

# Capítulo 1

## 1. DISEÑO DE HARDWARE.

1.1 Introducción.

1.2 Consideraciones sobre la posición de los componentes en una PCB.

1.3 Consideraciones generales sobre el trazado de las pistas (tracks), pads y vías.

1.4 Calculo de la resistencia de las pistas.

1.5 Máxima Intensidad admisible en las pistas.

1.6 Esquema general de la tarjeta TES\_ PLM08.

1.6.1 Bloque de entradas (BE).

1.6.2 Bloque de salidas (BS).

1.6.3 Fuente de alimentación.

1.7 Desarrollo de la tarjeta TES\_PLM08.

## **Diseño del circuito impreso PCB.**

### **1.1 Introducción.**

De acuerdo a la norma UNE 20-621-84, el circuito impreso se define como un modo de conexión de los elementos o componentes electrónicos por medio de pistas de cobre, normalmente adheridas a un soporte aislante rígido o flexible.

En 1927, una empresa alemana comercializó un amplificador de audio con un cableado diferente al tradicional, sustituyendo los cables por tiras de chapa de latón, perforadas y remachadas sobre una placa de material aislante. No obstante éste y otros procedimientos no pasaron de ser experimentos de laboratorio.

Sin embargo fue el Dr. Ing. Paul Eisler, de Inglaterra, quien en el año de 1942 presentó un proyecto completo, con demostración incluida de un circuito impreso. Un año más tarde en 1943, patentó el circuito impreso de doble cara. Paralelamente, los investigadores de Estados Unidos también desarrollaron y emplearon circuitos impresos en los equipos electrónicos militares a finales de la segunda guerra mundial.

A partir de 1950, se empezaron a fabricar industrialmente módulos normalizados de circuito impreso y componentes adaptados a la nueva técnica, lo que permitió el montaje automatizado de placas de pistas conductoras impresas sobre la superficie plana de una de las caras de la placa (cara de pistas), y todos los componentes colocados sobre la superficie plana de la otra cara (cara de componentes), efectuándose la soldadura por “ola” de estaño.

Esta nueva técnica supuso una considerable reducción de tamaño, del precio y de las averías en todos los aparatos electrónicos.

En 1961, se patentó en EE.UU la primera estructura de placa multicapa con taladros metalizados, desarrollándose en 1965 los baños químicos de metalización, implantándose definitivamente las tarjetas multicapa en los diseños de circuitos con altas intensidades de interconexión.

En 1971, una compañía multinacional holandesa desarrolló y presentó el primer circuito integrado para montaje en superficie (SMD), dando así el primer paso hacia las nuevas tecnologías de componentes, diseño, montaje, soldadura de montaje en superficie y paso fino (FPT) entre pistas y entre dos patillas consecutivas de un componente.

En el año 1993 apareció el circuito impreso tridimensional (3D), llamado MCB ( Moulded Circuit Board ) debido a que su material base es termoplástico moldeado por inyección. Estados Unidos y Japón ya han empezado a utilizar en muchos equipos el circuito impreso 3D, para efectuar su diseño es preciso disponer de software específico CAD 3D.

---

Finalmente en el año 1996 se comercializó el circuito impreso RÍGIDO/FLEXIBLE de 20 capas con múltiples aplicaciones militares, en electromedicina, bioelectrónica, equipos aeroespaciales, equipos de grabación de imagen y sonido, etc.

La placa o tarjeta de circuito impreso PCB (printed circuit board) suele ser una superficie plana de un espesor variable y normalmente de forma rectangular o cuadrada; está constituida por un material base o sustrato de tipo laminado rígido o flexible que sirve de soporte físico aislante para la colocación y soldadura de los componentes y el trazado de las pistas conductoras de cobre. El soporte base tiene que ser muy buen aislante eléctrico y muy resistente al fuego. Actualmente, los materiales más usados son: fibra de vidrio, politetraflouretileno, PTFE-fibra de vidrio, PTFE-fibra de cerámica, termoplástico, resina epoxídica, resina de silicona, resina melamínica, etc; y diferentes mezclas entre ellas para mejoras las propiedades finales del sustrato.

La tarjeta de circuito impreso cuyo sustrato base es de material termoplástico puede tener infinidad de formas, adaptándose perfectamente a la forma del equipo ya que se integra directamente en las paredes del equipo plastificado ahorrando mucho espacio.

Los tipos de PCB que actualmente se fabrican son:

- Monocapa o simple cara.
- Bicapa o doble cara.
- Multicapa o más de dos caras.
- Multicapa cableados o multiwire.
- Flexible.
- Flexible multicapa.
- Rígido-flexible multicapa.
- Tridimensional o MCB.

Todas las placas tienen dos superficies o caras.

Cara de componentes: Donde se encuentran colocados los componentes y los conectores de entrada-salida de la placa.

Cara de pistas: Donde se encuentran las pistas conductoras impresas (tracks) y pads (superficies de contacto o soldadura). Una de las caras de la placa, o ambas, está revestida de una lámina de cobre de un espesor que habitualmente es de 35 ó 70  $\mu\text{m}$ , aunque los espesores normalizados son: 12,18,35,70 y 105 micras. También se utilizan en aplicaciones especiales espesores de 115 a 140 micras.

En general habrá que considerar las diferentes clases de PCB de acuerdo con el grado de dificultad a la hora de diseñar la misma, y serán las siguientes:

- Sistemas analógicos de aplicaciones generales. Contienen circuitos analógicos con amplificadores operacionales y transistores que trabajan a bajas frecuencias, por debajo del MHz, con pequeñas ganancias y bajos niveles de ruido.
- Sistemas digitales de aplicaciones generales. Este tipo de sistemas contienen dispositivos digitales (puertas, contadores y microcontroladores ) que operan hasta frecuencias de 20 MHz.
- Sistemas analógicos de altas prestaciones. Este tipo de PCB tiene circuitería analógica con ancho de banda amplio (sistemas de video), ó alta ganancia (amplificadores para transductores), o Sistemas con bajo ruido y amplio rango dinámico (Conversores A/D y D/A).
- Sistemas digitales de alta velocidad. Se corresponden con circuitería digital que funciona a velocidades superiores a los 20 MHz.
- Sistemas de radiofrecuencia (RF). Este tipo de tarjetas tienen circuitos especiales diseñados para operar a muy altas frecuencias (> 20MHz), y frecuentemente con muy bajo ruido y altas especificaciones de funcionamiento dinámico.

## **1.2 Consideraciones sobre la posición de los componentes en una PCB.**

El emplazamiento y disposición de los componentes en la placa, su posición y orientación deben guardar una cierta lógica y un sentido de previsión de futuro pensando en el servicio técnico, que tendrá que sustituir en última instancia componentes averiados o realizar chequeos.

Otra regla a seguir es colocar los componentes sobre la PCB, en la medida de lo posible, en el mismo orden en que se dibuja el esquema dentro del plano; esto permite que los componentes se conecten entre sí mediante pistas más cortas. Lo usual es colocar los componentes más grandes primero y después posicionar los más pequeños alrededor de ellos.

Conviene dejar al menos 30 milésimas de pulgada (0.76 mm) entre componentes y 50 milésimas (2.5mm) entre un componente y el extremo de la PCB, ya que si los componentes están demasiado cercanos, la soldadura puede fluir de un pad a otro y generar cortocircuitos.

### 1.3 Consideraciones generales sobre el trazado de las pistas (tracks), pads y vías.

El conexionado eléctrico de los elementos dentro de la PCB se realiza a través de los siguientes elementos:

- **Tracks.** Pistas de cobre adheridas al soporte aislante por donde circula la corriente del circuito.
- **Pads.** Áreas de cobre para la soldadura de forma cuadrada, circular o rectangular, en la que se soldará la terminal del componente y en ellos se aplica pasta para soldar.
- **Vías.** Agujeros pasantes metalizados, que permiten la conexión de pistas situadas en capas o caras distintas, realizado en la PCB mediante taladro de precisión.

En la tabla 1.1 siguiente se muestran las dimensiones mínimas para las diferentes clases de fabricación de PCB.

	d DIÁMETRO MÍNIMO DE TALADRO PARA ESPESOR = 1,6 mm. (mm)	e CORONA MÍNIMA PARA CARAS EXTERNAS (mm)	c <sub>i</sub> CORONA MÍNIMA PARA CARAS INTERNAS DE SEÑAL (mm)	a <sub>i</sub> AISLAMIENTO MÍNIMO PARA CARAS INTERNAS DE MASA (mm)	m MARGEN MÍNIMO DE LA MÁSCARA CON EL PAD DE COBRE (mm)	a ANCHURA MÍNIMA DEL CONDUCTOR (mm)	e ESPACIO MÍNIMO ENTRE CONDUCTORES (mm)
CLASE 3	0,50	0,22	0,25	0,35	0,15	0,30	0,30
CLASE 4	0,30	0,17	0,22	0,30	0,12	0,20	0,20
CLASE 5	0,30	0,13	0,19	0,30	0,10	0,15	0,15
CLASE 6	0,25	0,10	0,15	0,25	0,10	0,125	0,125
ESQUEMA							

Tabla 1.1

- **Clase 3** Baja densidad de componentes, propia de los PCB con componentes THD ubicados en la cara Top.
- **Clase 4** Baja densidad de componentes, propia de las PCB con componentes THD Y SMD ubicados en la cara Top.
- **Clase 5** Alta densidad de componentes, que suele darse utilizando sólo componentes SMD en la cara Top.
- **Clase 6** Muy alta densidad de componentes, utilizando sólo componentes SMD en ambas caras Top y Bottom de la PCB.

## 1.4 Cálculo de la resistencia de las pistas.

Si el tipo de circuito lo requiere, podrá calcularse la resistencia de las pistas. En la figura 1.2 se muestra la relación entre la anchura del conductor, su espesor, la temperatura y la resistencia por cada 10mm de longitud tal como se indica en la norma UNE 20-621-84/3, relativa al diseño de circuitos impresos.

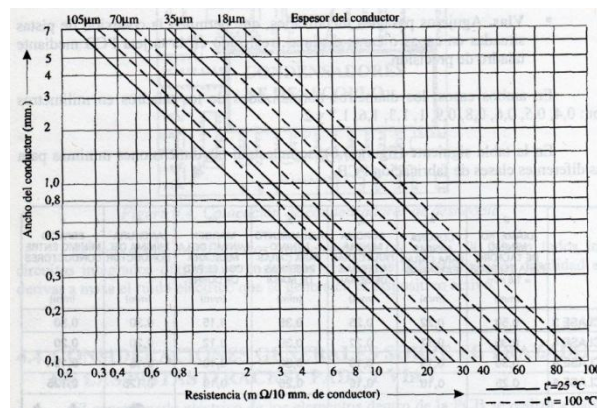


Figura 1.2

## 1.5 Máxima intensidad admisible.

La máxima intensidad admisible en un conductor impreso (pistas) se puede determinar en función del incremento de temperatura. En la figura 1.3 se muestra la relación entre los incrementos de temperatura y la corriente para diferentes anchuras de pista, considerando un espesor de 35 micras, que resulta el más habitual.

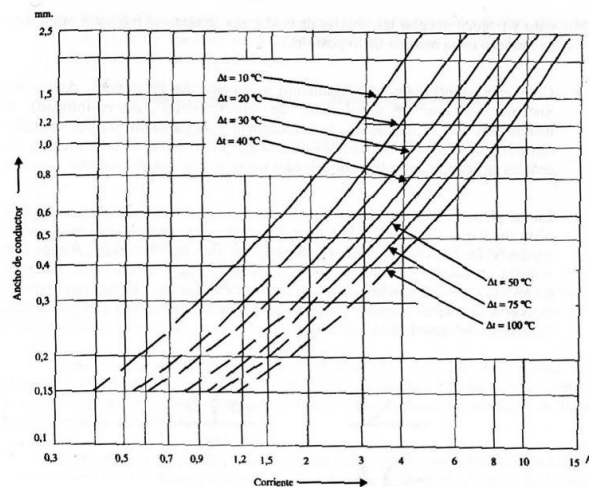


Figura 1.3

---

## **1.6 Esquema general de la tarjeta TES\_PLM08.**

A continuación se da una breve explicación de los dos bloques principales que componen a la tarjeta. Esta tarjeta contiene a los bloques de entrada, bloques de salida y la interfaz con la fuente de alimentación; a continuación se describe cada uno de estos bloques en lo básico.

### **1.6.1 Bloque de entradas (BE).**

Está compuesto por 16 entradas optoacopladas, en cada una de las cuales se reconoce un nivel de 12 VDC para el uno lógico; esta tensión puede medirse entre la terminal a la que se esté haciendo referencia y el punto neutro de la fuente de sensores. Las entradas están en 4 grupos de 4 entradas cada uno, un grupo por cada circuito integrado encapsulado NTE3221.

### **1.6.2 Bloque de salidas (BS).**

Está compuesto por 8 terminales de relevadores de baja potencia que tienen sus contactos normalmente abiertos. Las terminales comunes de dichos contactos están conectados al punto vivo de la fuente de actuadores, mientras que el otro contacto de cada relevador está directamente asociado con la salida que representa.

La continuidad eléctrica entre las terminales del punto vivo fuente de actuadores (VFA) y la correspondiente a una salida en particular, hará circular una corriente máxima permisible de 30mA para disparar el actuador asociado a dicha salida, lo que significa que el nivel de uno lógico estará verificándose en dicha terminal. Las variables contenidas en el BS serán también referidas en adelante como Variables Booleanas de Salida (VBS).

### **1.6.3 Fuente de alimentación.**

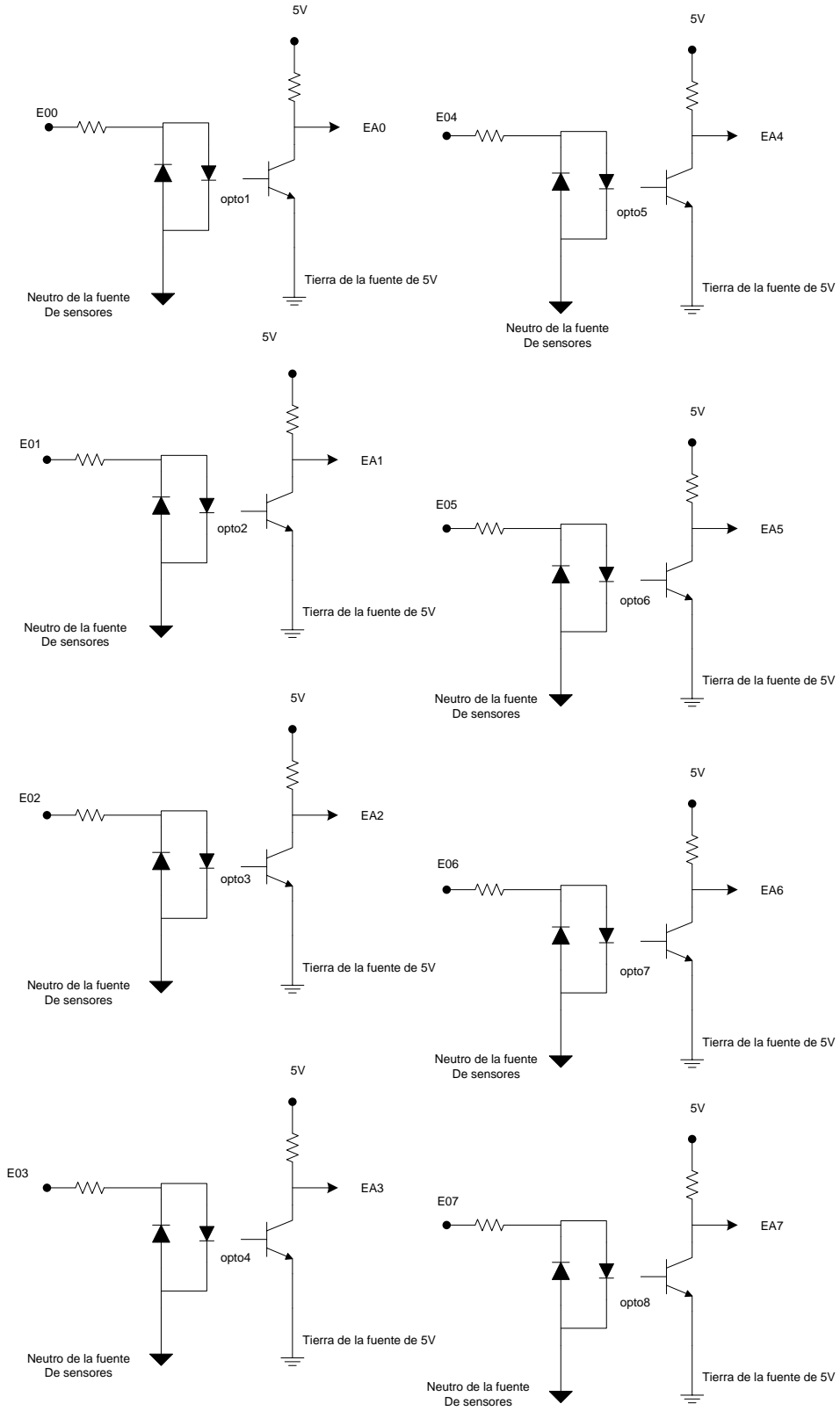
Se adaptó la caja de gabinete para recibir la alimentación directamente de un eliminador baterías ELI-100 el cual tiene como capacidad brindar 1A y hasta 12V.

En la figura 1.4 se muestra la estructura a bloques del PLM\_08.

## **1.7 Desarrollo de la tarjeta TES\_PLM08**

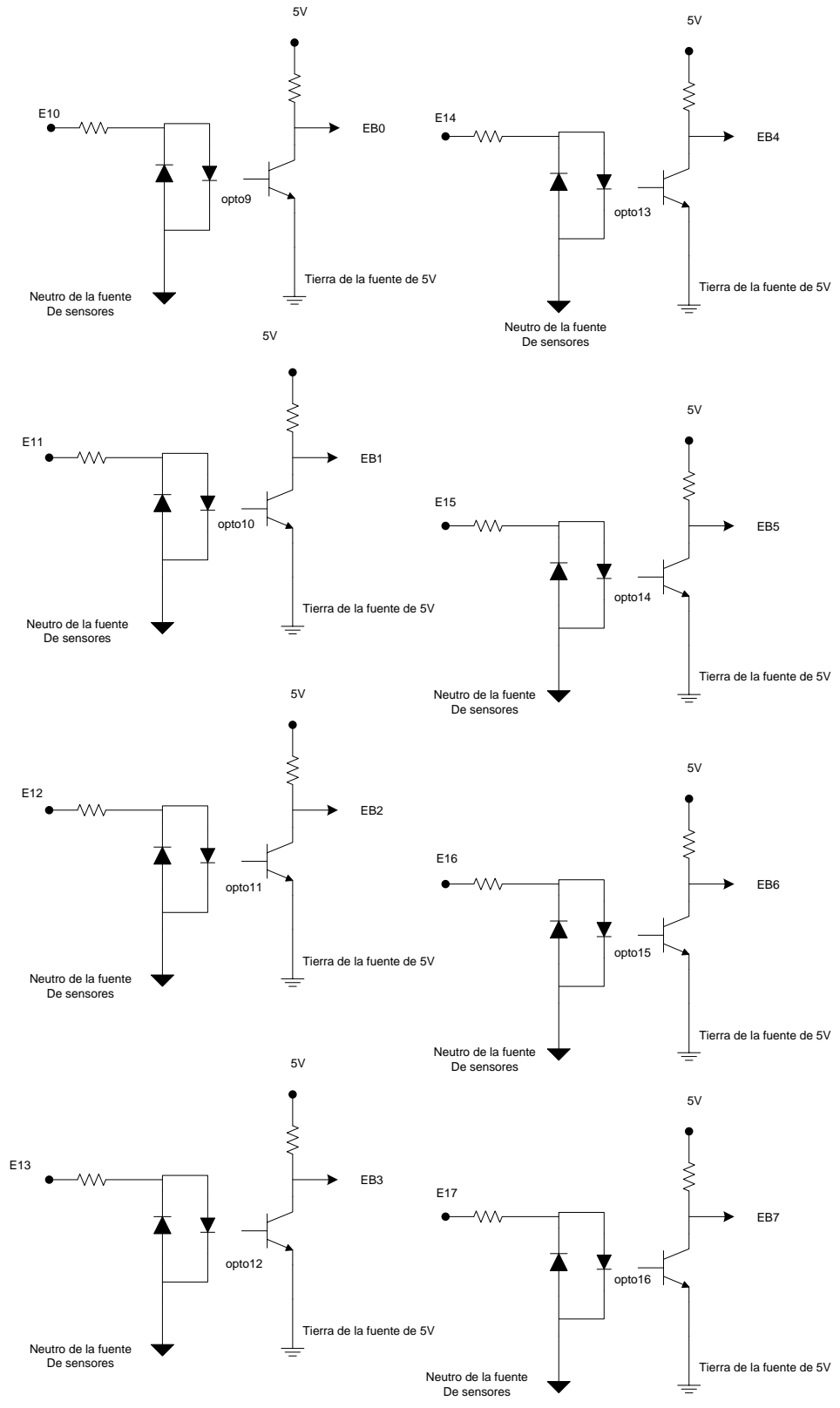
Para desarrollar el presente trabajo de tesis se usó el programa PROTEL DXP 2004 para diseñar la tarjeta de 16 entradas optoacopladas y 8 Salidas con relevadores. A continuación se muestran algunas figuras que ilustran este proceso de diseño. Figuras 1.5 a figura 1.7.

Primero se actualizó el prototipo de prueba a un diseño asistido por computadora (CAD); que es fijar en un plano la posición de los elementos que componen los circuitos a escala real; para obtener una plantilla que servirá como guía para fabricar posteriormente la tarjeta electrónica. En la figura 1.5 muestra el resultado de la conexión de pistas necesarias para la realización de la tarjeta de entradas y salidas.



ENTRADAS OPTOACOPLADAS LIGADAS CON EL PUERTO EA DE LA TARJETA MINICON\_08A





ENTRADAS OPTOACOPLADAS LIGADAS CON EL PUERTO EB DE LA TARJETA MINICON\_08A

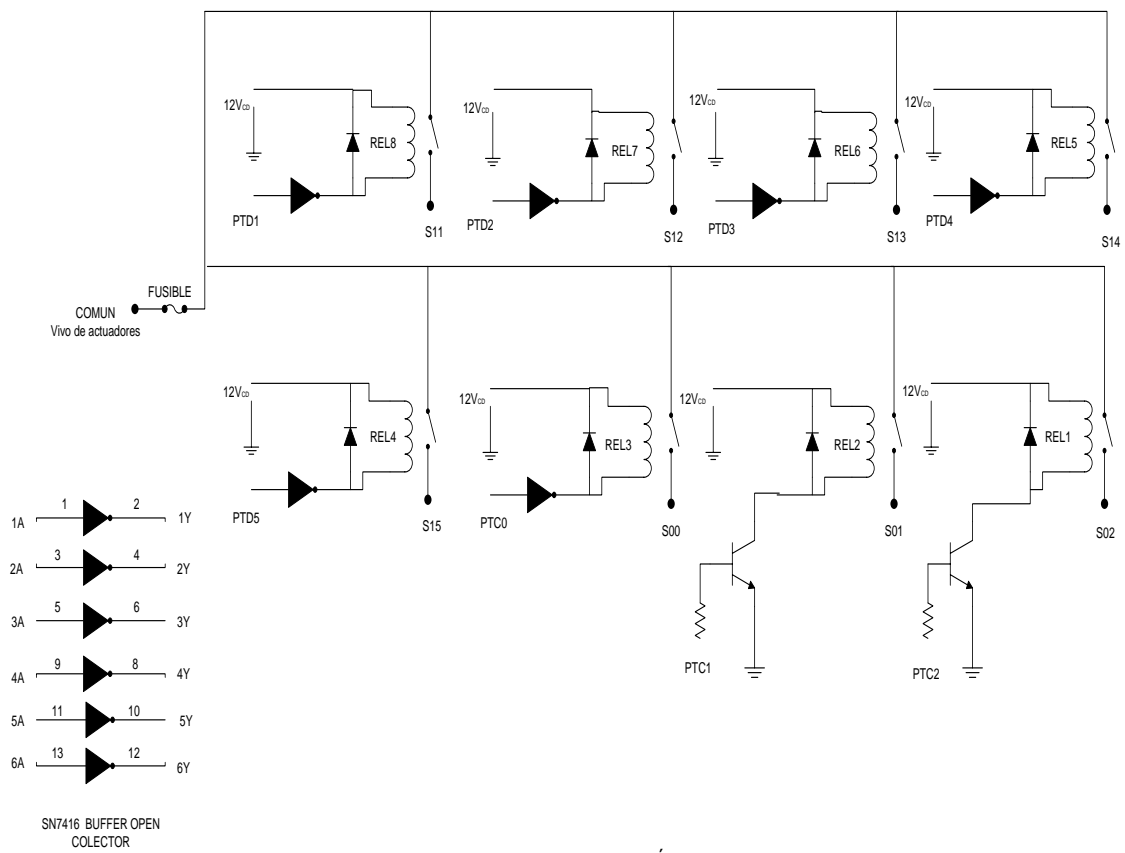


DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE RELEVADORES

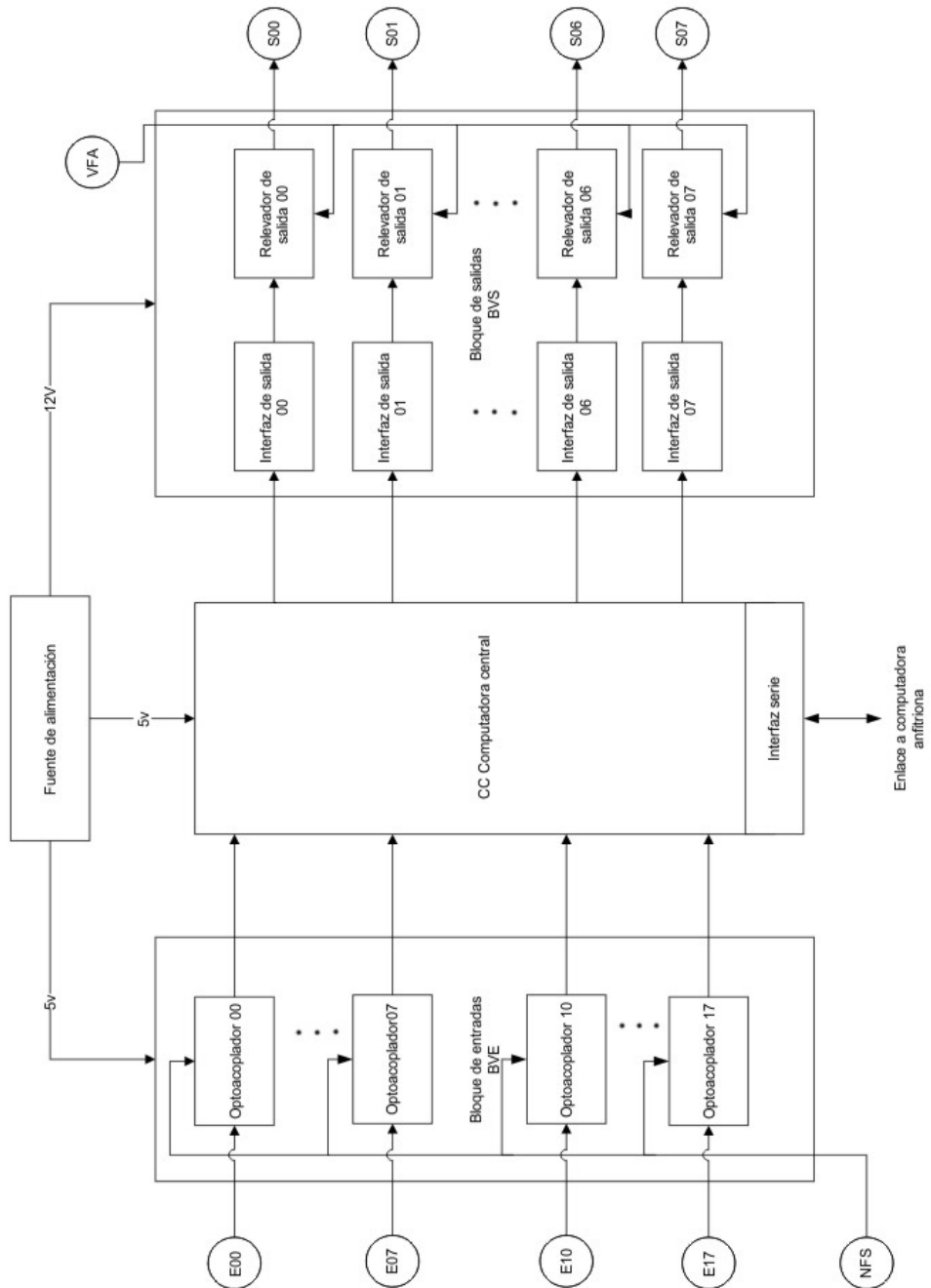


Figura 1.4. Estructura a niveles de bloque del PLM08.

Protel DXP también tiene como prestación la simulación 3D del circuito como una vista previa de fabricación. Lo que se muestra en la siguiente figura.

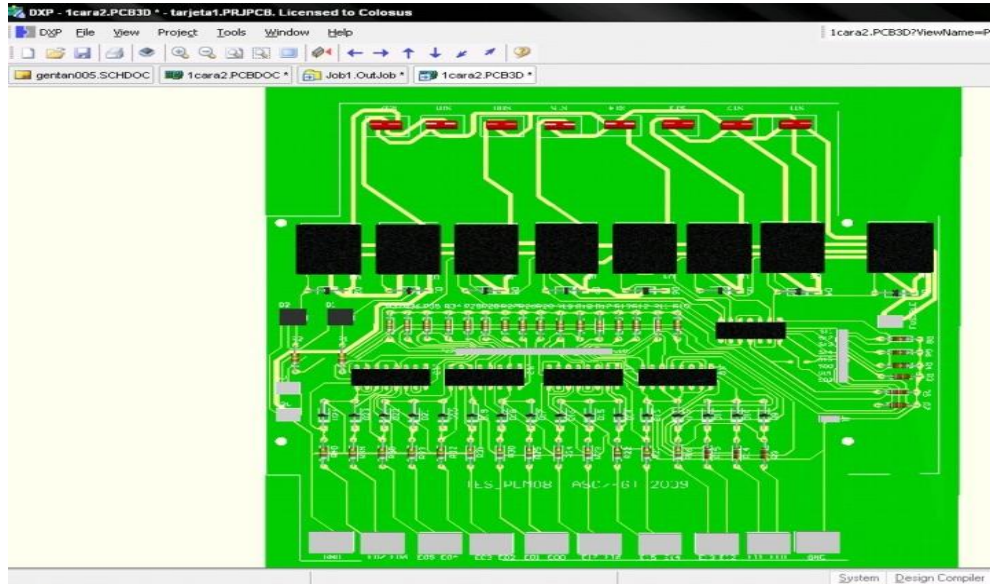


Figura 1.5. Vista 3D del diseño de la tarjeta TES\_PLM08

Tras terminar e imprimir el diseño CAD, se procede a la realización física del circuito mediante el proceso común de transferencia de calor y revelado. El resultado de este proceso se muestra a continuación.

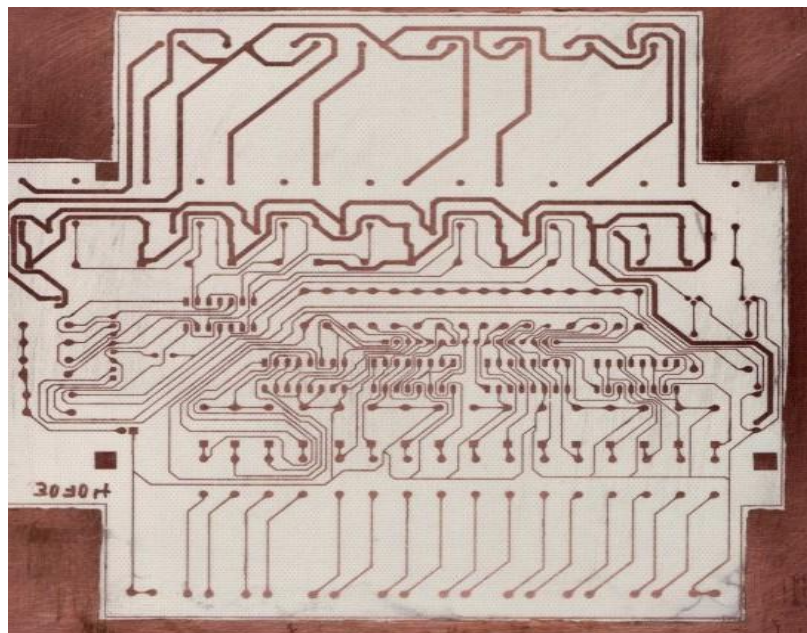


Figura 1.6 Realización física de la placa que contiene los circuitos de la tarjeta TES\_PLM08.

Después se pasa el proceso de recorte, limpieza, perforado, montaje de componentes, prueba de continuidad de pistas y soldadura. Al tener todo esto listo la tarjeta TES\_PLM08 se probó de manera específica con la tarjeta MINICON\_08A dando los resultados esperados. En la figura 1.8 se muestra la tarjeta TES\_PLM08 terminada y lista para su montaje posterior en su gabinete de pruebas.

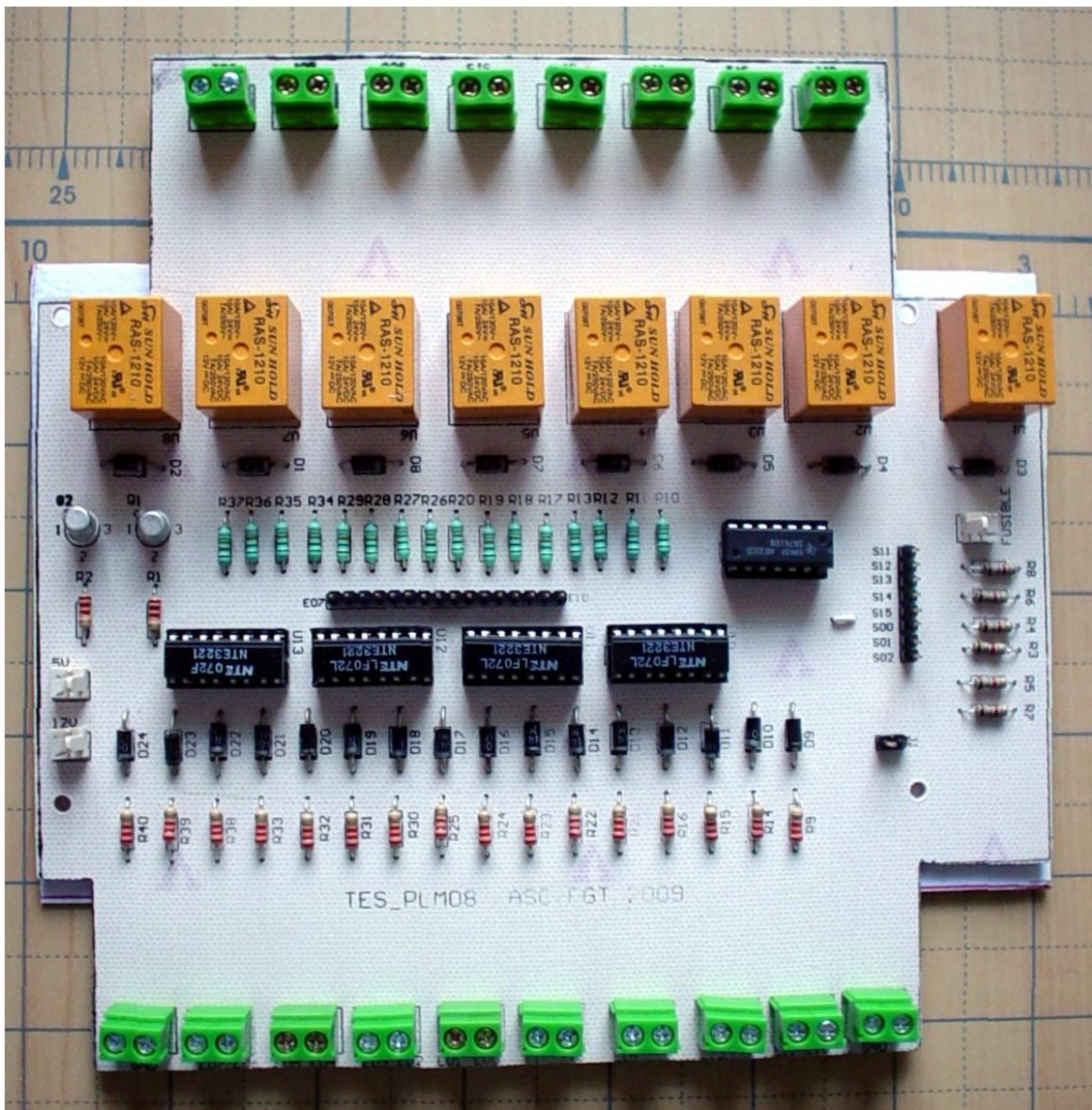


Figura 1.7 Tarjeta TES\_PLM08 terminada.

#### Referencias:

- Torres Manuel – “Diseño e ingeniería electrónica asistida con PROTEL DXP”, Ed. Alfaomega, México, 2005.
  
- Maya Edgar – “Curso Interactivo en CD ROM de diseño electrónico con Altium Designer”, Ed. Viadas, México, 2008.
  
- Altamirano Yépez Luis Antonio, Dehesa Castillejos Erick Abraham, Hernandez Reyes Maricarmen –“Desarrollo de software de simulación para el PLM (Programador lógico modular). Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, UNAM, 2003.
  
- Salvá Calleja Antonio – “Programador Lógico Modular”- México, D.F .Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, febrero de 1999.