

18
28



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES - CUAUTITLAN



FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE ALTA
TECNOLOGIA MEDIANTE LA TECNICA "ESTAÑO PLOMO"

T E S I S

Para obtener el título de
Ingeniero Mecánico Electricista
p r e s e n t a

GALO LOPEZ DELOYA



Cuautitlán, Izcalli, Edo de México, 1988

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E	PAG.
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE.	4
PROLOGO	6
ANTECEDENTES	7

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 BREVE HISTORIA DE LA TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO	10
1.2 DIFERENTES PROCESOS DE FABRICACION INDUSTRIALES EXISTENTES.	12

**CAPITULO 2 ANALISIS TECNICO DE LA TABLILLA
 DE CIRCUITO IMPRESO**

2.1 DESCRIPCION DE OPERACION.	16
2.2 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL BASE.	17
2.3 CLASIFICACION.	19
2.4 APLICACION.	22

CAPITULO 3 PLANTEAMIENTO DE LA TECNICA "ESTAND PLOMO"

3.1 DIAGRAMA A BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACION.	27
3.2 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL PROCESO ACTUAL DE FABRICACION	54

CAPITULO 4 DESARROLLO DEL PROCESO DE ACEPTACION

4.1 PRUEBAS EFECTUADAS.	60
4.2 DIAGNOSTICO DE FALLAS.	72
4.3 CALCULOS PARA COMPARAR ALGUNOS RESULTADOS EN LAS PRUEBAS DE INSPECCION ESPECIAL.	81
C O N C L U S I O N E S	96

APENDICE 1 GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS UTILIZADOS EN EL PRESENTE TRABAJO	98
---	-----------

B I B L I O G R A F I A	103
--	------------

BIBLIOGRAFIA	
-------------------------------	--

FABRICACION DE CIRCUITOS IMPRESOS DE ALTA TECNOLOGIA
MEDIANTE LA TECNICA "ESTARDO PLOMO"

P R O L O G O

Esta tesis presenta la técnica de fabricación de circuitos impresos, en la forma "Estaño - Plomo", desde un punto de vista netamente industrial y en un proceso de elaboración en serie, de alta tecnología.

La principal finalidad del presente trabajo es dar a conocer esta técnica, de una manera sencilla y dirigida para aquellos profesionistas o estudiantes que estén de una u otra forma relacionados con el tema.

En la tesis se manejan términos técnicos en forma común, pues se supone que la persona que lee el trabajo tiene cierto conocimiento sobre el mismo de una manera elemental.

Al final del trabajo se enlista un glosario de los términos considerados de interés para el lector.

Cuernavaca, Mor., Noviembre de 1987

ANTECEDENTES

Han pasado mas de 30 años desde que las tablillas para circuito impreso fueron desarrolladas. Estas han llegado a ser componentes muy importantes para los equipos electrónicos, pues ayudan a aumentar su confiabilidad y la densidad de componentes que favorecen su compactación o miniaturización.

En México la demanda de la tablilla para circuito impreso se ha ido incrementando año tras año de acuerdo con el incremento de la producción de equipos electrónicos, sin embargo, su producción en México tiene una historia de solamente 5 a 10 años, por lo que aun existen varios problemas en su elaboración. Se deja ver que es necesario desarrollar un proceso de fabricación mas completo y que se debe establecer un sistema de control de calidad mas eficiente, así como estructurar un proceso de elaboración en serie el cual a medida que se vaya perfeccionando e implementando con técnicas más modernas, se obtendrá un alto grado de calidad, tal como lo han logrado en países como Japón y Estados Unidos de Norteamérica, que su calidad esta a la vanguardia mundial, por lo que esperamos que en México en un futuro no muy lejano se cuente con una tecnología necesaria para fabricar tablillas de circuito impreso que compitan con los países desarrollados en los mercados Internacionales, y por que no pensar que en un futuro no muy lejano

podamos desarrollar tecnologías nuevas en nuestro país como lo es la tecnología para la fabricación de tablas de circuito impreso multicapa, que ya son tan comunes en países con tecnología altamente sofisticada.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Para iniciar a hablar de la tablilla de circuito impreso, es recomendable mencionar, que actualmente en México el proceso de fabricación para la tablilla de doble cara o bifacial es aún muy pobre ya que dicha fabricación trae consigo una serie de problemas que se tienen que resolver, tal es el caso del problema del orificio metalizado conocido comúnmente como "through hole", que no se ha desarrollado satisfactoriamente en su totalidad debido quizás al alto costo de los implementos necesarios para instalar una planta de proceso de manera que cumpla con los requerimientos de una empresa de este tipo.

En nuestro país, existen empresas que por su grado de calidad en la fabricación de estos productos se encuentran a la vanguardia en este ramo, tales empresas son: C.I.M.P.A. (Circuitos Impresos Profesionales) ubicada en la ciudad del Valle de Cuernavaca, (C.I.V.A.C.), CIRCUITRON ubicada en la Zona Industrial de Lerma, Edo. de México, (cercana a la Cd. de Toluca) y la compañía M.E.X.T.R.O.N., que esta ubicada en la Zona Industrial de Tlalnepantla, Edo. de México, que es filial de la empresa E.R.I.C.S.O.N., cuya calidad de fabricación y cantidad de producción comparadas con empresas extranjeras están muy por abajo de estas. Debido a que al compararse mediante un análisis de calidad entre un producto nacional y un extranjero se puede ver que aún

existe mucho terreno que recorrer para poder competir en igualdad de circunstancias, a un nivel Internacional.

1.1 BREVE HISTORIA DE LA TABLILLA DE CIRCUITO IMPRESO

El comienzo del desarrollo de la tablilla para circuito impreso utilizada muy ampliamente hoy en día, se realizó a principios del año de 1940, cuando un investigador de nombre Eisler, pegó un hoja metálica sobre una tablilla de material aislante e imprimió encima de la misma, una mascarilla en tinta que fuera resistente al ataque del ácido, eliminando posteriormente la parte metálica que no fuera cubierta por la tinta, mediante ataques químicos o electrolíticos, y dejando al descubierto lo que serían las pistas o conexiones de lo que sería el primer circuito impreso fabricado en forma casera, en donde Eisler posteriormente conectaría sus circuitos formados en su totalidad por componentes electrónicos para fabricar equipos receptores electrónicos de baja señal.

Marcando de esta manera lo que sería una nueva tecnología, en el futuro, y es lo que se conoce actualmente como la técnica de fabricación de tablillas para circuito impreso para ensamble electrónico, en materiales aislantes como la fibra de vidrio y metales como cobre, oro, plata y estaño-plomo.

Después esta técnica fue trasladada a los Estados Unidos de Norteamérica y durante la Segunda Guerra Mundial se utilizó en producción masiva para fabricación de dispositivos de guerra.

Posteriormente los que transformaron el uso práctico de la tablilla para circuito impreso en el mercado internacional en el año de 1955 fueron principalmente las compañías SONY, MATSUHITA, DENKI y NEC, para uso industrial y en su producción en equipos de comunicaciones además de varias compañías en todo el mundo.

En México empieza a tener demanda la fabricación de la tablilla para circuito impreso para uso industrial a través de compañías extranjeras que se han establecido en nuestro territorio y que se han visto en la necesidad de nacionalizar parte de su producción, ya que de esta manera se ahorran costos fuertes de importación de materias primas.

Esto tiene día a día mayor desarrollo, ya que las industrias electrónicas en México, están progresando día con día, y requieren de mejores procesos de fabricación en la elaboración de equipos electrónicos de todo tipo así como médico, de comunicaciones, computación de control y demás. Esto traerá consigo un aumento en el nivel de la calidad de fabricación de este producto en nuestro País.

1.2 DIFERENTES PROCESOS DE FABRICACION INDUSTRIAL EXISTENTES

Para mencionar algunos de los procesos que se conocen actualmente para fabricar la tablilla de circuito impreso, estan aquellos que sin lugar a dudas han resultado ser mas confiables y mas seguros, tales casos son: "Proceso TENTING" o a base de "pelicula seca", proceso "Estaino-Plomo" y proceso de "Estaino-Selectivo".

Comenzaremos por dar una idea global de cada uno de ellos.

En el caso del proceso "Tenting", se puede mencionar, que se trata de un proceso fabricado con una pelicula transparente, es un material adhesivo de color rojo que se impregna sobre una placa de material Epoxico con capas de cobre por ambos lados, esta placa se somete a un proceso de perforación, en donde se supone estarán conectados los componentes electrónicos para formar los circuitos; despues se somete a una solución de cobre electrolitico a base de electricidad y posteriormente a una cámara de rayos infrarrojos, para que de esta forma, los rayos quiten la parte de la pelicula adherida y quede únicamente la parte que formaron el diagrama y las pistas de conexiones.

Para darle una buena terminación de circuito impreso

se le aplica por ultimo un material de color verde o azul (según el caso) en forma de tinta, que protegerá de la corrosión al material del que está formada la tablilla, este material recibe el nombre de "mascarilla antisoldante".

(El proceso del estaño-plomo es el que se va a tratar en este trabajo con mas detalle, únicamente se hará un bosquejo de como se realiza). Para el caso del proceso de Estaño-Plomo, tenemos que primero se perfora la placa de material base o material Epóxico, esta se somete a un cobreado químico o también llamado cobre electrolisis, después se imprime el dibujo de las pistas de conexiones, y se metaliza electrolíticamente con cobre, esto se hace para reforzar el cobre dentro de las perforaciones, posteriormente se quita la tinta de impresión en las partes que no se necesita y se ataca químicamente para quitar el cobre de las áreas que no son de pistas. Esto se verá con mas detalle y paso a paso durante el transcurso del trabajo.

Por último se depositaría mediante un proceso electrolítico la solución de Estaño-Plomo en toda la tablilla.

Para el caso del proceso de fabricación de tablillas de circuito impreso mediante la técnica del Estaño-Selectivo, se puede mencionar que es totalmente igual al caso anterior del Estaño-Plomo, solamente que

este proceso tiene un ultimo procedimiento, antes de aplicar la mascarilla antisoldante, en el que se deposita Estaño-Plomo, únicamente en las Isletas del circuito, que es la parte en donde se requiere mayor soldabilidad en el momento del montaje de componentes electrónicos sobre la tablilla.

Como se mencionó anteriormente el Segundo caso, del Estaño-Plomo, es el que se tratará en este trabajo, ya que se trata de uno de los de más demanda en nuestro País, y el más utilizado a nivel industrial.

Posteriormente se hará un análisis más técnico a fondo de lo que consiste y de como se lleva a cabo este proceso.

CAPITULO 2

ANALISIS TECNICO DE LAS TABLILLAS PARA CIRCUITO IMPRESO

Este analisis se llevo a cabo con la finalidad de empezar a conocer en detalle lo que es una tablilla para circuito impreso y familiarizarse con el concepto que se tiene de la misma, así como saber las diferentes clases que existen y conocer de qué y cómo están constituidas.

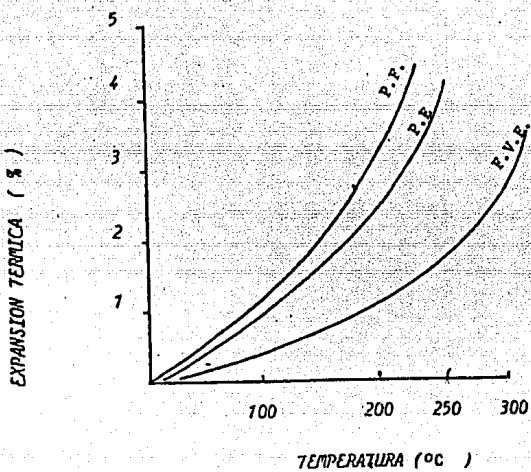
Para lo cual empezaremos por dar la definición de tablilla para circuito impreso de la norma internacional japonesa (JIS) C-6491, la cual dice que es la distribución del cableado eléctrico del diseño de un circuito eléctrico o electrónico que conecta funcionalmente a los componente con cableados metálicos aislados entre sí y depositados sobre materiales aislantes.

La tablilla para circuito impreso puede estar fabricada de cualquiera de los siguientes materiales: papel fenólico, papel epóxico y fibra de vidrio reforzada con epoxy, a estos materiales se les conoce como materiales base, éstos están cubiertos con capas de metal (cobre) por ambos lados, y son donde se fabricaran los circuitos con todas sus conexiones.

2.1 DESCRIPCIÓN DE OPERACION

Dentro de las tablillas para circuito impreso podemos decir que por sí mismas, no realizan función eléctrica alguna, pero nos sirven como soporte para poder montar componentes electrónicos tales como; circuitos integrados, transistores, resistencias, capacitores, conectores y hasta partes mecánicas que ayudan a obtener un buen funcionamiento del circuito electrónico, ya que su principal función es la de hacer que las conexiones que requiere el diseño de algún circuito electrónico sea lo más reducido posible y que a la vez sea práctico cuando se realice el montaje de los componente, de acuerdo a las conexiones eléctricas preestablecidas en el diseño o diagrama eléctrico, (con lo cual asegura que no exista un corto circuito entre conexión y conexión); a las cuales se les conoce como pista de circuito y a la forma mediante la cual se conecta una pista de circuito de una cara o tablilla con otra pista de circuito de la otra cara de la misma tablilla se le conoce como "Through Hole" o P.T.H. que es un orificio metalizado en el material base. (El P.T.H. es una abreviación de la forma escrita en idioma inglés Plated Through Hole).

Los materiales que se emplean para la fabricación de tablillas para circuito impreso son: el papel fenólico (P.F.), el papel epóxico (P.E.), la fibra de vidrio reforzada con epoxy (F.V.E.) los cuales tienen un comportamiento bastante aceptable en lo que se refiere a la expansión térmica que sufren estos materiales al ser expuestos a las temperaturas de las máquinas soldadoras para tablillas de circuito impreso las cuales requieren de una temperatura de 230°C para fundir la soldadura y tener las condiciones óptimas para realizar un buen soldado en las tablillas. Estos materiales tienen una respuesta mínima a la expansión térmica, (la cual se muestra en la siguiente gráfica).



Gráfica de Respuesta de los materiales base a la expansión térmica contra la temperatura.

Por lo cual se comprueba que el material de fibra de vidrio reforzado con epoxy es el mejor, aunque existen otros materiales que mejoran estas características pero el costo de estos es muy alto.

Se puede ver de la gráfica anterior que el F.V.E. a una temperatura de 300°C apenas está a un 3.5% de expansión térmica y en el caso del P.F. y del P.E. es aún más alta expuestas a menor temperatura.

El porcentaje de expansión térmica se entiende como 1/100 veces el tamaño por cada 100°C de calentamiento de exposición visto como una curva obtenida de una función.

La clasificación de las tablillas para circuito impreso esta dada en función del uso y de la estructura de la misma, en lo que se refiere a su uso existen dos tipos: las populares y las industriales.

Las tablillas populares; son aquellas que son utilizadas en equipos domésticos como televisores, tornamesas, consolas, radio, etc. y las de uso industrial son las que se utilizan en compañías que tienen grandes volúmenes de producción y que fabrican computadoras, conmutadores y equipos de comunicaciones.

ADEMAS SEGUN SU FORMA SE CLASIFICAN EN:

Tablillas para circuito impreso

- a) De un lado (sencilla)
- b) De ambos lados (doble)
- c) de capas múltiples (multicapas)
- d) flexible

a) La tablilla para circuito impreso de un lado (sencilla) se utiliza normalmente en la clasificación de uso popular, cuenta con pista de conexión únicamente en

un solo lado y por el otro lado sólo lleva componentes.

Su acabado es normalmente en cobre aunque también se fabrican con estaño-plomo, utilizando como material base una tablilla de fibra de vidrio cubierta de cobre la cual se fabrica mediante el proceso de tinta de impresión por pantalla y utilizando un reactivo "Etching" o sustancia compuesta a base de ácido para dejar solo las pistas de cobre.

b) La tablilla para circuito impreso de ambos lados (doble) tiene impresión de pista por ambos lados interconectados estos a través de los orificios de paso metalizados comúnmente llamados "Through holes".

Normalmente se fabrica sobre el material base de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica y en su fabricación existen varios métodos.

c) La tablilla para circuito impreso de capas múltiples (multicapas) se creó debido a la necesidad de reducir las dimensiones de las tablillas y aumentar el número de componentes, con lo que aumentan también el número de pistas, para lo cual se pegan varias capas de material base interconectándose unas con otras, siempre manteniendo la conexión interna de tierra común y así poder fijar las características eléctricas del diseño mediante los orificios de paso metalizados.

Las tablillas mas comunes son las de 4 capas, aunque en equipos de computación y conmutadores electrónicos avanzados que requieren alta densidad de pista, se fabrican tablillas con más de 5 capas. Existen T.C.I. que tienen más de 30 capas, estas son utilizadas para la fabricación de equipos electrónicos en ensamble de super computadoras.

d) La tablilla para circuito impreso flexible es aquella que se puede doblar y así poder interconectar componentes electrónicos en posiciones poco usuales, ya sea en forma curva o de manera incomoda, lo cual sería imposible lograr con una de tipo rígido.

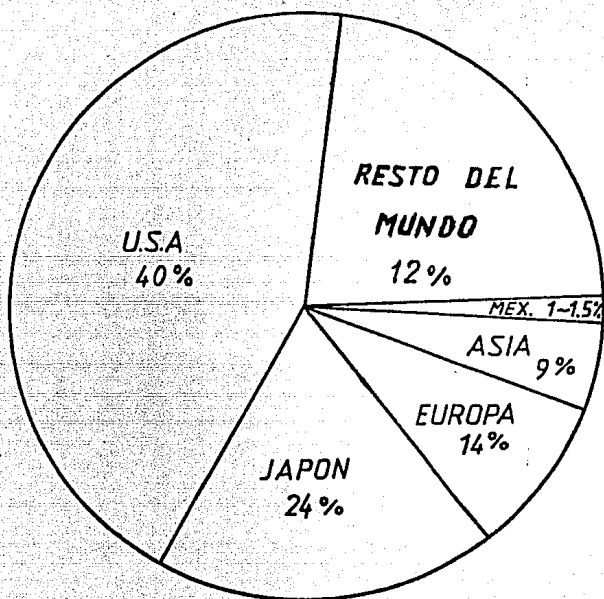
La aplicación de las tablillas para circuito impreso rígido en sus diferentes tipos mas usuales, es la de una capa las cuales son utilizadas en aparatos de medición, probadores electrónicos, televisores a color, estereos, radio-grabadores, etc; y las de dos capas que son utilizados en tableros de terminales periféricos para computadoras, computadoras personales, en equipos facsimil, equipos de comunicaciones de microondas, etc; en el caso de las tablillas de 3 y 4 capas se utilizan en procesadores de información, instrumentos médicos, conmutadores, electrónicos, tableros de memoria, etc., los de 6 a 8 capas son utilizados en computadoras fabricadas a base de pequeña y mediana escala de integración, sistemas de switcheo electrónico, etc; o las de más de 10 capas que se utilizan en computadoras fabricadas a base de alta escala de integración, equipos militares y fabricación de equipos de super computadoras.

ALCANCE DEL MERCADO MUNDIAL DE LA TABLILLA

PARA CIRCUITO IMPRESO

En la siguiente figura se muestran los porcentajes de fabricación de la tablilla para circuito impreso en la que Estados Unidos de Norteamérica, ocupa el 1er. lugar con un 40% de la producción total, después sigue Japón con el 24%, en seguida Europa con el 14% y después Asia

con el 9%; el porcentaje restante lo tiene el resto del mundo. (En donde México ocupa del 1 al 1.5% de la producción mundial).



**PORCENTAJES DE FABRICACION
DE T.C.I. EN EL MUNDO**

CAPITULO 3

PLANTEAMIENTO DE LA TECNICA DE FABRICACION DE ESTANO-PLOMO

El proceso de la fabricación de la tablilla para circuito impreso de estaño-plomo, es conocido como método substractivo, que se elabora a base de metalización básicamente en los P.T.H.

Este proceso empieza con el corte de la lámina de fibra de vidrio o material base que tiene adherida una capa de cobre de ambos lados, una vez obtenidas las dimensiones se procede a realizar las perforaciones indicadas en los diagramas para después someterlas a un recipiente con cobre y hacer la metalización con cobre en las paredes de los orificios (P.T.H.) para lo cual se utiliza la metalización de cobre electroless, que es una reacción química a la que se somete para que se adhiera principalmente en los orificios, la cual nos sirve como soporte para poder depositar cobre electroquímico, después del plomo-estaño electroquímico tanto en los P.T.H. como en las pistas, para lo cual primeramente se le aplica a una malla la placa de película negativa del diagrama de las trayectorias o pistas que conectan a todos los componente del diseño y se le agrega tinta, después se coloca sobre una de las caras y se presiona

con un rodillo dejando grabada en la superficie el contorno de las pistas las cuales son las áreas que no tendrán tinta, después se mete en un horno a 330°C para lograr una mayor adherencia y un buen secado. se repite el entintado para el otro lado de la tablilla con su respectivo negativo de impresión.

Se aplica el depósito de cobre electroquímico y posteriormente se deposita plomo-estaño electroquímico y se procede a retirar la tinta y atacar el cobre del material base.

Al retirar el cobre solamente quedan las trayectorias de las pistas y los P.T.H. ya que estos están cubiertos de estaño plomo, este queda con más brillo y uniformidad, por lo tanto, presenta mayor soldabilidad para los componentes electrónicos al momento del ensamble.

Enseguida se aplica la 2a impresión de tinta que forma la mascarilla antisoldante está se coloca en ambos lados con su respectivo negativo de película. Esto nos proporciona mas seguridad para la antioxidación y mejor protección de aislamiento entre pistas, dando además mayor presentación y calidad de acabado.

Se aplica la impresión de la mascarilla de leyendas (nomenclatura) en el lado de componentes, si lleva contactos o terminales acabados en oro, se cubre con

masking y tela adhesiva especial dejando al descubierto sólo el área donde lleva los contactos (peine) para poder limpiarlos primeramente y después depositar níquel sobre el cobre para finalmente depositar oro.

Por último se da el acabado recortándolas a las dimensiones requeridas y realizando los ángulos de las formas especiales en los contornos. (según diagrama o dibujo de acabado).

3.1 DIAGRAMA A BLOCUES DEL PROCESO DE FABRICACION

Se presenta el flujo que normalmente sigue una tablilla para circuito impreso en su elaboración, desde la inspección de las materias primas hasta su entrega al cliente como producto terminado.

Posteriormente, se hace mención en lo que consiste cada bloque.

INSPECCION DE LA LAMINA DE FIBRA DE VIDRIO

La inspección de la lámina, se lleva a cabo primero en forma visual. Esto es verificando la uniformidad del depósito de cobre, además que no presente rayones, raspaduras, ni abolladuras o algún defecto de fabricación. Enseguida se miden las dimensiones exteriores, estas deben estar dentro de los 116.84 cm X 96.52 cm.

Después se checa el espesor, para ello se toman medidas en cada esquina de la lámina, este espesor medirá 1.6 mm. para todos los casos.

La medición del espesor se efectúa con un micrómetro graduado, perfectamente calibrado, para asegurar una buena medición.

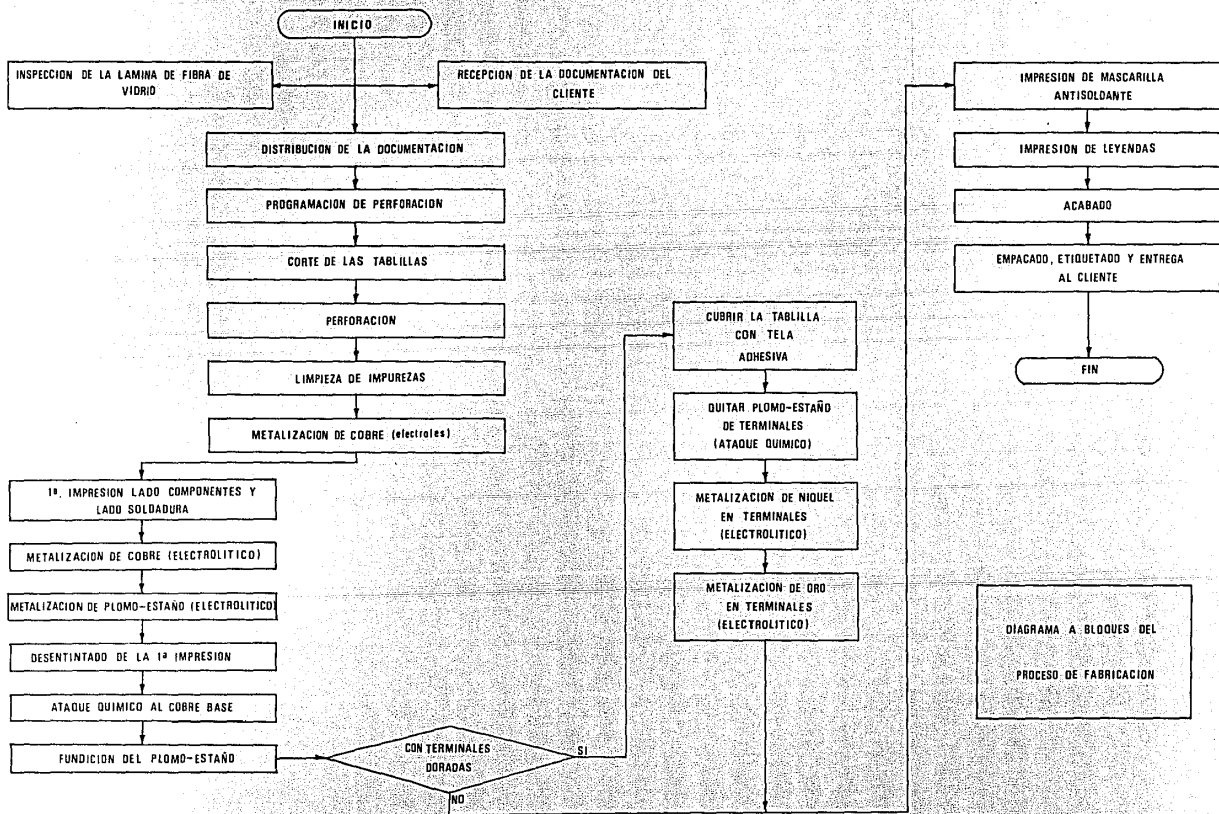


DIAGRAMA A BLOQUES DEL PROCESO DE FABRICACION

RECEPCION DE LA DOCUMENTACION

La documentación requerida para la fabricación de una tablilla para circuito impreso es la siguiente:

Primero, se requiere de un diagrama de acabado de la misma, este diagrama nos proporcionará entre otras cosas las dimensiones exteriores que debe llevar al ser terminada, los diámetros de perforación de cada uno de los orificios que necesita tener para el ensamble electrónico en la tablilla, y los detalles y cortes especiales, ya que existen diferentes tipos y acabados dentro de un gran número de tablillas, para muchos usos de diferentes casos de equipos electrónicos, se puede decir que cada marca que fabrica equipos electrónicos en el mercado tienen sus propias formas y detalles así como especificaciones necesarias para su fabricación.

Después se requiere de una película de plástico o mas bien conocida como "Acetato" en donde se encuentra impreso el dibujo del diseño de las conexiones del circuito que se ensamblará sobre la tablilla. Esta película trae en positivo (parte oscura) el diagrama de las pistas, y en negativo (parte transparente) la parte del circuito que no es de conexiones.

También se debe contar con una película, en la que se pueda observar el centrado de las perforaciones. Así también se debe contar con una película en negativo de la aplicación de la mascarilla antisoldante.

Por último se tendrá en positivo, de cada una de las leyendas y nomenclaturas que se imprimirán a la tablilla electrónica, para que se facilite el ensamble de los componentes, ya que normalmente trae el dibujo y la posición en donde se tiene que soldar o colocar cada uno de los componentes en forma exacta y precisa para no cometer ningún error durante el proceso de montaje.

Otra cosa que deberá traer la documentación, es una hoja de datos o especificaciones que contiene el tipo de material base con que se fabricará la tablilla.

El espesor de cada una de las metalizaciones necesarias, como son: Espesor de la capa de cobre, del depósito de Estaño-Plomo, del oro y demás, también traerá consigo algunas observaciones necesarias en forma general.

Cuando la compañía que fabrica las tablillas para circuito impreso recibe esta documentación de un cliente determinado, la utiliza para efecto de cotización, esto es, que de esta documentación se obtendrá el precio de fabricación y la negociación subsecuente para la fabricación en serie del producto.

Además este departamento tiene la obligación de checar muy detalladamente cada uno de los siguientes incisos.

a) Especificación de la tablilla y su número correspondiente de revisión de diseño.

Esto es, que cada determinado tiempo se rediseñan nuevos circuitos electrónicos y el número de revisión puede cambiar de un momento a otro en el transcurso de poco tiempo.

b) Densidad de pistas en el circuito.

Esto es, que tanto metalizado se necesitará para cubrir totalmente con lo que el cliente requiere.

c) Cantidad total de perforaciones y diámetros, se checa cuántas perforaciones lleva cada circuito, ya que existen tablillas, que tienen más de 1000 perforaciones de diferentes diámetros en una sola tablilla.

d) Dimensiones de acabado.

Si checa que no existan confusiones en las medidas exteriores e interiores de cada tablilla ya que esto puede afectar en un momento dado cuando se ensambla la tablilla en los soportes metálicos del equipo electrónico

que la contiene.

DISTRIBUCION DE LA DOCUMENTACION

El departamento de ventas despues de recibir la información del cliente, la reparte a los departamentos de producción y control de calidad.

El departamento de producción determina de esta forma el tipo de fabricación necesaria que se requiere para la elaboración de la tablilla. Además para que controle el proceso en cada uno de los departamentos restantes de la producción.

Por su parte, el departamento de control de calidad, inspecciona la información y señala los puntos claves en la misma, para evitar problemas posteriores de fabricación.

PROGRAMA DE PERFORACION

Una vez que la información ha sido distribuida, esta llega hasta un operador, que está a cargo de una máquina de perforación, esta persona es la encargada de llevar a cabo el perforado de todos aquellos orificios que tendrá que llevar la tarjeta. Para ello utiliza un acetato en

negativo, en el cual se encuentran todas las posiciones de los lugares en donde se efectuarán todos los orificios.

Además de efectuar las perforaciones en las tarjetas, tiene la obligación de seleccionar todos los diámetros correctamente de cada "golpe" (como golpe se entiende cada perforación que se efectúa sobre la tablilla). para ello utiliza una cámara de video, con pantalla, conectada a una computadora, mediante esta pantalla, puede colocar el acetato negativo con las posiciones de todas las perforaciones y poder mirarla correctamente. Después, por medio de un mecanismo manual, puede mover el negativo hacia arriba y hacia abajo según su conveniencia, esto lo hace sobre un eje cartesiano, cada perforación va a corresponder a una coordenada sobre el plano de las Xs, y las ys. Con un disparador automático va a grabar cada posición de cada coordenada sobre una cinta de papel que a la vez que se hace un disparo se hace una perforación en la cinta, esto va creando un Código, que se imprime en la cinta que la máquina es capaz de leer cada vez que se corra sobre el disco que contiene la cita. Para cada tarjeta existe una cinta perforada correspondiente.

Así de esta manera, queda listo el programa de perforación de cada tablilla.

CORTE DE LAS TABLILLAS

El operador procede a cortar el material base, cortando láminas de aluminio y fibracel de 3 mm. de espesor a las mismas dimensiones de la tablilla, incluyendo el margen de protección, ya obtenidos los cortes se forman paquetes que contengan 3 tablillas, se colocan en medio de una lámina de aluminio y una de fibracel.

La finalidad de colocar en la parte superior la placa de lámina de aluminio es que disipe el calor que presenta la broca debido a la velocidad y al choque con materiales, además evitar que los residuos de la fibra de vidrio y del cobre penetren en las perforaciones.

La función de la placa de fibracel al colocarla en la parte inferior (base) es de proteger la plancha de la máquina de perforación sobre la cual se depositan y sujetan los paquetes, además de dar a la broca una mayor profundidad de perforación.

La forma de asegurar el paquete es colocando cinta masking en los cuatro costados y en los extremos superiores e inferiores, además se fijará un perno en el centro el cual nos sirve (además de apoyo) para centrar el paquete en la plancha de la máquina de perforación.

PERFORACION

Primeramente se le entrega al operador la Información del Modelo que se va a perforar, el cual consta de los diferentes diámetros de perforación, también se le entrega la cinta perforada por la computadora, con las coordenadas de perforación.

El operador debe verificar, que velocidad y en que orden debe aplicarse a cada broca para realizar esta operación.

Esto lo lleva a cabo apoyándose en una hoja de especificaciones.

Después tiene que verificar el afilado de cada broca que va a utilizar, así como los ángulos de la punta de cada una, tomando en cuenta que una broca solamente puede ser afilada de 2 ó 3 veces, ya que el afilado solamente realiza 1800 perforaciones.

El operador coloca los paquetes sobre la plancha, fijándolos con los pernos correspondientes, y los asegura con dos tiras de masking para evitar que se lleguen a mover.

Ya centrado el paquete, se lleva a cabo la perforación, se le aplica a la máquina la cinta perforada y esta lleva a cabo la operación automáticamente.

LIMPIEZA DE IMPUREZAS

Para efectuar la limpieza de las impurezas en la lámina de material base, primeramente se le quitan las rebabas y filos que quedaron después del corte, se lija toda la superficie con lija de agua y se meten todas las tablillas a una pulidora de rodillos con cepillos de alambre de acero inoxidable.

Esto se efectúa, para remover impurezas que persistan en la superficie de la lámina, como son: grasas, huellas, polvo, etc.

METALIZACION DE COBRE (ELECTROLEES)

Esta metalización, se trata de un proceso netamente químico, (se trataran todos los procesos químicos y electroquímicos de una manera somera, para dar una idea de lo que se realiza, ya que no se tratan todos estos procedimientos al detalle pues no es el objetivo primordial de este trabajo).

Se van a enumerar cada uno de los pasos por su orden correspondiente:

- 1.- Los grupos de tablillas, se sumergen en una tina que contiene un limpiador alcalino (9267) durante 4 minutos, este está diseñado específicamente para remover

manchas orgánicas, grasas y óxidos existentes en la lámina.

2.- Los grupos, son sumergidos en agua limpia y a temperatura ambiente durante 2 minutos, diluyendo así el limpiador acarreado en las tablillas.

3.- Los grupos son ahora metidos en una solución de ácido sulfúrico al 10% con agua a temperatura ambiente durante 3 minutos, hasta neutralizar cualquier residuo de óxido o sales de cobre existentes.

4.- Enjuague, se limpian con agua limpia durante 2 minutos (agua desbordante).

5.- Microatacante. Los grupos se sumergen en una solución de microataque a una temperatura de 44°C, durante 2 minutos, la cual dará un acabado uniforme y limpio.

6.- Enjuague. Los grupos son sumergidos en agua limpia y a temperatura ambiente durante 2 minutos. (agua desbordante).

7.- Neutralizador. Los grupos son sumergidos en una solución de ácido sulfurico al 10%, a temperatura ambiente durante uno a tres minutos, esta, neutralizará cualquier residuo de óxido o sales de cobre, así como también disminuirá la alcalinidad.

8.- Enjuague. Los grupos son sumergidos en agua limpia y a temperatura ambiente durante dos minutos. (agua desbordante).

9.- Preactivador (900B). Los grupos son sumergidos en una solución de preactivador durante dos minutos a temperatura ambiente, la cual ha sido diseñada, para proveer una superficie catalítica sobre un sustrato no metálico. Para el subsecuente depósito químico, esta solución evitará cualquier residuo de ácido sulfúrico o contaminación en el enjuague que sea introducido al activador, lo cual es muy importante ya que el activador (solución posterior), podría ser contaminada por el ácido sulfúrico.

10.- Activador (9070M). Los grupos son sumergidos en la solución del activador a temperatura ambiente durante cinco minutos. Este tratamiento sembrará la superficie no conductora de las perforaciones con diminutas partículas de metal, las cuales proveerán una base de atracción para el futuro depósito de cobre.

11.- Enjuague. Los grupos son sumergidos en agua limpia a temperatura ambiente durante un minuto. (agua desbordante).

Los grupos en este punto deberán enjuagarse en dos diferente tinas de enjuague a temperatura ambiente y

durante un minuto en cada una.

Esto es muy importante ya que cualquier remanente de la solución del activador podría inhibir el posterior depósito de cobre. (agua corriente).

12.- Acelerador (9074). Los grupos son sumergidos en la solución del acelerador a temperatura ambiente, durante dos minutos. Esta solución ayuda a exponer los iones metálicos que permitirán el inicio del depósito de los iones de cobre.

13.- Enjuague. Los grupos son sumergidos en agua limpia a temperatura ambiente durante dos minutos. (agua desbordante).

14.- Depósito de cobre (MACU DEP 70). Los grupos son sumergidos en la solución de cobre durante treinta minutos a una temperatura de 35°C. En esta solución, el cobre cubrirá la superficie de los orificios así como cualquier área de cobre expuesta.

15.- Enjuague. Los grupos son sumergidos en agua limpia y a temperatura ambiente durante dos minutos. (agua desbordante).

16.- Neutralizador. Las tablillas son colocadas en una solución ácida (ácido sulfúrico al 5%) la cual neutralizará todo residuo de la solución de cobre, además

evita que las piezas se oxiden.

17.- Enjuague. En este paso se sumergen ligeramente en el agua para después pasarse para la máquina pulidora.

18.- Pulido. Se van colocando una por una en la pulidora la cual esta provista con surtidores de agua y aire a presión los cuales enjuagaran y secaran las piezas antes de su colocación en los racks.

19.- Secado. Una vez colocadas las piezas en los racks se introducen, al horno durante diez minutos a temperatura de 100°C, esto las secará perfectamente.

20.- Enfriamiento. Una vez secas, las tablillas se dejan enfriar a temperatura ambiente, antes de pasarlas a la 1a. impresión.

1a. IMPRESION LADO COMPONENTES Y LADO SOLDADURA.

1.- Se inspeccionan las piezas, para verificar que el depósito de cobre en los orificios no tenga ningún problema y se encuentren completamente limpias.

2.- Se revisa que la película de los negativos que entrega el cliente no presenten fallas, como cortos entre pistas, pistas e isletas incompletas o alguna raspadura. Enseguida se saca una copia de cada uno de los negativos,

en una película por separado.

3.- El revelado de la película se sumerge en una tina de peróxido de hidrógeno al 70% y el 30% de agua natural, durante un minuto a temperatura ambiente.

4.- Se le aplica agua a presión, a una temperatura de 40 a 45°C, recorriendo toda la película, durante 5 minutos.

5.- Se seca la película con papel suave y se deja a la temperatura ambiente durante 20 minutos.

6.- Se retira el acetato del negativo de la película
la tinta, la malla está colocada sobre un bastidor de acero inoxidable el cual está diseñado para poder estirar perfectamente la malla, la cual tiene grabada ahora la configuración de pistas de uno de los lados de la tarjeta.

7.- Se coloca el bastidor sobre la mesa de trabajo y se sujeta para que se pueda estar levantando y bajando de un extremo, se cubre con cinta diurex la parte de la malla que no abarca la película, para que solo pase la tinta sobre la superficie de entintado.

8.- Se realiza una prueba antes de sacar el primer

artículo la cual consiste en colocar sobre una placa perforada un navlon especial que tiene pegamento, el cual se extiende perfectamente, se pone tinta color azul sobre la malla y con una paleta de madera o de metal se corre la tinta sobre la malla hasta cubrir perfectamente el área de la placa, se recoge la tinta a un extremo de la malla y se retira la placa para poder comprobar si el centrado es correcto.

9.- Se saca el primer artículo, el cual lleva marcada la configuración de las pistas de uno de los lados de la tablilla y se deja secar durante 20 minutos a temperatura ambiente.

10.- Se meten a un horno a una temperatura de 100°C durante 25 minutos para que se cure la tinta sobre las piezas.

11.- Antes de sacarlas del horno, se verifica que la tinta esté completamente seca y adherida, se sacan y se dejan enfriar durante 30 minutos a la temperatura ambiente, se procede a imprimir el otro lado de la tablilla, repitiendo este proceso desde el paso número 6.

12.- Después de terminar de imprimir las dos caras se retoca con una luna las pistas e isletas y detalles de impresión, para lograr así una buena calidad.

METALIZACION DE COBRE ELECTROLITICO

1.- Se colocan las tablillas en los racks, los cuales nos permiten meterlas y sacarlas con facilidad en los diferentes tanques de este proceso.

2.- Los grupos se sumergen en limpiador, el cual contiene ácido líquido que nos sirve para quitar aceites ligeros, manchas, óxidos, huellas digitales y residuos de tintas, prácticamente no tiene poder de penetración y por consecuencia no hay peligro de que el cobre químico se vaya a remover de los hoyos durante el ataque. Esto se hace durante 20 minutos.

3.- Enjuague de asperción. Se someten las tablillas a un enjuague en forma de spray durante 5 minutos.

4.- Limpiado. Se someten después a un limpiador durante 5 minutos para asegurar la limpieza total.

5.- Enjuague de asperción. Nuevamente 5 minutos.

6.- Acido clorhídrico. Se someten a un baño de ácido para limpiar impurezas.

7.- Enjuague de asperción. Durante 5 minutos, para quitar el ácido clorhídrico.

8.- Acido sulfúrico y agua al 10%. (nuevamente, para asegurar la ionización del cobre).

9.- Tanque electrolítico con cobre 50 minutos. En este paso es donde se metaliza la tablilla con cobre, mediante un proceso electroquímico, con corriente en la solución contenida en el tanque.

mediante un proceso electroquímico, con corriente en la solución contenida en el tanque.

METALIZACION DE PLOMO-ESTAÑO (ELECTROLITICO)

1.- Primeramente, los grupos de tabillas se someten a un enjuague de aspersion durante 30 minutos, esto es para lavar los residuos que acarrea las piezas durante el metalizado de cobre.

2.- Después se sumergen en una solución de ácido fluoborico (HBF) durante 1 minuto para que asegure la limpieza total de todos los residuos, y queden preparadas para el metalizado siguiente.

3.- Se sumergen ahora en un tanque con solución de plomo-estaño, durante 1 hora, para que por medio de un proceso electrolitico a base de corriente eléctrica se metalicen todas las superficies expuestas dentro de la solución.

4.- Se sacan del tanque y se someten a un enjuague de aspersion durante 10 minutos para quitar residuos de Plomo-Estaño.

5.- Por último, se secan con aire caliente durante 5 minutos para que queden listas para el próximo proceso.

DESENTINTADO DE LA 1a. IMPRESION

1.- Ahora, las tablillas se sumergen en solución de sosa, para que el material del que esta hecha la tinta se ablande, esto se hace por tiempo de 10 minutos aproximadamente. (El tiempo en esta operación es critico ya que si se da más, puede ser dañino para la pieza).

2.- Se le aplica un enjuague de aspersion durante 10 minutos, esto para que se lave la sosa que se deposite en la tablilla cuando sea retirada del tanque.

3.- Se mete a una máquina secadora durante 30 minutos, esta funciona con aire caliente para poner la tinta a punto para que sea retirada sin ningún problema de la tablilla.

4.- Después se sumerge a una solución que ataca directamente a la tinta y la disuelve perfectamente, para diluirla en la misma solución.

5.- Por último, se inspecciona la tarjeta para asegurarse de que toda la tinta fue retirada.

ATAQUE QUIMICO AL COBRE BASE

1.- Primeramente, los grupos de tablillas se enjuagan en agua caliente con agitación, para prepararlas y limpiarlas para el metalizado, esto se hace durante 1 hora por lo menos.

2.- Después, se someten a un tanque con una solución que les sirve como acondicionador, esto es para empezar a debilitar la capa de cobre que se quitará posteriormente. (1 hora).

3.- Ahora se sumergen en ácido clorhídrico, durante 15 minutos, aquí es donde se caerá el cobre base que se encuentra sobre las superficies de la lámina de fibra de vidrio.

4.- Ahora se les aplica, un enjuague con agitación durante 12 minutos, para reforzar el desprendimiento del cobre totalmente de la fibra de vidrio.

5.- Por último, se meten a una máquina de secado con aire caliente durante 15 minutos, para dejar listas las tablillas, para el siguiente proceso.

FUNDICION DEL PLOMO-ESTAÑO

1.- Primero se hornean los grupos de tablillas durante una hora, esto es para prepararlas para meterlas a la máquina de fundido del plomo-estaño, pues el precalentamiento, facilita el fundido sin tener problemas con cambios bruscos de temperatura.

2.- Se mete ahora a la máquina de fundido, esta máquina consiste de un rodillo que lleva las tablillas sobre una banda que recorre aproximadamente 5 metros en donde se encuentra un recinto a una temperatura de 240°C. En donde se funde la metalización del plomo-estaño y se escurre totalmente para lograr una mejor uniformidad en el metal depositado sobre la tarjeta.

3.- Después que las tarjetas salen de la máquina de fundido, se enjuagan con alcohol isopropílico para retirar todos los residuos de resina que acarrean las tablillas durante el fundido.

4.- Ahora se enjuagan con agua fluida, para que mediante este enjuague se refuerce la limpieza y además se retire el alcohol que tengan las tarjeta. Esto se hace durante 20 minutos.

5.- Después se meten los grupos a una máquina de pulido con rodillos de alambre, para que se desprendan

los residuos de resina que aún permanezcan y también para dar brillantez a la metalización para que tenga la tarjeta mejor apariencia.

6.- Por último, se hace un chequeo de calidad para darse cuenta que las tablillas están en condiciones óptimas, tal como se esperaba en el proceso al que se acaban de someter.

METALIZACION DE ORO EN TERMINALES (ELECTROLITICO)

PROCEDIMIENTOS: A continuación, se enumeran cada uno de los pasos que originan la metalización.

1.- Depósito de oro electrolíticamente durante 10 minutos.

2.- Se enjuaga en agua durante 1 minuto (agitación).

3.- Se seca con aire.

4.- Se introduce en ácido clorhídrico al 20% durante 1 minuto (para limpiar impurezas).

5.- Se enjuaga con agua. (5 minutos)

6.- Se seca con aire nuevamente.

7.- Se introduce a un acondicionador limpiador durante 30 segundos.

8.- Se seca con aire otra vez.

9.- Se introduce al horno durante 5 ó 10 minutos a una temperatura de 100°C.

10.- Se mete a la máquina fundidora de estaño-plomo,

durante 30 segundos a una temperatura de 240°C.

11.- Se baña en alcohol isopropílico al 10% para limpiar residuos de resina.

12.- Se enjuaga con agua fría.

13.- Se deja secar al aire libre.

14.- Se manda a control de calidad para inspección del depósito de oro en las terminales. (se mide el espesor del oro con un medidor de rayos beta).

Por último, se manda al área de entintado para aplicarle la mascarilla antisoldante, e imprimirle las leyendas correspondientes.

CUBRIR LA TABLILLA CON TELA ADHESIVA

Si la tablilla lleva terminales doradas se sigue lo siguiente: Se cubre el área que abarcan los P.T.H. cercanos al borde y de ahí hacia el resto de la tablilla se cubre con tela adhesiva especial, hasta dejar sólo al descubierto el área de las terminales del peine (área de contacto para el conector), que se van a metalizar.

QUITAR PLOMO-ESTAÑO DE TERMINALES (ATAQUE QUIMICO)

- 1.- Se limpian las terminales con ajax en polvo y agua.
- 2.- Se sumergen en atacante de peróxido de hidrogeno y agua destilada con ácido fluobórico para retirar el plomo-estaño durante 15 minutos.
- 3.- Se limpian las terminales con ajax nuevamente.
- 4.- Se enjuagan en agua natural durante 30 segundos.
- 5.- Se introducen en ácido clorhídrico al 30% para quitar la oxidación del cobre durante 5 minutos.

METALIZACION DE NIQUEL EN TERMINALES

(ELECTROLITICO)

- 1.- Depósito de estaño-niquel electrolíticamente durante 12 minutos, para lo cual se mide el largo y el ancho de la terminal y se multiplica por el numero de terminales para determinar el área a metalizar. Mediante una tabla se establece la corriente necesaria.
- 2.- Se enjuagan en agua natural durante 30 segundos.

3.- Se introducen en ácido clorhídrico al 40% durante 3 a 5 minutos para endurecer el níquel.

4.- Y por último se deja la tablilla al aire libre, para que seque y pase al siguiente proceso.

IMPRESION DE MASCARILLA ANTISOLDANTE

Es la impresión que nos sirve para aislar la superficie de las pistas con algún metal exterior y principalmente para evitar que se produzcan cortos en las pistas del circuito, durante el soldado de componentes en la máquina soldadora de ola. Cuando la mascarilla se aplica y se cura apropiadamente. Esta no se desprende ni se descarapela, en operaciones normales de soldado con ola y el método de aplicación es el mismo que se empleo en la 1a. impresión.

IMPRESION DE LEYENDAS

La impresión de leyendas se refiere a las indicaciones necesarias para facilitar el montaje de los componentes electrónicos y mecánicos que lleve la tablilla, pueden ser letras y contornos de los componentes o letras y números que identifican al componente. (El método de aplicación es el mismo que se empleó en la 1a. impresión).

ACABADO

Este departamento se encarga de recortar las tablillas ya que vienen en una placa con un mínimo de dos, y en ocasiones hasta 40 (cuando estas son muy pequeñas), además se realizan los cortes especiales, tales como ventanas y formas especiales, así como las perforaciones que no son metalizadas y el avellanado de alguna de estas. Por último, se checa, contra diagrama de especificaciones que entregó el cliente para verificar que la tablilla para circuito impreso tenga buena calidad.

EMPACADO, ETIQUETADO Y ENTREGA AL CLIENTE

Se colocará la tablilla en bolsa de polietileno y se formaran paquetes de 10, (para las que tengan la misma especificación), se colocarán en una bolsa grande para que en la cual se deposite una tarjeta en la que se indique la especificación del modelo, la cantidad y la fecha de fabricación.

Posteriormente se hace la entrega al cliente, el cual tiene la obligación de verificar que su producto está cumpliendo con los requerimientos que pidió.

3.2 RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL PROCESO ACTUAL DE FABRICACION.

Para mejorar el actual proceso, es necesario mencionar algunas cosas que son observadas durante el proceso de fabricación, como son:

a). Cuando se efectúe el taladrado en las tablillas con diferentes tipos de brocas de diferentes medidas, se utilizará estas, solamente 1 vez y se afilarán 2 veces más únicamente.

Así como la velocidad de taladrado no deberá exceder las 60,000 R.P.M.

Es necesario, también que se efectúe una limpieza a conciencia en los orificios de las placas perforadas, ya que es necesario remover las rebabas de epoxy y fibra de vidrio que se pudieran desprender durante la operación. Para ello se deben someter los grupos de impresos a una máquina con chorros de agua a una presión de 70 lb/pulg².

Además es recomendable llevar un análisis cada semana, de la concentración de cada una de las soluciones necesarias en el proceso de fabricación de una tarjeta.

Es necesario también llevar gráficas y estadísticas por computadora, del comportamiento de cada una de las soluciones y depósitos de metal electroquímico en toda la

planta, deberán estar en un lugar visible para que cualquier operador técnico o no técnico tenga acceso a ellas.

Es menester, también, llevar un buen control de los cálculos y pruebas necesarias, para la cantidad de corriente aplicada a cada baño electrolítico, ya que cualquier falla podría ser fatal para la calidad del acabado en los circuitos impresos. (Esto se recomienda que se cheque por lo menos una vez al mes).

También, en el laboratorio, llevar un registro de cada microcorte que se va efectuando de cada modelo de impreso que se va fabricando, para verificar los depósitos de metal; así como la medición del oro en los contactos.

CAPITULO 4

DESARROLLO DEL PROCESO DE ACEPTACION

Primeramente, se determinan los tipos de inspección que se van a realizar y los instrumentos que hay que utilizar, así como la cantidad que se va a inspeccionar y las condiciones bajo las cuales se realizan. Se procede a tomar un número determinado de piezas, en las cuales se realizan tres tipos de inspección, por lo que se requieren varios equipos e instrumentos de medición, además de los equipos que intervienen en la elaboración de muestras de microcortes.

Es necesario contar con un microscopio metalográfico de mas de 400 aumentos, y efectuar algunos cálculos matemáticos para poder comprobar ciertos resultados de la inspección especial.

Para poder determinar la calidad de las tabillas para circuito impreso, es necesario, que se realice una

inspección, que abarque; tanto los parámetros de estética, como los de funcionalidad, para lo cual, se elaboran las siguientes especificaciones, las cuales nos determinan, el criterio para inspeccionar y aceptar una tablilla.

Los tipos de inspección para la aceptación están especificados dentro de tres secciones.

- a) Inspección total
- b) Inspección por muestreo
- c) Inspección especial

DESCRIPCION DE LA INSPECCION

INSPECCION DE ACEPTACION	ITEM INSPECCIONADO	DEPARTAMENTO
INSPECCION TOTAL	1). NOMBRE DEL CIRCUITO IMPRESO, CANTIDAD PRODUCIDA. 2). FECHA Y NUMERO DE REVISION	DEPTO. DE INSPECCION DE MATERIALES
INSPECCION POR MUESTREO	3). ADHESION DEL ORO EN LOS PEINES Y APARIENCIA. 4). DIMENSIONES Y ADHESION DE LA MARCHILLA ANTISOLDANTE	DEPTO. DE INSPECCION DE MATERIALES
INSPECCION ESPECIAL	SOLDABILIDAD, PRUEBA DEL DESPRENDIMIENTO DE PISTA, CALIDAD DEL P. T. H. RESISTENCIA DEL AISLAMIENTO Y RESISTENCIA ENTRE CONDUCTORES.	DEPTO. DE INGENIERIA TECNICA

**EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INSPECCION DE
ACEPTACION**

No.	EQUIPOS E INSTRUMENTOS	A P L I C A C I O N
1	LUPA (CON ESCALA)	MEDICIONES DE DIMENSIONES
2	DINAMOMETRO (1 KG.)	PRUEBA DE DESPRENDIMIENTO DE PISTA Y DE P. T. H.
3	MICROMETRO	ESPESOR DE LAS TABLILLAS
4	VERNIER	TAMAÑO DE LA TABLILLA
5	MICROSCOPIO METALOGRAFICO (X400)	INSPECCION DE LOS MICRO-CORTES DEL P. T. H. (CORTES TRANSVERSALES..)
6	MAQUINA DE MICROCORTE	MICROCORTE DE LA SECCION DEL P. T. H.
7	MAQUINA PULIDORA	PULIDO DE LAS MUESTRAS DE LOS MICRO-CORTES EN LOS -- P. T. H.
8	JUEGO PARA LAS MUESTRAS DE MICROSECCIONES A BASE DE RESINA	PARA PREPARAR LAS MUESTRAS DE LOS MICRO-CORTES EN LOS P. T. H.
9	MAQUINA SOLDADORA DE OLA (INCLUYENDO TERMOMETRO)	PRUEBA DE SOLDABILIDAD -- RESISTENCIA DE ADHESION -- PARA EL P. T. H.
10	SUPER MEGAOMMETRO	PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ENTRE PISTAS
11	MILIOHMETRO	PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD -- PISTAS
12	MEDIDOR DE RAYOS B	MEDICION DEL ESPESOR DEL ORO EN LOS CONTACTOS

4.1 PRUEBAS EFECTUADAS

Las pruebas que comprenden la inspección total, son las que comprueban que las tablillas para circuito impreso cumplen con los requerimientos necesarios de calidad, con que fueron diseñadas.

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUIRIMIENTO STANDARD		
I N S P E C C I O N P O R M U E S T R E O	I. APARIENCIA	CHECAR EL CAMBIO DE COLOR, POLVO, PUNTES ENTRE LAS PISTAS MATERIALES EXTRAÑOS, ABO-LLADURAS, CIGARRILLAS Y REBARAS, BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES (VISUALMENTE USANDO LUPA)	DEBE SATISFACER LAS ESPECIFICACIONES COMUNES DE COMPREA		
			TAMAÑO DEL LOTE	CANTIDAD DEL MUESTREO	JUICIO
			DE 1 A 20	TODAS LAS PIEZAS DEL MISMO LOTE	CUANDO EXISTA MAS DE UNA DEFECTUOSA, TODO EL LOTE
			DE 21 A 40	LA MITAD DEL MISMO LOTE	TE SE DEBE RECHAZAR
		DE 41 EN ADELANTE	25 PIEZAS DEL MISMO LOTE		

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
<p style="text-align: center;">I N S P E C C I O N P O R M U E S T R E O</p>	<p>II. DIMENSIONES (A)</p>	<p>1. ANCHO DEL CIRCUITO. DEBERA SER MEDIDO CON UN MICROMETRO, UNO SOLO POR LOTE, EN TRES PUNTOS DIFERENTES.</p> <p>2. TAMAÑO DE LA TARJETA DEBERA SER MEDIDO CON VERNIER UN CIRCUITO -- POR LOTE, (INCLUYE CONTACTOS DE ORO EN PEINE).</p> <p>3. DIAMETRO DE LA ISLETA Y ANCHO DE LA PISTA, DEBERA SER MEDIDO CON LUPA CON MIRILLA UN IMPRESO POR LOTE. LAS MEDICIONES SE DEBEN HACER EN TRES LUGARES DIFERENTES Y EN LAS PIEZAS PEQUEÑAS, SE HARA LA MEDICION EN LOS ORIFICIOS DE PISTAS E ISLETAS PEQUEÑAS.</p>	<p>DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LOS DIAGRAMAS. LAS MEDICIONES DEBERAN ESTAR DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES DADAS EN LA COMPRA.</p>

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
J N N P E C C I O N P O R M U E S T R E O	III. DIMENSION (B)	ESPACIAMIENTO ENTRE PISTAS, DEFECTOS EN ISLETAS Y "CLEARANCE". DEBERA CHECARSE CON LUPA. MUESTRADOS POR EL MISMO TIPO Y MISMAS CONDICIONES DE LA INSPECCION DE APARIENCIA MENCIONADA ANTERIORMENTE.	ESPACIAMIENTO ENTRE PISTAS - DEBERA SATISFACER EL ESPACIAMIENTO MINIMO ESPECIFICADO EN LOS DIAGRAMAS, LAS ESPECIFICACIONES Y TOLERANCIAS EN PISTAS E ISLETAS ESTAN DADAS EN LAS ESPECIFICACIONES COMUNES DE COMPRA.
	1. ESPACIAMIENTO ENTRE PISTAS. 2. DEFECTOS DE PISTAS 3. DEFECTOS DE ISLETAS 4. "CLEARANCE" EN LA MACHILLA ANTISOLDANTE	LA MEDICION DE ANCHO DEL CONTACTO DE ORO - DEBERA MEDIRSE EN TRES PUNTOS DIFERENTES DE UN IMPRESO POR CADA LOTE.	EL ANCHO DEL CONTACTO DE ORO DEBERA ESTAR ESPECIFICADO EN LOS DIAGRAMAS Y DEBERA SATISFACER LAS ESPECIFICACIONES COMUNES DE COMPRA SI ES QUE ESTAS NO APARECEN EN EL DIAGRAMA CORRESPONDIENTE.

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
I N S P E C C I O N P O R M U E S T R E O	V. ADHESION - DE LA MASCARI LLA ANTISOL-- DANTE	SE ESCOJE UNA PIEZA DE UN LO TE AL AZAR Y -- SE CHECA LA -- ADHESION POR -- EL LADO DE COM PONENTES Y LA-- DO DE SOLDADU RA, (SE REALI ZA CON LA PRUF BA DE LA CINTA ADHESIVA DE CE LOFAN)	DEBERA ESTAR - LIBRE DE EXFO LIACION O DES PRENDIMIENTO, - SI ESTO OCURRE SE RECHAZARA - EL LOTE COMPLE TO.
	VI. ADHESION DEL ORO PARA CONTACTOS EN EL PEINE.	SE ESCOGE UNA PIEZA DEL LOTE Y SE CHECA LA ADHESION DEL - ORO EN LOS FEI NES, LADO DE - SOLDADURA Y LA DO DE COMPONEN TES, (POR ME-- DIO DE LA PRUE BA DE LA CINTA ADHESIVA DE CE LOFAN)	DEBERA ESTAR LIBRE DE EXFO LIACION O DES PRENDIMIENTO. SI ESTO OCU-- RRE, SE RECHA ZARA EL LOTE - COMPLETO.

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
I N S P E C C I O N E S P E C I A L	I. RESISTEN-- CIA AL CALOR DE LA MASCARI LLA ANTISOL-- DANTE	SE ESCOGE UN - IMPRESO AL - - AZAR DE DOS LO TES CUALESQUIE RA. LA ADHE-- SION DEBERA -- SER CHECADA ME DIANTE LA PRUE BA DE LA CINTA ADHESIVA. DES PUES SE METE A LA MAQUINA SOL DADORA DE OLA, A 135°C DURAN TE 10 SEGUNDOS SE ENFRIA A -- TEMPERATURA AM RIENTE, (ESTO SE REPITE 3 VE CES). SE SUMERGE LA TABLILLA EN -- ALCOHOL ISOPRO PILICO DURANTE 3 MINUTOS, (PA RA REMOVER LA RESINA). SE - CHECA LA ADHE SION MEDIANTE LA PRUEBA DE - LA CINTA ADHE SIVA NUEVAMEN TE	NO DEBERA EXIS TIR DESPRENDI-- MIENTO.

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
I N E S P E C C I A O L N	II. RESISTENCIA AL CALOR DEL PEINE Y CONTACTOS DE ORO.	SE ESCOGE UNA TARJETA AL AZAR DE DOS LOTES CUALESQUIERA. AL PRINCIPIO DEBERA SER CHECADA LA ADHESION DEL ORO MEDIANTE LA PRUEBA DE LA CINTA ADHESIVA DE CELOFAN, DESPUES LAS PARTES DE CONTACTO DE ORO SE SOMETEN A LA MAQUINA SOLDADORA DE OLA.	NO DEBERA EXISTIR DESPRENDIMIENTO DEL ORO EN LOS CONTACTOS DEL IMPRESO.
	III. SOLDABILIDAD.	SE ESCOGE UN IMPRESO AL AZAR DE UN DETERMINADO LOTE Y SE CHECA LA SOLDABILIDAD, SOMETIENDO LA PIEZA A LA MAQUINA SOLDADORA DE OLA A 235°C DURANTE 5 SEGUNDOS.	1. DEBERAN ESTAR TOTALMENTE SOLDADAS LAS ISLETAS DEL LADO DE SOLDADURA DEL IMPRESO, SIN PRESENTAR POROS EN LA CONEXION.

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
I N S P E C C I O N E S P E C I A L	IV. PRUEBA PARA PISTAS DE RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO.	SE ESCOGE UNA PIEZA DE UN CIERTO LOTE Y SE REALIZA LA PRUEBA DESPRENDIENDO UNA PISTA CON UN DINAMOMETRO, HASTA ARRANCARLA TOTALMENTE DEL IMPRESO.	DEBERA SER MAYOR DE 1.4 KG/CM LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO.
	V. RESISTENCIA CONDUCTIVA EN PISTAS Y P.T.H.	SE ESCOGE UNA TABLILLA DE DOS LOTES Y SE CHECA LA RESISTENCIA CONDUCTIVA EN LAS PISTAS Y P.T.H. CON UN MILLIOMETRO.	DEBERA SATISFACER EL VALOR ESPECIFICADO EN LAS ESPECIFICACIONES COMUNES DE COMPRA
	VI. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	SE ESCOGE UNA PIEZA DE DOS LOTES Y SE LE APLICA LA PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO ENTRE DOS PISTAS CUALQUIERA.	DEBERA SER MAYOR DE 500MΩ CON 100VCD (DURANTE 1 MIN.)

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	METODO DE INSPECCION	REQUERIMIENTO STANDARD
I N S P E C C I O N E S P E C I A L	VII. CALIDAD DEL P. T. H.	SE ESCOGE UNA PIEZA DE DOS LOTES Y SE CORTA POR LA MITAD CON UNA SEQUETA. UNA DE LAS MITADES -- CORTADAS, SE PREPARA PARA ELABORACION DE LAS MUESTRAS DE LOS MICRO-CORTES Y ASI VERIFICAR LA CANTIDAD DE METAL EN EL P. T. H. ASI COMO LA MEDICION DE LOS ESPESORES DE CADA MATERIAL LA OTRA MITAD SE METE EN LA MAQUINA SOLDADORA DE OLA A 235° C -- POR 10 SEGUNDOS TRES VECES CONSECUTIVAS Y DESPUES SE SUCIONA PARA ELABORAR LAS OTRAS MUESTRAS	1. EL ESPESOR DEL METALIZADO DEBERA ESTAR ESPECIFICADO EN LAS ESPECIFICACIONES COMUNES DE COMPROA. 2. EL CORRUGADO DE LAS PAREDES DEL ORIFICIO DEBERA SER MENOR DE 90MM. 3. EL P. T. H. DEBERA ESTAR LIBRE DE VIRUTAS Y AGRIETAMIENTOS EN LAS ESQUINAS DEL METALIZADO DE COBRE.

PROCESO PARA LA ELABORACION DE LAS PROBETAS CON
MICROCORTES DE LAS TABLILLAS PARA CIRCUITO IMPRESO.

1. Cortar en la Máquina Buehler Isometric Lows Speed Saw, ajustando el disco para que corte la mitad de la sección del P.T.H.

2. Se limpian los barrenos con diferentes brocas para desprender las rebabas.

3. Se limpia con una brocha dura.

4. Se inspecciona con lupa para confirmar que ya no existan rebabas.

5. Se introducen los micro cortes en una cápsula de plástico, utilizando soportes para detenerlos verticalmente y poderlos colocar lo mas pegados al fondo de la cápsula.

6. Se debe llenar cada cápsula con 15 mililitros de resina, por lo que se vacía primeramente en una proveta graduada la cantidad requerida según el número de cápsulas, vaciándola en un vaso de plástico, se le

agregan 3 ml/por cada cápsula del acelerador, mediante una pipeta y se mezclan moviéndolos lentamente hasta que desaparezca el color negro del acelerador. Entonces se le agregan 0.3 ml. de endurecedor por cada cápsula agitándose hasta que la mezcla sea homogénea, inmediatamente se vacía en las cápsulas hasta que cubra el microcorte totalmente.

7. Se deja orear durante 45 minutos a temperatura ambiente.

8. Se retira la tapa de la cápsula para poder extraer la muestra.

9. Se coloca la muestra en un soporte metálico con la cara que no se va analizar hacia arriba para realizar en esta el inicio de un barreno que nos servirá de apoyo para colocar el brazo de la pulidora "polisher".

10. Usando la pulidora "Handiment" se frota la muestra a lo largo de unas tiras de lija del No. 240, 320, 400 y 600 unas 30 veces en cada tira cambiando la posición de la muestra en 0° y 90° cada vez que se cambie a la siguiente tira.

11. Se lava la muestra colocándola bajo un chorro de agua.

12. Mediante la pulidora "minimet polisher" se quita el rayado que dejaron las lijas en la muestra. colocando primeramente el recipiente que tiene sobre la placa de vidrio el disco de naylon al cual se le aplica abrascivo en una porcion muy pequeña, se le agrega unas gotas de agua como diluyente (esto se repite 3 veces).

13. Se utiliza el 2do. recipiente que en la placa de vidrio tiene un disco de tela afelpada, a la cual se le aplica alumina tipo A y agua. Para obtener un pulido mas fino, esto se repite de 2 a 3 veces.

14. Se utiliza el 3er. recipiente el cual tiene en la placa de vidrio un disco de tela afelpada en la cual se aplica alumina tipo B y agua como diluyente y se repite la pulida de 2 a 3 veces con un tiempo de 6 seg. a una velocidad constante.

15. Se coloca la muestra bajo un chorro de agua.

16. Se le unta con un pedazo de papel servilleta atacante amoniacal e inmediatamente se coloca nuevamente en el

chorro de agua hasta que se retire completamente el atacante.

17. ahora la muestra esta lista para ser observada en el microscopio.

4.2 DIAGNOSTICO DE FALLAS

REQUERIMIENTOS STANDARD

TODOS LOS VALORES NUMERICOS ESTAN INDICADOS EN mm.

DIVI-- SION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION	OBSERVA-- CIONES									
REVI-- SION	1. NO. DEL AR- TICULO (REVI- SION) 2. NOMBRE DEL ARTICULO	EL NO. DE DIBUJO DEBE- RA ESTAR ESPECIFICADO EN LA HOJA DEL PEDIDO Y CON EL NO. DE REVI-- SION AL FINAL										
MATE-- RIAL -- BASE	MATERIAL GRUESO DE LA PLACA DEL MA- TERIAL BASE - "L"	DEBERA ESTAR DENTRO DE ESPECIFICACIONES DE -- COMPRA. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 5px 0;"> <tr> <td style="width: 30%;">ESPE- CIFI- CA-- CION</td> <td style="width: 35%;">t=1.6 mm</td> <td style="width: 35%;">t=2.4 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">DIBU- JO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">STAN- DARD</td> <td style="text-align: center;">1.6± ± 0.2 mm</td> <td style="text-align: center;">2.4± ± 0.2 mm</td> </tr> </table>	ESPE- CIFI- CA-- CION	t=1.6 mm	t=2.4 mm	DIBU- JO			STAN- DARD	1.6± ± 0.2 mm	2.4± ± 0.2 mm	SE UTILIZA MICROMETRO PARA REALI- ZAR LA ME- DICION.
ESPE- CIFI- CA-- CION	t=1.6 mm	t=2.4 mm										
DIBU- JO												
STAN- DARD	1.6± ± 0.2 mm	2.4± ± 0.2 mm										
	TONO DEL CO-- LOR DEL MATE- RIAL BASE	DEBERA PRESENTAR UN TO- NO UNIFORME SIN DECOLO- RACIONES.										

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION	OBSERVACIONES
P I S T A S E I S L E T A S	CHEQUEO DE PISTAS	DEBERA VERIFICARSE EL TOTAL DE PISTAS SIN QUE FALTEN O EXISTAN OTRAS QUE NO ESTEN EN LOS NEGATIVOS DEL DISEÑO	INCLUYE TAMBIEN ISLETAS
	LEVANTAMIENTO DE PISTAS	DEBE ESTAR LIBRE DE CUALQUIER LEVANTAMIENTO	INCLUYE TAMBIEN ISLETAS
	PISTAS FUERA DE POSICION	NO DEBEN EXISTIR PISTAS FUERA DE POSICION (SEGUN DIAGRAMA).	INCLUYE TAMBIEN ISLETAS
	RAYAS Y ORIFICIOS SOBRE PISTAS	LA PROFUNDIDAD DEBERA SER MENOR DE 50µM	INCLUYE ISLETAS
	FUENTES ENTRE PISTAS	TOTALMENTE LIBRE DE FUENTES	INCLUYE ISLETAS
PISTAS TROZADAS	DEBERA ESTAR LIBRE DE QUEBRADURAS	TAMBIEN ISLETAS	

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION		OBSERVACIONES			
P I S T A S E I S L E T A S	DEFECTOS EN ISLETAS (INCLUYENDO PINHOLES)	SOLO SE ACEPTAN DE UNA A DIEZ ISLETAS CON DEFECTO, POR IMPRESO.		PIN HOLE=ORIFICIO PEQUEÑISIMO (PUNTA DE ALFILER)			
	RESISTENCIA CONDUCTIVA ENTRE PISTAS.	LA RESISTENCIA CONDUCTIVA ENTRE PISTAS DEBERA ESTAR ESPECIFICADA EN LA SIGUIENTE TABLA:					
		LARGO (mm)	5	10	20	30	50
		ANCHO - EN (mm)					
		0.2	MEJOR DE 8.0	17.2	34.4	51.6	80
		0.25	6.9	13.8	27.6	41.4	69
		0.30	5.7	11.4	22.8	34.2	57
		0.35	4.9	9.8	19.6	29.4	49
		0.40	4.3	8.6	17.2	25.8	43
		0.50	3.4	6.8	13.6	20.4	34
	1.0	1.7	3.4	6.8	10.2	17.0	
<p>COBRE BASE: ESPESOR DE 35μm. NOTA: TODOS LOS VALORES "MENOR" DE 3 ESTAN ESPECIFICADOS EN MILIOMHS (mΩ)</p>							

* Si se toma el largo y el ancho de una pista y el valor de la resistividad el valor "menor de" correspondiente rebaza significa que la pista está defectuosa.

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION						OBSERVACIONES	
		t	φ 0.8	φ 0.9	φ 1.0	φ 1.1	φ 1.4		φ 1.9
T H R O U G H H O L E	RESISTENCIA CONDUCTIVA EN EL THROUGH HOLE	1.0	M.D. *0.56	M.D. 0.40	M.D. 0.44	M.D. 0.4	M.D. 0.31	M.D. 0.23	t = espesor del material base MD=menor de. * todos los valores MD estan en mΩ. (milli-ohms).
		2.0	--	---	M.D. 0.55	M.D. 0.5	M.D. 0.39	--	
		2.4	M.D. 0.94	M.D. 0.74	M.D. 0.67	M.D. 0.6	M.D. 0.47	M.D. 0.37	
		1.0	M.D. 0.85	M.D. 0.80	M.D. 0.28	M.D. 0.25	M.D. 0.10	M.D. 0.14	
		0.8	M.D. 0.28	M.D. 0.24	M.D. 0.22	M.D. 0.20	M.D. 0.15	M.D. 1.11	
M E T A L I Z A D O	CLASE DE METALIZADO	DEBERA ESTAR ESPECIFICADO EN LOS DIAGRAMAS DE ACABADO							
	FALLA DE ADHESION EN EL METALIZADO	NO DEBE EXISTIR NINGUNA PARTE DESCUBIERTA NO METALIZADA							
	EXFOLIACION DE METALIZADO	NO DEBERA EXISTIR DESPRENDIMIENTO DE METAL							
	RANGO DE METALIZADO (GROSSOR)	EL METALIZADO DEBERA ESTAR DENTRO DE ESPECIFICACION						CHECADO CON MICROCORTE	

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION	OBSERVACIONES
M E T A L I Z A D O	ESPESOR DEL METALIZADO	1. PARA PISTAS, ISLETAS Y THROUGH HOLES. METALIZADO COBRE $\geq 25\mu\text{M}$ (20 μM MIN); METALIZADO ESTAÑO/NIQUEL O NIQUEL 32 μm METALIZADO DE ORO: DE 1-2 μM 2. TERMINALES. NIQUEL O ESTAÑO/NIQUEL $\geq 2\mu\text{M}$ ORO $\geq 0.5 \mu\text{M}$	
TAMAÑOS GENERALES DE ORIFICIOS	ACABADO EN EL METALIZADO	DEBERA ESTAR LIBRE DE GRASA, DESIGUALDADES Y OTROS DEFECTOS.	
	NUMERO TOTAL DE ORIFICIOS EN GENERAL	DEBEN COINCIDIR EL NUMERO DE ORIFICIOS (EN CASO CONTRARIO EXISTE RECHAZO.	CHECAR CONTRA DIAGRAMA DE DISEÑO.
	POSICION DE ORIFICIOS EN GENERAL	DEBERAN ESTAR ESPECIFICADOS EN LOS DIAGRAMAS, EL CLEARANCE DEBERA ESTAR DENTRO DEL ± 0.1 (DEL ORIFICIO METALIZADO Y EL BORDE DEL ANTI SOLDANTE.	

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION	OBSERVACIONES
SIMBOLOS CARACTERES Y LEVENDAS	COLOR	DEBERA ESTAR ESPECIFICADO - COMO EN EL DIAGRAMA, (EL COLOR DEBERA SER BLANCO, SOLAMENTE QUE SEA ESPECIFICADO - OTRO COLOR).	
	ADHESION	NO DEBE EXISTIR DESPRENDIMIENTO	
	TIPO DE CARACTERES, TAMAÑO	DEBERA ESTAR ESPECIFICADO - CONFORME A LOS DIAGRAMAS	NO DEBERAN ESTAR FUERA DE POSICION, NI BORROSOS. DEBERAN SER TOTALMENTE LEGIBLES
	POSICION Y - CABA	DEBERA ESTAR ESPECIFICADO - CONFORME A LOS DIAGRAMAS	
SIMBOLOS Y -- CARACTERES.	DEBERA ESTAR ESPECIFICADO - CONFORME A LOS DIAGRAMAS		

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STANDARES DE INSPECCION	OBSERVACIONES
I N S P E C C I O N E S	3. HOYO DE GAS	NO DEBERAN EXISTIR HOYOS DE GAS EN LOS INTERIORES DE LOS P. T. H. LA SOLDADURA DEBERA LEVANTARSE MAS DEL 70% DEL TOTAL DEL ORIFICIO PARA CONSIDERARSE BIEN	
		DESPUES DE SOMETER EL IMPRESO A LA SOLDADURA A 235 ± 5 C POR 10 SEGUNDOS Y ENFRIARLO A TEMP. AMBIENTE (ESTA PRUEBA ES LLEVADA A CABO TRES VECES) SE SUMERGE EN AL COHOL ISOPROPILICO POR 5 MINUTOS (PARA REMOVER LA RESINA). DESPUES DE ESTA PRUEBA, LOS SIGUIENTES ESTANDARES DEBERAN SER SATISFECHOS.	
	1. RESISTENCIA AL CALOR DEL MATERIAL BASE	EL MATERIAL HA DE DEBERA ESTAR LIBRE DE DESPRENDIMIENTO, BURBUJAS Y AMPOLLAS.	
	2. RESISTENCIA AL CALOR DEL ANTISOLDANTE Y DE LAS LEYENDAS	DEBERAN ESTAR LIBRES DE EXFOLIACION (DESPRENDIMIENTOS)	
3. RESISTENCIA QUIMICA	LA PIEZA DEBE RA ESTAR LIBRE DE CUALQUIER CAMBIO DE COLOR EN EL MATERIAL BASE, EN EL ANTISOLDANTE Y EN LAS LEYENDAS.		
4. RESISTENCIA AL CALOR EN EL P. T. H.	EL P. T. H. DEBE RA ESTAR LIBRE DE AGRIETAMIENTOS EN EL COBRE (DENTRO DEL ORIFICIO)	CHECARLO CON MICROSECCIONES EN MICROSCOPIO DE 400 AUMENTOS	

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	ESTANDARES DE INSPECCION	OBSERVACIONES
I N S P E C I O N E S	LAS TARJETAS DEBERAN SATISFACER LOS SIGUIENTES ESTANDARES DESPUES DE REALIZARLES LA PRUEBA SIGUIENTE: APLICAR UNA CAPA QUE CUBRA DE RESINA AL CIRCUITO QUE SE PRUEBA Y SOLDARLO A $185^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ DURANTE 3 MIN. (MAQUINA SOLDADORA). DESPUES DE SUMERGIR DENTRO DE ALCOHOL ISOPROPILICO O FREON DURANTE 1 MIN. Y REMOVER LA RESINA		RESINA ESPUMOSA R1010 MARCA: (KIMEX) SOLDADURA OMEGA (GENEN-27Npb) MARCA: (MEXI-ESTAÑO)
E S P E C I A L E S	1. SOLDABILIDAD 2. CONSECUENCIA DE LA SOLDADURA	LA SOLDADURA DEBERA SER UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA SOBRE LAS ISLETAS DE PRUEBA (EN LADO DE SOLDADURA). LA CONDICION DEBERA SER QUE EL 99% DEL TOTAL DE LOS THROUGH HOLES NO PRESENTEN NINGUN TIPO DE PROBLEMA	

DIVISION	ITEM DE INSPECCION	STADARES DE INSPECCION	OBSERVACIONES
I N S P E C C I O N E S	RESISTENCIA - DE AISLAMIEN- TO	DEBERA SER MA- YOR DE 500MΩ - DESPUES DE -- APLICAR 100V - DE D. C. DURAN- TE 1 MIN. ENTRE DOS PIETAS -- CERCANAS.	MΩ=MEGA OHMS D. C. =CORRIENTE DIRECTA
	FUERZA DIELEC- TRICA SUPERFI- CIAL	NI CHISPAS NI ARGOS DE CO-- RRIENTE DEBE-- RAN OCURRIR -- DESPUES DE -- APLICAR EL VOL- TAJE SIGUIENTE DURANTE UN MI- NUTO.	S = TODAS LAS CANTIDADES ES- TAN EN mm.
	ESPACIO ENTRE PIETAS (S)	VOLTAJE APLICA- DO (DC)	
	$S < 0.25$ (mm)	100V	
$0.25 \leq S < 0.75$	250V		
$0.75 \leq S$	500V		
I N S P E C C I O N E S	PRUEBA DE DES- PRENDIMIENTO PARA THROUGH HOLE	DEBERA SER MA- YOR DE 9 KG LA FUERZA AFLICA- DA PARA QUE SE DESPRENDA EL - METAL QUE FOR- MA EL P. T. H.	
	PRUEBA DE DES- PRENDIMIENTO PARA PIETA	DEBERA SER MA- YOR DE 1.4 KG/ CM LA FUERZA - NECESARIA PARA DESPRENDER UNA PIETA CUALES-- QUIERA DEL CIR- CUITO IMPRESO	

4.3 CALCULOS PARA COMPARAR ALGUNOS RESULTADOS

EN LAS PRUEBAS DE INSPECCION ESPECIAL

PRIMER CASO:

Se pretende calcular el espesor de una pista de cobre de un circuito impreso cualesquiera, para ello se selecciona una, con un ancho bastante uniforme y que además sea lo mas recta que sea posible (que no tenga curvaturas), enseguida se mide su resistencia con ayuda de un miliohmetro, pues la resistencia que se va a obtener es de un valor muy pequeño, este valor es de 7.3 $m\Omega$ y se representa con la letra R, despues se mide el ancho de la pista y se representa como W, el valor medido fue de 0.9 mm. por último se mide su longitud y se representa con la letra L, el valor obtenido fue 21.3 mm.

Tomando en cuenta que la resistividad del cobre es del 1.72 $\mu\Omega \times cm$ y se representa con la letra griega ρ .

Ahora se tiene la fórmula de la resistividad que nos relaciona todos estos datos: $R = \frac{\rho L}{Wt}$, donde t es el espesor que se busca.

Además se sabe que cualquier pista tiene 35 μm de cobre depositado sobre la lámina de material base, por lo

que al cálculo se le tienen que restar este valor.

Solución:

DATOS:

$$R = 7.3 \text{ M}\Omega$$

$$L = 21.3 \text{ mm}$$

$$W = 0.9 \text{ mm}$$

$$\rho_{\text{Cu}} = 1.72 \mu\Omega \times \text{cm.}$$

de la fórmula $R = \frac{\rho L}{Wt}$ se despeja $t = \frac{\rho L}{WR}$

sustituyendo valores queda:

$$t = \frac{(1.72 \times 10^{-6} \Omega \times \text{cm}) (21.3 \times 10^{-1} \text{cm})}{0.9 \times 10^{-1} \text{cm} (7.3 \times 10^{-3} \Omega)}$$

$$t = 55.7 \times 10^{-4} \text{cm} = 55.7 \mu\text{m.}$$

Ahora, comparando el resultado obtenido en una prueba de inspección especial de una pista cualquiera, se tiene que; la especificación que se tiene que cumplir para que una pista tenga buena conductividad sería de 20 a 25 μm de cobre depositado como requisito indispensable.

Si tenemos que en el cálculo anterior se obtuvieron 55.7 μm - 35 μm del cobre base, esto da 20.7 μm . Por lo

tanto esta comparación nos asegura que la pista tiene el suficiente cobre depositado durante el proceso de fabricación, y que además está dentro de lo esperado en el proceso de elaboración del circuito impreso.

Estos cálculos son parte de las pruebas que se le hacen a un determinado lote de impresos para checar su calidad y su aceptación.

SEGUNDO CASO:

Ahora se pretende calcular la pérdida de voltaje en una pista al circular por ella una corriente de 1 amper, la pista está formada por una capa de cobre y otra de plomo-estaño, respectivamente.

Sabiendo que la resistividad para el cobre es de $\rho = 1.72 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ y la del Plomo-Estado $\rho = 14.2 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ el largo de la pista es de $L = 100 \text{ mm}$ y el ancho $W = 0.5 \text{ mm}$ respectivamente.

SOLUCION:

DATOS:

$$L = 100 \text{ mm} = 100 \times 10^{-1} \text{ cm}$$

$$W = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-1} \text{ cm}$$

$$I = 1 \text{ amper}$$

$$I = 1 \text{ amper}$$

$$\rho_{Cu} = 1.72 \times 10^{-9} \Omega \cdot \text{cm}$$

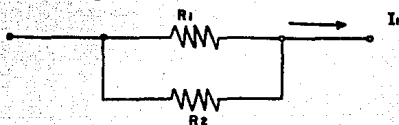
$$\rho_{Pb-Sn} = 14.2 \times 10^{-9} \Omega \cdot \text{cm}$$

$$t_1 \text{ Cu} = 50 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$t_2 \text{ Pb-Sn} = 10 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

En vista de que se tienen dos materiales que forman la pista con diferente resistividad, se puede hacer la analogía de considerar 2 resistencias diferentes en paralelo, para lo cual se calcula la resistencia total.

Aplicando la ley de Ohm se puede ver que $V=IR$ donde V representa la pérdida de voltaje en la pista, I la corriente que circula por la misma y R la resistencia que presenta al flujo de corriente.



Por lo que primeramente se calcula el valor de la resistencia para cada material con la fórmula de resistividad

$$R = \frac{\rho L}{tW}$$

Para calcular la resistencia R_1 de la parte del cobre.

$$R_1 = \rho_{Cu} \frac{L}{tW}$$

$$R_1 = \frac{(1.72 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}) (100 \times 10^{-1} \text{ cm})}{(50 \times 10^{-4} \text{ cm}) (0.5 \times 10^{-1} \text{ cm})}$$

$$R_1 = 0.0688 \Omega$$

Para calcular la resistencia R_2 de la parte del Plomo-Estano

$$R_2 = \rho_{Pb-Sn} \frac{L}{tW}$$

$$R_2 = \frac{(14.2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}) (100 \times 10^{-1} \text{ cm})}{(50 \times 10^{-4} \text{ cm}) (0.5 \times 10^{-1} \text{ cm})}$$

$$R_2 = 2.84 \Omega$$

Para calcular la resistencia total en paralelo

$$R_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{0.0688\Omega} + \frac{1}{2.84\Omega}} = R_{TOTAL} = 0.067\Omega$$

Y por ley de Ohm se obtiene la pérdida de voltaje

$$V = I (R_{TOTAL})$$

$$V = 1 \text{ amper } (0.067 \Omega) = 0.067V.$$

$$V = 67 \text{ milivolts.}$$

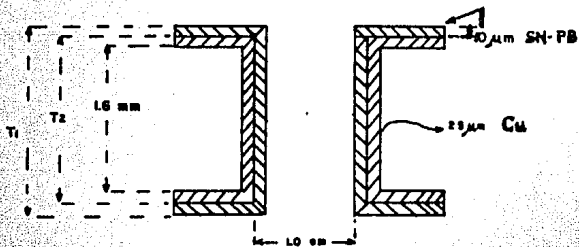
TERCER CASO:

Ahora se pretende calcular la resistencia que existe a través de un orificio metalizado o P.T.H., el cual tiene las siguientes características:

Esta formado por una capa de cobre y encima una de plomo-estaño.

El orificio tiene 1.0 cm de diámetro realizado en el material base, el grosor de la capa del cobre es de 25 μm y de la de Plomo-Estaño de 10 μm respectivamente, la altura o grosor del material base en donde fue construido el P.T.H. es de 1.6 mm.

Esto se puede apreciar mejor en la siguiente figura:



Si se toma en cuenta que la resistividad del Cu y de Pb-Sn son de $\rho_{Cu} = 1.72 \mu\Omega \times \text{cm}$ y $\rho_{Pb-Sn} = 14.2 \mu\Omega \times \text{cm}$.

SOLUCION:

Si se considera al P.T.H. como un cilindro se puede calcular la altura total del mismo, para ello se tienen los siguientes datos:

$D = 1.0 \text{ cm}$, diámetro de perforado.

$t_1 =$ altura total en el cilindro formado por el P.T.H.

$X =$ Espesor de la capa de metal ($X_1 =$ Cobre, $X_2 =$ Plomo-Estafío)

$t_1 =$ Espesor del orificio + 2 secciones + 2 secciones
sin metal de cobre Pb-Sn

$$t_1 = 1.6 \text{ cm} + 50 \mu\text{m} + 20 \mu\text{m}$$

$$t_1 = 0.16 \text{ cm} + 0.0050 \text{ cm} + 0.0020 \text{ cm.}$$

$$t_1 = 0.167 \text{ cm (Altura total del cilindro)}$$

Ahora se calcula t_2 que es la altura menos las 2 capas de Plomo-Estafío.

$t_2 =$ Espesor del orificio + 2 Secciones
sin metal de cobre

$$t_2 = 0.16 \text{ cm} + 0.005 \text{ cm} = 0.165 \text{ cm}$$

Ahora se aplica la fórmula para la resistividad ya conocida $R = \frac{\rho t}{\pi D^2 x}$ (ya que se trata de un cilindro).

Para el caso del cobre se tiene que: $R = \rho_{Cu} \frac{t_2}{\pi D_1^2 x_1}$

$$R_{Cu} = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \times \text{cm} \frac{0.165 \text{ cm}}{(3.1416) (0.1 \text{ cm}) (25 \times 10^{-4} \text{ cm})}$$

$$R_{Cu} = 3.613 \times 10^{-4} \Omega$$

$$R_{Cu} = 0.3613 \text{ m}\Omega$$

Para el caso del Plomo-Estano;

El diámetro será de $1.0 \text{ cm} - 50 \times 10^{-4} \text{ cm}$ ya que se tiene que descontar la capa de cobre 2 veces.

$$D_2 = D_1 - 50 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$D_2 = 1.0 \text{ cm} - 50 \times 10^{-4} \text{ cm} = 0.095 \text{ cm}$$

$$\text{Calculando la } R_{Pb-Sn} = \frac{14.21 \times 10^{-8} \Omega \times \text{cm} (0.167 \text{ cm})}{(3.1416) (0.095 \text{ cm}) (10 \times 10^{-4} \text{ cm})}$$

$$R_{Pb-Sn} = 7.95 \times 10^{-3} \Omega = 7.95 \text{ m}\Omega$$

Como ambos materiales están interconectados en sus extremos, representan una resistencia total en paralelo

por lo tanto se tiene que:

$$R_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{0.361 \times 10^{-3} \Omega} + \frac{1}{7.95 \times 10^{-3} \Omega}} = \frac{1}{2.77 \times 10^{-3} \Omega + 0.125 \times 10^{-3} \Omega}$$

$$R_{TOTAL} = \frac{1}{2.895 \times 10^{-3} \Omega} = 0.345 \times 10^{-3} \Omega$$

$R_{TOTAL} = 0.345$ miliohm

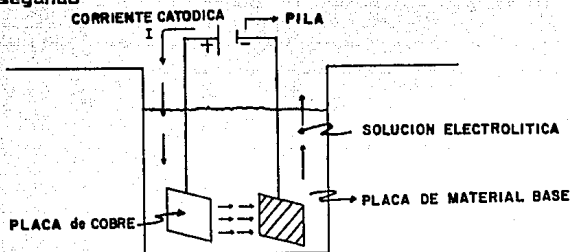
Cuarto Caso.

En este caso, se va a calcular la cantidad de cobre que puede depositarse en una placa de material base en la que se va a fabricar un circuito impreso, el proceso de metalización es electrolítico y se pide que se calculen los gramos de cobre que se puedan depositar.

La placa mide 100 cm^2 y se deposita dentro del depósito electrolítico para metalización, se conecta a una pila con un voltaje constante aplicándose una corriente de 2 ampers/dm^2 (corriente catódica) esto se aplica durante una hora.

Considerando que 1 Faraday deposita 31.5 g^2 de cobre y es igual a 96490 Coulombs y 1 Coulomb es igual a 1

amper por segundo



Solución:

PROCESO ELECTROLITICO

Para controlar el proceso, se puede ajustar de dos maneras:

La 1a. es variando la cantidad de corriente aplicada.

La 2a. es variando el tiempo de duración del proceso.

Entonces, 2 Amperes x 3600 segundos = 7200 Coulombs
y como 96490 Coulombs depositan 31.5 gr. de cobre, por lo tanto 7200 Coulombs. ¿Cuántos gramos depositaron?

Mediante una regla de 3 se obtiene:

96490 Coulombs ----- 31.5 gr.

7200 Coulombs ----- X gr.

$$X_{gr} = \frac{31.5 \text{ gr (7200 Coulombs)}}{96490 \text{ Coulombs}}$$

$$X_{gr} = 2.35 \text{ gr de cobre.}$$

Ahora es necesario calcular el espesor de la placa de material base, si se sabe que la densidad del cobre es directamente proporcional a la masa e inversamente proporcional al volumen, y la densidad del cobre es de $8.9 \text{ gr/cm}^3 = (t)$, Entonces se procede a determinar el

volumen: Donde $V = \frac{m}{t}$

donde

m = masa

t = densidad

V = volumen

Por lo tanto

$$V = \frac{2.35 \text{ gr}}{8.9 \text{ gr/cm}^3} = 0.26 \text{ cm}^3$$

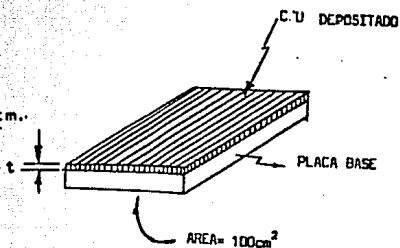
Y como $V = \text{Area} \times \text{Altura}$

Entonces: (la altura es la que se quiere calcular, ya que representa el espesor del cobre depositado)

$$t = \frac{V}{A}$$

$$t = \frac{0.26 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^2} = 0.0026 \text{ cm.}$$

$$t = 26 \mu\text{m}$$



Ahora primeramente se varia la corriente; (3A de corriente)

$$I = 3A/\text{dm}^2 = 3A/100 \text{ cm}^2 \text{ durante 1 hora}$$

$$3 \text{ Amperes} \times 3600 \text{ seg} = 10800 \text{ Coulombs}$$

$$\text{Si } 96490 \text{ Coulombs} \text{ ----- } 31.5 \text{ gr.}$$

$$10800 \text{ Coulombs} \text{ ----- } X \text{gr.}$$

$$X \text{gr} = 3.52 \text{ gr de cobre depositado}$$

$$V = \frac{m}{t} \quad V = \frac{3.52 \text{ gr}}{8.9 \text{ gr/cm}^3} = 0.39 \text{ cm}^3$$

$$t = \frac{0.39 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^2} = 39 \times 10^{-4} \text{ cm} = 39 \mu\text{m}$$

Ahora se va a variar el tiempo; (2 horas)

$I = 2A/dm^2$ durante 2 horas

2 Amperes x 7200 segundos = 14400 Coulombs

Si 96490 Coulombs ----- 31.5 gr

14400 Coulombs ----- Xgr

Xgr = 4.7 gr de cobre depositado

$$V = \frac{m}{t} = \frac{4.7 \text{ gr}}{8.9 \text{ gr/cm}^3} = 0.52 \text{ cm}^3$$

$$y \quad t = \frac{0.52 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^2} = 52 \times 10^{-4} \text{ cm} = 52 \mu\text{m}$$

Con esto, se puede observar que el deposito de cobre se puede variar y controlar en forma lineal, ya sea variando un parametro o el otro. Estos se aplican para comprobar la veracidad del proceso de metalización durante la fabricación de los circuitos impresos para checar la eficiencia teórica del proceso de deposito del cobre. (Esto se efectúa diariamente para cada proceso electrolítico en la realidad).

Quinto Caso:

Calculo de la resistencia al desprendimiento de una pista.

Para realizar este procedimiento, primero se escoge una pista de preferencia que sea lo mas recta y uniforme posible, segundo, se levantan con una navaja aproximadamente unos 25 mm de uno de los extremos de la pista, una vez levantados se les solda un gancho de alambre para poder colocar un dinamómetro, con el cual se van a medir los gramos fuerza necesarios que se tienen que aplicar para poder desprender toda la pista, esto se realiza en una posición de 90°.

Por último, se toma la lectura en el dinamómetro (al momento que se jala la pista y comienza a desprenderse), la lectura medida fue de 100 gr fuerza, ahora se mide el ancho con una lupa internamente graduada, y se obtiene una medición de 0.3 mm.

Calculando la resistencia se tiene que:

$$100 \text{ grf} = 0.1 \text{ Kgf}$$

$$0.3 \text{ mm} = 0.03 \text{ cm}$$

$$\text{por lo tanto } \frac{0.1 \text{ Kgf}}{0.03 \text{ cm}} = 3.33 \text{ Kgrf/cm}$$

Resistencia al desprendimiento = 3.33 Kgrf/cm.

Al comprobar el resultado obtenido con las

especificaciones de las pruebas de inspección especial, se puede ver que la Resistencia al desprendimiento en la pieza es aceptable, ya que la especificación indica que debe ser mayor de 1.4 Kgrf/cm.

La parte química del proceso se toca muy someramente, ya que el enfoque del trabajo es hacia la parte técnica de fabricación y mas que nada a la parte de Inspección y pruebas del control de calidad. Es necesario hacer esta aclaración, pues se hace la sugerencia que la persona que desee profundizar la parte química del trabajo, tiene que partir de lo mencionado en esta tesis.

Se agradece al lector la atención prestada a este trabajo, y se le exhorta a que de una u otra manera saque provecho del mismo, así como pueda discutir el tema durante sus actividades normales, para que se empiece a dar a conocer esta nueva técnica en nuestro país.

CONCLUSIONES

Mediante este trabajo se logró comprender el proceso de fabricación de las tablillas para circuito impreso mediante la técnica estaño-plomo en el que primeramente se corta un rectángulo de la tarjeta de fibra de vidrio cubierta de cobre la cual es perforada y metalizada, depositando cobre sobre el cobre ya existente, enseguida se aplica la impresión al patrón de pista, luego se deposita cobre sobre las pistas y después estaño-plomo el cual es utilizado como anticorrosivo para así poder desentintar la impresión, enseguida se retira el cobre base para después fundir el estaño-plomo y aplicar la impresión de la mascarilla antisoldante.

Se determinaron las pruebas requeridas para realizar una buena inspección de las tablillas para circuito impreso así como los parámetros bajo los cuales se decidirá si las tablillas se aceptan o se rechazan en función a su calidad.

Se observó la importancia que tiene el establecer un buen control de calidad en cada una de las etapas del proceso de manufactura ya que la carencia de este control origina serios problemas a la tablilla, durante su fabricación.

Los problemas de calidad en el proceso de

fabricación de las tablillas para circuito impreso se presentan en la adhesión de la mascarilla antisoldante, en la adhesión de oro en los contactos del peine y en la confiabilidad del buen contacto en las perforaciones metalizadas, debido tanto a la falta de control de calidad en la etapa de perforación así como en las diferentes etapas del proceso de metalización.

A P E N D I C E 1

G L O S A R I O

DE TERMINOS TECNICOS UTILIZADOS EN EL PRESENTE TRABAJO

T.C.I. Multicapas.- Circuito Impreso compuesto de varias capas conductoras incluyendo capa de pistas superficiales.

ETCHING

Líquido corrosivo o fabricado a base de ácidos que atacan el cobre y elimina la parte innecesaria de la tarjeta para dejar sólo las pistas.

Material Base

Material en el cual se hace la formación de pistas es un material aislante que puede ser rígido o flexible.

Switchero Electrónico Sistema de conmutación automática de muchos canales de transmisión de datos mediante fibra óptica.

Super Computadora

Se trata de de lo mas avanzado en computación con una capacidad que va mas allá de lo usual.

Método Sustractivo Método de fabricación de la T.C.I. que consiste en quitar material previamente plegado para formar las pistas e isletas sobre el material base.

Cobre Electroless Metalización del depósito de cobre a base de reacciones químicas por medio de catalizadores sin electricidad.

Facsimil Transmisión de datos vía telefónica.

Plomo-Estaño Electroquímico. Metalización del depósito de Plomo--Estaño en forma electrolítica a base de corriente eléctrica.

Película negativa Patrón fotográfico en donde el dibujo de pistas del circuito impreso esta transparente y lo demás es opaco.

Cobre Electroquímico Metalización del depósito de cobre por medio de electrolisis.

Mascarilla Antisolúante Material de revestimiento termoresistente que se aplica a la T.C.I. que sirve para aislar las

Trough Hole	Orificio metalizado de conexión eléctrica entre pistas existentes arriba del circuito impreso y pistas existentes abajo del mismo.
Clearance	Area que no tiene material conductivo y que rodea al trough hole que previene posibles cortos.
Pin Hole	Perforación muy pequeña que atraviesa la capa conductiva.
Prueba de desprendimiento de pista	Fuerza por unidad de área necesaria para desprender la pista desde el circuito impreso.
Prueba de desprendimiento de P.T.H.	Fuerza de dirección perpendicular a la tablilla de circuito impreso para desprender la isleta junto con el Through hole.
Muestra de Microcorte	Corte seccional de la T.C.I. en forma transversal para tratamiento metalográfico y análisis de los depositos de metalizado dentro del P.T.H.

Soldabilidad	Capacidad para la metalización de la aleación de Estaño-Plomo.
Resistencia de Aislamiento	Oposición al paso de corriente de una pista a otra.
Máquina pulidora	Máquina para pulido de muestras metalográficas de secciones de la ... microscopio.
Supermegohmetro	Equipo de medición para resistencia de aislamiento entre las pistas.
Miliohmmetro	Equipo de medición de corriente continua para medir resistencias muy pequeñas.
Medidor de rayos β	Equipo comparador de espesores por medio de radioactividad y lentes ópticos.
Exfoliación	Desprendimiento de material.
Portatarjetas	Soporte sujetador para tarjetas en forma vertical.

**Máquina soldadora
de Oia**

**Máquina que solda tarjetas a base
del principio de ebullición de la
soldadura.**

B I B L I O G R A F I A

- 1/. BOLETIN INFORMATIVO INTERNO
"CONEXION". BOLETIN #1, ABRIL-MAYO-1986
NEC DE MEXICO, S.A.

- 2/. QUALITY CONTROL OF PRINTED WAIRING BOARD (HAND-BOOK)
(MANUAL DE CONTROL DE CALIDAD PARA TABLILLAS DE
CIRCUITO IMPRESO).
POR: T. SATO (KANAGAWA, NEC JAPAN).
ED. NEC S.A. MEXICO

- 3/. PRINTED CIRCUITS HAND-BOOK
(MANUAL PARA CIRCUITOS IMPRESOS)
POR: CLYDE F. COOMBS, JR.
ED. MC GRAW HILL

- 4/. ANALISIS DE BARDOS ELECTROLITICOS
POR: KENNETH E. LANGFORD
ED. AGUILAR

- 5/. MANUAL DE ESPECIFICACIONES PARA COMPRA Y VENTA DE
CIRCUITO IMPRESO
POR: TAKAO SATO
ED. NEC JAPON

- 6/. INTRODUCCION A LA METALURGIA FISICA
POR SYDNEY H. AVNER
ED. MC GRAW HILL