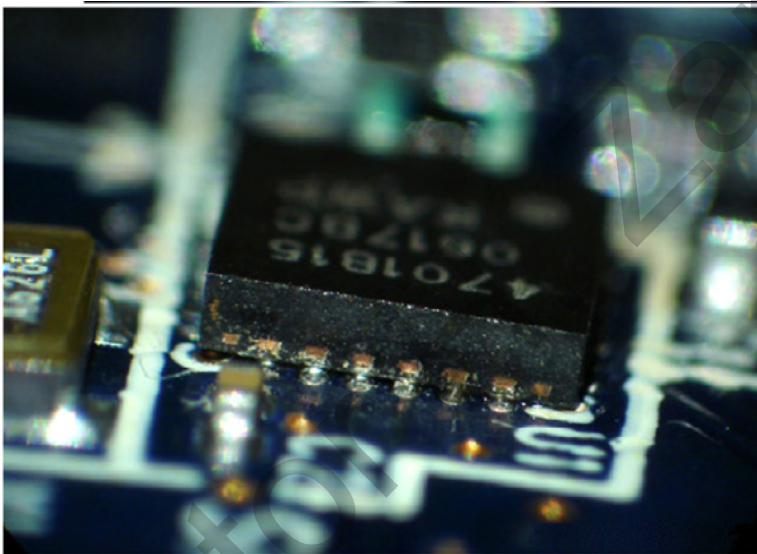


*Fig.6.4.1 Precalentador comercial*



La plaqueta debe llevarse a una temperatura de unos 85°C como máximo, cosa que se suele conseguir, llevando la temperatura del aire de salida a 100 °C y ubicando la plaqueta a 1 cm sobre el precalentador. Si posee un tester con medidor de temperatura, es conveniente que mida la temperatura de la plaqueta. El tiempo de precalentamiento debe rondar los 10 minutos, pero por supuesto todo depende de los componentes y el tamaño de la plaqueta. Nota. En Internet hallamos páginas especializadas en Inglés que recomiendan de 212 a 250 °F. Esto significa entre 100 y 121 °C lo que nosotros consideramos como excesivo, sobre todo si la plaqueta posee capacitores electrolíticos, salvo que los mismos sean para alta temperatura.

Pasado el tiempo de precalentamiento se debe proceder a tirar aire caliente sobre el encapsulado, en forma rotativa mientras se prueba que el circuito integrado este navegando sobre soldadura líquida. La mejor herramienta para realizar esta prueba es una jeringa para bebés, con la aguja más fina y flexible que se pueda conseguir o en su defecto una pinza Bruselas. Cuando el circuito integrado responde en forma elástica al querer desplazarlo levemente (0,5 mm) en forma paralela a la plaqueta, cuente 5 segundos más, retire el soldador de aire caliente y apague el precalentador. Ver la figura 6.4.2.

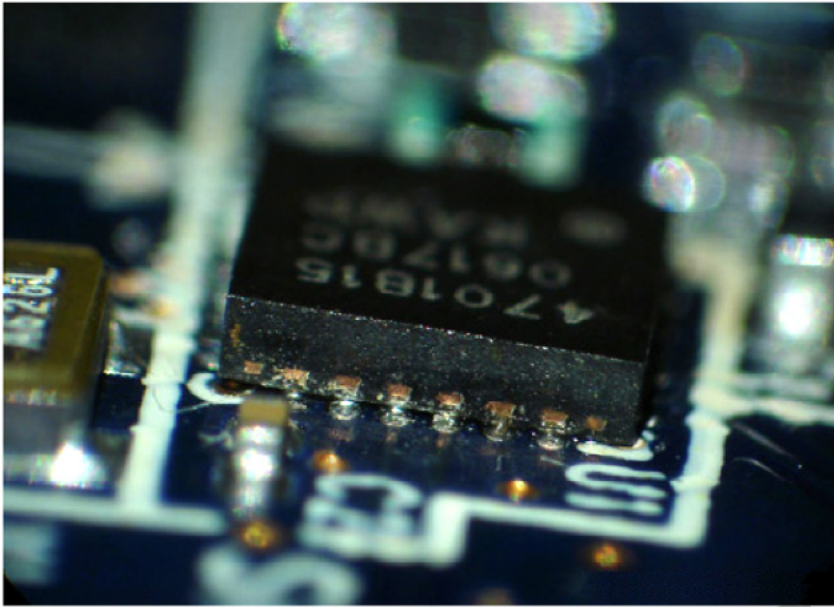


*Fig.6.4.2 Soldadura del circuito integrado*

Se debe tirar el aire desde aproximadamente un cm de altura predisponiendo el soldador de aire caliente a aproximadamente 300°C, con un flujo medio. Estos valores deben obtenerse por prueba y error porque son fuertemente dependientes del soldador de aire caliente utilizado y de la plaqueta.

Finalmente debe limpiar los restos de flux con alcohol isopropílico y un pincel artístico o un cepillo de dientes.

En la figura 6.4.3 se puede observar una microfotografía del trabajo terminado obtenida con un microscopio web.



*Fig.6.4.3 Microfotografía del trabajo terminado*

## 6.5 CONCLUSIONES

Cambiar un circuito integrado QFN puede ser una tarea compleja si Ud. desconoce el método correspondiente. Aun con un buen método y adecuadas herramientas no es tarea fácil, dado lo pequeño que suelen ser dichos CIs.

Sobre el método no hay mucho más que decir porque el mismo se describe perfectamente en el texto y las fotografías, de modo que el lector solo tiene que aplicar el método paso a paso.

Resumiendo yo diría que la única herramienta que resulta imprescindible es un soldador de aire caliente con flujo y temperatura controlada. En el momento actual basta con un "todo en uno" que posee la bomba y el calentador en el mismo cuerpo y que son sumamente económicos.

Todo lo demás es conveniente pero no imprescindible. Y si Ud. tiene una máquina para realizar reballing, de dos o tres vías, ya tiene todo, incluyendo la posibilidad de automatizar el proceso y programarlo adecuadamente para repetirlo en otro momento. La máquina debe poseer por lo menos pre calentador infrarrojo por debajo y aire caliente por convección por arriba y una boquilla de las dimensiones adecuadas al circuito integrado.

A todos aquellos que se interesen por el tema le recomendamos los cursos de SMD, BGA y BGA con máquinas de reballing que dicto por intermedio de Eprenda. Por favor ingrese en [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar) o [www.albertopicerno.com](http://www.albertopicerno.com) o el [www.clubdelservice.com](http://www.clubdelservice.com) para mayores detalles. Allí hallará además interesantes artículos gratuitos con diferentes temas de actualidad sobre la reparación de equipos y datos sobre equipos de última generación.

A continuación vamos a incluir un apéndice que trata sobre la fabricación de flux, para todos los lectores que prefieren el flux preparado al comprado. Pero aclaro que si Ud. está acostumbrado a usar un determinado flux, no cambie su costumbre y adapte nuestro método de trabajo al mismo.

## 6.6 FABRICACIÓN DE FLUX

¿Por qué fabricar el flux si se puede comprar? Porque el flux comprado tiene una densidad y un tiempo de secado fijo que muchas veces no se adecua a nuestras necesidades.

Inclusive hay flux en gel que no se seca, sino que opera como un material pegajoso. El método de trabajo que empleamos en nuestro laboratorio para todos los componentes (SMD, BGA y QFN) consiste en dejar secar el flux antes de soldar. La razón es la siguiente:

Si el flux esta húmedo en el momento de soldar (y el gel siempre lo está) es porque contiene algo de alcohol u otro solvente. Y el alcohol o el solvente, como cualquier líquido, tiene una temperatura de ebullición que está por debajo de la temperatura de fusión de la soldadura eutéctica. Esto significa que ese resto de alcohol va a burbujear y es cuando produce soldadura con cráteres que no se pueden considerar perfectas porque tienen poca solidez mecánica. En un flux en gel, el contenido de alcohol o solvente es mínimo (por eso es pastoso y pegajoso) y este efecto prácticamente no se produce, pero si le agregamos alcohol para hacerlo más líquido pierde su propiedad de gel y no tiene sentido su uso. Por lo tanto nunca agregue alcohol a un flux en gel.

Un flux consta de una fase líquida (alcohol isopropílico) y una fase solida (resina colofónica, también llamado colofonía) en polvo. Simplemente se deben mezclar finamente ambos componentes y se obtiene el flux.

La resina colofónica es un producto natural que se encuentra en la madera de los troncos de algunos árboles y se presenta en forma de piedras de color ámbar semitransparente de regular tamaño. En la Argentina se puede comprar en Electrotools; agradeceremos datos sobre comercios otras partes del mundo que publicaremos en mi página.

Para fabricar flux se deben reducir las piedras de resina colofónica a nivel de polvo fino, que puede ser guardado en ese estado físico en un recipiente hermético. Luego y cuando se lo necesita, no hay más que mezclar ese polvo con alcohol isopropílico y mezclar, hasta que solo exista una fase que es un líquido o una pasta de color ámbar.

Cuando más contenido de alcohol tiene la mezcla, más rápido se seca porque el alcohol se evapora con rapidez en contacto con el aire. Lo que llamo la mezcla óptima, se genera mezclando una cucharita de resina en polvo a ras con una cucharita de alcohol a ras.

Esa mezcla posee una velocidad de secado de alrededor de 10 a 15 minutos y es prácticamente líquida facilitando la aplicación de capas finas con un pincel.

Luego de preparar su flux, realice la siguiente prueba: tome una plaqueta virgen de material fenólico cobreado y pintela con una capa fina del flux preparado. Tome un trocito de alambre de soldadura eutéctica (la común de 60/40 o 63/37) de 0,5 mm de diámetro por 3 mm

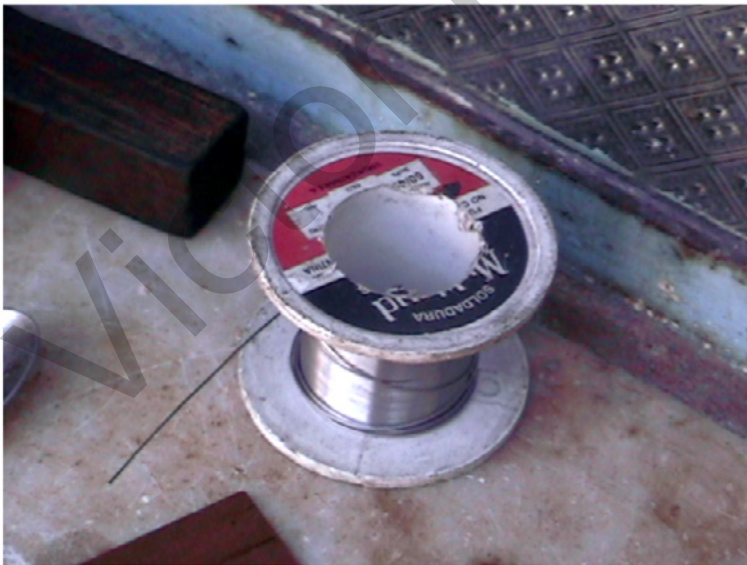
de largo y péguelo sobre el flux antes que se seque. Deje secar 15 minutos.

Ahora puede dar vuelta la plaqueta, que el trozo de soldadura no se va a despegar, inclusive la puede golpear sobre la mesa para ver la resistencia al pegado. Por último coloque su soldador de aire caliente a 30 °C y regule el flujo para que al tirarlo sobre la palma de la mano genere un pequeño hoyuelo. Suba la temperatura a 300 °C y tire el aire sobre el trocito de soldadura. Observe que en unos minutos se comienza a fundir y se difunde suavemente sobre el cobre sin generar burbujas y sin que se escuchen trepidaciones.

A continuación mostramos fotografías de todas las herramientas y materiales utilizados.



*Pincel*



*Soldadura en alambre de 0,5 mm de diámetro*



*Cucharita para medición*



*Piedras de resina colofónica también llamada colofonia*



*Recipiente de vidrio para la mezcla*



*Alcohol isopropílico*



*Martillo de mecánico*



*Piedra de resina sin moler dentro de una bolsa de polietileno recortada*



*Moliendo las piedras*



*Piedras molidas*





*Cargando el medio sólido*



*Cargando el medio líquido*



*Pintando la plaqueta con el flux preparado*



*Pegado de la muestra de soldadura*

## Capítulo 7

¿SE PUEDE REPARAR UN TV LED CON UNA FALLA EN EL DRIVER DE LEDs SIN NINGUNA INFORMACIÓN (SIN CIRCUITO Y SIN ESPECIFICACIÓN DEL CIRCUITO INTEGRADO) ES DECIR, SÓLO CON LA PLAQUETA DEL DRIVER Y ALGUNA TECNOLOGÍA MULTIMEDIA NORMAL EN ESTOS TIEMPOS?

## 7.1 INTRODUCCIÓN

La verdad es que no lo sé. ¿Qué le parece si lo intentamos juntos? El desafío sería el siguiente: Yo tengo un TV LED LG M2550D que es el que estoy utilizando para desarrollar la Biblia del LED. Tengo el manual de service del mismo, pero por supuesto no tiene la plaqueta driver de LED, ni la fuente, ni el Back Light, ni la T-COM ni la pantalla LCD.

En realidad esto no es una excepción; lamentablemente es el caso más común. En cada página del manual y como una burla del fabricante hay un sello que dice “Internal Use Only” es decir “solo para uso interno” y en la portada hay una indicación “All rights reserved. Only for training and service purposes” lo que más o menos significa: “Todos los derechos reservados. Su uso es solo para entrenamiento y reparación”.

Como no me gusta faltar a la ley voy a usar esta información solo en mi oficina y el laboratorio para cumplir con el “uso interno” y juro solemnemente que solo voy a intentar “enseñar y reparar” con la información del manual. Toda esta parafernalia de avisos indica bien a las claras la intención de los fabricantes actuales y nos da señales claras de que la guerra no declarada ya comenzó y que el “Derecho al consumidor” es sólo una loable expresión de deseos y que el único que puede reparar estos TVs y al precio que se le ocurra cobrar es el servicio técnico nombrado por el fabricante. El libre derecho a elegir su “reparador de confianza” que marca la ley esta pisoteado a ultranza. El delito económico llamado “explotación de un mercado cautivo” es solo una carátula que nunca veremos aplicada.

El hecho es que supuesto el caso que esta plaqueta driver falle, no tengo posibilidad de arreglarla porque su valor como repuesto es de aproximadamente 100 U\$S cuando una reparación en nuestro país tiene ese costo. Supongamos entonces que me decido a reparar la plaqueta dañada. Como no tengo información en el manual trato de bajar la especificación del circuito integrado que es un UTP203. Pero la búsqueda resulta infructuosa; con esa referencia no se puede encontrar nada y no existe oferta para comprarlo.

Esto significa que voy a tener que usar. Mi cámara fotográfica, mi osciloscopio digital automático, mi tester y sobre todo los conocimientos adquiridos hasta aquí para poder reparar un driver dañado.

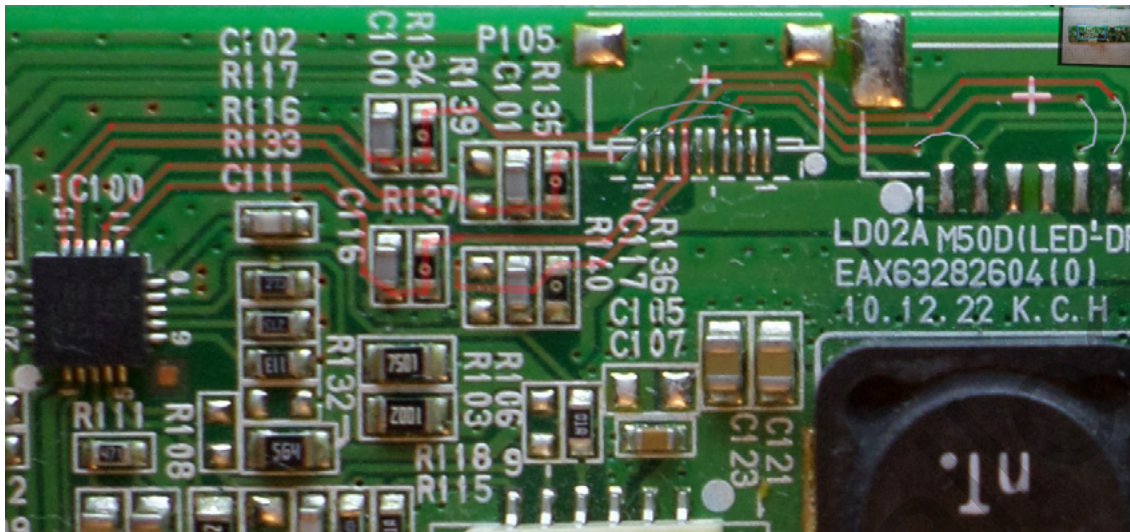
Y lo primero es aprender a levantar un circuito eléctrico de un circuito impreso armado de doble faz.

## 7.2 FOTOGRAFÍA DETALLADA DE LA PLAQUETA

El punto de partida más adecuado, es una fotografía con una cámara, si es posible con lente macro, aunque una fotografía tomada con un Smartphone suele ser suficiente. En mi caso utilizo una cámara profesional Samsung ST150F con la máxima definición de 16 Mpixel.

Trate de obtener la fotografía más definida y contrastada posible sin brillos de reflexión directa es decir utilizando una iluminación difusa e intensa. Como la obtenida en la figura 7.2.1.



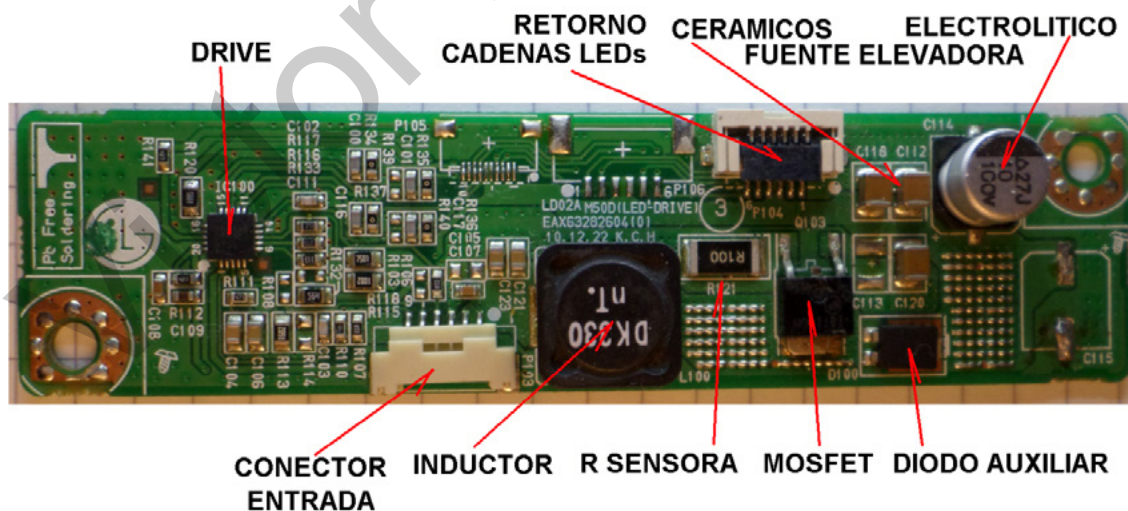


*Fig.7.2.3 Detalle de las entradas del retorno de los LEDs*

Como vemos la plaqueta está preparada para un tercer conector de salida para flex que esta vez es de 10 patas. Los conectores de flex se llaman P104 el que está colocado y P106 y P107 los faltantes. Es evidente que esta plaqueta driver es un modelo multimarca y seguramente se encuentra utilizada en muchos otros TVs.

A continuación es conveniente ubicar el sistema de entrada de fuente al circuito integrado y la fuente pulsada elevadora; pero primero hay que determinar si el transistor llave de la fuente elevadora está incluido en el circuito integrado o es externo.

Lo mejor es volver a utilizar la fotografía de la plaqueta completa e incluirle la información deseada. Ver la figura 7.2.4.

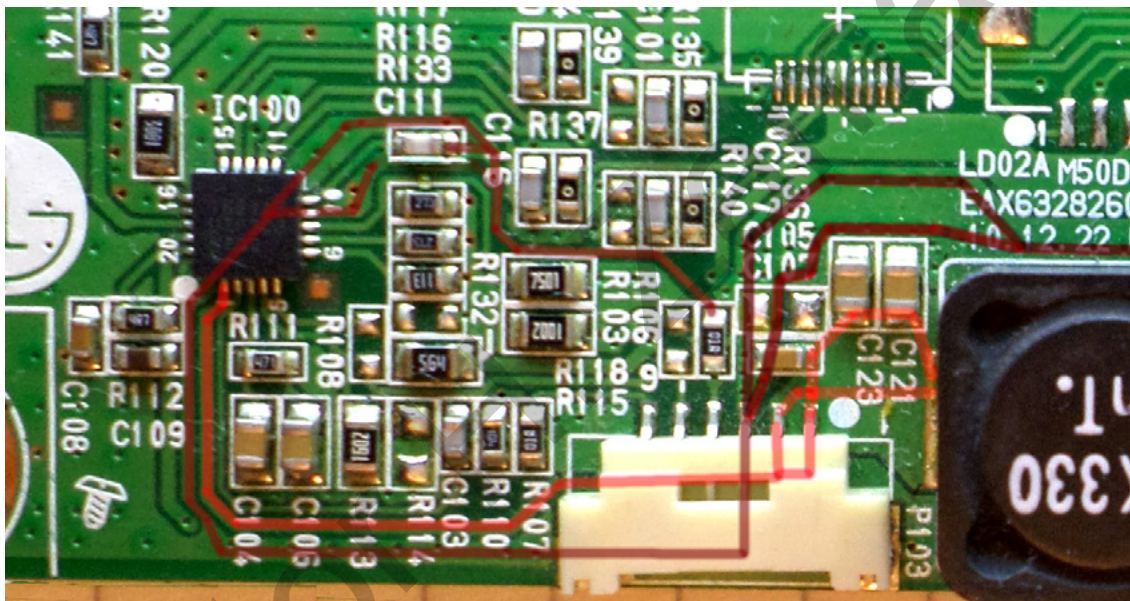


*Fig.7.2.4 Principales componentes de la plaqueta drive*

Como podemos observar el circuito integrado no cumple ninguna función de potencia, ya que el transistor MOSFET llave elevadora está fuera del encapsulado, en la posición Q103 y el diodo auxiliar en la posición D100.

Identificamos también el conector de entrada por donde le llega la alimentación y el control de encendido y de dimmer P103, el inductor de la fuente elevadora L100, y los capacitores electrolítico C114 y cerámicos multicapa en paralelo C118 y C112. Por último ubicamos el retorno de las cadenas de LED y la salida de fuente elevadora por el conector para flex P104.

Tratemos de realizar ahora el cableado de estos componentes principales. El inductor nos permitirá encontrar la pata de fuente de entrada del circuito integrado ya que seguramente la pata de la izquierda va unida al conector de entrada y al circuito integrado. Ver la figura 7.2.5.

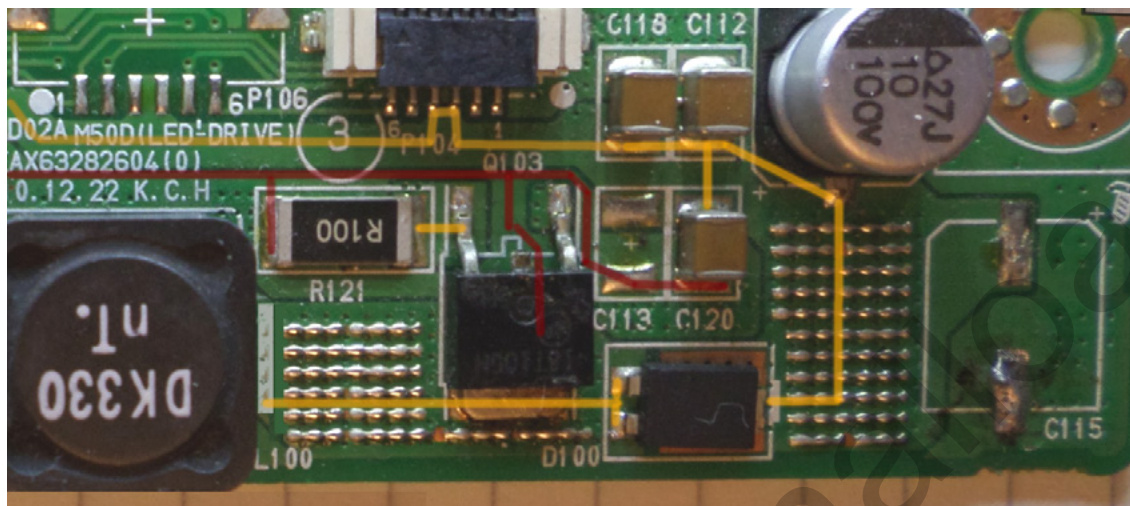


*Fig.7.2.5 Masa y fuente del circuito integrado*

Remarcado en rojo se observa que la conexión de fuente que ingresa por las patas 1 y 2 (marcadas con un punto blanco) del conector P103, se dirigen por un lado a los capacitores C121 y C123 del tipo cerámico multicapa y luego al inductor. Desde el conector se observa una pista que se dirige a la pata 1 del circuito integrado que es la entrada de fuente.

Remarcado en marrón se observa la conexión de masa del conector P103 que se dirige hacia la parte derecha de la plaqueta y desde allí retorna por el borde inferior hacia el circuito integrado. Pasa por debajo de este y conecta la pata 9 a masa. Desde allí completa la masa hasta el capacitor de desacople cerámico multicapa C111 que filtra la pata 10.

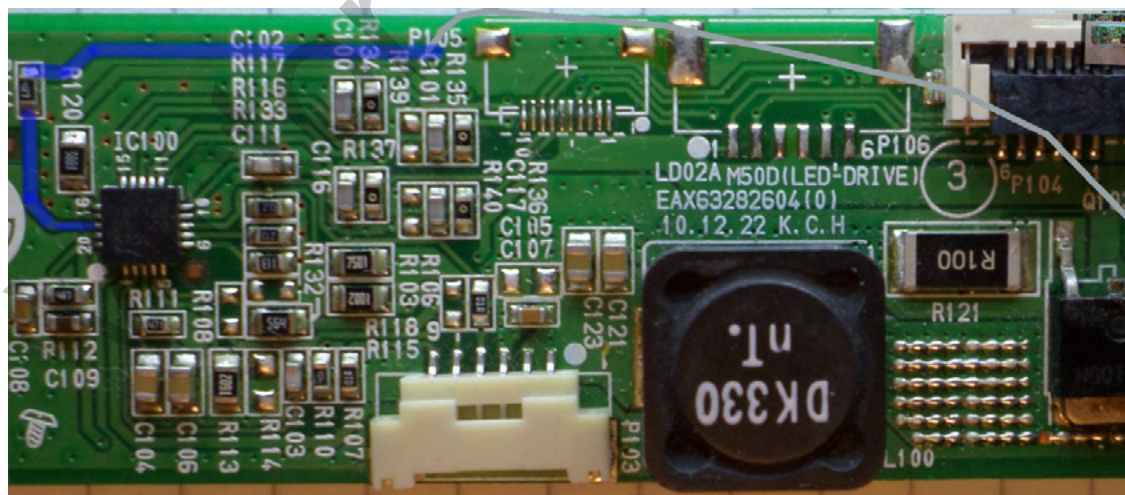
Ahora vamos a analizar la sección derecha de la plaqueta donde se encuentran la llave digital a MOSFET y el circuito rectificador de la fuente elevadora. Ver la figura 7.2.6.



*Fig.7.2.6. Detalle del circuito impreso de la sección de potencia*

Resaltado en anaranjado se puede observar la conexión de la bobina al drenaje del MOSFET y al diodo schottky auxiliar que carga el capacitor electrolítico de salida de la fuente elevadora. De allí la tensión pasa a los capacitores de desacoplamiento de alta frecuencia y a las patas 3 y 4 del conector del Flex y de allí a los otros conectores y a la sección de control del circuito integrado.

Sólo nos falta analizar el camino de la excitación de gate del MOSFET para tener completo la sección de potencia. Ver la figura 7.2.7.



*Fig.7.2.7 Detalle de la excitación de gate del MOSFET*



Como vemos el recorrido de la conexión se inicia en el gate para pasar al otro lado del circuito impreso desde donde se dirige por la pista remarcada en azul hasta un resistor R210 y de allí a la pata 18 del circuito integrado.

Si bien faltan aclarar detalles de muchas patas del circuito integrado, con la lectura del circuito impreso realizada hasta ahora ya se puede ir trazando un circuito con el Multisim, para ver claramente nuestro avance y para comprobar si no conocemos un circuito similar con el uso de los mismos números de patas del circuito integrado. Inclusive poder realizar una reparación sin tener que dibujar el resto del circuito.

Victor H. Zamalloa

## 7.3 CIRCUITO PARCIAL EN MULTISIM

En la figura 7.3.1 se puede observar un circuito no funcional que nos ayuda a analizar lo visto hasta aquí.

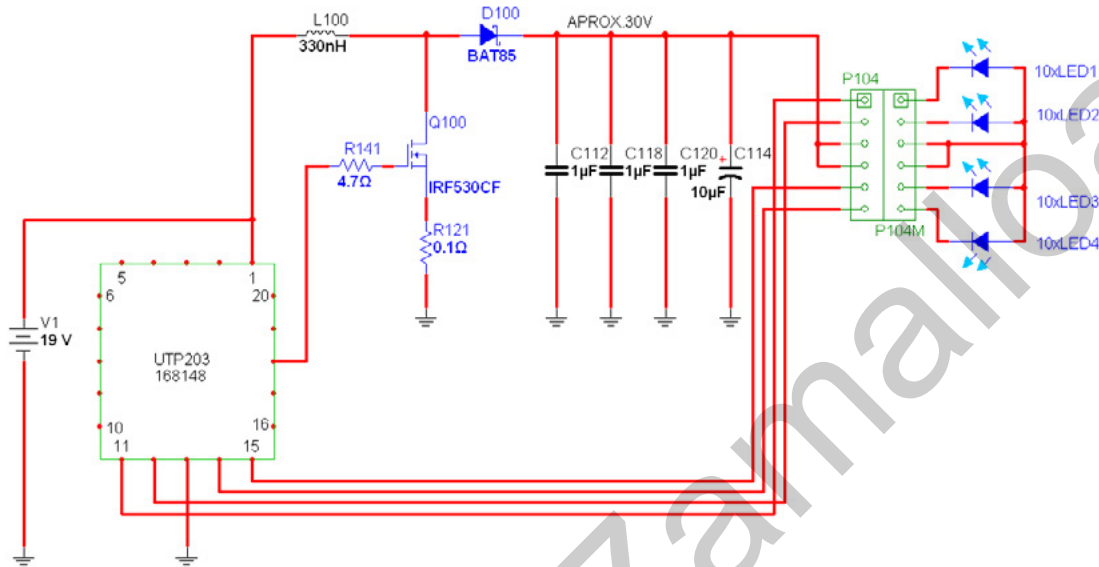


Fig.7.3.1 Circuito parcial no funcional

La falla más común de una sección de potencia es un MOSFET quemado. Aunque en este caso el MOSFET trabaja con baja tensión suele aparecer quemado por falla de fabricación o por un pulso de tensión de entrada. En estos casos no puede operar la protección por sobrecorriente generada por la sobretensión en el resistor shunt. Esto significa que puede estar quemado el shunt y deben cambiarse ambos materiales.

El transistor MOSFET no puede ser cualquiera porque el circuito funciona a una frecuencia alta de 500 KHz como se averiguará más adelante. En lo que respecta al MOSFET podemos averiguar los datos utilizando el Google para bajar la especificación; observamos que es un transistor 18T10GH de 100V; 9A con una resistencia  $R_{on} = 160 \text{ m}\Omega$  a máxima conducción. En cuanto a su capacidad para trabajar en altas frecuencias las podemos deducir de su parámetro  $C_{iss}$  que es de unos 500 pF. Ahora debemos buscar su reemplazo por si no lo consigue por este código.

En la Argentina existe una casa de electrónica que genera una tabla escalable de reemplazo de MOSFET que se llama GM Electrónica. Le aconsejamos que ingrese a <http://www.gmelectronica.com.ar> y seleccione /catalogo/pagina108.HTML y de allí busque los MOSFET por la tensión, corriente, resistencia  $R_{on}$  y encapsulado colocando los valores buscados. La tabla nos devuelve el MOSFET IRFR120N que es muy conocido y se puede comprar en cualquier casa de electrónica. Ahora hay que bajar la especificación de Google que nos indica que su capacidad de entrada  $C_{in}$  o  $C_{ss}$  que es de 400 pF lo que nos asegura que puede ser utilizado perfectamente porque es un modelo de alta velocidad.

En cuanto al resistor, ya sabemos que es muy difícil conseguir resistores SMD en América Latina y sobre todo del tipo no inductivo y de tamaño grande que son los necesarios aquí. Por lo tanto debemos recurrir a cualquier solución, como sacarlo de otras plaquetas en desuso o fabricar el valor con paralelos de resistores SMD o utilizar resistores de montaje común no inductivos, etc. En nuestro caso se debe reemplazar un resistor de 100 mOhms. Otro recurso es construir un resistor no inductivo de alambre de cobre según se indica en un video gratuito de mi página.

De cualquier modo sepa que está realizando un reemplazo extraño que puede generar pequeños pulsos de tensión sobre el diente de sierra normal que debe existir en el resistor shunt y esto puede producir un corte por sobrecorriente cuando en realidad la misma es correcta. Aunque nos estamos adelantando en caso de duda agregue un capacitor de 100 pF desde la pata 16 a masa en caso de dudas.

Siguiendo con la sección de potencia, Las probabilidades nos llevan al diodo auxiliar que podría estar en cortocircuito o abierto. Si está en cortocircuito se va a producir un sobreconsumo en la fuente  $V_{in}$  y el inmediato corte de la misma. Si está abierto el circuito integrado lo va a detectar por baja tensión sobre la salida. De cualquier modo lo más adecuado es medir el diodo con el medidor de diodos del tester digital, que va a indicar 000V y va a generar el tono del medidor de continuidad. Si está abierto va a indicar por lo general un 1 que es lo mismo que indicaría si dejamos las puntas en el aire. El valor correcto es de 250 que debe interpretarse como la barrera del diodo Schottky que es de 250 mV.

La siguiente falla más probable se encuentra en un cortocircuito en los capacitores de la fuente elevadora C112, C118, C120 y C114 o su equivalente que es un cortocircuito en la carga. Se determina por medición con el tester en función óhmetro. Se puede desconectar el flex con la carga, para sacarla de las fallas probables. En caso de cortocircuito de los capacitores, no existe posibilidad de determinar cual está en cortocircuito si no se lo desuelda de a uno y se lo mide en el aire. La medición correcta es de un valor superior a 500 KOhm.

Si no se encontró ninguna falla de las probables, hay que continuar con el método analizando los materiales que rodean al circuito integrado.

Llegado a este punto siempre observo el resultado del dibujo para ver si se parece a algún otro circuito con un integrado conocido, ya que muchas veces los fabricantes comienzan su producción con circuitos integrados comerciales y luego cuando están al máximo de producción, fabrican sus propios circuitos integrados con otro nombre.

Pero en este caso recordé que en el diagrama en bloques general del TV, la única referencia que realizaban al Driver de LEDs era un nombre de un fabricante muy conocido, que se destacaba por fabricar precisamente drivers de LEDs. Ver la figura 7.3.2.

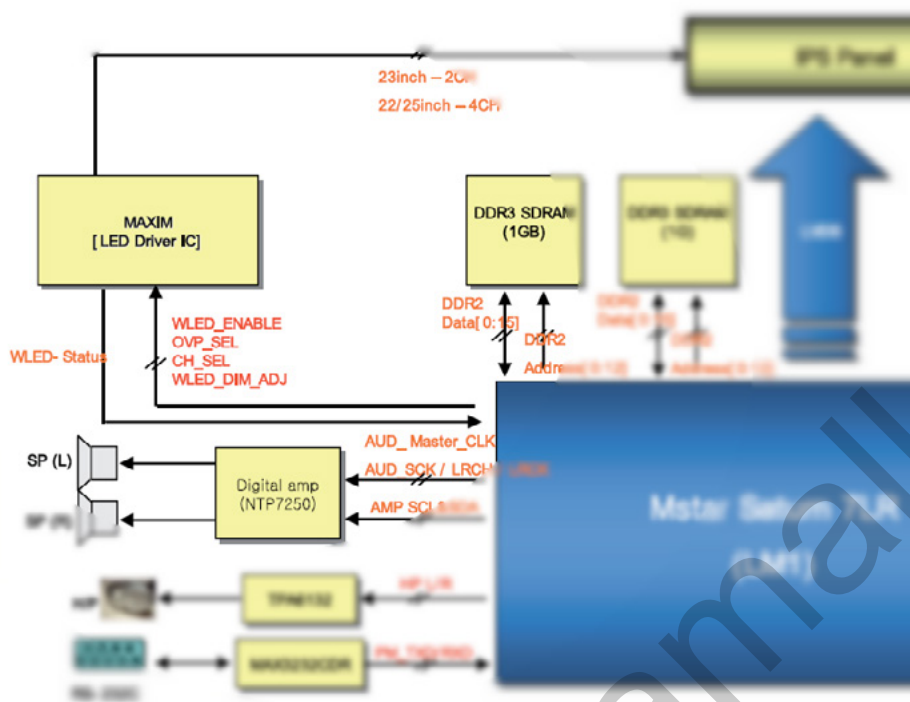


Fig.7.3.2 Diagrama en bloques general

Observe que en el bloque driver dice claramente Maxim. Así que ingresé a [www.maximintegrated.com](http://www.maximintegrated.com) y navegué en su página principal hasta que me ofreció un listado escalable, con todos los circuitos integrados driver de LED.

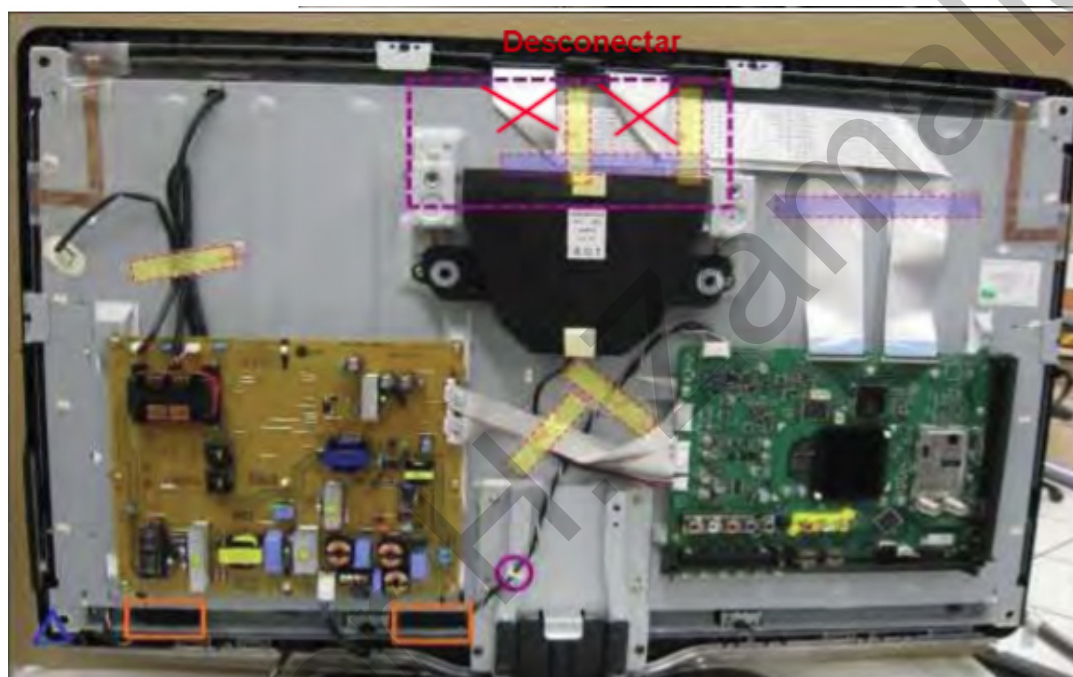
En la sección de driver para tamaños de pantalla medios y grandes de 20 patitas encontré solo dos circuitos integrados ofertados: el MAX168148 y el MAX16834. El circuito integrado real estaba marcado UTP203 pero arriba de este código decía 168148 que supuse que era un código interno de fecha de fabricación y no le di importancia. Ahora observo que podría ser el código del integrado. Bajé la especificación del MAX168148 para encontrar coincidencias con el circuito levantado con tanto trabajo.

En la figura 7.3.3 se puede observar el circuito de aplicación que indica Maxim. Observe que indica que es para cadenas de 7 LEDs pero eso es solo un ejemplo de aplicación; en realidad puede generar 40 V lo que significa que puede alimentar aproximadamente  $40V/3V = 13$  diodos. Lo clásico son 4 cadenas de 10 diodos a 25 mA eficaces pero no más de 50 mA de pico para los TV de supermercado y 15 diodos a 10 mA para los TV de marca.

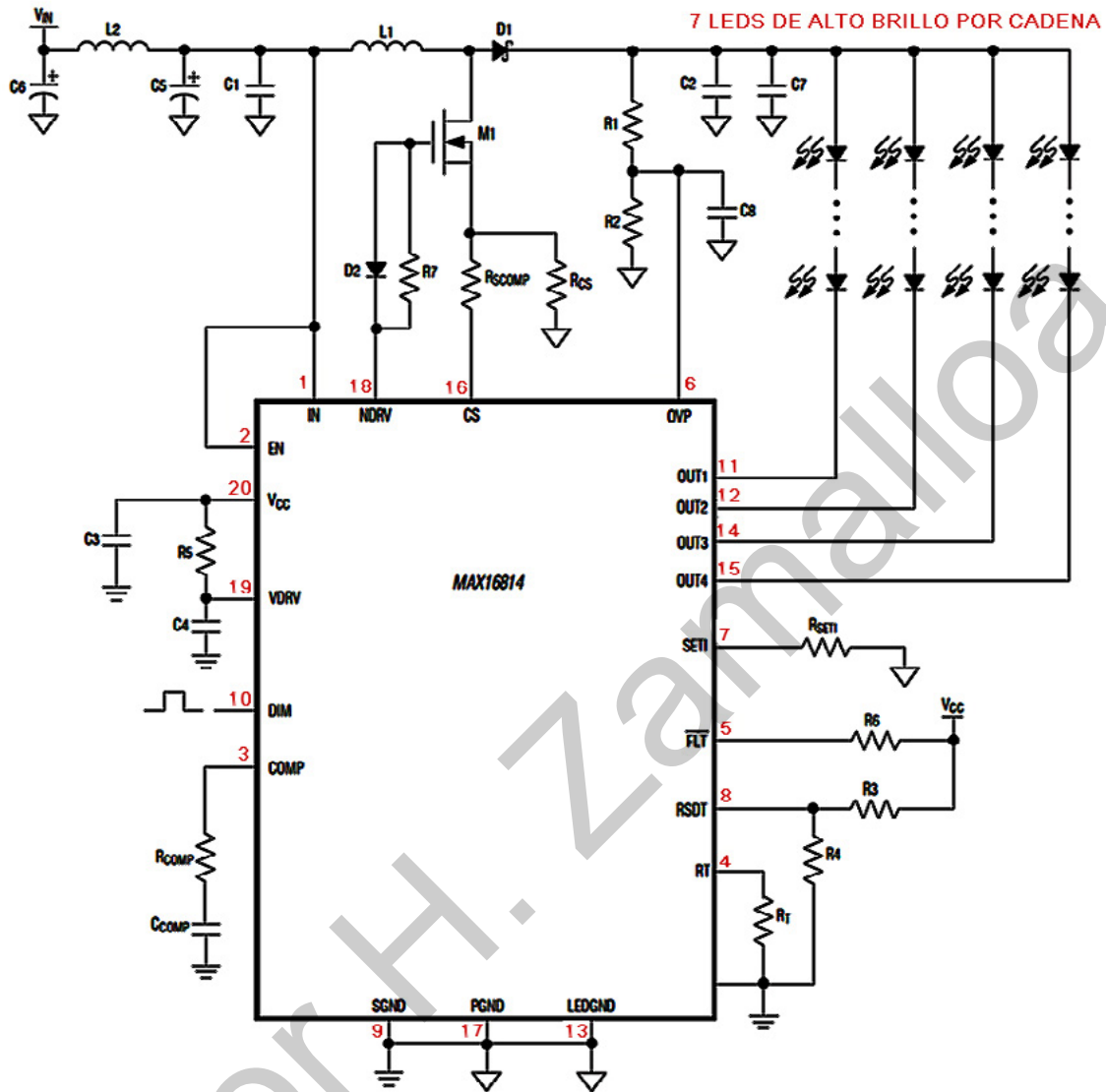
## 7.4 ¿CUANDO HAY QUE REVISAR EL DRIVER DE LEDS?

El encendido de los LEDs se puede producir solo por unos instantes si el TV tiene una falla en cualquier etapa que genere un retorno a stand by luego del encendido. Es decir una falla que produzca una protección.

Pero los TV LEDs suelen tener un filtro antireflexión que genera una pantalla totalmente oscura, cuando la pantalla LCD se pone a máxima atenuación. Esto se resuelve de un modo muy simple y categórico. Saque la tapa y desconecte el/los flex/flexs que sale/salen de la placa principal y va/van a la pantalla según mostramos en la figura 7.4.1. en un TV LED Philips modelo Dalí.



*Fig.7.4.1 Desconexión de los flex en un Philips Dalí*



*Fig. 7.3.3 Circuito de aplicación de Maxim*

Como podemos observar los números de patitas coinciden perfectamente, lo que nos indica que los circuitos integrados se corresponden entre sí. Es decir que todo el problema ocurrió porque LG no marcó el circuito integrado como corresponde, aunque tenía espacio suficiente para hacerlo, ya que si ponemos en Google el código completo, nos ofrece la especificación de inmediato y todos los circuitos de aplicación.

A continuación vamos a dar la información necesaria para realizar una reparación de este driver, con un método lógico y preciso, comenzando con la determinación de ir a revisar el drive. Es decir la primer pregunta que debemos contestarnos es: ¿El driver tiene una falla?

En la figura 7.4.2 le indicamos como realizar la misma operación en un LG M2550D.



*Fig.7.4.2 Desconexión del flex en un LG M2550D (ver el borde superior a la derecha)*

En esta fotografía se puede observar el flex que va hacia la pantalla desconectado y la plaqueta principal y la del driver de LEDs sueltas y colocadas en posición cómoda para la reparación. Observe la plaqueta principal apoyada sobre una plancha de poliuretano para aislarla del chasis.

Cuando le dejan un TV para reparar Ud. debe realizarle una tarjeta de entrada, en donde aclarará todos los datos del usuario; las condiciones en que se produjo la falla y por donde estaba ingresando la señal en el momento de la falla. Este dato nos permitirá seguir con el método de trabajo propuesto que implica encender el TV conectado por la misma entrada, pero como la pantalla está desconectada solo sabremos que el TV funciona con esa señal, por el sonido.

Si aparece el sonido 5 segundos después aproximadamente, luego de conectar el TV a la red y encenderlo, podemos suponer que el circuito de entrada está funcionando, que el audio está funcionando y que el microprocesador, está funcionando. El Back light tiene que realizar un encendido de por lo menos 2 segundos que controlamos directamente mirando la pantalla, porque al desconectar la pantalla LCD nos aseguramos que sea transparente. Observe que la densidad de iluminación sea pareja en toda la pantalla para asegurarnos que encendieron todas las cadenas de LEDs. El Back light va a permanecer encendido por lo menos por un par de segundos. Si luego se apaga y el TV pasa a la condición de stand by significa que hay una falla pero no está en el Back light.

Si el Back Light no llega a encender, entonces continúe con el método de trabajo de reparación de Back light, porque hay una falla en el driver o en los LEDs.

Ponerse a reparar un driver, sin haber probado antes los LEDs es una pérdida de tiempo y una posibilidad de dañar un circuito integrado por tener una cadena de LEDs en malas condiciones.

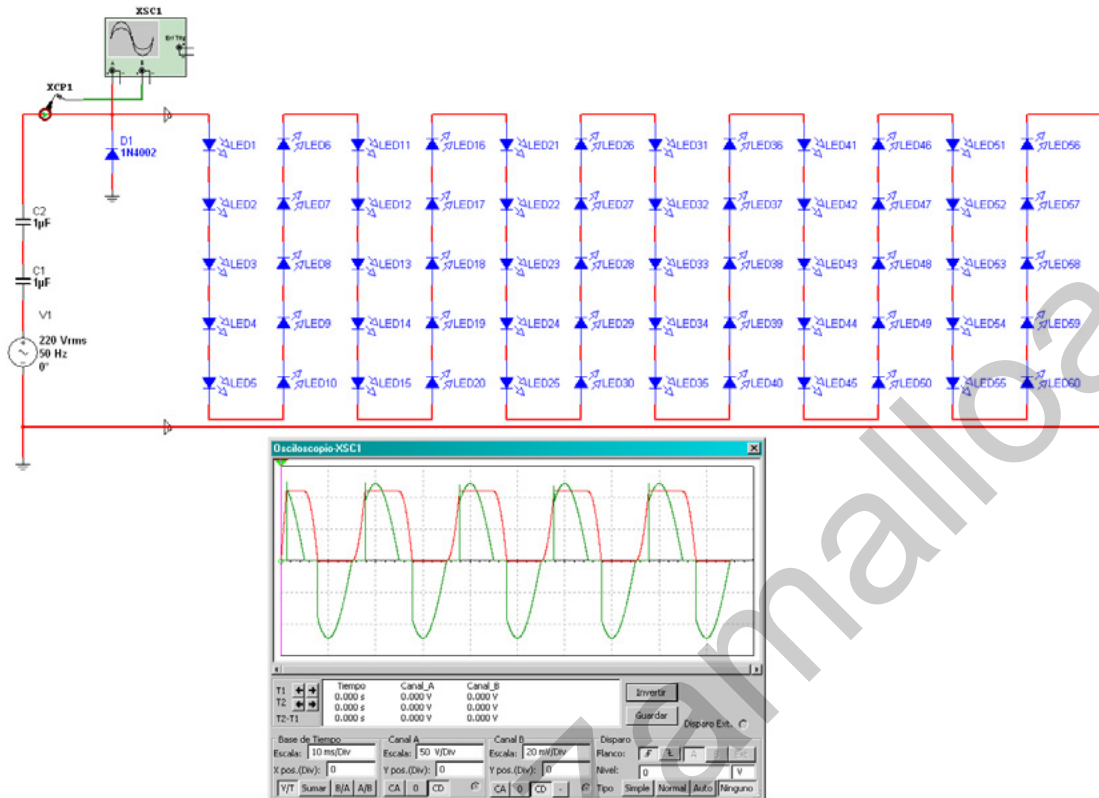
Realice una prueba de los LEDs con un probador adecuado, que puede fabricar Ud. mismo por muy poco dinero. A continuación le mostramos el circuito de los probadores para redes de 220V y para redes de 110V.

## 7.5 PROBADORES DE CADENAS DE LEDs

Un probador de cadenas de LEDs es una fuente de corriente constante de unos 10 a 20 mA eficaces. En realidad no importa mucho que la corriente tenga un valor determinado sino que no aumente mucho de modo que pueda quemar una cadena de LEDs. Piense que tiene que manejar cadenas desde 5 a 60 LEDs y por lo tanto no se puede pretender que mantenga la corriente con mucha precisión salvo que se realice un diseño muy complejo y costoso.

En la figura 7.5.1 presentamos un posible circuito para una red de 220V que no podría ser más simple. Una fuente de corriente tiene que tener un componente limitador de corriente. Lo habitual es usar resistores pero los mismos calientan y el circuito tiene una mala eficiencia. Nosotros utilizamos capacitores que trabajan totalmente fríos en un circuito que puede utilizarse hasta para iluminación de interiores.





**Fig.7.5.1** Probador de cadenas de LED

Lo más importante es entender cómo se debe modificar este circuito para diferentes condiciones de prueba y como se lo puede mejorar para que posea aislación de red sin incrementar demasiado el costo.

Para entender el funcionamiento observe que el diodo D1 no permite que la tensión en el extremo superior de la carga se haga negativo. Luego la tensión sobre la carga arranca de cero y no circula corriente hasta que la tensión llega a la barrera de la cadena (estimada en  $3V \times N$  siendo N la cantidad de diodos de la cadena).

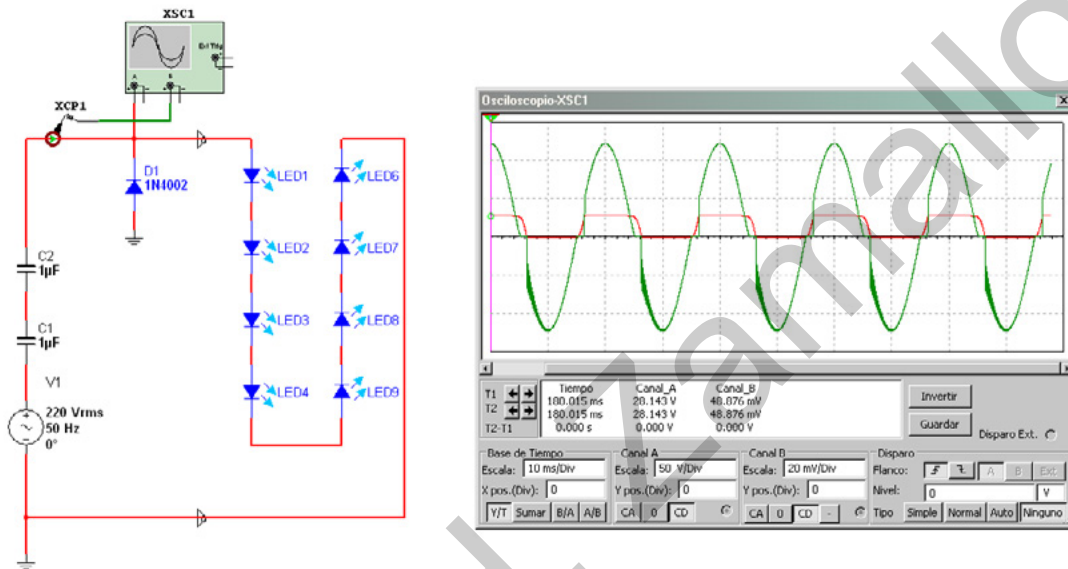
Al llegar a la tensión de barrera de la cadena, la tensión después de los capacitores se limita y el/los capacitores se cargan durante un tiempo inferior a un semiciclo de red, limitando de este modo el tiempo de actividad. Luego de un tiempo en que no circula corriente comienza el periodo negativo y los capacitores hacen circular corriente inversa por el diodo D1.

La única variable que tiene el circuito una vez fijado N es el valor de capacidad con el cual se puede variar la corriente eficaz que circula por los LEDs a voluntad. Nosotros elegimos dos capacitores en serie de  $1 \mu F \times 250V$  de tipo polyester metalizado. Con este valor la corriente de pico se establece en 50 mA pero circulando menos de la mitad del tiempo por los LEDs lo cual genera una corriente eficaz de unos 10 mA.

Observe que en este caso tenemos una sola cadena de 50 diodos que generalmente solo se utiliza en 42" con iluminación en el lado superior o inferior del filtro difusor de Lucite posterior.

Las pantallas más grandes utilizan siempre una conexión de 2 o 4 cadenas en paralelo, del orden de 20 diodos. El peor caso para el probador sería probar una cadena de tal vez ocho diodos de un TV/monitor de 23".

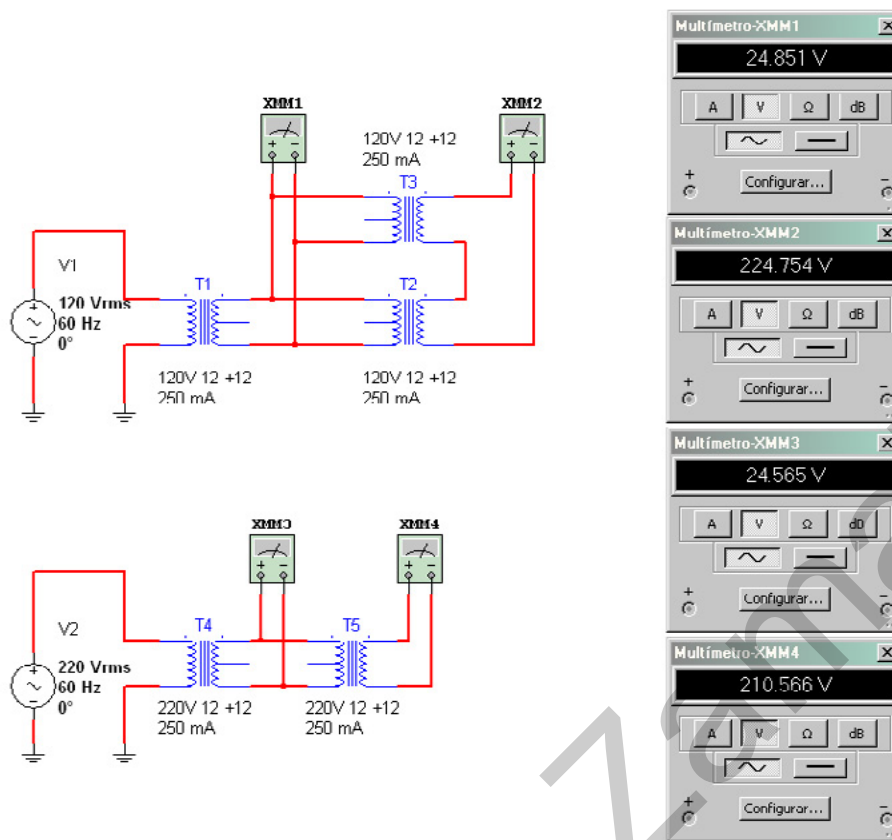
En ese caso, si utilizamos el circuito propuesto, la corriente por los diodos se incrementa tal como lo observamos en la figura 7.5.2.



*Fig.7.5.2 Probador de cadenas de LEDs utilizado para 8 LEDs*

Sorpresivamente la corriente prácticamente no cambió. En realidad hay un leve aumento porque aumentó el tiempo de actividad pero la corriente pico por los LEDs sigue siendo de 50 mA. Los LEDs van a estar más iluminados pero nada que resulte peligroso.

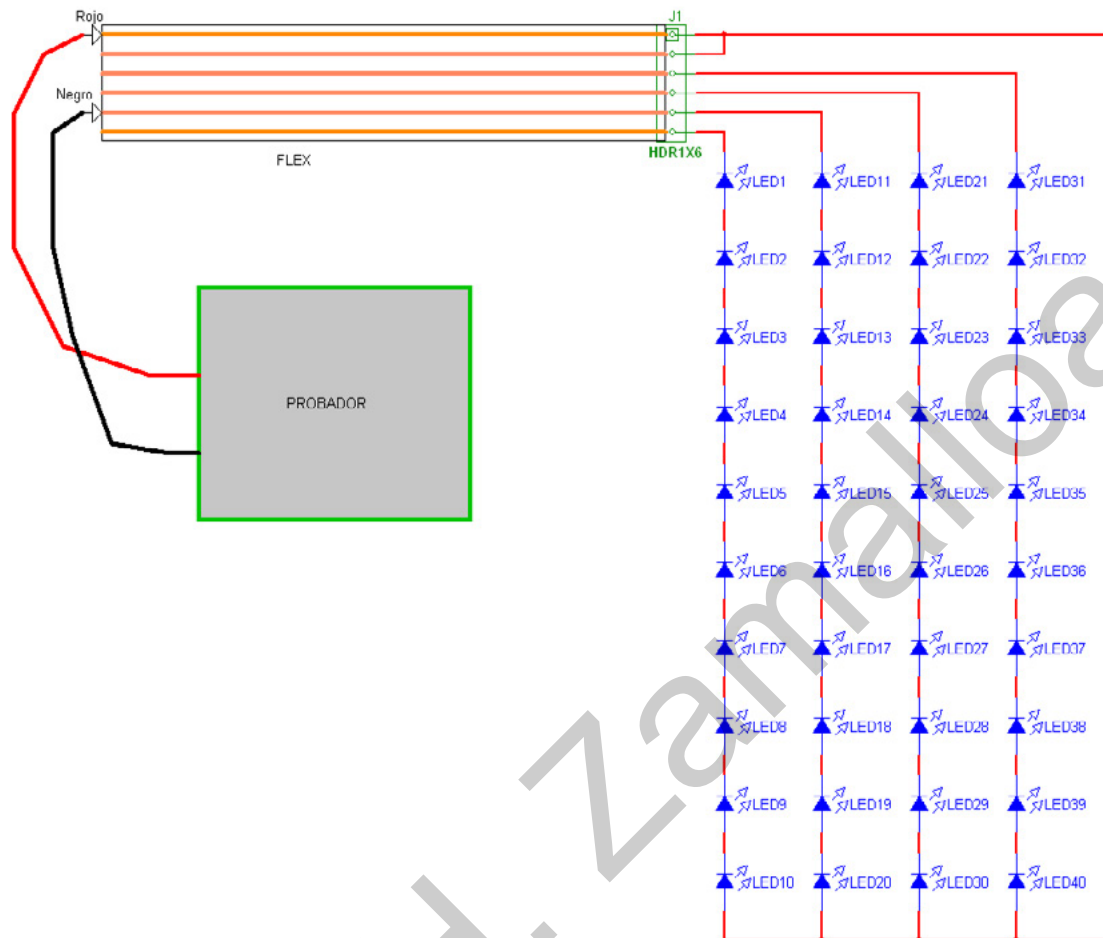
El único problema que tiene nuestro circuito es que tiene chasis vivo. A esto le encontramos una solución muy simple, práctica, económica y rápida de realizar. En realidad deberíamos utilizar un transformador aislador 220V/220V para muy baja potencia, pero dicho componente no se vende habitualmente en las casas de electrónica. Comúnmente se consiguen transformadores de 220 a 12V con punto medio de 250 mA como mínimo, a un precio muy bajo del orden de 1,5 U\$S que pueden utilizarse para obtener 220V aislado usando dos transformadores. En redes de 110V se utilizaran 3 transformadores de 110V a 12V 250 mA en un circuito elevador y aislador de 110V a 220V. El circuito para ambas redes se puede observar en la figura 7.5.3.



*Fig.7.5.3 Transformador aislador combinado para 220V y 110V*

El uso del probador es muy sencillo. Las 2 puntas de prueba marcadas con una flecha en el diagrama de la figura 7.5.1 se construyen como las puntas bebe para tester, cuya construcción está indicada en mi página [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar) o [www.albertopicerno.com](http://www.albertopicerno.com). Estas puntas son ideales porque terminan en una aguja hipodérmica muy fina, que puede seleccionar perfectamente las puntas del flex que va a la sección de Back Light. Una punta, la que va a los capacitores, se pintará de rojo con aerosol por adentro de la jeringa y la otra de negro. Con la punta roja se toca el extremo común a las cadenas y con la negra se selecciona el terminal de retorno de cada cadena individual.

El circuito de cada Back light puede diferir entre diferente marca y modelo de TV pero siempre son circuitos serie de LEDs, que posteriormente se conectan con los terminales positivos a la fuente común y retornan por terminales de borde individuales como se puede observar en la figura 7.5.4.



*Fig.7.5.4 Disposición de back lighth de 4 cadenas de 10 diodos*

En la figura se observa el caso más común para un TV monitor de 23 a 32" en donde por lo general la iluminación de Back Light es del tipo edge (borde de una lámina de Lucite) que ocupa el lado inferior de la lámina en los modelos de 23" y el lado inferior y superior en los de 32".

El esquema de conexión de la figura es suficientemente claro. Ud. debe encontrar las patas comunes de fuente, del conector de borde, que siempre están duplicadas. Esto se realiza por medición de continuidad entre una pata cualquiera y el resto. En el LG M2550D las patas que tienen continuidad son las 3 con la 4 y allí se debe conectar el positivo del probador.

Luego se debe conectar el negativo a las otras pistas del borde del flex y observar el encendido por el frente de la pantalla (recuerde que la pantalla LCD es transparente por estar desconectada). Los sectores que se encienden son exactamente iguales entre si y por lo tanto deben producir la misma iluminación aunque en sectores diferentes de la pantalla, de modo que el encendido completo genere un brillo uniforme.

En la figura 7.5.5 se puede observar el frente de un M2550D en donde solo se alimentó la segunda de las 4 cadenas.



*Fig. 7.5.5 Iluminación de la segunda cadena de LEDs*

La falla puede ser un apagado total de la columna o un apagado parcial de un LED en cortocircuito que se puede ver en la figura 7.5.6.



*Fig. 7.5.6 Segunda cadena con un LED en cortocircuito*

Este caso no es posible de verificar en el funcionamiento normal del TV, porque el circuito integrado reconoce que la segunda cadena tiene un LED en cortocircuito y la apaga completa. Es decir que la falla se vería como una pantalla apagada. Si reponemos todas las cadenas desconectadas va a aparecer una imagen como la de la figura 7.5.7.



*Fig.7.5.7. Una cadena con un diodo en cortocircuito y las otras conectadas*

Si el Back Light pasa la prueba, debemos suponer que la falla está en el driver de LEDs. En este caso en el MAX16814 y para repararlo debemos analizar su pin up.

## **7.6 PIN UP DEL MAX16814**

En la figura 7.6.1 se puede observar una tabla con el número de pata para los diferentes encapsulados QFND y TSOP, el nombre de la pata y su función, que nos permite gracias al conocimiento adquirido previamente, a entender el funcionamiento de este integrado en particular.

PATA QFND	PATA TSSOP	NOMBRE	FUNCION
1	4	IN	ENTRADA DE ALIMENTACIÓN DE 4,75 A 40V
2	5	EN	ENCENDIDO CON EN>1,23V
3	6	COMP	RED DE COMPENSACIÓN DEL AMPLIFICADOR DE ERROR DE CORRIENTE
4	7	RT	AJUSTE DE FRECUENCIA DEL OSCILADOR DE LA LLAVE MOSFET ELEVADORA UORMULA E FRECUENCIA DEL OSCILADOR RIENTE $uF \times 250V$ porque el circuito integrado reconoce que la segunda cadena tiene un
5	8	FLT #	SALIDA DE FALLA; CUANDO UN LED SE PONE EN CORTOCIRCUITO O EN CIRCUITO ABIERTO O SE PRODUCE UN SOBRECALENTAMIENTO DEL CI, ESTA TENSIÓN CAE A CERO
6	9	OVP	PROTECCIÓN DE SOBRETENSIÓN DE LA FUENTE ELEVADORA. CUANDO OVP>1,23V SE PRODUCE EL CORTE DE LA FUENTE ELEVADORA
7	10	SETI	AJUSTE DE CORRIENTE DE LEDS CUANDO NO HAY CORRECCIÓN POR DIM. $I_{LED} = 1500/R_{SETI}$
8	11	RSDD	ENTRADA DE AJUSTE DE LA SENSIBILIDAD DE DETECCIÓN DE LED EN CORTOCIRCUITO. CONECTE UN DIVISOR RESISTIVO Y AJUSTELO PARA DETECTAR DOS BARRERAS ANTES DE QUE OPERE LA PROTECCIÓN. LA TENSIÓN DE REFERENCIA PARA EL AJUSTE DEL DIVISOR ES DE 2V.
9	12	SGND	MASA DE SEÑAL
10	13	DIM	ENTRADA DE DIMMING DIGITAL TIPO PWM. CONECTE LA ENTRADA A FUENTE SI NO SE UTILIZA. LA SEÑAL DIM PUEDE SER DE 3,3 O 5V

11	14	OUT1	RETORNO DE LA CADENA DE LED NRO 1. OUT1 ES LA ENTRADA QUE CONTROLA LA CORRIENTE POR LA CADENA EN FUNCIÓN DE LA RESISTENCIA RSETI Y LA ENTRADA DIM SI LA HUBIERA. CUANDO NO SE UTILIZA SE DEBE CONECTAR A MASA.
12	15	OUT2	IDEN
13	16	LEDGND	POR ESTA PATA PASAN TODAS LA CORRIENTES DE RETORNO DE LOS LEDs
14	17	OUT3	IDEN A 11
15	18	OUT4	IDEN A 11
16	19	CS	TOMA DE MUESTRA DE CORRIENTE POR EL MOSFET
17	20	PGND	MASA DE POTENCIA DEL DRIVE DEL GET
18	1	NDRV	SALIDA PARA EL GATE DE MOSFET TIPO N
19	2	VDRV	ENTRADA DE FUENTE PARA EL DRIVE DE GATE. CONECTE UN RESISTOR ENTRE VCC Y VDRV. SE DEBE AGREGAR SIMPRE UN CAPACITOR A MASA DE .1 Uf DEL TIPO CERÁMICO MULTICAPA.
20	3	VCC	SALIDA DEL REGULADOR INTERNO DE 5V. COMO MÍNIMO SE REQUIERE UN CAPACITOR DE 1UF DEL TIPO CERAMICO MULTICAPA A MASA.
-	-	EP	ISLA INFERIOR EXPUESTA. DEBE ESTAR CONECTADA A UNA GRAN AREA DE COBRE PARA UNA EFECTIVA DISIPACIÓN. ESTA ISLA DEBE ESTAR CONECTADA A SGND.

*Fig.7.6.1 Pinup del MAX16814*



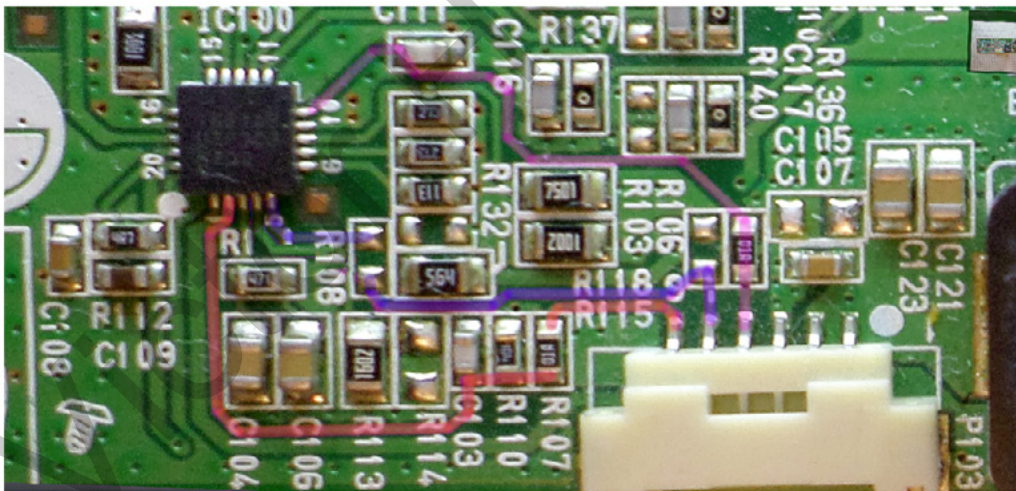
## 7.7 COMPLETANDO LA EXPLICACIÓN DEL MÉTODO

Por ahora tenemos una gran cantidad de información pero que aún está desordenada para completar el método de trabajo. Por ahora tenemos la certeza de que el problema está en nuestra placa driver, pero no sabemos cómo encarar la reparación.

Los métodos siempre piden que como primer paso se realicen las mediciones de fuentes y este caso no es diferente. Mida la tensión de entrada IN que debe estar entre 4,75 y 40V. Por lo general si se trata de un TV monitor de los que tienen la fuente externa la tensión IN tiene el mismo valor que en el LG M2550D es de 19V porque utiliza una fuente de notebook. También es común que se utilicen fuentes de 12V para establecer una compatibilidad con la red de vehículos móviles como casas rodantes, o embarcaciones. También se pueden encontrar tensiones de entrada con fuente exterior de 24V compatibles con ómnibus de larga distancia y camiones.

Los TV de gran tamaño tiene una fuente interna que por lo general producen 24V para el driver de LED. En nuestro caso entonces medimos los 19V en la pata 1 y luego los 5V regulados internamente en la pata 20. Por último medimos la pata 19 que debe tener 4,95V. Todas las mediciones deben realizarse con la masa del tester sobre la pata 17 empleando dos puntas bebé debido a la mínima separación entre patas del circuito integrado. O Mejor aún sobre la cabeza de los capacitores de desacople.

Para entender el circuito deberíamos aclarar primero como está conectado el conector de entrada. Para ello analizamos las pistas en la figura 7.7.1 relacionadas con el conector.



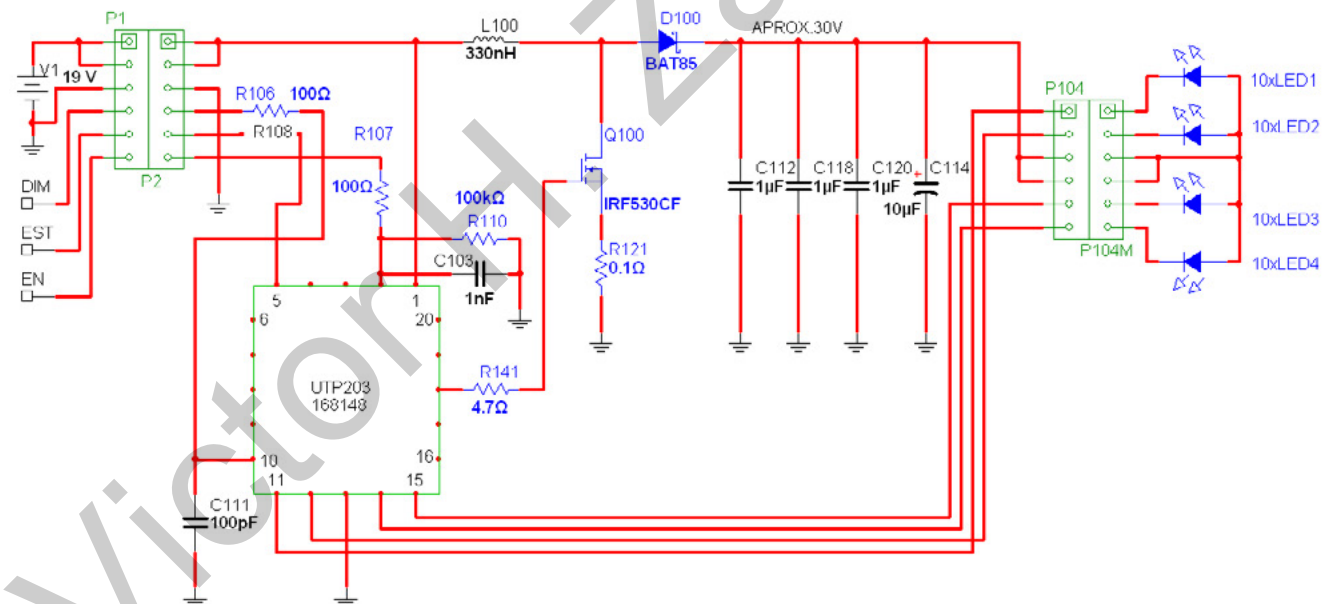
una explicación detallada en el capítulo 8. Y por último resistores de precisión de 4 números o 3 números y una letra que también explicamos en el capítulo 8.

Los resistores indicados como 01A son de 100 Ohms. Con lo que podemos explicar que la pata 3 del conector de entrada está conectada con un resistor de 100 ohms a la pata 10 del circuito integrado que es la entrada DIM PWM. Pero se observa un pequeño capacitor conectado a masa C111 para evitar la captación de pulsos finos.

La pata 5 del conector está conectada a la pata 5 del circuito integrado que es la pata de estado de funcionamiento o protección del circuito integrado pero que está desconectada por ausencia del resistor R108. Esto es algo común a la mayoría de los TVs. El microprocesador no necesita estar enterado de un malfuncionamiento de driver, porque el mismo tiene suficientes protecciones propias. Es decir que sabe cuidarse solo.

La pata 6 del conector de entrada es la pata de encendido del driver y va conectada a la pata 2 EN del circuito integrado pero lo hace interponiendo un resistor de 100 Ohms R107 y conectando la pata EN a masa con un resistor de 10K para generar el estado bajo en ausencia de la señal de encendido. También se agrega un capacitor C103 de 1000 pF para evitar la captación de pulsos de ruido.

En la figura 7.7.2 se puede observar el agregado del conector de entrada a nuestro circuito en multisim.



*Fig.7.7.2 Circuito en Multisim con conector de entrada*

Lo primero que debe medirse es la señal en la pata 6 del conector de entrada que debe tener un estado alto de 3,3 o 5V, de acuerdo al circuito integrado escaler porque de allí viene esta señal. En nuestro caso es de 3,3V que se producen cuando el TV pasa de stand by a ON.

La segunda señal a verificar es DIM. Si bien se observa que DIM solo varia el brillo de la pantalla, podría ocurrir que esté permanentemente en cero y eso implica brillo nulo, tan nulo como si el driver estuviera apagado. La medición de DIM se realiza con un osciloscopio o en su defecto con una sonda de RF bajada de mi página. Y tendrá un valor aproximado a 3,3V. El único problema es que si DIM tiene un pulso muy corto, el tester indicará 3,3V porque mide el valor pico a pico de la señal y hace caso omiso al periodo de actividad. Como la señal PWM en este integrado es de 200 Hz, se puede medir perfectamente su valor medio utilizando el tester digital sin sonda de RF. El mismo se debe encontrar en algún valor entre el 30% y el 60% de 3,3V (1 a 2V) y podría estar variando de acuerdo al contenido de la imagen aunque la pantalla permanezca a máximo brillo por estar desconectada. Que la indicación varíe no es un dato menor. Por lo contrario es un dato importante para el reparador porque significa que el escaler tiene información de video y que genera la DIM PWM correspondiente, por lo que se puede deducir que la falla es posterior al escaler. Puede ser el transmisor LVDS interno al superjunga con micro, o cualquier etapa posterior.

La tercera medición es la de la pata 5 del conector de entrada que va a indicar un valor nulo, porque este TV no utiliza esa señal para realizar un stand by. Recuerde que no está montado el resistor R108. Pero a nosotros nos puede servir la indicación para saber si el circuito integrado está en protección. Solo hay que medir la tensión en el terminal de R108 que va al circuito integrado. Esta tensión debe indicar un valor igual al de la fuente de entrada; si indica un valor bajo el circuito integrado se está protegiendo por un LED en cortocircuito, un LED abierto o un sobrecalentamiento. Observamos que para que funcione el detector de falla se debe agregar un resistor de pull-up de 10K entre la pata 5 del circuito integrado y la fuente Vin.

Si están dadas las condiciones de entrada, el driver debería funcionar porque las condiciones de carga ya fueron medidas satisfactoriamente. En caso de falla deberemos seguir con el método de reparación y para ello debemos completar el circuito. Ver figura 7.7.3.

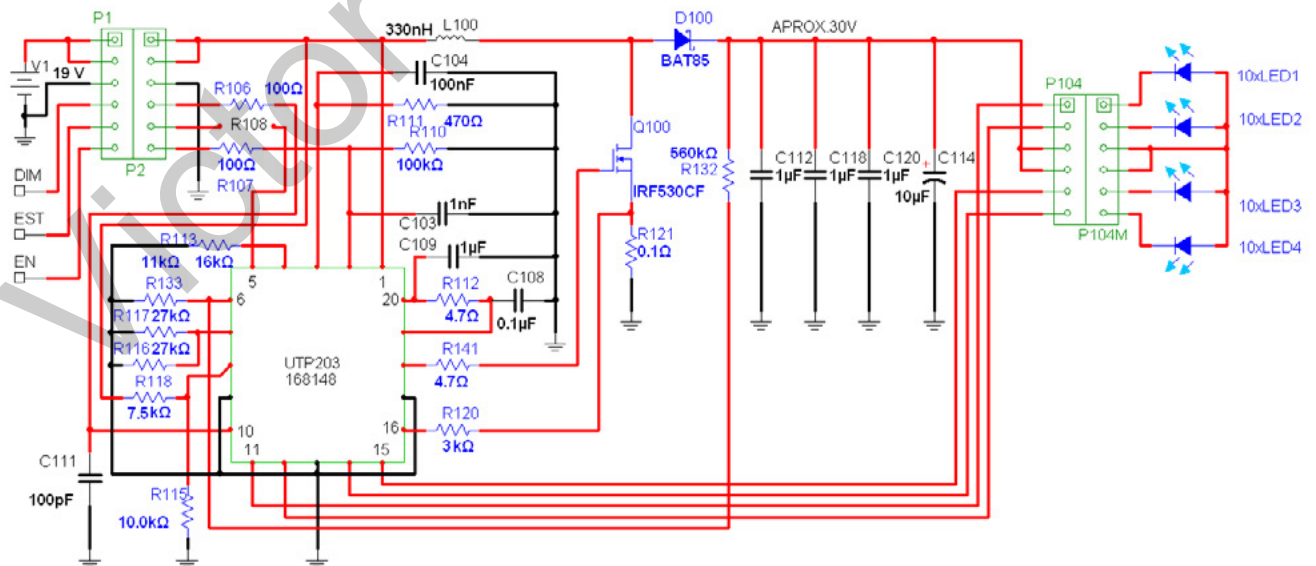
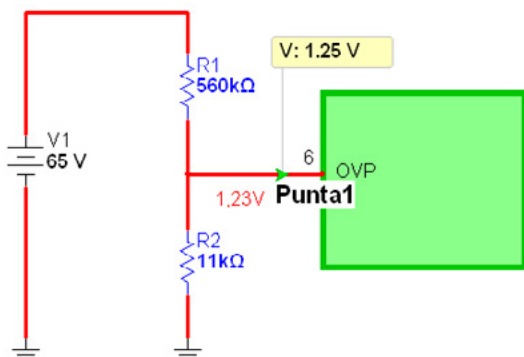


Fig.7.7.4 Circuito completo en Multisim

Para que funcione la fuente elevadora debe funcionar el oscilador electrónico interno del circuito integrado. Las condiciones mínimas para que oscile es que haya 5V en la pata 20 y que posea un resistor entre la pata 4 del circuito integrado a masa. En nuestro caso se trata de un resistor de precisión RT de 16K Ohms y según la fórmula de la especificación, la frecuencia de oscilación es de  $f = 7,35 \times 10^9 / 16K = 459 \text{ KHz}$ . Esta señal se puede medir con un tester digital porque sobre él se puede encontrar una tensión continua de 1V.

La pata 5 es la salida de estado que como sabemos está anulada por la ausencia del resistor R108. En la 6 se encuentra el divisor de ajuste de la sobretensión permitida sobre la tensión de los LEDs que en este caso es un divisor como el dibujado en la figura 7.7.5.



*Fig.7.7.5 Simulación para determinar el valor del OVP*

Como vemos se construye un divisor igual al de la plaqueta y se va modificando la tensión de fuente hasta que la salida del divisor sea de 1,23V. En nuestro caso se observa que el valor de protección es de 65V. Para probar el divisor basta con medir los resistores que lo componen pero sin olvidarse de controlar las pistas correspondientes que suelen fisurarse porque la plaqueta es más fina que lo normal. El resistor superior se debe medir entre la salida de fuente común sobre el conector P104 y la pata 6 del circuito integrado y el inferior entre la pata 6 y la pata 13 de masa del retorno de los LEDs.

La pata 7 sirve para ajustar el valor de corriente deseado por los LEDs entre 20 y 150 mA. El valor de resistencia RSET1 entre la pata 7 y masa se relaciona con la corriente eficaz por los diodos de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$RSET1 = 1500 / IO_{UT}$$

En donde  $IO_{UT}$  es la deseada corriente de salida para cada una de las cuatro cadenas de diodos. Las entradas de retorno pueden ser usadas en paralelo cuando se utilicen LEDs de alta corriente. Con dos entradas en paralelo se logra una corriente duplicada de 300 mA.

En nuestro equipo la resistencia RSET1 es el paralelo de R116 y R117 y como  $27K // 27K = 13,5K$  la corriente es de  $1500 / 13,500 = 11 \text{ mA}$  que es un valor muy conservador para obtener

una larga vida de los LEDs. Por supuesto que se necesitan más LEDs en cada cadena, para obtener el mismo brillo que otros equipos que no son de marca.

Para la reparación basta con medir el valor de la resistencia RSET1 con el tester digital para determinar si la falla se debe a este resistor abierto. Esta falla puede ser una falla no catastrófica en el caso que el resistor no se abra, sino que aumente de valor que es un caso bastante probable, en caso de intentar una inadecuada resoldadura del resistor.

La pata 8 está dedicada a determinar la existencia de uno o más LEDs en cortocircuito sobre una cadena. Su funcionamiento está determinado por el divisor de tensión ubicado en esa pata R118//R115.

El MAX16814 controla la existencia de uno o más LEDs en cortocircuito. La prueba la realiza en el momento en que se produce un borde creciente de la señal DIM. Cuando la tensión de la fuente elevadora cae un valor de unas tres barreras, el circuito integrado detecta una falla y deja permanentemente abierta la llave de retorno de esa cadena. En realidad esas tres barreras dependen de la programación realizada por el divisor de la pata 8.

Esta función es muy importante para el reparador, porque los LEDs abiertos o en cortocircuito son las fallas más comunes de los TVs LED (sobre todo los de supermercado, que suelen utilizar corrientes de LED muy altas para reducir la cantidad de diodos LED que se utilizan). Otra razón es porque no es sencillo conseguir un diodo LED de Back light y muchas veces no hay más recursos que ponerlo en cortocircuito si está abierto, o dejarlo conectado en cortocircuito, pero evitando que se apague la cadena. En ese caso se debe cancelar la protección.

Para cancelar la protección solo se debe levantar el resistor R115. El lector seguramente ya se dio cuenta que si se abre el resistor R118 se produce la detección de una falla inexistente. Por eso ante una falla catastrófica del Back light, se debe medir la tensión de la pata 8 calculando el valor de la tensión con la fórmula clásica de un divisor de tensión a saber:

$$V8 = V_{in} \left( \frac{R115}{R115 + R118} \right)$$

Como sabemos la señal PWM de DIM controla el brillo del Back light cuando el TV está predisposto para control dinámico de brillo. Pero aunque no lo esté, es imprescindible su existencia en un valor con tiempo de actividad fijo, porque las llaves internas de cadena se mueven en sincronismo con DIM y su inexistencia genera una falla catastrófica en el Back light.

La pata 10 es precisamente la entrada de DIM y se conecta a la pata 4 del conector de entrada por intermedio de un filtro pasabajos formado por R106 y C111, colocado para evitar el ingreso de señales espurias por el flex de entrada. La entrada DIM se prueba con un osciloscopio, un frecuencímetro o una sonda de RF y debe tener la amplitud normalizada para señales TTL o para señales TTL modificadas es decir 5V o 3,3V. La medición se debe realizar sobre la pata 10 del circuito integrado y si no existe el valor correcto ir hacia atrás hasta llegar a la pata de salida del superjungla con micro. En el LG M2550D tiene una frecuencia de 200 Hz, en otras marcas y modelos puede ser de 400 Hz, pero en realidad puede ser de una frecuencia mayor no sincronizada con la frecuencia vertical como por ejemplo 5 KHz. La frecuencia máxima puede ser tan alta como la frecuencia de la fuente elevadora dividido 5.

La pata 16 (CS) es la entrada de la muestra de corriente. Cumple la misma función que en cualquier fuente elevadora de tensión independientemente de que en este caso la realimentación de la señal de error no es de tensión sino de corriente de pico por las cadenas de LEDs. Pero la fuente elevadora no sabe nada de este cambio de funcionamiento y requiere una muestra de la corriente que circula por el MOSFET llave para protegerlo en caso de que sea excesiva. Entre la pata 16 y la resistencia shunt se coloca un resistor separador R120 de 3K para cortar la cadena de eventos que se produce cuando se pone en cortocircuito el MOSFET. En ese caso se quema el shunt y la resistencia R120 aplica la tensión de fuente Vin a la pata 16 y produce el corte de la salida de Gate para protegerla y se protege a sí misma con un diodo interno. En el funcionamiento normal sobre la pata 16 se produce una señal de diente de sierra con una amplitud de pico que no debe superar los 400 mV ya que ese es el nivel de corte de la señal de gate. Observe que en nuestro caso eso ocurre cuando por la resistencia shunt circula una corriente de  $I_{pico} = 0,4V/0,1Ohms = 4 \text{ Amp}$ .

Para analizar el correcto funcionamiento de esta sección se puede usar un osciloscopio para medir la tensión sobre el resistor shunt y observar que no se acerque mucho al límite. También se puede medir el resistor R120 con un tester digital. El resistor shunt solo se puede medir con un medidor de bajas resistencia armado según las indicaciones del eBook "Instrumentos especiales".

Por la pata 18 sale finalmente la señal del GATE que es una señal rectangular con tiempo de actividad variable. Su amplitud va del nivel de masa al de la fuente del driver de salida que fue medida anteriormente en la pata 19 y que es de 4,9V.

En la pata 19 se encuentra justamente la fuente del driver de salida tomada desde la pata 20 (que es la salida de 5V regulada) con el resistor R112 y filtrada a masa por el capacitor C108.

Entre la pata 18 y el gate se coloca un resistor de limitación de corriente para no sobrecalentar la metalización del gate. Observe que este circuito es muy simple en comparación con los clásicos excitadores que utilizan dos resistores de bajo valor y un diodo Schottky.

Comprobadas las señales de entrada, las protecciones y las fallas del sector de potencia, la etapa debería estar funcionando. Si aún no lo hace, entonces se debe probar el circuito integrado. El orden de realización de las pruebas no es ocioso. Fue elegido en función de los nuevos índices de fallas de los componentes y por la dificultad de cambio que presenta el circuito integrado, con su isla disipadora central. Esta dificultad será atendida en el capítulo 8.

## 7.8 CONCLUSIONES

En este capítulo presentamos el análisis de un driver de LED sin tener prácticamente información sobre el mismo. Si bien es cierto que finalmente encontramos la especificación del circuito integrado, bien podríamos haber tenido la posibilidad de reparar la falla sin la misma.

Por supuesto que nos habríamos encontrado con divisores de tensión o resistores sin saber para qué sirven. Pero podríamos haber confirmado que los mismos tuvieran los valores correctos midiendo la atenuación y resistencia de los mismos sin sacarlos del circuito impreso. Es decir que si no hubiéramos conseguido la información del circuito integrado habríamos hecho la reparación igual, pero no hubiéramos aprendido todo lo que aprendimos.

Una reparación nos debe dejar tres resultados palpables. Dinero en mano, conocimiento en nuestro cerebro, que nos permita encarar la próxima reparación en mejores condiciones y algún instrumento de prueba casero que nos ayude en futuros trabajos.

Victor H. Zamudio

## Capítulo 8

EN EL ÚLTIMO CAPÍTULO DEL BLOQUE I DE LA BIBLIA DEL LED VAMOS A TRATAR UNO DE LOS TEMAS MAS PRÁCTICOS CON REFERENCIA A LA REPARACIÓN: ES LO QUE PODRÍAMOS LLAMAR EL POST DIAGNÓSTICO. ANTES, EN LOS EQUIPOS TRC, CUANDO SABÍAMOS CUAL ERA EL COMPONENTE DAÑADO, LA REPARACIÓN ESTABA PRÁCTICAMENTE REALIZADA, PORQUE EL CAMBIO DE COMPONENTES ERA UN TRABAJO SIMPLE Y RÁPIDO. AHORA, MUCHAS VECES, DECIMOS QUE RECIÉN EMPIEZA.



## 8.1 INTRODUCCIÓN

Todos los TV LED están fabricados con componentes SMD porque el costo de los componentes comunes es prohibitivo por el costo del mismo o por el costo del armado común. En realidad esto ya había comenzado con los últimos TV TRC que aparecieron en el mercado. Pero el tamaño de los SMD se redujo a componentes tan pequeños que ya no admiten casi el marcado y su desoldadura y soldadura es sumamente complicada de modo tal que ya no puede ser realizada por el aprendiz del laboratorio.

Los procedimientos que podríamos llamar mecánicos insumen ahora un gran porcentaje del tiempo de reparación total.

Por otro lado ahora surge un nuevo problema que es la falta de componentes aun la de los más comunes como resistores y capacitores SMD que muchas veces nos obliga a recuperar materiales.

Otro problema es que los componentes que se compran en forma genérica como transistores bipolares, MOSFETs, diodos y otros ahora tienen características especiales, o no tienen la especificación en Internet y es muy difícil encontrar un reemplazo.

Todo esto nos obliga a tomar medidas que incluyen inversiones de las cuales las correspondientes al rubro aprendizaje, son en realidad las menores pero las más necesarias. Nadie con un mínimo conocimiento del gremio de los reparadores, deja de vaticinar que en lo sucesivo el aprendizaje permanente va a ser una necesidad insalvable. No le pido demasiado a los lectores, si les digo que destinen 2 o 3 horas semanales al estudio, para mantenerse al día con las nuevas tecnologías que aparecen constantemente.

Algo más. Antes había componentes de lo que nunca sospechábamos al realizar una reparación. Hoy en día todo está en dudas; ahora fallan los resistores, los capacitores cerámicos y las plaquetas de circuito impreso tanto como los capacitores electrolíticos y los circuitos integrados.

Tal vez lo estoy asustando en exceso cuando le digo que va a tener que hacer inversiones. No se asuste, porque no es necesario realizarlas a todas de golpe. Pero piense que con un soldador de punta cerámica y un tester digital no alcanza para reparar TVs LCD y mucho menos para TV LED. Tenga en cuenta, cuando cobra un trabajo, que debe destinar cierta parte de dinero a las inversiones productivas. Tal vez el viejo criterio de la lata con una ranura pueda ser el más indicado.

Y ahora comenzamos este capítulo dando a conocer como son los componentes con los cuales va a tratar en lo sucesivo y sobre todo aprender a leer sus códigos de marcación que son un mundo aparte. Luego vamos a realizar las mediciones postuladas en el capítulo 7 en forma práctica porque desde ya le digo que soldar un alambrecito y colgar de allí el osciloscopio o el frecuencímetro o la sonda de RF es un pecado capital, que implica seguramente la rotura de un circuito impreso y por último le vamos a enseñar a reparar circuitos impresos con pistas de 0,2 mm.

## 8.2 LA DESOLDADURA DE RESISTORES Y CAPACITORES SMD

En la figura 8.2.1 mostramos una fotografía de los resistores SMD para que el lector se pueda ubicar sobre la forma de los mismos.



*Fig.8.2.1 Fotografía de diferentes resistores SMD*

Los resistores se reconocen por el nombre de su encapsulado que posee cuatro números en grupos de a dos. Por ejemplo un resistor muy común es el 0201. Este resistor tiene dimensiones en milímetros que no tiene nada que ver con el nombre. En realidad el nombre tiene cierta relación con las dimensiones en pulgadas pero no de forma inmediata. A continuación vamos a mostrar la llamada tabla de potencias que indica la potencia soportada por cada nombre de resistor independientemente de su valor resistivo.



Encapsulado	Dimensiones en pulgadas (L×W)	Dimensiones en mm (L×W)	Potencia
0201	0.024" × 0.012"	0.6 mm × 0.3 mm	1/20W
0402	0.04" × 0.02"	1.0 mm × 0.5 mm	1/16W
0603	0.063" × 0.031"	1.6 mm × 0.8 mm	1/16W
0805	0.08" × 0.05"	2.0 mm × 1.25 mm	1/10W
1206	0.126" × 0.063"	3.2 mm × 1.6 mm	1/8W
1210	0.126" × 0.10"	3.2 mm × 2.5 mm	1/4W
1812	0.18" × 0.12"	4.5 mm × 3.2 mm	1/3W
2010	0.20" × 0.10"	5.0 mm × 2.5 mm	1/2W
2512	0.25" × 0.12"	6.35 mm × 3.2 mm	1W

*Fig. 8.2.2 Tabla de potencia de los resistores SMD*

Para que se familiarice con estos nuevos componentes le damos el siguiente ejemplo: Si a un resistor 0201 de 100 Ohms se le hace circular 1 mA sobre él se disipa 100 mW y se quema. Y si el resistor es de 1 MOhm y se le aplica una tensión de 40V se quema por aislación aunque soporte la potencia.

Esto significa que estos componentes son muy sensibles a las sobrecorrientes y sobretensiones y por lo tanto mucho más susceptibles de fallar que los componentes clásicos. Los resistores SMD son los que ofrecen un mayor desafío en lo que respecta al sobrecalentamiento y el condenado a muerte preferido de los reparadores no entrenados.

Resoldar resistores es el mejor modo de dañar a los que están en buenas condiciones complicando infinitamente una reparación.

En la mayoría de los casos, los resistores se pueden medir sin desoldar utilizando las puntas para tester especiales fabricadas con jeringas descartables para bebés que Ud. puede construir según las indicaciones gratuitas de mi página [www.picerno.com.ar](http://www.picerno.com.ar) o [www.albertopicerno.com](http://www.albertopicerno.com) sección “Artículos”.

Sólo cuando se trate de resistores de menos de 5 Ohms, o cuando están en paralelo con otro resistor o un inductor, no se pueden medir montados en la plaqueta y deben ser desoldados con un soldador especial con temperatura controlada de la punta. Como alternativa, si Ud. no posee un soldador para SMD pero tiene un soldador con temperatura controlada, le recomendamos construir lo que llamamos soldador de punta bífida que se observa en la figura 8.2.3.



**Fig.8.2.3 Soldador de punta bífida**

El tamaño del soldador debe estar adaptado al tamaño del resistor y con la variedad de soldadores existentes no podemos generar tablas que nos ayuden en la elección.

Cualquiera sea el método utilizado para desoldar el resistor siempre es conveniente desoldar ayudado por una pinza de punta chica o una bruseles tal como se observa en la figura 8.2.4.



*Fig.8.2.4 Disipación forzada al desoldar con una Bruselas*

Las indicaciones para la desoldadura son las siguientes:

Ajuste la separación de las puntas para que tengan un ancho algo mayor que el largo del resistor.

Ajuste la temperatura del soldador a aproximadamente 230 °C y pruebe si la soldadura se licua. Si no se licua significa que la plaqueta esta soldada con estaño puro y debe levantar la temperatura a 270 °C.

Tome el resistor por su cintura con la pinza Bruselas para disipar el calor y cuando las dos cabezas del resistor estén fundidas retírelo con cuidado.

A continuación le entregamos el video correspondiente de la reparación de un driver de LED con un resistor abierto.

Un capacitor cerámico multicapa se desuelda del mismo modo así que nos ahorramos las explicaciones correspondientes.

Si Ud. está utilizando un soldador para SMD con temperatura controlada de la punta debe tocar en forma alternativa y repetitivamente en las cabezas del resistor hasta que ambas tengan la soldadura líquida.

La desoldadura con malla desoldante es también posible pero es difícil usar la malla y al mismo tiempo la pinza que disipa el cuerpo del resistor.

Le ofrecemos al lector un video sobre desoldadura de un resistor SMD

## 8.3 LECTURA DEL VALOR DE RESISTORES

Los resistores de la serie del 5% de valores mayores a 10 están individualizados por tres números que se interpretan como el primer dígito, el segundo dígito y la cantidad de ceros, tal como se lee un código de colores.

Los valores menores a 10 incluyen una letra R que se lee como una coma, de modo que el primer resistor de la figura 8.3.1 es de 2,2 Ohms y el segundo es de 0,22 Ohms.



*Fig.8.3.1 Código de 3 dígitos para resistores menores a 10 Ohms*

NOTA: Entre los resistores SMD existen los de 0 Ohms, ya que en esta tecnología no hay posibilidades de hacer puentes de alambre y los puentes se hacen con un resistor de resistencia nula.

Para generar un código al 1% se requieren cuatro caracteres alfanuméricos y no hay espacio para ellos en los resistores más chicos. Entonces hay dos modos de realizar una codificación que explicamos a continuación:

Si entran los 4 caracteres se codifican como primer dígito, segundo y tercero y luego la cantidad de ceros. Pero para menores de 100 ohms se utiliza la letra R como coma. Ver la figura 8.3.2.



EJEMPLOS	
0R10	0 + "," + 10 = 0,10 Ω
0R47	0 + "," + 47 = 0,47 Ω
1R20	1 + "," + 20 = 1,20 Ω
4R70	4 + "," + 70 = 4,7 Ω
10R0	10 + "," + 0 = 10 Ω
47R0	47 + "," + 0 = 47 Ω

TOLERANCIA 1%

*Fig.8.3.2. Resistores de precisión con cuatro dígitos*

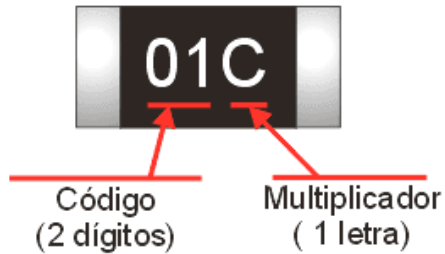
Recientemente, los fabricantes han introducido para las resistencias de precisión, un nuevo sistema de códigos llamado EIA-96 que es imposible de descifrar si no tenemos la tabla de referencia. En los códigos de tres y cuatro cifras que hemos visto, el número impreso dispone de toda la información necesaria para conocer el valor de resistencia. Por el contrario en el EIA-96 las primeras dos cifras del número leído es un número índice de una tabla en la que encontraremos el valor equivalente, mientras que la letra final equivale al multiplicador.

Este es entonces un sistema codificado, en donde el valor escrito en el resistor no tiene nada que ver con el valor real.

Para reconocer si una resistencia esta codificada en EIA-96, basta con fijarse si el código tiene una letra al final. El multiplicador 0,01 (resistencias con valores entre 1 ohm y 9,9 ohms) se puede codificar con la letra Y o también con la letra R. Lo mismo sucede con el multiplicador 0,1 (resistencias entre 10 ohms y 99 ohms) que se puede codificar con la letra X o también con la letra S.

En la figura 8.3.3 se puede observar la tabla que nos permite leer el valor del resistor.

Resistencias SMD de precisión,  
con 1% de tolerancia y con  
código EIA-96



Código	Multiplicador
Z	0.001
Y or R	0.01
X or S	0.1
A	1
B or H	10
C	100
D	1000
E	10000
F	100000

Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor	Código	Valor
01	100	25	178	49	316	73	562
02	102	26	182	50	324	74	576
03	105	27	187	51	332	75	590
04	107	28	191	52	340	76	604
05	110	29	196	53	348	77	619
06	113	30	200	54	357	78	634
07	115	31	205	55	365	79	649
08	118	32	210	56	374	80	665
09	121	33	215	57	383	81	681
10	124	34	221	58	392	82	698
11	127	35	226	59	402	83	715
12	130	36	232	60	412	84	732
13	133	37	237	61	422	85	750
14	137	38	243	62	432	86	768
15	140	39	249	63	442	87	787
16	143	40	255	64	453	88	806
17	147	41	261	65	464	89	825
18	150	42	267	66	475	90	845
19	154	43	274	67	487	91	866
20	158	44	280	68	499	92	887
21	162	45	287	69	511	93	909
22	165	46	294	70	523	94	931
23	169	47	301	71	536	95	953
24	174	48	309	72	549	96	976

Fig.8.3.3 Tabla EIA-96

Para que no queden dudas con referencia a la aplicación de la tabla a continuación agregamos algunos ejemplos en la figura 8.3.4.

01Y	$100 \times 0,01 = 1 \Omega$
12X	$130 \times 0,1 = 13\Omega$
01A	$100 \times 1 = 100 \Omega$
18B	$150 \times 10 = 1,5K$
30C	$200 \times 100 = 20K$
52D	$340 \times 1000 = 340K$

*Fig.8.3.4 Ejemplo de aplicación de la tabla EIA-96*

¿Se utilizan muchos resistores de la serie del 1% en los TV LED? Sí, sobre todo en las plaquetas T-COM, en la fuente para los divisores fijos de ajuste de la tensión de salida de las fuentes reguladas y justamente en la etapa que estamos estudiando, los drivers de LEDs, en los ajustes de fábrica de la corriente por los LED, la frecuencia de la fuente elevadora y otros parámetros que se predisponen por resistores conectados sobre las patas del circuito integrado.

¿Y es muy probable que estos resistores fallen? Sí, y por múltiples razones. La principal razón es que por razones de economía el fabricante del TV (sobre todo si es una marca de supermercado) utiliza el resistor de la menor potencia posible. A la menor sobrecarga dicho resistor de abre o lo que es peor cambia de valor ya que son resistores de lámina de metal, ajustados por oxidación de la misma. Si se sobrepasa la potencia por algunos instantes, el resistor puede aumentar de valor en un porcentaje que depende de la sobrecarga.

La segunda razón es que debido a su pequeño tamaño y al tipo de construcción, su tensión de aislación es muy baja, partiendo de unos 50V para los resistores de 1/20 W y llegando a los 200V para los de 1W. El problema es tal, que inclusive una fuga en el soldador puede dañar un resistor si este es de alto valor.

La tercera razón está relacionada con la primera. La inveterada costumbre de resoldar componentes que a la vista están perfectamente soldados y con un soldador inadecuado, sin control de temperatura de la punta. Nuestras mediciones en soldadores de uso común en la reparación, llegó a valores de temperatura de 500 °C. Con este soldador un toque de 1 segundo equivale a una condena de muerte para el resistor, o por lo menos una alteración de su valor resistivo.

Si el reparador de un driver de LED observa que las soldaduras fueron repasadas debe realizar las mediciones completas indicadas en el capítulo 7 para tener alguna posibilidad de reparar la falla original, más todas las creadas por los reparadores inexpertos y resoldadores compulsivos.



## 8.4 LECTURAS DE VALORES DE LOS CAPACITORES

Existen varios tipos de capacitores SMD que mostramos en la fotografía de la figura 8.4.1.



*Fig.8.4.1 Fotografía de capacitores SMD*

Los valores de capacidad desde 1 pF hasta 1 uF con 50V de tensión de trabajo, son cubiertos por los capacitores cerámicos multicapas. Los capacitores de la serie del 5% suelen tener anotado su valor en pF por el método clásico de los tres dígitos. Pero los de menor precisión del tipo -20 +50%, usados en desacoples, suelen presentarse libres de marcas y se deben reconocer por sus dimensiones y su color del cuerpo. Estos capacitores se fabrican solo en valores enteros de 1nF; 10 nF, 100 nF, .1uF, 1 uF y 10 uF.

Los capacitores cerámicos multicapa no son por lo general marcados y con un medidor de capacitancia (por lo general el del mismo tester digital) y compararlo con otro de la misma plaqueta del que no se sospecha ningún problema (desde ya el proceso es cruento y debe realizarse con gran cuidado).

Los materiales utilizados para fabricar los capacitores, tal como tantalato de níquel, poseen diferentes colores y estos pueden dar una idea aproximada de la capacitancia del componente. En la tabla de la figura 8.4.2. se puede observar una equivalencia aproximada entre el color y la capacidad.

COLOR	CAP. MÍNIMA	CAP. MÁXIMA
GRIS CLARO	0 pF	100 Pf
GRIS MEDIO	10pF	10 nF
MARRÓN CLARO	1nF	100nF
MARRÓN MEDIO	10nF	1uF
MARRÓN OSCURO	100Nf	10 uF
GRIS OSCURO	.5mF	50 mF

*Fig.8.4.2 Tabla del valor del capacitor según el color*

Generalmente el tamaño físico es proporcional a la capacitancia y a la tensión al cuadrado, para el mismo dieléctrico. Por ejemplo, un capacitor 100nF x 50 V puede venir en el mismo encapsulado que un dispositivo de 10 nF x 150V.

Por lo general los SMD cerámicos, presentan el mismo color del encapsulado, en las cuatro caras que no están cubiertas por las puntas metalizadas de los extremos.

Los capacitores SMD electrolíticos generalmente de tantalio, y los capacitores de película metálica, están marcados como las resistencias, con dos cifras significativas y un multiplicador en pF. Por ejemplo:

$$104 = 100 \text{ nF} = 100000 \text{ pF}$$

$$226 = 22 \text{ mF} = 22000000 \text{ pF}$$

Los capacitores electrolíticos suelen ser encapsulados en resina epoxi negra o beige con tiras de metal en la parte inferior que ofician de terminales SMD.

A los efectos de tener una dimensión tipo en la figura 8.4.3 damos un listado de capacitores adecuados solo para desacople.

MODELO	0201				0402				0603				0805				1206				1210			
(L) Largo	mm 0.60 ± 0.03 (0.024 ± 0.001)				mm 1.00 ± 0.10 (0.040 ± 0.004)				mm 1.60 ± 0.15 (0.063 ± 0.006)				mm 2.01 ± 0.20 (0.079 ± 0.008)				mm 3.20 ± 0.20 (0.126 ± 0.008)				mm 3.20 ± 0.20 (0.126 ± 0.008)			
(M) Ancho	mm 0.30 ± 0.03 (0.011 ± 0.001)				mm 0.50 ± 0.10 (0.020 ± 0.004)				mm .81 ± 0.15 (0.032 ± 0.006)				mm 1.25 ± 0.20 (0.049 ± 0.008)				mm 1.60 ± 0.20 (0.063 ± 0.008)				mm 2.50 ± 0.20 (0.098 ± 0.008)			
(t) Terminal	mm 0.15 ± 0.05 (0.006 ± 0.002)				mm 0.25 ± 0.15 (0.010 ± 0.006)				mm 0.35 ± 0.15 (0.014 ± 0.006)				mm 0.50 ± 0.25 (0.020 ± 0.010)				mm 0.50 ± 0.25 (0.020 ± 0.010)				mm .50 ± 0.25 (0.020 ± 0.010)			
<b> AISLACIÓN </b>	6.3	10	6	10	16	25	50	10	16	25	50	10	16	25	50	10	16	25	50	10	16	25	50	
Cap (pF)																								
820																								
1000																								
2200																								
Cap (µF)																								
4700																								
0.010																								
0.022																								
0.047																								
0.10																								
0.22																								
0.33																								
0.47																								
1.0																								
2.2																								
4.7																								
10.0																								
22.0																								
47.0																								

LETRA	A	C	E	G	J	K	M	N	P	Q	X	Y	Z
ALTURA T	0.33 (0.013)	0.56 (0.022)	0.71 (0.028)	0.90 (0.035)	0.94 (0.037)	1.02 (0.040)	1.27 (0.050)	1.40 (0.055)	1.52 (0.060)	1.78 (0.070)	2.29 (0.090)	2.54 (0.100)	2.79 (0.110)

Fig.8.4.3 Listado general de capacitores de desacople

El fabricante solo fabrica preferencialmente los capacitores marcados con un cuadradito de color. Adentro del cuadradito se encuentra una letra que indica la altura del capacitor que se encuentra en la tablita inferior.

En todas las dimensiones la cifra superior se lee en mm y la inferior en pulgadas.

En rojo se indican los capacitores que habitualmente encontramos en los driver de LED. Ahora, en función de las dimensiones del capacitor a reemplazar, podemos saber cuál

es su valor de capacidad asumiendo que es un capacitor de 50V. Con este método podríamos cometer un error de reemplazo, pero como se trata de un desacople no puede ser un error muy grave. En todo caso podría poner un capacitor más grande para mejorar el desacople.

Existen algunos fabricantes de capacitores que se acuerdan del reparador y marcan sus capacitores. Existen dos criterios al respecto porque hay capacitores con suficiente lugar para utilizar el clásico código de 3 números. En otros el fabricante utiliza una tabla que provee una mantisa y un multiplicador con los cuales se conforma el valor. Ver la figura 8.4.4.

Letra	Mantisa	Letra	Mantisa	Letra	Mantisa
A	1.0	J	2.2	S	4.7
B	1.1	K	2.4	T	5.1
C	1.2	L	2.7	U	5.6
D	1.3	M	3.0	V	6.2
E	1.5	N	3.3	W	6.8
F	1.6	P	3.6	X	7.5
G	1.8	Q	3.9	Y	8.2
H	2.0	R	4.3	Z	9.1

*Fig.8.4.4 Tabla de marcación de valores de capacidad*

Los capacitores están marcados con una letra seguida por un número. La letra indica el valor significativo, al que se le agregan tantos ceros como indica el número. El valor se lee en pF.

Por ejemplo un J3 es de 22000 pf (22 por la J y tres ceros por el número 3) haciendo la equivalencia de unidades sería un capacitor de 22 nF o .022 uF.

## 8.5 REEMPLAZO DE DIODOS LEDS

Encontrar diodos LEDs para Back Light en América Latina, es un verdadero problema. Los diodos LEDs se compran en forma genérica como cualquier otro diodo. Sólo hay que tener en cuenta las características generales del diodo, a saber, tensión de barrera a la corriente de trabajo de la cadena, corriente máxima soportada por el mismo y sobre todo el encapsulado.

Es decir que hay que encontrar la especificación del diodo quemado y la del que nos ofrecen en el comercio. Pero no tiene mayor sentido ubicar un diodo exactamente igual. Inclusive en el caso más extremo, se puede dejar el sector del diodo sin iluminar, que seguramente no se va a apreciar una diferencia notable en el Back Light.

Cuando tenga una sola cadena y encuentre un LED quemado simplemente déjelo en cortocircuito. Pero entonces la pregunta es: ¿Por qué el cliente trajo el TV? Seguramente tiene otra falla además del diodo y el aparato pasó por otro servicio técnico, donde se quemó el diodo de Back light. Piense en que el sistema de protección del circuito integrado no puede encontrar una diferencia de 1 en 60 que es la cantidad total aproximada de diodos de un TV LED de 32”.

Si el sistema es con dos o más cadenas es importante que todas las cadenas tengan una barrera total idéntica. Un LED de Back Light tiene una barrera típica de 3 a 3,5V así que debe colocar uno o dos LEDs en serie con esa misma barrera, para reemplazar el LED quemado. No importa el color o el tipo, mientras soporte la corriente, porque su luz no debe llegar a la pantalla. Verifique las especificaciones para que las tensiones de barrera y las corrientes correspondan.

¿Cómo se cambia un LED? Como se trata de componentes con dos patas el modo adecuado de desoldarlo es con el soldador de punta bífida.

Pero en general son componentes con patas tipo aletas para disipar la potencia interna. Esto significa que posiblemente sea necesario el uso de un soldador de punta bífida de 50 o 60W y alambre de cobre de 1,5 mm para la punta.

También debe tener en cuenta que las aletas van a enfriar las puntas de alambre, por lo que la temperatura en vacío de las puntas seguramente va a tener que ser más alta que lo normal.

## 8.6 SOLDADURA DE COMPONENTES DE DOS PATAS

Recomendamos soldar todos los componentes de dos patas con el soldador de punta bífida aunque parezca que puede ser soldado fácilmente con una punta común para SMD. Sólo aconsejamos el soldador especial para SMD con temperatura controlada de la punta para los componentes más pequeños.

La razón es que con la punta bífida el calor se distribuye en forma más equitativa evitándose la posibilidad de generar estrés térmico. Además, al calentar las dos islas al mismo tiempo el componente navega sobre la soldadura fundida autoubicándose exactamente en su lugar.

Por supuesto que se debe trabajar con un soldador de temperatura controlada y aquí comienza el problema porque los soldadores para SMD no suelen tener posibilidades de sujetarle el alambre de la punta bífida.

La solución, si Ud. tiene un soldador para SMD con temperatura controlada es situar el componente con toda precisión sobre las islas bien limpias de restos de soldadura pegado con la gotita (cianocrilato) y soldar las patas de a una.

Aunque la plaqueta esté soldada originalmente con soldadura libre de plomo, recomendamos que vuelva a resoldar con aleación eutéctica.

Recuerde siempre que el fabricante limita la cantidad de calor que acepta el componente y no la temperatura. Esto significa que debe realizar la soldadura en el menor tiempo posible que permita soldarlo perfectamente.

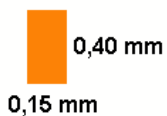
Terminado el trabajo limpie la plaqueta con alcohol isopropílico aplicado con un cepillo de dientes viejo. O lave la plaqueta en la mesa vibradora casera que presentamos en mi página.

## 8.7 CÓMO REALIZAR LAS MEDICIONES PROPUESTAS EN EL CAPÍTULO 7

Nunca transfiera las técnicas que utilizamos durante años en los TV con componentes clásicos, a un TV con componentes SMDs. No suelde alambres sobre la cabeza de los componentes SMD para conectar el tester, el osciloscopio, el frecuencímetro, etc, porque lo único que va a conseguir es romper el componente y el circuito impreso.

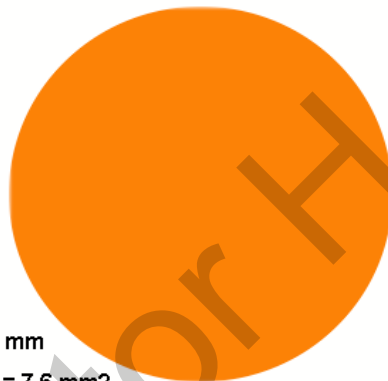
La razón de este fenómeno es que la adherencia de la isla, al material fenólico de la plaqueta, es muchísimo menor que en un componente clásico debido a que la misma es función de la superficie de la isla y esta tiene una superficie recomendada que se puede ver en la figura 8.7.1 comparada con la isla de un resistor clásico del tipo CR25 (de 1/8 de W).

Superficie = 0,6 mm<sup>2</sup>



Diametro 3 mm

Superficie = 7,6 mm<sup>2</sup>



*Fig. 8.7.1 Superficie comparativa de una isla SMD y clásica*

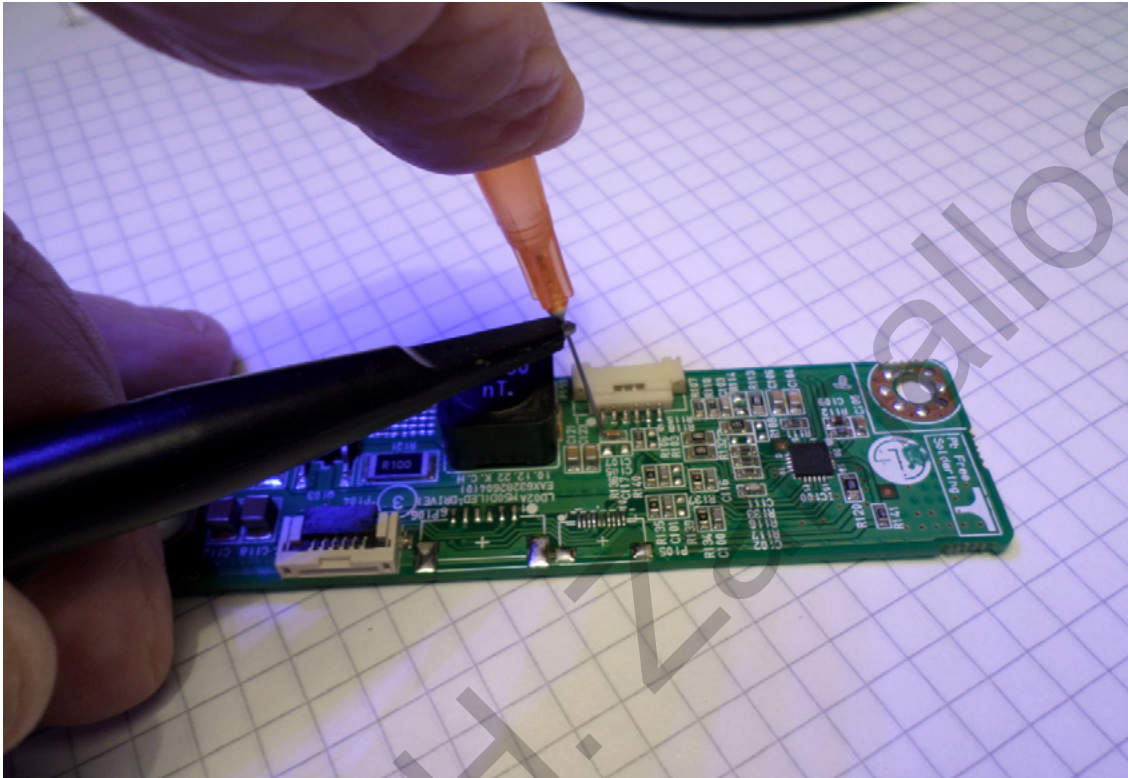
Visualmente se puede observar que la diferencia es notable; matemáticamente es una relación de 1 : 12,6 veces. Pero además se debe considerar que en el componente clásico el alambre pasa hacia el otro lado del material fenólico y se construye algo similar a un remache con la cabeza del componente. Y por último los circuitos impresos ahora tienen un espesor menor y la capa de cobre está en proporción directa con ese espesor.

Ud. dirá: Estoy convencido pero, ¿cómo hago para medir dos oscilogramas que debo comparar y por lo tanto los debo efectuar al mismo tiempo?

Vayamos por pasos. Si tenemos que realizar una sola medición, por ejemplo con el tester,

podemos recurrir a nuestra vieja amiga la punta bebé.

Si tenemos que realizar un oscilograma puedo mantener con un dedo una aguja hipodérmica pinchada sobre la soldadura del componente y conectar la punta retráctil del osciloscopio sobre la misma como se observa en la figura 8.7.2.

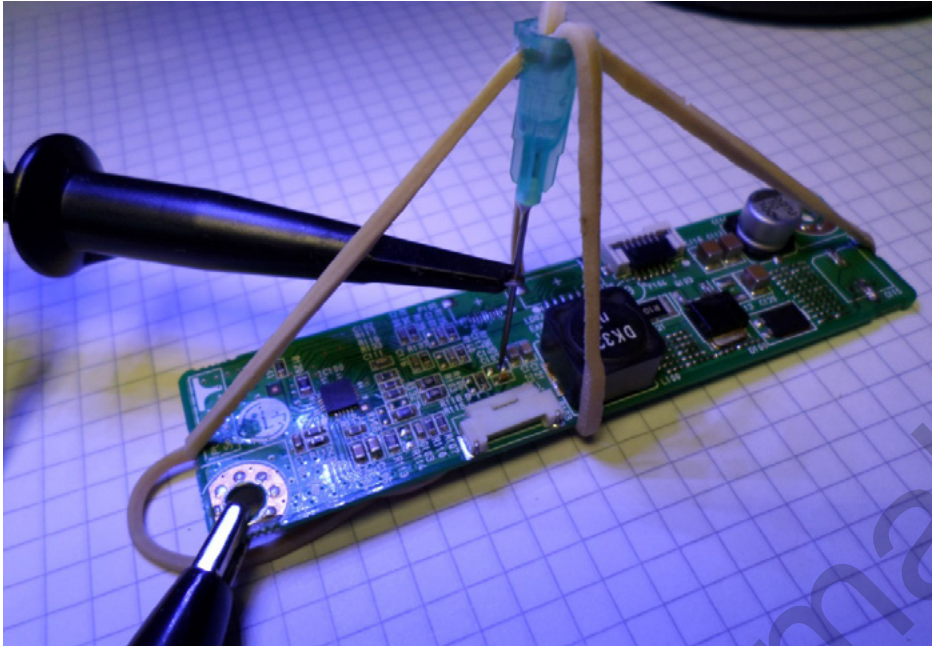


0072

*Fig.8.7.2 Punto de prueba con aguja hipodérmica*

Por supuesto que no es una posición muy cómoda pero es un método que se puede utilizar.

Sería mucho mejor que la aguja hipodérmica se mantuviera sola en su lugar. Eso se logra con el agregado de dos banditas elásticas utilizadas como riendas de la aguja tal como se muestra en la figura 8.7.3.

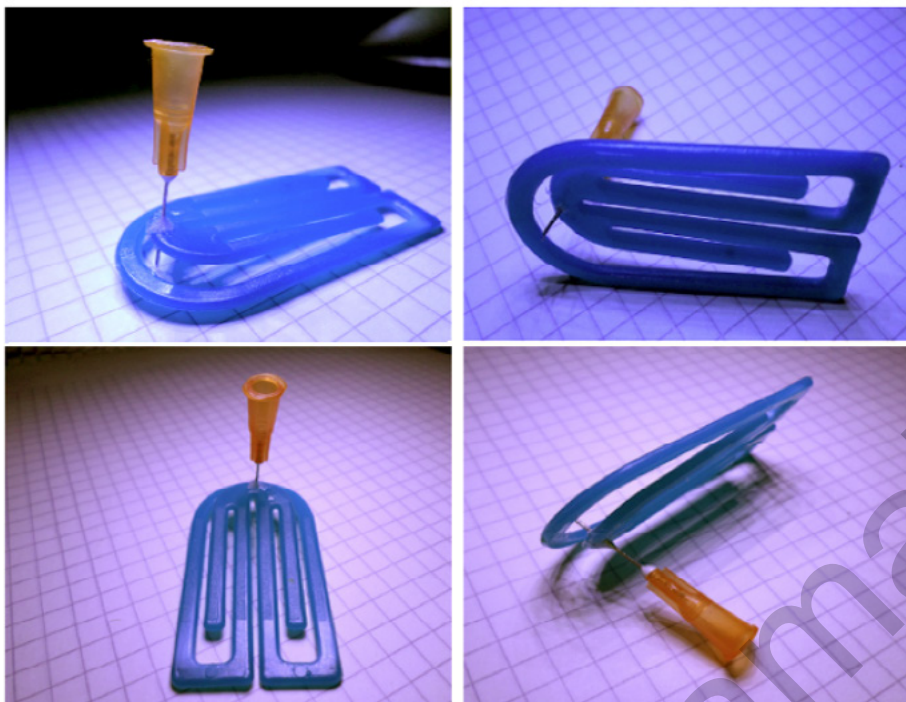


0073

*Fig.8.7.3 Punto de prueba con manos libres*

Esta es una solución aceptable porque resulta difícil equilibrar las riendas de goma con la punta del osciloscopio tirando de costado.

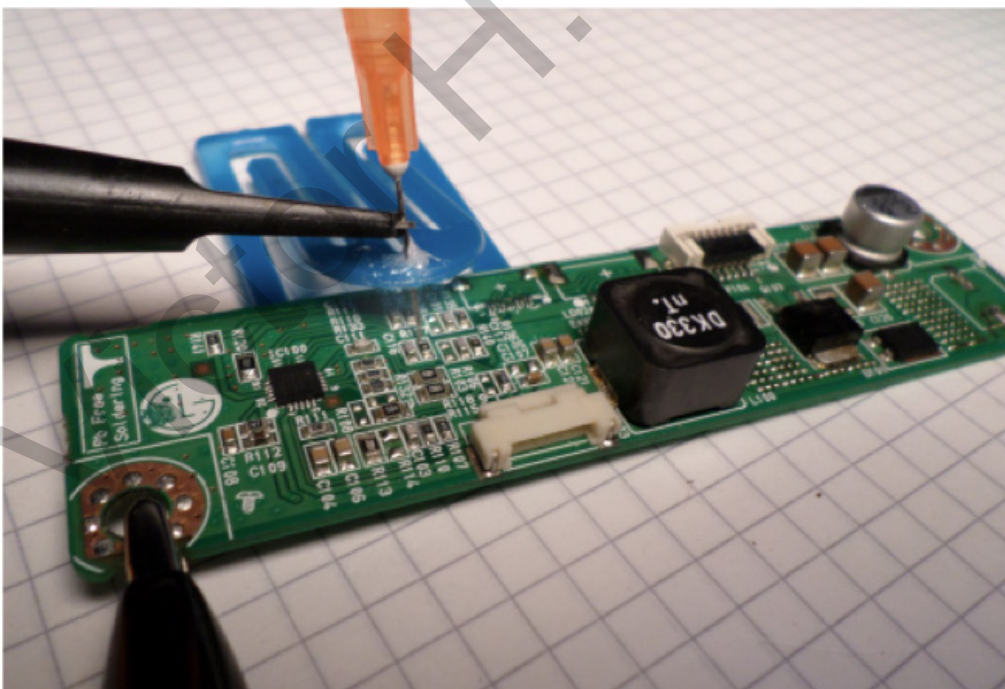
La solución más ingeniosa utiliza broches plásticos para papeles (clips) como el que mostramos en la figura 8.7.4, al que se le realiza un pequeño agujero algo mayor al diámetro de la aguja hipodérmica calentando una aguja de coser en la hornalla de la cocina. Por ese agujero se pasa la hipodérmica y se pega con adhesivo permanente o con la gotita (cianocrilato) en gel.



0074 al 0077

*Fig.8.7.4 Punto de prueba "clip"*

Luego de preparar este "clip" se coloca en la plaqueta como se muestra en la figura 8.7.5.



*Fig.8.7.5 Colocación de un punto de prueba a "clip"*



Este sistema puede utilizarse perfectamente para las dos puntas del osciloscopio que es el modo en que trabajamos para levantar las formas de señal en este capítulo.

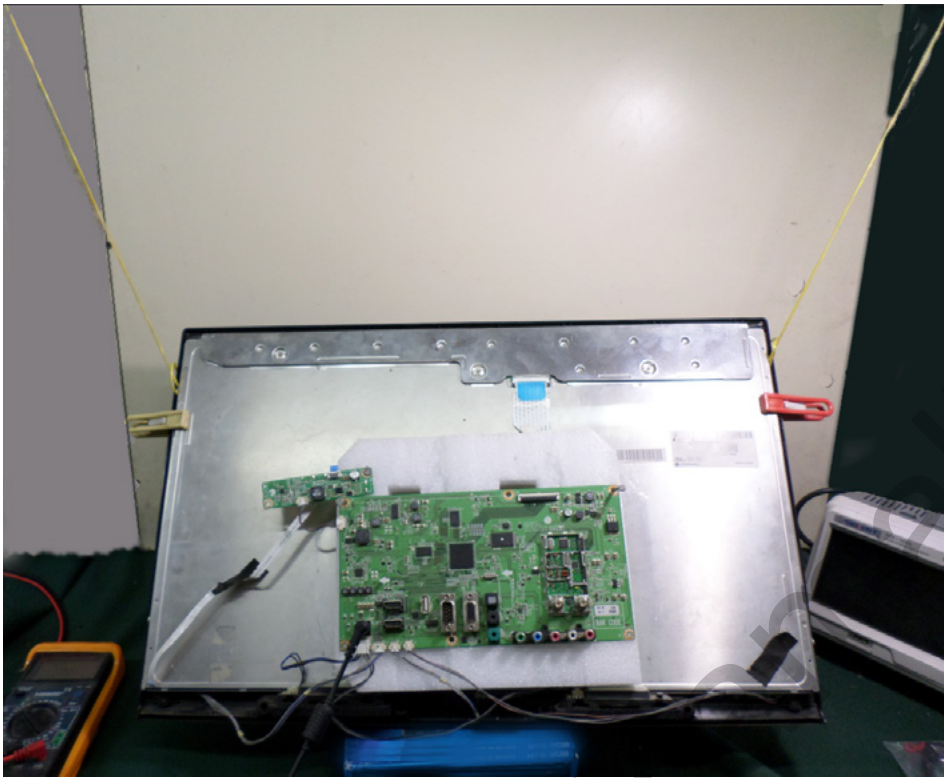
Con esto yo le doy las ideas, pero aclaro que el aporte de los alumnos de mis clases y mis lectores, me ayudan a mejorarlas constantemente. Uno de mis alumnos generó una importante mejora. Simplemente montó la aguja hipodérmica en una vieja bandeja profesional de discos de vinilo y sujetó la plaqueta al plato con cinta aisladora, para poder situar la aguja con un grado de libertad extra; la punta del osciloscopio la ató al caño de aluminio del pick up y así tiene un sistema de lujo para reparar sus teléfonos celulares con un osciloscopio digital automático. Aún no me mando las fotografías pero cuando me las mande las voy a publicar en mi página.

## **8.8 FORMA PRÁCTICA DE REALIZAR LAS MEDICIONES EN EL DRIVER DEL LG D1550M**

Sacamos la tapa del TV como indicamos en el capítulo 1 y soltamos las plaquetas principales y driver de LED. Conectamos el cable de red con la fuente incluida y observamos que se encienda el LED piloto. Medimos la tensión de entrada en el circuito integrado del driver que debe ser de 19V. Nota: No importa que el TV este apagado o mejor dicho en Stand By la tensión aparece igual.

Esta medición se realiza en la práctica con un cocodrilo en la punta negativa del tester, sobre la masa del agujero del tornillo de anclaje, mas cercado al circuito integrado. El positivo tendrá una punta bebé con la cual se debe tocar sobre la pata 1 del circuito integrado y sobre la pata de fuente del inductor L100. Nota: verifique las patas 9, 13 y 17 estén conectadas a masa midiendo 0V sobre ellas.

Mi modo de colocar el TV y las plaquetas para hacer estas mediciones se puede observar en la figura 8.8.1. Por supuesto que no es la única forma de trabajo pero esta me resulta cómoda en mi laboratorio que tiene techo con vigas de madera en donde colocar anclajes.



0083

*Fig.8.8.1 TV colgado del techo y apoyado en la mesa de trabajo*

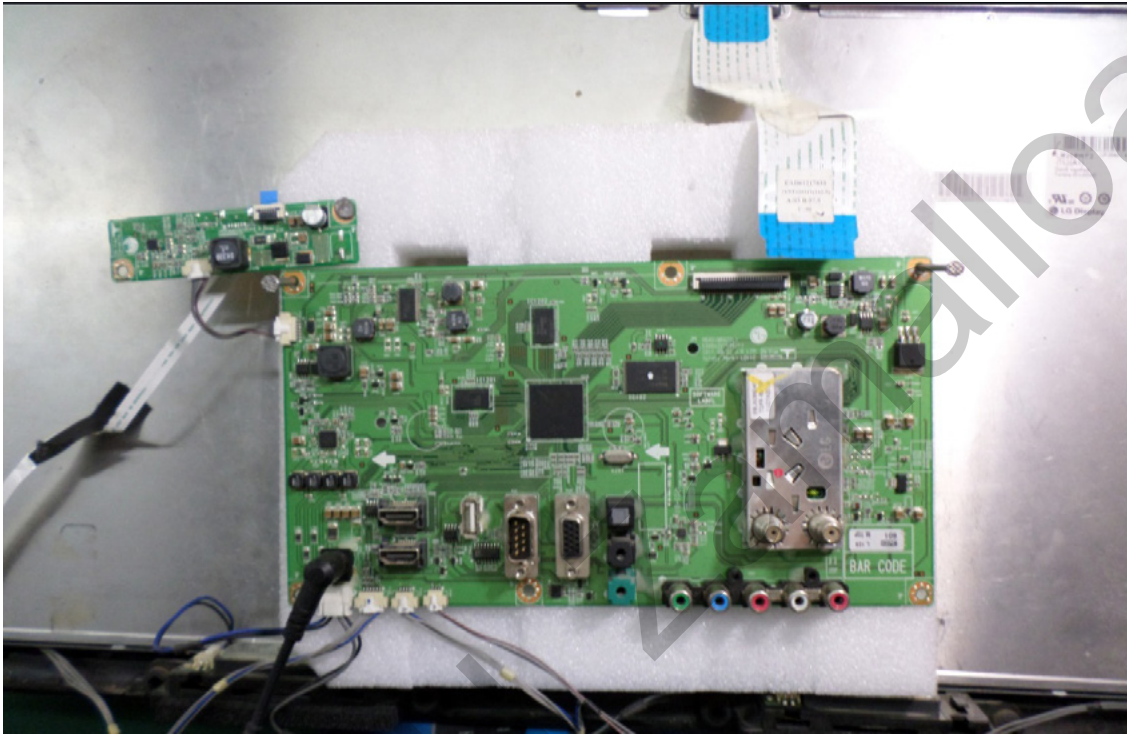
En la figura 8.8.2 se puede observar un detalle del anclaje de las riendas en una viga del techo.



0085

*Fig.8.8.5 Anclaje en la viga del techo*

Luego me gusta liberar las plaquetas en donde puedo tener dudas. Por ejemplo la plaqueta principal y la plaqueta driver de LEDs y colocarlas de modo que no se puedan producir cortocircuitos. En este caso como se observa en la figura 8.8.2 utilicé una placa de poliestireno expandido de alta dureza que me permite anclar la plaqueta principal con simples clavos de dos pulgadas.



*Fig.8.8.2 Detalle de las plaquetas sueltas para libre acceso*

Observe que los conectores están todos colocados salvo la salida LVDS que se deja suelta para que la pantalla LCD se haga transparente para poder observar la pureza del Back light.

Ahora que tenemos la mesa de trabajo ordenada volvamos a la prueba de la plaqueta driver.

Podría ser que la tensión de 19V no aparezca nunca y que el piloto no se encienda. Esto significa que hay un cortocircuito sobre la línea de 19V que puede estar en la plaqueta driver, pero que también puede estar en cualquier otro lado sobre la plaqueta principal. Desconecte el driver y si ahora enciende el piloto ya sabe dónde está el cortocircuito. Analicemos como se produce el cortocircuito en el driver de LEDs:

Para empezar confirme el cortocircuito con el tester usado como óhmetro. Desconecte el TV de la red y mida sobre la pata de fuente del inductor L100 con el tester como óhmetro. Deberá indicar un valor cercano a cero. Luego verifique el resistor shunt R121 con el mismo tester en Ohms. No pretenda una medición de 100 mOhms ya que los cables del tester tienen un valor de resistencia del orden de los 700 mOhms que enmascaran cualquier posibilidad de medición. Simplemente hay que asegurar que R121 no está cortada. Si quiere realizar una

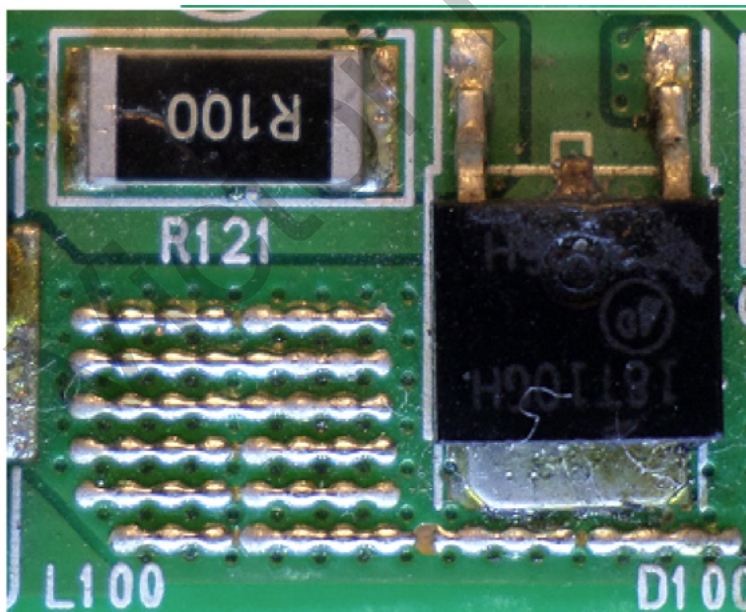
medición exacta va a tener que fabricar el medidor de baja resistencia que se encuentra en mi Ebook “Instrumentos especiales”.

Ahora verificamos lo más probable; el cortocircuito del MOSFET Q100 midiendo sobre el drenaje del mismo. Si la medición da un circuito abierto es simplemente porque el cortocircuito se encuentra del otro lado del diodo auxiliar D100, es decir sobre la carga de los diodos LEDs o en los capacitores de la fuente elevadora.

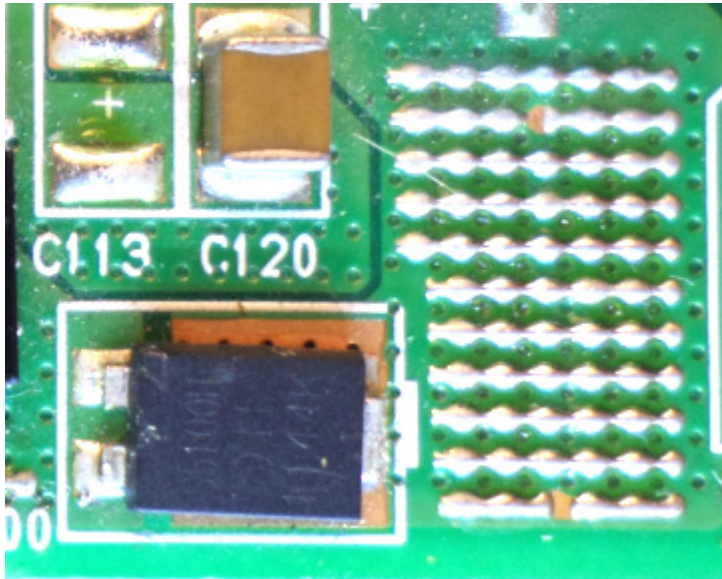
El próximo paso es evidente. Hay que desconectar el flex de los LEDs y volver a medir continuidad, pero colocando el tester en medición de diodos. Si ahora el tester marca 250 mV, se confirma que hay un cortocircuito después del diodo D100. Observe que hasta ahora solo se usó el tester; una punta bebé sostenida con las manos y otra conectada a la masa de los tornillos con un cocodrilo.

Si la medición sobre el drenaje del MOSFET con el tester en óhmetro dio una resistencia cercana a cero el problema está casi seguramente en el MOSFET y habría que disponerse a cambiarlo por sospechar que está en cortocircuito. Pero no saque conclusiones apresuradas y tómese el tiempo necesario para verificar si no hay capacitores anti irradiación del tipo cerámicos multicapa o un cortocircuito en el circuito impreso mismo. Vale la pena asegurarse porque no es fácil cambiar el MOSFET como vamos a ver después.

Este transistor tiene un disipador integrado en el mismo circuito impreso de doble capa. Si se da vuelta la plaqueta, se observa un extraño circuito impreso en forma de barras, que cumple la función de disipar el calor generado en el MOSFET; el diodo Schottky; y la zona del circuito integrado. Inclusive al lado del MOSFET y del diodo auxiliar, del mismo lado de la plaqueta se encuentra una zona impresa con las mismas características pero en este caso estañada para aumentar la conductividad térmica. Estos disipadores deben estar perfectamente aislados de masa para no generar cortocircuitos. En la figura 8.8.3 y 8.8.4 se puede observar un detalle de los disipadores al lado del MOSFET y al lado del diodo auxiliar.

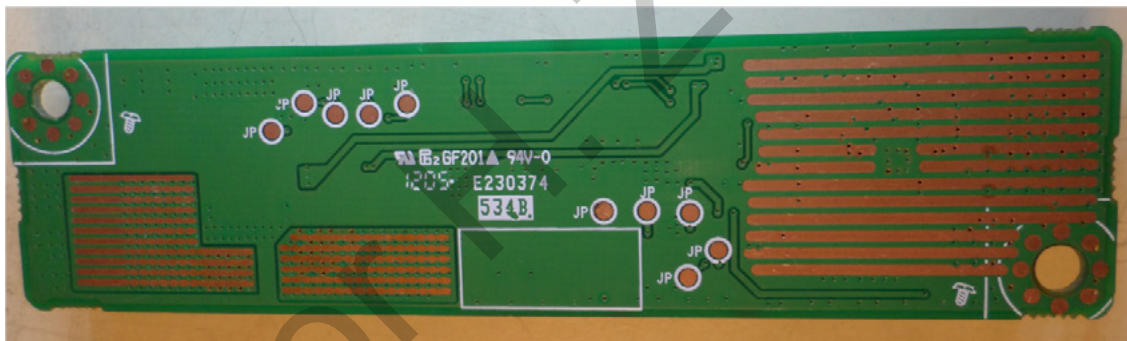


*Fig.8.8.3 Disipador del MOSFET lado materiales*



*Fig.8.8.4 Disipador del diodo auxiliar lado materiales*

En las figuras 8.8.5 se pueden observar los disipadores existentes del lado contrario a los materiales sobre el MOSFET, el diodo auxiliar y el circuito integrado.



*Fig.8.8.5 Disipadores de la zona contraria a los materiales*

Cada zona delimitada por líneas verde oscuro es realmente una placa de cobre. La correspondiente al diodo y al MOSFET deben estar aisladas de masa en tanto que la del circuito integrado debe estar conectada a masa.

## 8.9 DESOLDANDO EL TRANSISTOR MOSFET

El MOSFET tiene una aleta de cobre estañado de 1 mm de espesor y 8 x 10 mm de largo. Esta aleta tiene una masa térmica considerable y además está disipada por toda la superficie de cobre donde está conectada. Para desoldarlo se requiere una considerable cantidad de calor (temperatura por el tiempo en que esta aplicada). Pero en el interior del encapsulado hay un chip de silicio que solo soporta 150°C en tanto que la soldadura requiere 183 °C si es de aleación eutéctica o 232 °C si es soldadura libre de plomo.

La pregunta es cómo hacer que la aleta tenga 232°C y el chip no supere los 150 °C. El único modo de hacerlo es generando una diferencia térmica importante entre ambas piezas. Piense en el proceso empleado en la soldadura y podrá entender algo más de la desoldadura que es el proceso inverso. Debajo del MOSFET hay una isla de cobre sembrada de agujeros metalizados que comunican el disipador del MOSFET con el disipador inferior de cobre. El proceso de soldadura se realiza con soldadura en pasta que es un polvo de estaño puro con un aglomerante que es un flux.

Esta mezcla se coloca en la plaqueta en el lugar que va a ocupar el MOSFET y en los dos puntos donde van a soldarse el terminal de fuente y el de compuerta, con un brazo dispensador programable. El terminal de drenaje no llega a tocar el circuito impreso porque la conexión eléctrica se realiza por la lámina disipadora.

Luego se coloca el MOSFET con el resto de los componentes que quedan flotando sobre el estaño en pasta aunque la densidad del mismo no les permite navegar para mejorar su posición.

La plaqueta con todos los materiales posicionados se mueven por una cinta transportadora hasta el llamado horno de reflujo, que no es más que un horno con resistores de alambre que generan una temperatura de unos 400 °C.

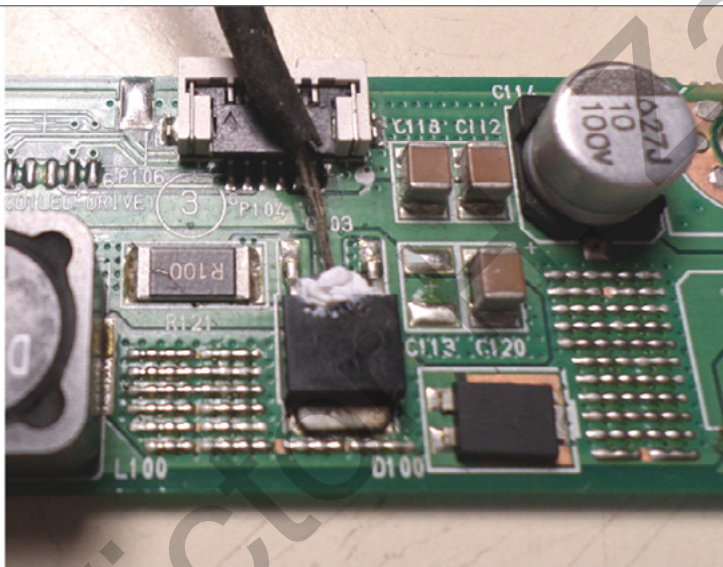
La plaqueta circula por el horno de modo tal que el tiempo de exposición al calor, puede ajustarse con mucha precisión. El ajuste del tiempo garantiza que el estaño se funda. Mientras dure fundido se puede garantizar que la temperatura del mismo sea exactamente igual a 230 °C y por la velocidad de la cinta se aplica un tiempo suficientemente corto, como para que el cristal del MOSFET no supere los 150°C.

Para desoldar el MOSFET hay que utilizar un soldador de 100 W del tipo de hojalatero con punta plana tal como el que se observa en la figura 8.9.1.



*Fig.8.9.1 Soldador de hojalatero de 100 W*

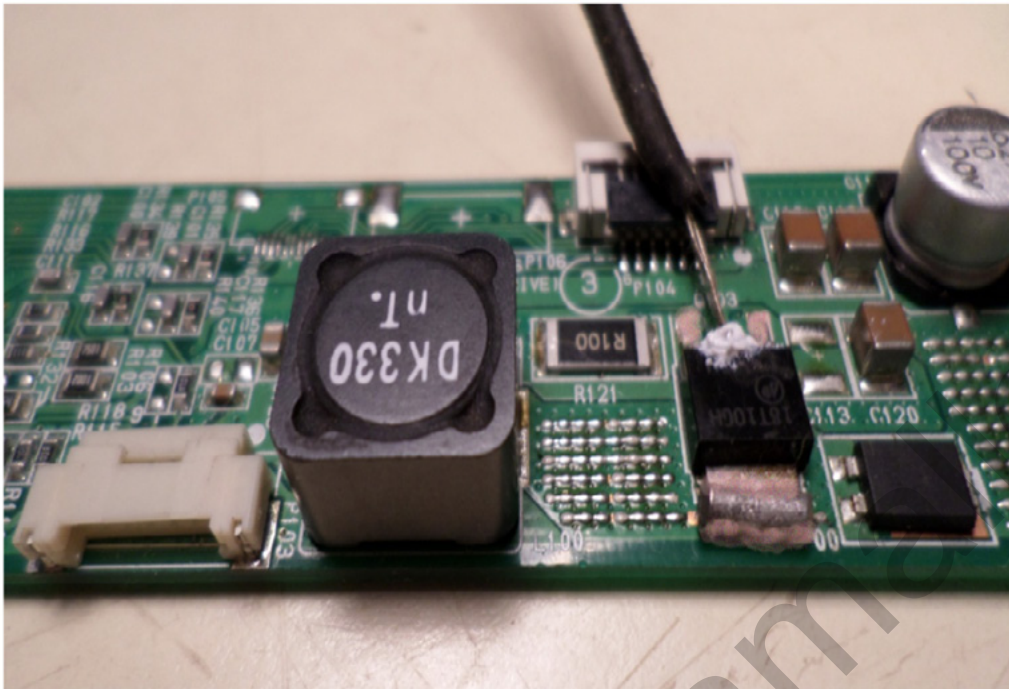
Este soldador posee una gran masa térmica para que no se enfríe al apoyarlo sobre la aleta de MOSFET y hay que controlarle la temperatura de la punta con un pulsador de pie, tipo timbre ajustándola a 300 °C aproximadamente, medidos con la sonda bimetálica del tester, colocada en el terminal cortado de drenaje. Ver la fotografía 8.9.2.



*Fig.8.9.2 Fotografía de la sonda bimetálica.*

Otro material a utilizar es la barrita desoldante o barrita mágica o aleación de bajo punto de fusión.

La primer operación a realizar es cortar un trozo de barrita del largo igual al ancho del MOSFET y colocarla pegada con abundante flux en el borde de la aleta del MOSFET y dos pedacitos de barra uno en la compuerta y otro en el terminal de fuente. Ver la figura 8.9.3.



*Fig.8.9.3 Colocación de la barrita mágica*

Ahora debe comenzar el calentamiento de la barrita mágica de drenaje y luego de compuerta y de fuente y así alternativamente hasta que el MOSFET este suelto y pueda retirarse con una Bruselas. Durante todo el operativo se debe controlar la temperatura de modo que no supere los 225 °C que es el momento donde se funde el estaño. Todo el proceso no debe superar los 5 segundos después que la temperatura llegó a 225°C y debe llegar a esa temperatura en no más de 30 segundos. Si no aumenta con suficiente velocidad es porque el soldador no tiene suficiente potencia.

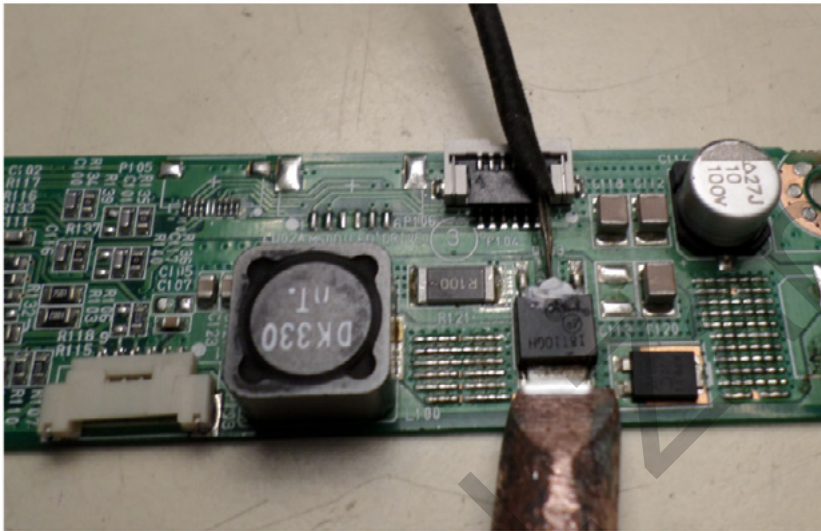
En todos los casos debe tener en cuenta que no debe tratar de desoldar las patitas de compuerta y fuente doblándolas con una pinza de fuerza, porque son de chapa de cobre muy gruesa y dura y al intentar doblarlas se rompe el encapsulado de plástico. Para simplificar la desoldadura se pueden limpiar las islas de las patas con maya desoldante y flux muy líquido preparado en forma casera. Si la malla es de muy buena calidad desaloja todo el estaño de debajo de las patitas y las deja totalmente sueltas, si se realiza un pequeño movimiento lateral sobre las mismas hasta que se oiga un clic.

La soldadura del nuevo MOSFET se debe realizar en forma inversa luego de limpiar muy profundamente toda la zona con malla desoldante y alcohol isopropílico. Lo mejor sería utilizar soldadura en pasta, pero la misma solo se vende en cantidades grandes y su compra para la reparación no es rentable. Puede fabricarse lijando soldadura con una lija fina y agregando el polvo a un flux preparado.



Pero por lo general solo se utiliza soldadura en alambre, que en este caso recomendamos la aleación eutéctica de estaño plomo, que se debe fundir en una fina capa sobre la isla de drenaje. Para asegurarse de la cantidad de soldadura colocada puede utilizar alambre de soldadura de 0,30 mm cortado en pedacitos separados por un diámetro colocado sobre la isla de drenaje.

Luego se coloca el MOSFET en posición y se sueldan las patas de compuerta y fuente con un soldador para SMD para anclarlo en posición. Posteriormente se calienta la aleta de drenaje con un soldador de 150W colocado en forma paralela a la aleta de drenaje con un trocito de alambre de soldadura eutéctica según se puede observar en la figura 8.9.4 hasta que el trocito de soldadura se funde.



*Fig.8.9.4 Soldadura del drenaje del MOSFET*

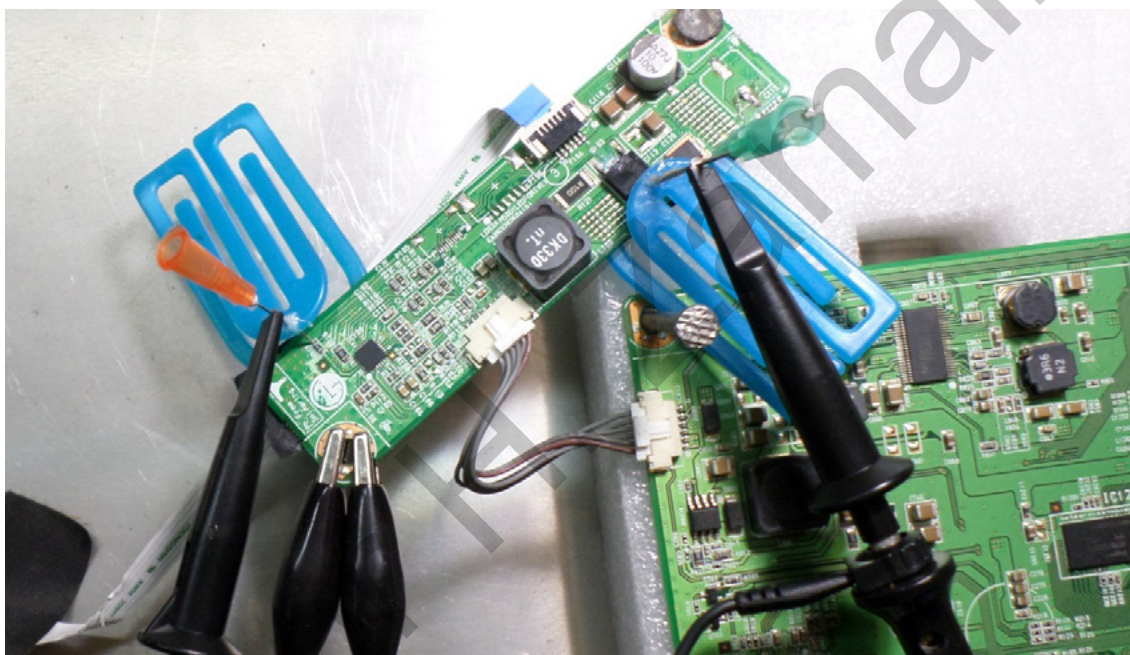
Observe que la sonda bimetálica está siempre conectada al terminal de drenaje para monitorear la variación de temperatura. Se observará que la temperatura sube hasta llegar a los 182 °C (temperatura de fusión de la aleación de estaño plomo) en donde se detiene la subida. Cuando comienza a subir nuevamente se debe esperar 5 segundos y retirar el soldador.

## 8.10 MEDICIONES CON EL OSCILOSCOPIO DIGITAL

Si no se pudo reparar el driver con las indicaciones detalladas anteriormente, se procede a realizar las mediciones de corriente continua sobre el circuito integrado utilizando el método de las puntas bebé. Y si aun así no queda reparado, se debe comenzar a levantar los oscilogramas de circuito que veremos a continuación. Por lo general conviene utilizar el método del clip y la punta rebatible del osciloscopio, cuando hay espacio suficiente para la misma. En su defecto se empleará el método de las banditas elásticas.

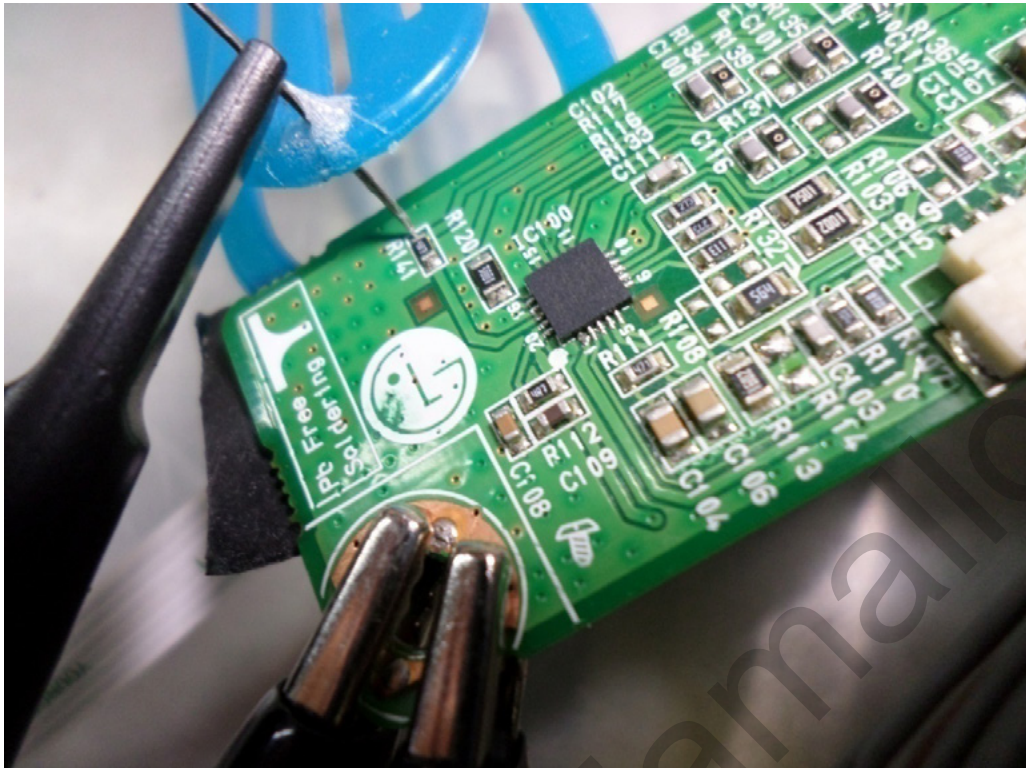
El primer oscilograma que se suele medir, es la señal de colector del transistor de la fuente elevadora, para observar si el driver está funcionando perfectamente bien. Y por lo general se lo observa relacionado con el oscilograma de compuerta.

El osciloscopio utilizado para estas mediciones es un digital automático de marca SIGLENT SDS1102DL de 100 MHz de ancho de banda. Y se conectará en principio con dos puntos de prueba a clip y tomando la masa sobre uno de los agujeros de fijación tal como se indica en la figura 8.10.1. Para la primera medición se realiza la prueba en TDT sin señal de entrada de antena para evitar las variaciones de brillo. Utilizamos alimentación de fuente para el driver utilizando el propio equipo así como señales DIM y ENA y la carga está constituida por las propias 4 cadenas de LEDs del equipo ya que se trata de realizar la medición de un equipo que tiene un buen funcionamiento. Es decir que vamos a levantar las mediciones que el fabricante nunca realizó al confeccionar el manual de servicio para que nuestros lectores tomen los oscilogramas como referencia.

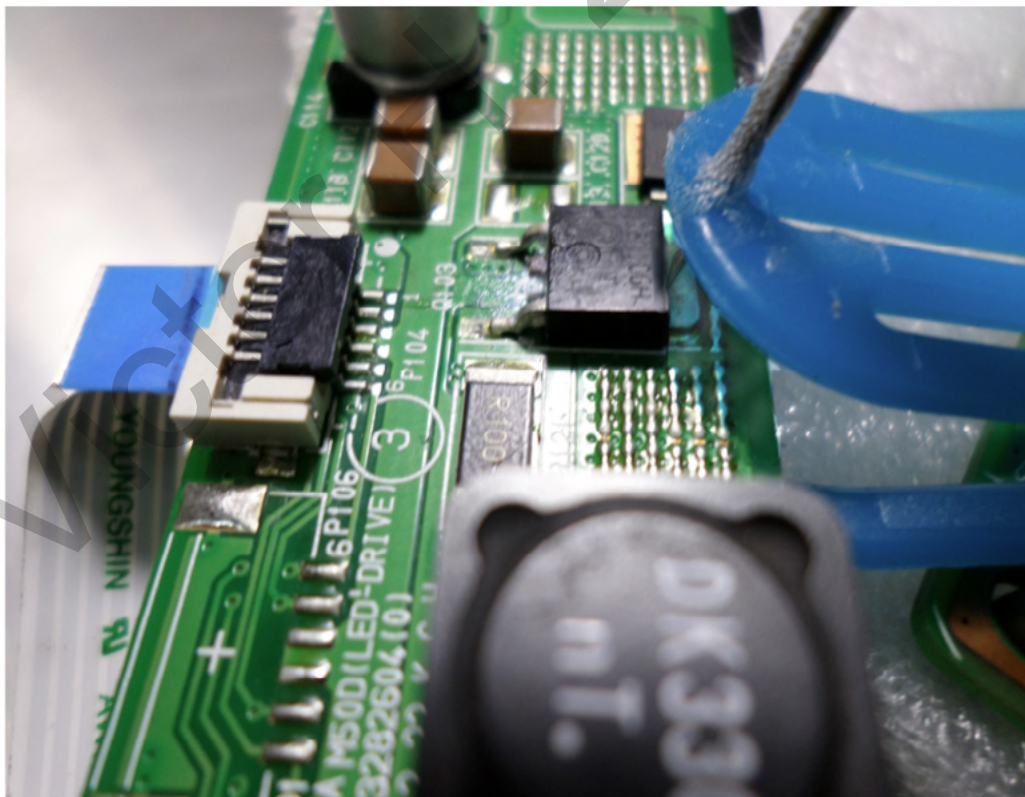


*Fig.8.10.1 Puntos de prueba oscilograma MOSFET fuente elevadora*

En las figuras 8.10.2 y 8.10.3 se puede observar el detalle de cada punto de prueba.



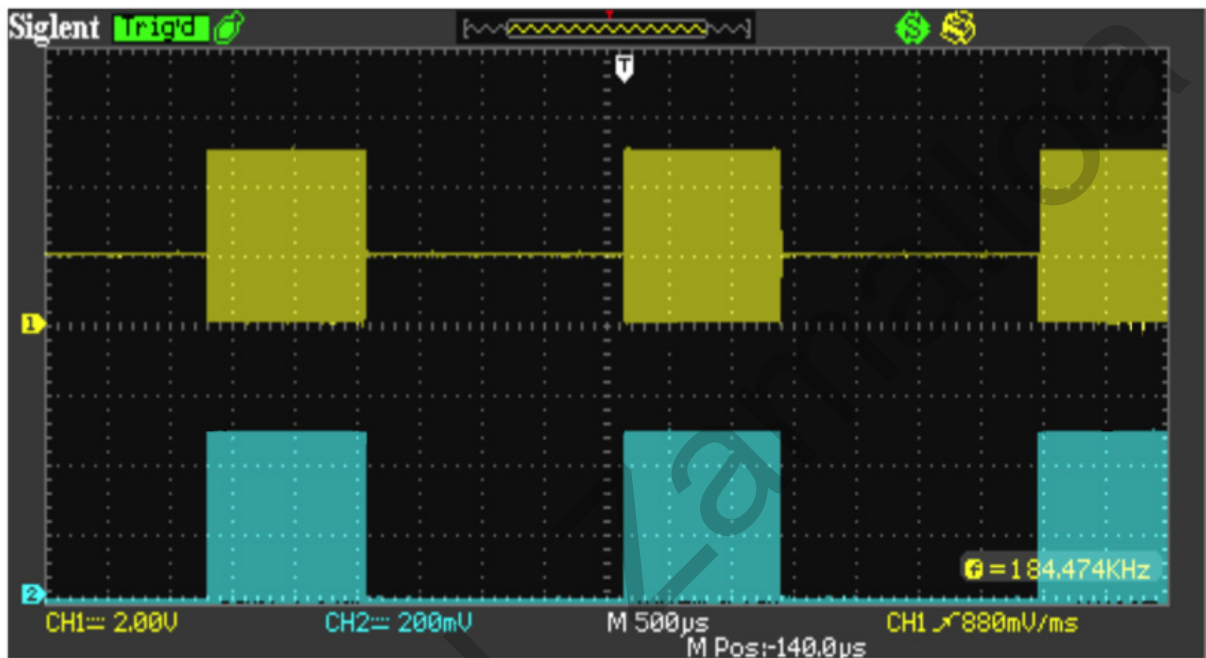
*Fig.8.10.2 Punto de prueba de la compuerta del MOSFET*



*Fig.8.10.3 Detalle del punto de prueba de drenaje del MOSFET*

Estos puntos de prueba nos permiten trabajar cómodamente con el osciloscopio digital automático, o con cualquier otro tipo de osciloscopio que no sea automático, porque nos permite ver dos oscilogramas con las manos totalmente libres, como para ajustar las perillas de mismo.

En esta condición se puede observar el oscilograma de la figura 8.10.4 sin necesidad de tocar ningún ajuste del osciloscopio.



*Fig.8.10.4 Oscilograma de drenaje y compuerta del MOSFET*

Aquí podemos observar dos oscilogramas discontinuos. La discontinuidad es tal, que el tiempo de actividad dura unos 1500 uS y el tiempo de inactividad 2.000 es decir 3500 uS en total que corresponden a una frecuencia  $f = 1/T = 1/3,5 \text{ ms} = 285 \text{ Hz}$  que es la frecuencia de las llaves de corriente de los LEDs que podemos esperar cuando no ponemos ninguna señal de entrada. Este tiempo de actividad genera un brillo de Back Light aceptable para una señal de brillo promedio o para ausencia de señal.

Observe que la señal superior en el drenaje del MOSFET llega a dos divisiones y media que con una sensibilidad de 2V, indicada abajo en amarillo, da una tensión de 5 V, pero como esa punta tiene un divisor por 10 significa que la tensión llega realmente a 50V. Y esto va a significar claramente que la tensión rectificadora será también de ese valor. Esta tensión es compatible con la de OVP que habíamos calculado en 65V.

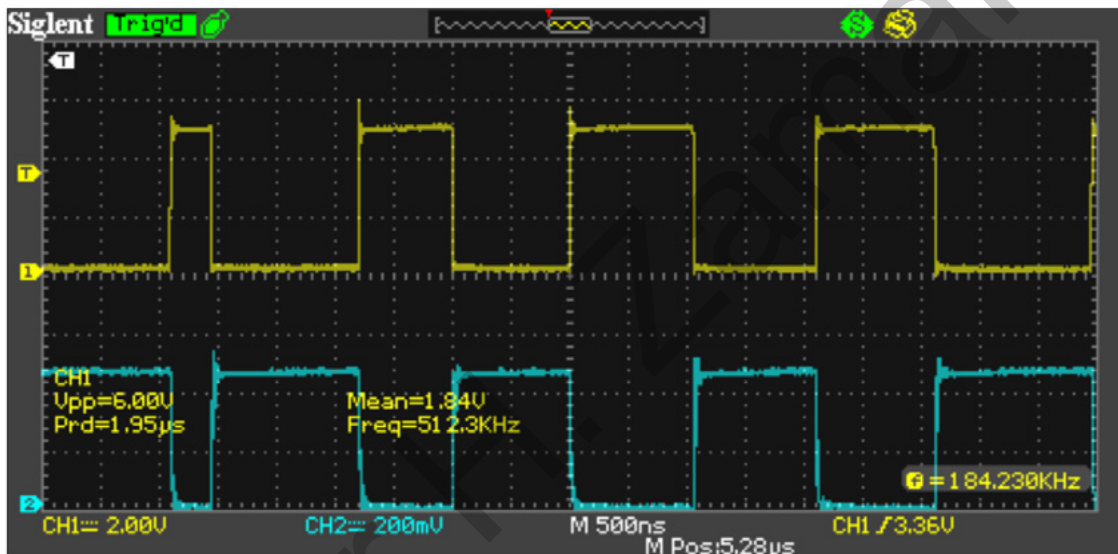
Podemos observar que entre tren y tren de pulsos, la tensión no cae a cero sino que se queda estable en el valor de la tensión de entrada  $V_{in}$ , en nuestro caso de 19V. Esto es característico en toda fuente pulsada de transferencia indirecta no aislada. Porque cuando el transistor llave se abre la tensión de entrada queda acoplada al drenaje por el inductor; el

diodo auxiliar no puede conducir porque se trata de una fuente elevadora y el diodo queda en inversa.

Una tensión de 50V nos permite determinar que el TV tiene cadenas de diodos de 50V/3,2V = 15 diodos aproximadamente y como ya sabemos que son 4 podemos asegurar que es un Back Light de 60 diodos en total, que es clásico para un TV de marca.

La tensión de excitación de la compuerta se puede observar en color cian y es de 200 mV por división, llegando a 500 mV en total. Pero como la punta es divisora por 10 significa un valor de pico de 5V que puede considerarse clásico para un MOSFET moderno de baja carga, que dispara como máximo con 3V y en promedio con 2,5V.

Ahora corresponde abrir las zonas activas para observar las formas de señal tanto de la compuerta como del drenaje. En la figura 8.10.5 podemos observar la forma de señal a un barrido horizontal de 500 nS.



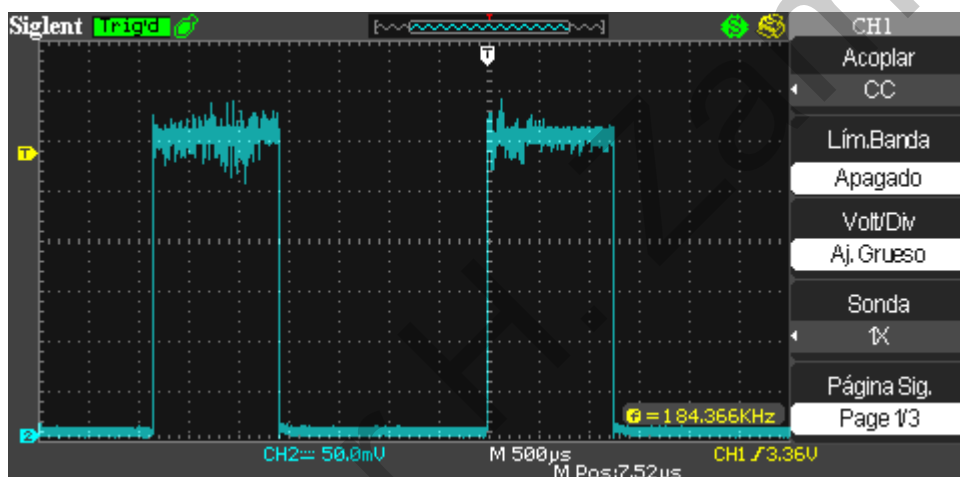
*Fig.8.10.5 Señal de drenaje (amarillo) y compuerta (cian) en el arranque pautado de la fuente elevadora.*

Aquí se puede observar que el periodo de actividad arranca corto y se agranda hasta el tercer pulso y luego se mantiene. En el margen superior, en el centro se puede observar la situación del disparo del osciloscopio coincidiendo con el arranque del tren de pulsos. Los pulsos de drenaje llegan claramente a los 50V con un techo casi plano con un pequeño sobrepulso oscilatorio inicial. El mínimo de la señal está prácticamente en cero. El ruido que se observa sobre la señal, es una característica de los osciloscopios digitales y se llama ruido de cuantificación (es el equivalente del ruido blanco de los osciloscopios analógicos) y por supuesto no existe en la realidad sino que es un error de medición.

La señal inferior en color cian, sigue correspondiendo a la compuerta y es una señal rectangular con el periodo de actividad que aumenta muy rápidamente (por supuesto la señal de drenaje es una consecuencia de esta señal de compuerta).

Sobre el mismo oscilograma aparecen datos de esta señal, para que no tengan que ser medidos en la pantalla, ni calculados con la calculadora (de allí el nombre de osciloscopio digital automático) Por ejemplo nos indica que el canal 1 tiene una señal de 6 V pico a pico (considerando la pequeña oscilación inicial) o de 1,84 V de valor medio y que tiene un periodo Prd de 1,95 uS o una frecuencia de 512,3 KHz (el otro valor de frecuencia mostrado más a la derecha es el valor promedio de frecuencia, porque la señal no es permanente sino que tiene períodos sin oscilación).

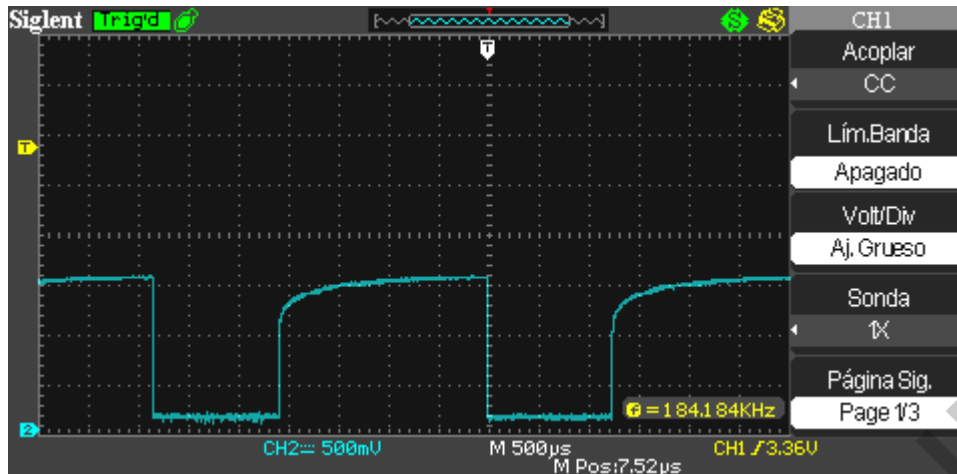
Pero, ¿de quién dependen esos períodos de actividad e inactividad? Son directamente dependientes de la señal de entrada DIM tipo PWM. Es decir que en este circuito integrado de control, la ausencia de DIM o la presencia de un DIM analógico hace que la fuente elevadora funcione con un ciclo de actividad del 100% o sea a máximo brillo de Back Light, lo que generalmente termina produciendo una falla en todo el Back Light por recalentamiento, o en la falla de alguno de los LEDs de las cadenas hasta que las cuatro cadenas fallen. Por lo tanto, es conveniente revisar el funcionamiento pautado del TV, luego de una reparación o si llego con diodo/diodos LED abiertos, o en cortocircuito. En la figura 8.10.6 se puede observar el oscilograma de DIM sin señal de entrada al sintonizador.



*Fig.8.10.6 Señal DIM sobre el conector de entrada*

El ruido presente, se produce por interferencia de la sección elevadora, más el ruido de cuantificación digital. Observe que el período de la señal es de 3400 uS lo que corresponde a una frecuencia 1/3,4 mS o 294 Hz, que es un valor típico.

Otra señal importante es la señal sobre cualquiera de los retornos de las cadenas y masa que se observa en la figura 8.10.7. Esta señal debe controlarse sobre cada retorno para asegurarse que las cuatro o más cadenas funcionen.

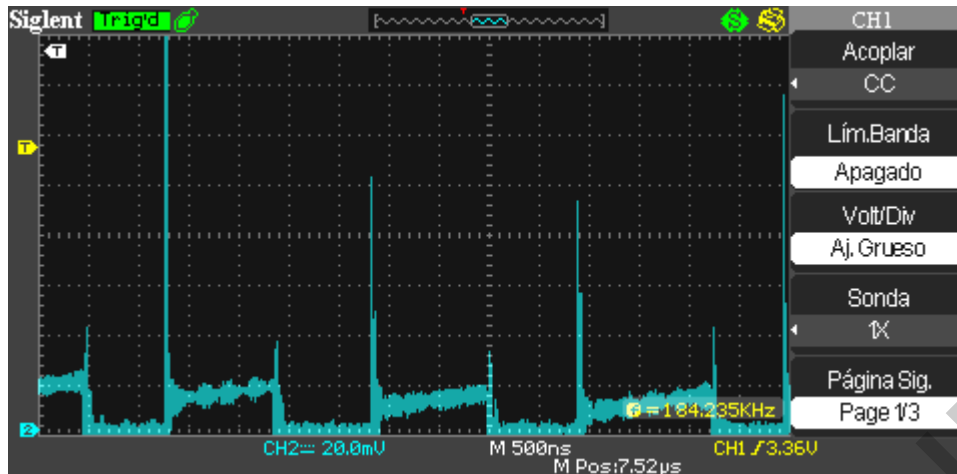


*Fig.8.10.7 Señal en cualquiera de los retornos de cadena*

Observe que la señal tiene un flanco de subida exponencial que se debe a que la carga de la fuente no es resistiva (y por lo tanto lineal) sino que es una cadena de diodos (y por lo tanto álineal y capacitiva). La curvatura se debe también a la capacidad que presentan los LED en inversa ya que durante la curvatura no circula corriente ellos (están en inversa). La tensión normal sobre las llaves no tiene en realidad una curvatura; la misma se produce porque ese momento la única carga que tiene el circuito integrado sobre la tensión de salida son los diodos en inversa y el osciloscopio a masa. Pero el osciloscopio es una impedancia de 10 MOhms que se conecta sobre la inversa de los diodos que puede ser de 100 MOhms. Si quiere saber cómo es realmente la tensión en las llaves de retorno, debe agregar un resistor de unos 100K desde la punta del osciloscopio a la fuente de salida. De ese modo la tensión subirá a fuente rápidamente y la señal será rectangular.

Otra característica de la señal, es que cuando conducen las llaves internas, sobre ellas queda una tensión considerable (unos 2V). Esto se debe a la resistencia interna  $R_{on}$  de los MOSFET llave de retorno, que es considerable y a los resistores shunt internos.

Nos falta aún considerar uno de los oscilogramas más importantes y que por eso dejamos para el final. La tensión sobre la resistencia shunt del MOSFET. Como dicho resistor es de 100 mOhm no podemos esperar demasiada tensión sobre el mismo. En la figura 8.10.8 se puede observar el oscilograma.



*Fig.8.10.8 Oscilograma en el resistor shunt del MOSFET*

En realidad se puede distinguir una señal con el semiciclo positivo trapezoidal y el semiciclo negativo en cero. Y sobre ella ruido de diversos orígenes con grandes picos de ruido en las transiciones. Todo esto se debe a la mínima componente inductiva del resistor (que no puede ser evitada a pesar de su construcción especial) y a la captación capacitiva de la punta del osciloscopio que aún permanece con la llave en x 10.

Para reducir las interferencias se puede poner la punta del osciloscopio en x1 y luego reducir el ancho de banda del mismo para llevarlo a 1 MHz por medio de la predisposición del amplificador vertical que se realiza desde el teclado. Lo otro es simplemente no considerar dichas interferencias si las considera similares a otros TVs.



## 8.11 CONCLUSIONES

Así terminamos de explicar el bloque 1 de la “Biblia del LED”. Este Ebook trata la reparación de TVs LED a nivel de componentes. En este bloque explicamos con toda profundidad el funcionamiento de la sección de Back Light, tanto de los TVs Direct como de los Edge.

Como ejemplos de funcionamiento utilizamos dos circuitos integrados que representan prácticamente todo el universo de los circuitos integrados comerciales.

Como el lector sabe en esta serie de libros trata sobre una serie de TVs en particular (la serie LG 2550 en este caso) que es muy característica entre los TVs LEDs modernos. Pero lo tratamos de un modo tan profundo que el lector no tiene inconvenientes al reparar otras marcas y modelos. De cualquier modo las fallas específicas de cada marca y modelo son tratadas en la colección “Reparando como Picerno” que ya tiene editados 4 tomos y se está convirtiendo en un éxito de librería electrónica.

Desde ya lo invitamos a leer el bloque 2 de esta obra en donde se trata una sección muy importante para el reparador. La sección de entrada de señales del superjungle con micro. En ese lugar del TV se producen muchas fallas debido a dos razones; porque es una zona donde el usuario debe acceder para conectar el TV y nunca se sabe que quiso conectar y en qué condiciones estaba el otro equipo que conectó. Y porque los animales domésticos suelen mover los cables y fisurar las pistas donde están colocados los conectores.

Además, en este bloque realizamos la introducción al superjungle con micro que es la última novedad en circuitos integrados para equipos de electrónica de entretenimiento y que tiene formas muy específicas de reparación que Ud. debe conocer.

Por nuestro gremio corre el rumor de que los TV LED no están fabricados para que puedan ser reparados. Con el Ebook que Ud. acaba de leer, respondemos a los agoreros de siempre: Un LED se puede reparar y para mí, es más fácil de reparar que un LCD a tubos. El problema es que tiene componentes con tecnologías que aún no dominamos. Nosotros le vamos a enseñar todo lo necesario como para que Ud. se mueva en este mundo de SMDs y BGAs cada día más pequeños y frágiles.

Otro problema para reparar TV LEDs es el instrumental necesario para repararlos. Aquí decidimos escribir nuestros cuatro Ebook que forman la “Biblia del LED” con el mismo concepto con que escribimos este primer bloque. Si Ud. tiene un osciloscopio digital automático, tiene todo resuelto y solo le explicaremos como usarlo. Si Ud. tiene un osciloscopio analógico le explicamos que consideraciones especiales debe tener en cuenta y si no tiene osciloscopio le enseñamos a reparar transitoriamente con una sonda de RF y mil artilugios más que le enseñamos a armar en su taller, con material de desecho.

Con un tester digital y una sonda de RF Ud. puede empezar a reparar TV LED y con el producto de su trabajo, comprar todo lo que fuera necesario para que su tallercito se convierta en un verdadero laboratorio.