

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRIA EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DEL
FEEDTHRUS.**

Protocolo de Investigación

Presenta
Jorge Edgar Zúñiga Gómez

Tijuana, Baja California

Agosto del 2008.



ÍNDICE.

ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
JUSTIFICACIÓN.....	viii
OBJETIVOS.....	xi
ALCANCES.....	xii
METAS.....	xiii
CAPÍTULO 1.- ANTECEDENTES.....	1
1.1 HISTORIA DEL MARCAPASOS.....	1
1.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL MARCAPASOS.....	4
1.2 DESCRIPCIÓN DE MARCAPASOS.....	5
1.2.1 CIRUGÍA DE IMPLANTE.....	6
1.2.2 CÓMO LATE EL CORAZÓN.....	8
1.3 TIPOS DE MARCAPASOS.....	9
1.3.1 CUANDO ES NECESARIO UN MARCAPASOS.....	12
1.4 COMPONENTES DEL MARCAPASOS.....	13
1.5 DESFIBRILADORES.....	14
1.6 TIPOS DE FEEDTHRUS.....	19
1.7 MATERIALES UTILIZADOS EN LOS FEEDTHRUS.....	21
CAPÍTULO 2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA.....	22
2.1 DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE MANUFACTURA.....	22
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE MANUFACTURA.....	23
2.2.1 SOLDADO DE SOMBRERO.....	30
2.2.2 ENSAMBLE DE CAPACITOR.....	46
2.2.3 PRUEBA ELÉCTRICA.....	55
2.2.4 INSPECCIÓN VISUAL.....	62
2.3 ANÁLISIS DE POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA.....	66
2.4 ANÁLISIS DE CAUSA MÁS PROBABLE DEL PROBLEMA.....	67
CAPÍTULO 3.- ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	68
3.1 DISEÑO DE CONTRAMEDIDA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	68
3.2 PRESENTACIÓN DE PROYECTO.....	70
3.3 PRUEBA Y EXPERIMENTACIÓN.....	75
3.4 RESULTADOS DE LAS CONTRAMEDIDAS.....	81
3.5 RESULTADOS.....	83
3.6 PLANOS.....	84
3.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87



ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.- Defectos de ensamble	X
Figura 2.- Defectos por categoría.....	X
Figura 3.- Costos contra tipo de defecto.....	xiv
Figura 4.- Marcapasos	2
Figura 5.- Marcapasos Argos	4
Figura 6.- Esquema del interior de un marcapasos	4
Figura 7.- Localización de marcapasos en el cuerpo humano.....	7
Figura 8.- Corazón con ventrículos y aurículas	8
Figura 9.- Aurícula y ventrículo del corazón	14
Figura 10.-Localización del DCI	16
Figura 11.- Elementos de un Marcapasos.....	19
Figura 12.- Feedthru, componente mecánico eléctrico.....	19
Figura 13.-Feedthru unipolar.....	20
Figura 14.- Feedthru bipolar.....	20
Figura 15.- Feedthru Cuadripolar	20
Figura 16.- Materiales para elaborar un feedthru	21
Figura 17.- Colocación del capacitor	23
Figura 18.- Acercamiento mostrando la colocación del capacitor	23
Figura 19.- Colocación del capacitor	24
Figura 20.- Aplicación y verificación de epóxico	24
Figura 21.- Epóxico en feedthru con jeringa.....	24
Figura 22.- Aplicación del epóxico.....	25
Figura 23.- Lavado de Feedthru en la DAP	26
Figura 24.-Deposito de feedthru.....	26
Figura 25.-Colocación de feedthru en plantilla	26
Figura 26.-Pegado de capacitor	27
Figura 27.-Horno para curado de feedthru	28
Figura 28.-Estante de enfriado.....	28
Figura 29.-Alineación de feedthru	29
Figura 30.-Máquina de prueba eléctrica	29
Figura 31.-Segunda inspección de feedthru	30
Figura 32.- Inspección de temperatura.....	30
Figura 33.-Desinfección del interior de la cámara	30
Figura 34.-Colocación de feedthru en la cámara.....	31
Figura 35.-Monitor de la cámara	31
Figura 36.-Impresión del registro	32
Figura 37.-Charola con feedthru	32
Figura 38.-Arreglo de feedthru	32
Figura 39.-Mojado de feedthru	33
Figura 40.-Marco.....	33
Figura 41.-Marco y Cargador	33
Figura 42.-Recipiente con preformados	34
Figura 43.-Interruptor	34
Figura 44.-Agitación de preformados	34
Figura 45.-Preformados sobrantes.....	35
Figura 46.-Movimiento de preformados.....	35



Figura 47.-Inspección visual.....	35
Figura 48.-Alineación de las clavijas	36
Figura 49.-Golpe al cargador	36
Figura 50.-Cargador con espacios vacíos	36
Figura 51.-Cargador en bolsa de plástico.....	37
Figura 52.-Vaciado de preformados	37
Figura 53.-Muestras de sombreros	37
Figura 54.-Interruptor en posición de encendido	38
Figura 55.-Agitación de sombrero	38
Figura 56.-Cepillado de sombreros	38
Figura 57.-Sombreros acomodados	39
Figura 58.-Inspección visual.....	39
Figura 59.-Alineación de clavijas.....	39
Figura 60.-Cargador.....	40
Figura 61.-Cargador con espacios vacíos	40
Figura 62.-Prevención de contaminación	40
Figura 63.-Vaciado de sombreros	41
Figura 64.-Alineación de clavijas.....	41
Figura 65.-Verificación de rodillos	41
Figura 66.-Atornillado de rodillos.....	42
Figura 67.-Interior de la cámara de sellado	42
Figura 68.-Aseguramiento de rodillos.....	42
Figura 69.-Herramienta en plantillas	43
Figura 70.- Termo copleé insertado	43
Figura 71.-Tapa de la cámara	43
Figura 72.-Teclado de la selladora	44
Figura 73.-Monitor para temperatura.....	44
Figura 74.-Tapa de la cámara	44
Figura 75.-Sujetadores.....	45
Figura 76.-Verificación de rodillos	45
Figura 77.-Interior de la cámara	45
Figura 78.-Atornillado del ensamble.....	46
Figura 79.-Guantes de protección	46
Figura 80.-Epóxico etiquetado	47
Figura 81.-Congelador	47
Figura 82.-Graficador de temperatura	47
Figura 83.-Dispensador.....	48
Figura 84.-Jeringa.....	48
Figura 85.-Regulador de aire al máximo	49
Figura 86.-Apagado del cronometro.....	49
Figura 87.-Herramienta de prueba	49
Figura 88.-Ajuste de tornillos.....	50
Figura 89.-Revisión en el microscopio	50
Figura 90.-Colocación de epóxico	50
Figura 91.-Colocación del capacitor	51
Figura 92.-Terminación del capacitor	51
Figura 93.-Volteado de herramienta.....	51
Figura 94.-Verificación visual	52
Figura 95.-Charola para curado	52



Figura 96.-Herramientas en charola.....	52
Figura 97.-Pantalla de temperatura.....	53
Figura 98.-Medidor de flujo	53
Figura 99.-Colocado de charolas en el Horno	53
Figura 100.-Cronómetros del horno	54
Figura 101.-Botones de inicio.....	54
Figura 102.-Guantes de protección	55
Figura 103.-Removiendo charolas	55
Figura 104.-Colocación de feedthrus en la base del riel.....	55
Figura 105.-Material etiquetado	56
Figura 106.-Ajuste de tornillos.....	56
Figura 107.-Alineación de feedthru	56
Figura 108.-Herramienta de Prueba.....	57
Figura 109.-Herramienta con la ubicación del orificio	57
Figura 110.-Mensaje de error en pantalla.....	58
Figura 111.-Pantalla del panel de operación	58
Figura 112.-Pantalla de acceso.....	58
Figura 113.-Puertas de plexiglás.....	59
Figura 114.-Botón de inicio del panel de control.....	59
Figura 115.-Cama de elevación	59
Figura 116.-Pantalla para # de lote	60
Figura 117.-Pantalla para el # parte.....	60
Figura 118.-Máquina de pruebas	61
Figura 119.-Contenedor de muestras.....	61
Figura 120.-Inspección visual.....	62
Figura 121.-Herramienta de Pasa / No pasa	62
Figura 122.-Verificación del sombrero.....	63
Figura 123.-Herramienta de prueba	63
Figura 124.- Bote de plástico de transferencia	63
Figura 125.-Montado del plato en el bote de plástico	64
Figura 126.-Estudio de las causas del problema.....	67
Figura 127.-Capacitor desalineado	68
Figura 128.-Falta de capacitor	68
Figura 129.-Corte seccional de capacitor	69
Figura 130.-Limpieza de la cubierta del riel con alcohol y toalla	70
Figura 131.-Colocación del feedthru en la plantilla	70
Figura 132.-Alineación de feedthru	70
Figura 133.-Aplicación de epóxico	71
Figura 134.-Colocación del capacitor	71
Figura 135.-Capacitor pegado al feedthru	71
Figura 136.-Sección de Plantilla de capacitores.....	72
Figura 137.-Plantilla de los capacitores.....	72
Figura 138.-Ubicación de plantilla de localizadora de capacitores.....	73
Figura 139.-Tubo de plástico.....	73
Figura 140.-Función de tubo de plástico	74
Figura 141.-Amortiguamiento de feedthrus.	74
Figura 142.-Plantilla de colocación de capacitores.....	75
Figura 143.-Propuesta de ensamble.	75
Figura 144.-Primer prototipo.	76



Figura 145.-Feedthrus en posición.....	76
Figura 146.-Colocación de la plantilla localizadora de capacitores.....	77
Figura 147.-Ensamble de plantilla de posición de capacitares	77
Figura 148.-Colocación del capacitor.....	78
Figura 149.- Alojamiento del capacitor en uno de las cavidades de la plantilla.	78
Figura 150.- Plantilla lista para ser horneada	78
Figura 151. Ingreso de plantilla al horno	79
Figura 152. Remoción de plantilla localizadora de capacitores.	79
Figura 153. Inspección del capacitor.....	79
Figura 154. Los capacitares pegados al feedthru.....	80
Figura 155. Colocación y pegado.....	80
Figura 156. - Corte seccional del feedthru.....	80
Figura 157. Capacitor soldado sobre el feedthru.....	81
Figura 158. Pines guía en extremos de plantilla.....	81
Figura 159. Colocación de plantilla	82
Figura 160. Orificios en la plantilla	82

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.- Defectos.....	ix
Tabla 2.- Tiempos de colocación y alineado de epóxico y capacitor	xiii
Tabla 3.- Costos por cada tipo de defecto.....	xiii
Tabla 4.- Nivel de desperdicio mensual (Costos y Porcentajes).....	xiv
Tabla 5.- Métricos	xv



RESUMEN.

Esta tesis fue desarrollada dentro del marco de la industria médica, en la cual se realizan diversas rutinas de ensambles y sub ensambles para producir diferentes tipos de marcapasos que se utilizan en los seres humanos. Tomemos como definición de marcapasos a un dispositivo eléctrico que hacen latir el corazón a base de descargar impulsos eléctricos, que reemplazan al propio sistema de control del corazón y garantizan un latido sincronizado y suficiente.

Existe una gran variedad de defectos generados durante la manufactura del marcapasos .Uno de los principales defectos es el pegado del capacitor al feedthru por tal razón el objetivo de esta tesis fue desarrollar una plantilla que ubique el capacitor al feedthru al momento de ser pegado. Feedthru es un componente mecánico eléctrico el cual funciona como interfase entre la placa electrónica del marcapasos y molded header que es el dispositivo de conexión externa que va al corazón humano.

ABSTRACT.

This thesis was developed inside the frame of the medical industry, in which diverse routines are realized of assemblies and sub assemblies to produce different types of pacemaker that are in use in the human beings. Let's take as definition of pacemaker to an electrical device that they do beat the heart based on unloading electrical impulses, which they replace to the own system of control of the heart and guarantee a synchronized and sufficient beating.

Exists a great variety of faults generated during the manufacture of the pacemaker .One of the principal faults is the plaster of the capacitor to the feedthru for such a reason the objective of this thesis was to develop an device that the capacitor locates to the feedthru to the moment to be stuck. Feedthru is a mechanical electrical component which works as interface between the electronic plate of the pacemaker and molded header that is the device of external connection that goes to the human heart.



JUSTIFICACIÓN.

Para la selección de este proyecto se comenzó por recabar información de todo tipo de defectos generados durante los sub-ensambles que se hacen para la fabricación de marcapasos, en un periodo de tiempo. Esto fue hecho durante Enero del 2006 hasta Junio del 2006, en la Tabla 1 se muestran los defectos más significativos, a continuación se menciona los defectos que pueden ser agrupados y en los cuales se tratara de reducir la cantidad de desperdicio bajo el desarrollo de este proyecto.

Tipos de defectos que se presentan durante la manufactura:

- Exceso de Epóxico.
- Capacitor Desalineado
- Epóxico Insuficiente.
- Manchas de epóxico en TopHat.
- TopHat dañado.
- Caída de material por manejo.
- Falta de capacitor.



Tipo de defecto	Cantidad defectos	Cantidad Entrada	Cantidad Salida	Categoría Defecto
<i>Defectos Externos de Proveedor</i>	9165	327089	317924	Defecto de proveedor externo
<i>Exceso de Epóxico</i>	9068	271404	262336	Defecto de epóxico
<i>Material Extraño</i>	6049	166071	160022	Material Extraño
<i>Capacitor desalineado</i>	5782	162376	156594	Defecto mecánico del capacitor
<i>Epóxico insuficiente</i>	3686	88920	85234	Defecto de epóxico
<i>TopHat Desalineado</i>	2925	77422	74497	Defecto de TopHat
<i>Fractura de epóxico</i>	2644	56346	53702	Defecto de epóxico
<i>Falla en prueba eléctrica</i>	2219	290275	288056	Defecto eléctrico
<i>Manchas en TopHat</i>	1791	48717	46926	Defecto de TopHat
<i>Feedthru desalineado</i>	1472	29671	28199	Feedthru desalineado
<i>TopHat Dañado</i>	1456	41929	40473	Defecto de TopHat
<i>Caída de material por manejo</i>	1081	23823	22742	Defecto por manejo de material
<i>Falta de capacitor</i>	608	18582	17974	Defecto mecánico del capacitor
<i>Falta de unidad</i>	580	31526	30946	Falta de unidad
<i>Zafiro fracturado</i>	509	14265	13756	Fractura en zafiro
<i>Exceso de soldadura</i>	496	12529	12033	Defecto por soldadura
<i>Hueco en soldadura</i>	407	11787	46926	Defecto por soldadura
<i>Daño en el alambre del Feedthru</i>	333	16852	16519	Daño en el alambre del Feedthru
<i>Capacitor Dañado</i>	204	6414	6210	Defecto mecánico del capacitor
<i>Capacitancia</i>	156	1776	1620	Defecto eléctrico
<i>Defecto de compo. en inventario</i>	153	153	0	Defecto por manejo de material
<i>Desarrollo por ingeniería</i>	76	379	303	Ingeniería
<i>Falta de alambre de tierra</i>	65	340	275	Defecto por manejo de material
<i>Case block desalineado</i>	61	1507	1446	Código equivocado
<i>Bloque invertido</i>	29	1138	1109	Código equivocado
<i>Mal funcionamiento de equipo</i>	18	1017	999	Mal funcionamiento de equipo
<i>Soldadura en TopHat</i>	12	604	592	Defecto por soldadura
<i>Falta de código</i>	8	664	656	Otros
<i>Daño en insulador</i>	7	342	335	Código equivocado
<i>Void_PatientAlert</i>	6	377	371	Código equivocado
<i>Requiere dispositivo externo</i>	5	1140	1135	Ingeniería
<i>Pads rayados</i>	5	380	375	Código equivocado
<i>Falla en re-prueba</i>	3	758	755	Defecto eléctrico
Total	51108	1710170	1694608	

Tabla 1.- Tipos de defectos generados durante el ensambles del marcapasos

En las figuras 1 se muestra de manera grafica los defectos de ensamble que se obtuvieron durante el periodo de tiempo antes mencionado. Aquí podemos apreciar que el pegado del capacitor al feedthru esta dentro de los primeros cinco defectos defectos de mayor cantidad.

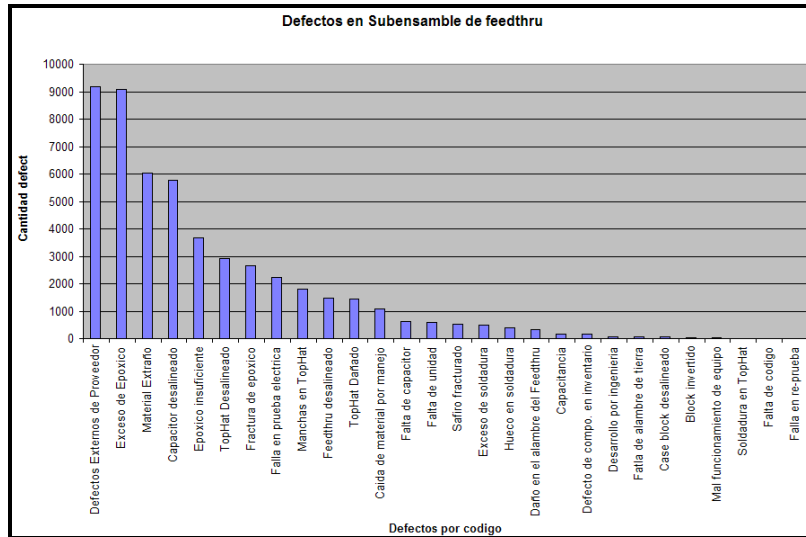


Figura 1.- Defectos de ensamble

Ahora se muestra en la figura 2 de manera grafica la clasificación de los defectos por categoría. Ahí podemos apreciar nuevamente que la categoría de defectos mecánicos por capacitor se encuentra dentro de las 5 primeras. Como resultado de esta investigación de defectos y categorías se tomará el defecto de pegado de capacitor a feedthru como proyecto para el desarrollo de esta tesis.

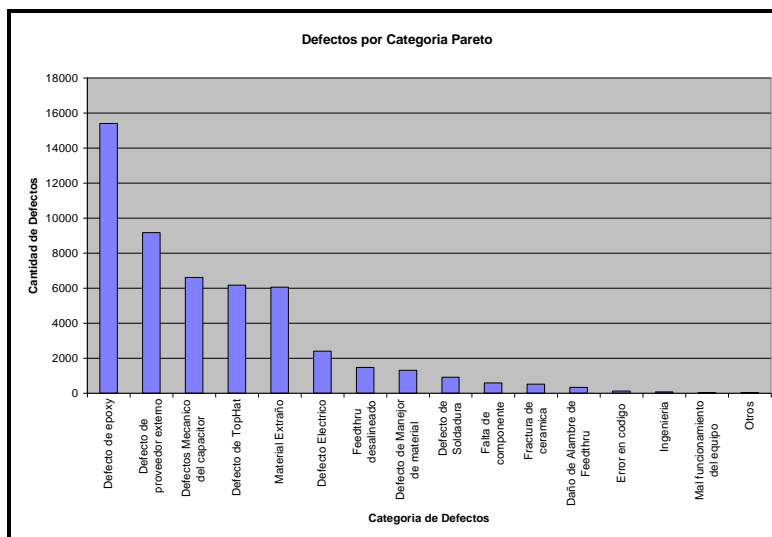


Figura 2.- Defectos por categoría



OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

- Establecer un proceso eficaz o método de manufactura que permita ubicar en capacitor dentro de las especificaciones requeridas al feedthru.
- Aumentar la productividad del proceso de manufactura de pegado de capacitor.
- Eliminar el cuello de botella que causa este proceso de manufactura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Verificar que los materiales utilizados en las plantillas de manufactura son las adecuadas para el desarrollo del proceso de manufactura de pegado de capacitor al feedthru.
- de que las plantillas utilizadas para pegar el capacitor son las adecuadas para el proceso de manufactura
- Desarrollar un nuevo método de manufactura para la colocación y/o ubicación del capacitor al feedthru.



ALCANCES.

El alcance que se pretende dar al estudiar al problema de pegado de capacitor al feedthru. Es primero que nada reducir la cantidad de desperdicios que son generados durante este proceso de manufactura. Esto trae como consecuencia un ahorro a este tipo de desperdicio. Por otra parte se pretende aumentar la productividad en la línea de producción (pegado de feedthru) haciendo nuevas plantillas y/o herramientas que permitan ensamblar el capacitor al feedthru de manera mas rápida y eficiente.

Con el desarrollo e implementación de estas nuevas herramientas se estará reduciendo el tiempo de pegado de capacitor al feedthru.



METAS.

Las condiciones actuales de tiempo de colocación que se tienen en este tipo de ensamble (pegado capacitor al feedthru) son las que se muestran en la tabla 2.

La tabla 2 muestra el tiempo que se toma para las actividades de colocación de epóxico y colocación de capacitor.

	Promedio - min.	Promedio - seg.
Colocar epóxico lado A (38)	6.535	392.088
Colocar epóxico lado B (38)	7.955	477
Colocar capacitor / alinear (38) lado B	7.018	421.08
Colocar capacitor / alinear (38) lado A	7.15	429

Tabla 2.- Tiempos de colocación y alineado de epóxico y capacitor

En la tabla 3 se considera una muestra de un trimestre para mostrar los costos que se está teniendo por cada tipo de defecto.

ELEMENTOS	SEP/2006	AGO/2006	JUL/2006	TOTAL TRIMESTRE
CAIDA AL PISO	\$ 186.32	\$ 202.30	\$ 549.10	\$ 937.72
CAPACITOR DESALINEADO	\$ 3,978.48	\$ 7,456.20	\$ 17,108.80	\$ 28,543.48
FALTA DE CAPACITOR	\$ 54.80	\$ 173.40	\$ 369.92	\$ 598.12
MATERIAL EXTRAÑO EN EPÓXICO	\$ 1,046.68	\$ 1,410.32	\$ 3,161.66	\$ 5,618.66
EPÓXICO INSUFICIENTE	\$ 1,918.00	\$ 3,294.60	\$ 9,745.08	\$ 14,957.68
EPÓXICO CON GRIETAS	\$ 383.60	\$ 190.74	\$ 3,046.06	\$ 3,620.40
SOMBRERO DESALINEADO	\$ 476.76	\$ 1,739.78	\$ 1,179.12	\$ 3,395.66
MATERIAL EXTRANO EN FERULA	\$ 16.44	\$ 40.46	\$ 52.02	\$ 108.92
GAGE GO-NOGO	\$ 49.32	\$ 80.92	\$ 156.06	\$ 286.30
TERMINAL DAÑADA	\$ 306.88	\$ 312.12	\$ 445.06	\$ 1,064.06
CAPACITOR DAÑADO	\$ 2,904.40	\$ 2,739.72	\$ 2,913.12	\$ 8,557.24
FM CAPACITOR	\$ 394.56	\$ 803.42	\$ 843.88	\$ 2,041.86
EPÓXICO EN SOMBRERO	\$ 2,279.68	\$ 4,670.24	\$ 8,750.92	\$ 15,700.84
EXCESO DE EPÓXICO	\$ 9,299.56	\$ 12,403.88	\$ 11,860.56	\$ 33,564.00
EXCESO DE SOLDADURA	\$ 4,296.32	\$ 745.62	\$ 225.42	\$ 5,267.36
EXCESO DE ORO	\$ 1,085.04	\$ 693.60	\$ 780.30	\$ 2,558.94
VOID EPÓXICO	\$ 652.12	\$ 1,734.00	\$ 1,797.58	\$ 4,183.70
MANCHA EN SOMBRERO	\$ 1,496.04	\$ 6,230.84	\$ 13,080.14	\$ 20,807.02
MATERIAL EXTRANO EN SOMBRERO	\$ 312.36	\$ 676.26	\$ 387.26	\$ 1,375.88
SOMBRERO DAÑADO	\$ 641.16	\$ 670.48	\$ 780.30	\$ 2,091.94
FM EN CINTILLA	\$ 180.84	\$ 236.98	\$ 236.98	\$ 654.80
ZAFIRO DAÑADO	\$ 175.36	\$ 358.36	\$ 179.18	\$ 712.90
MATERIAL EXTRAÑO EN ZAFIRO	\$ 526.08	\$ 1,959.42	\$ 1,537.48	\$ 4,022.98
VOID SOLDADURA	\$ 65.76	\$ 57.80	\$ 63.58	\$ 187.14
METAL EXPUESTO	\$ 1,857.72	\$ 2,988.26	\$ 1,057.74	\$ 5,903.72
FT-TESTER (MAQUINA DE PRUEBA ELECTRICA)	\$ 2,235.84	\$ 22,518.88	\$ 18,068.28	\$ 42,823.00
TOTAL	\$ 39,269.68	\$ 77,972.20	\$101,843.60	\$ 219,085.48

Tabla 3.- Costos por cada tipo de defecto

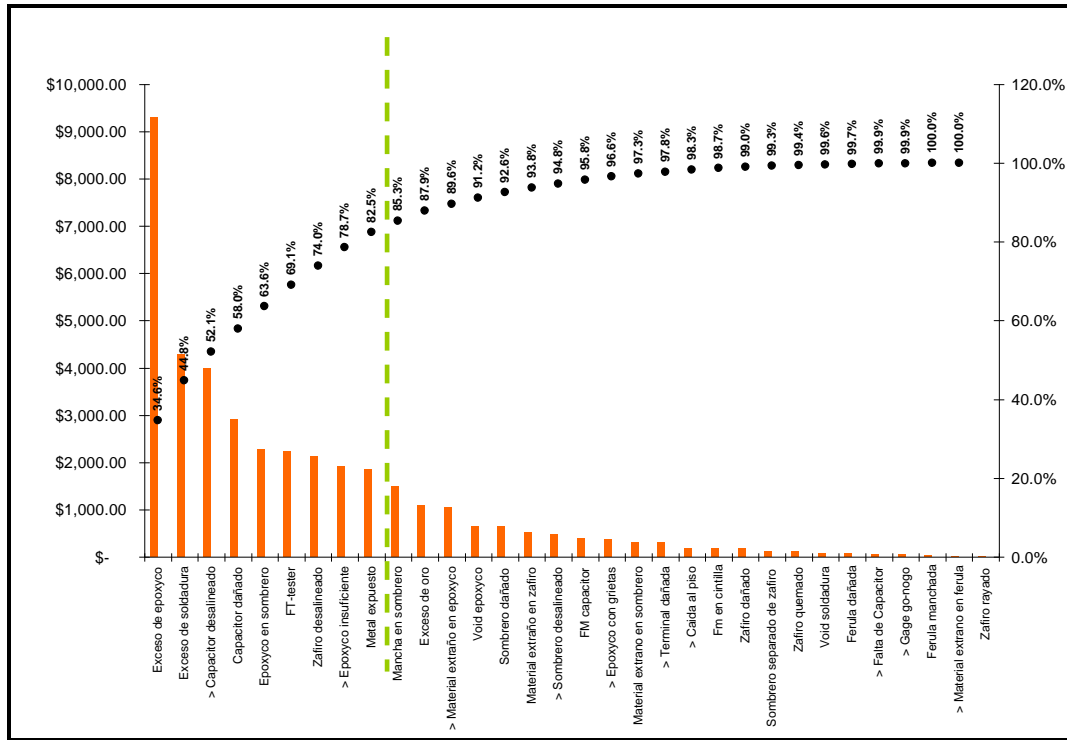


Figura 3.- Costos contra tipo de defecto

En la figura 3 se muestra de manera gráfica los costos contra el tipo de defecto que se tienen en el actual proceso de de pegado de capacitor al feedthru.

La tabla 4 muestra los costos y porcentajes de desperdicio en un periodo de seis meses del año 2006.

Nivel de desperdicio Mensual periodo 2006

Mes	Costo Producción Total	Costo de desperdicio		% Desperdicio	% Desperdicio - Meta
		Mes	Total		
2006 3	\$ 27,483.90	3 2006	\$ 1,442.12	5.25%	3.50%
2006 4	\$ 239,800.64	4 2006	\$ 20,317.64	8.47%	3.50%
2006 5	\$ 400,270.78	5 2006	\$ 21,408.89	5.35%	3.50%
2006 6	\$ 531,311.83	6 2006	\$ 75,689.49	14.25%	3.50%
2006 7	\$ 788,318.43	7 2006	\$ 105,579.10	13.39%	3.50%
2006 8	\$ 689,635.57	8 2006	\$ 80,947.25	11.74%	3.50%
Total	\$ 4,601,856.94	Total	\$ 421,498.44		

Tabla 4.- Nivel de desperdicio mensual (Costos y Porcentajes)



En la tabla 5 se presentan los métricos que se proponen para este proyecto, lo cuales consisten en reducir las condiciones actuales de defectos, tiempo de ciclo y perdidas monetarias en un 75%. Las pérdidas económicas que se están teniendo en la categoría de defectos son los siguientes:

METRICOS	ACTUAL	META
DEFECTOS	21,436 Pzas	5,359 Pzas
TIEMPO DE CICLO	7.16 min.	1.79 min.
PERDIDAS MONETARIAS (\$)	\$ 150,795 dlls Anuales	\$ 37,698 dlls Anuales

Tabla 5.- Métricos



CAPÍTULO 1.- ANTECEDENTES.

1.1 HISTORIA DEL MARCAPASOS.

El primer marcapasos externo fue diseñado y construido por el ingeniero canadiense John Hopps en 1950. Un aparato externo tosco y doloroso para el paciente [10].

El primer implante en el interior de un cuerpo humano se realizó el 8 de octubre de 1958 por un equipo sueco usando un marcapasos diseñado y formado por Rune Elmquist y el doctor Åke Senning. El aparato falló después de 3 horas. Posteriormente se le implantó un segundo marcapasos que duró 2 días. Arne Larsson, el primer paciente con implante de corazón, falleció en 2001 tras haber usado 22 marcapasos distintos a lo largo de su vida [9].

HYMAN fue el primero que estimuló el corazón con un generador de impulsos externo con unos cables que entraban en el pecho hasta el corazón y que cargaba manualmente con una manivela. Este fue el nacimiento de la estimulación cardíaca, pero fue el Dr. SENNING quien inició la estimulación cardíaca, tal como se entiende hoy en día con el marcapasos, con el generador de estímulos implantado dentro del cuerpo en 1958 [9].

Las primeras pilas fueron de níquel-cadmio, fueron sustituidas por las de mercurio-zinc y finalmente aparecieron las actuales de litio, que ofrecen numerosas ventajas: no se oxidan, duran más, son mucho más pequeñas, necesitan mucha menos protección, permitiendo que el marcapasos sea más pequeño [9] [10].

Otro paso muy importante en la historia del marcapasos fue la aparición de los circuitos integrados que sustituyeron a los transistores que además de reducir el tamaño, han permitido la programación del marcapasos y la comunicación en dos direcciones: del especialista hacia el marcapasos y del marcapasos al especialista, mediante ondas electromagnéticas (telemetría) y no mediante campos magnéticos como hasta entonces. Esta comunicación bidireccional, programador-marcapasos: ha permitido también confirmar la modificación de las características del marcapasos. Finalmente, dentro de esta breve historia de los marcapasos, otro paso importante fue cuando aparecieron los sensores, detectores de un cierto parámetro metabólico o físico de la persona, que informan al marcapasos de la frecuencia cardíaca necesaria en aquel momento para el funcionamiento normal del organismo [10]. En el momento actual los marcapasos son pequeños aparatos sofisticados, son ordenadores que tienen la virtud de ser modificables en todos sus parámetros, que averiguan qué actividad física y/o psíquica existe en un momento dado y en función de la misma dan una respuesta en frecuencia cardíaca adecuada.



La historia de la investigación cardíaca ha crecido en forma escalonada. Las primeras ideas e inventos condujeron al desarrollo de instrumentos y máquinas cada vez más complejos. El uso de electricidad para estimulación del corazón a fines del siglo XIX y principios del siglo XX provocó muchas ideas. Existe mucha controversia acerca de quién fue el primero en inventar el marcapasos artificial. Se cree que el Doctor Albert S. Hyman es el creador, pero parece haber evidencias de que él no fue el primero. Un médico australiano llamado Mark C. Lidwill, junto al Doctor Edgar Booth, construyó un marcapasos portátil [2]. Este equipo fue presentado en 1931, mientras que Hyman desarrolló su dispositivo entre 1930 y 1931. Como lo muestra la figura 4.

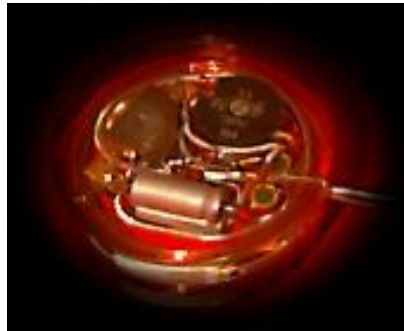


Figura 4.- Marcapasos

El aparato de Lidwill poseía un electrodo aplicado a la piel y otro en la cámara cardíaca apropiada. Ya en 1954 se utilizaron marcapasos cardíacos. La estimulación se realizaba a través de electrodos superficiales ubicados sobre la piel, los cuales dejaban incómodas quemaduras eléctricas durante unos días. Posteriormente, se intentaron utilizar cables que pasaban a través de la piel para activar directamente el músculo cardíaco, pero las infecciones alrededor de los cables dieron origen a un problema que no pudo resolverse. Finalmente, el Doctor Rune Elmqvist diseñó el primer marcapasos implantable [10].

El primer marcapasos incluía un generador de pulsos que entregaba una tensión de aproximadamente 2 volts durante un período de 2 milisegundos. Los transistores originales mostraron grandes fugas de corriente, por lo tanto se desarrollaron dos tipos nuevos para colocarlos en su lugar. La corriente de carga provenía de un generador de radiofrecuencia basado en un tubo de vacío. Teóricamente, una carga que se realizaba durante la noche, era suficiente para casi cuatro meses [8]. Sin embargo, la práctica duraba un mes.

Arn Larsson fue el afortunado receptor del primer marcapasos implantable, un paciente de 43 años de edad que sufría de ataques de Adams-Stokes. Su condición era tan mala que requería 30 resucitaciones por día. El Doctor Ake Senning le implantó un marcapasos el 8 de octubre de 1958. Luego de su operación, el señor Larsson no tuvo más complicaciones y actualmente lleva una vida activa (reportes de 1996) [9].



Los marcapasos actuales son algo diferentes. Los primeros marcapasos no estaban dotados de los avances tecnológicos de los que ahora disponemos, así que lo único que hacían era enviar impulsos eléctricos al corazón de forma regular, sin interrupciones y con una cadencia de 70 veces por minuto. Como es natural, estos primeros marcapasos, llamados asincrónicos, cumplían su papel cuando el corazón del paciente fallaba de forma permanente, pero cuando el trastorno era intermitente los estímulos del marcapasos podían interferir con el ritmo del paciente en los momentos en los que éste se restableciera. Pocos años más tarde, para evitar dichas interferencias, se diseñan los marcapasos a demanda, con un circuito eléctrico que condiciona la liberación de los impulsos a que no haya ritmo propio del paciente. Es decir, el marcapasos sólo emite 70 impulsos por minuto cuando el ritmo del paciente sea más lento [9]. El corazón normal puede tener en reposo esa frecuencia, pero lo habitual es que se acelere con el ejercicio, con las emociones... y estos marcapasos no podían hacerlo.

Ya en los años 80 se introdujeron en los marcapasos circuitos electrónicos sensibles a algunas señales biológicas que guardaran relación con el ejercicio. Si estas señales son mayores con el ejercicio que durante el reposo, los marcapasos podrán ajustar el número de veces que tienen que emitir impulsos por minuto a la intensidad de la señal percibida. Entre las señales utilizadas, la más fácil de comprender, aunque no la más característica, es la corriente eléctrica que generan los cristales de cuarzo con la fricción —la mayoría de los encendedores actuales incorporan el cuarzo como mecanismo generador de la chispa—. Como la cantidad de corriente que genera el cuarzo es tanto mayor cuánto mayor es la fricción, si incorporamos un cristal de cuarzo al marcapasos, cuando el paciente se mueva hará que el cuarzo genere corriente eléctrica de intensidad mayor cuánto más violento sea el ejercicio. El marcapasos puede medir y determinar la intensidad de esa corriente y acompañar el número de estímulos a liberar por minuto al corazón de la misma, es decir, autorregular la frecuencia de estimulación a las necesidades del paciente. A estos marcapasos se les llama marcapasos autorregulables en frecuencia.

Hasta aquí, se puede decir que se había conseguido que el marcapasos no sólo evitara el pulso lento debido al fallo del sistema eléctrico del corazón sino que además incrementara su frecuencia conforme a los requerimientos del paciente.

No obstante, con estos marcapasos no se había podido restablecer por completo el normal funcionamiento del corazón. Para ello era necesario el desarrollo de los marcapasos fisiológicos que, curiosamente, fueron concebidos poco tiempo después de la introducción de los asincrónicos y mejorados progresivamente desde entonces hasta nuestros días. Los marcapasos Argos como lo vemos en la figura 5 son los más sofisticados y necesitan para su funcionamiento dos electro catéteres que actúen de puente entre el generador y el corazón, uno con la aurícula y otro con el ventrículo [9].



Figura 5.- Marcapasos Argos

1.1.1 FUNCIONAMIENTO DEL MARCAPASOS.

Un marcapasos es un aparato electrónico que produce impulsos eléctricos, destinados a estimular el músculo cardíaco. El número de impulsos producidos por minuto es lo que se llama frecuencia. El mecanismo se alimenta de las energías eléctricas de una o varias baterías como lo vemos en el esquema del interior del marcapasos en la figura 6. Estos impulsos eléctricos se conducen hasta el músculo del corazón por medio de un cable o electrodo, de modo que el marcapasos mismo (o generador de impulsos) está colocado a poca profundidad por debajo de la piel, mientras que el electrodo penetra mucho más profundamente dentro del organismo, hasta el mismo corazón [10].

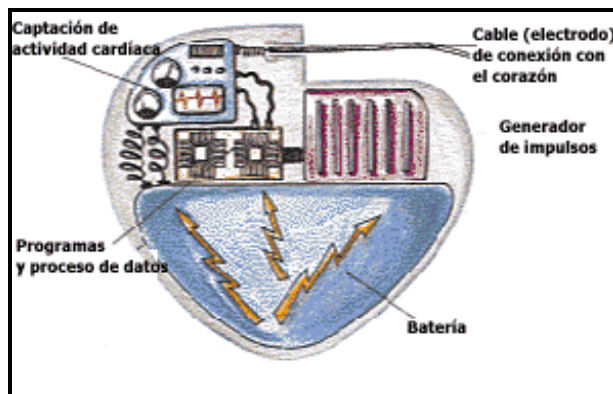


Figura 6.- Esquema del interior de un marcapasos



1.2 DESCRIPCIÓN DE MARCAPASOS.

Son dispositivos eléctricos que hacen latir el corazón a base de descargar impulsos eléctricos, que reemplazan al propio sistema de control del corazón y garantizan un latido sincronizado y suficiente. Pueden ser transitorios o definitivos. De cualquier modo, cuando el corazón late normalmente, se quedan automáticamente en reposo.

Un marcapasos es un dispositivo electrónico pequeño que funciona con batería y que se inserta debajo de la piel para ayudar a que el corazón lata de manera regular y a una frecuencia apropiada. El marcapasos tiene derivaciones que viajan a través de una vena grande hasta el corazón, donde se fijan los alambres. Estas derivaciones envían impulsos eléctricos al corazón para darle la orden de latir

En general, consisten en una cajita de poco peso (medio kilo) que se implanta debajo de la piel, y de la cual salen uno o dos cables pequeños flexibles que se hacen llegar hasta la aurícula derecha por una vena grande bajo la piel. La cajita lleva una batería de litio que dura más de 10 años. Hay marcapasos de muchos tipos, incluyendo algunos muy especializados para tratar tipos específicos de arritmias resistentes a medicación.

Un marcapasos generalmente tiene dos partes:

- El generador que contiene la pila o batería y la información para controlar el latido cardíaco
- Las derivaciones que son los cables utilizados para conectar el corazón al generador y enviar los impulsos eléctricos al corazón para indicarle que debe latir.

Los generadores de hoy en día pesan menos de una onza (30 gramos) y la pila puede durar de 7 a 8 años. El médico la revisa regularmente y la reemplaza cuando sea necesario [9].



1.2.1 CIRUGÍA DE IMPLANTE.

Un marcapasos se tiene que implantar debajo de la piel en un procedimiento que toma aproximadamente 1 hora. A la persona se le suministra un sedante para ayudarlo a que se relaje, pero permanecerá despierta durante el procedimiento. Igualmente, se administrarán analgésicos durante la intervención.

Se hace una pequeña incisión, generalmente en el lado izquierdo del tórax. El médico utiliza rayos X para colocar los alambres (derivaciones) en el corazón. Después de que las derivaciones estén en su lugar, se conectan al marcapasos. Éste se coloca en el área del tórax y la piel circundante se cierra con suturas. La mayoría de los pacientes salen del hospital al día siguiente del procedimiento [4].

COMPLICACIONES

Las complicaciones de la cirugía para implantar el marcapasos abarcan sangrado, infección, caída del pulmón (poco común), ritmos cardíacos anormales y punción del corazón que lleva a que se presente sangrado alrededor del mismo (raro).

Un marcapasos generalmente puede percibir si los latidos cardíacos están por encima de cierto nivel, punto en el cual este dispositivo automáticamente se apagará. Del mismo modo, el marcapasos puede sentir cuando los latidos cardíacos disminuyen demasiado y automáticamente se encenderá de nuevo para comenzar a regular de nuevo la frecuencia [6].

¿POR QUÉ SE UTILIZA?

Un marcapasos con frecuencia es la opción de tratamiento para las personas que tienen una afección cardíaca que hace que el corazón lata muy lentamente (bradicardia).

Con menos frecuencia, un marcapasos se puede utilizar para detener una frecuencia cardíaca anormalmente alta (taquicardia).

INTERFERENCIA

Existen sólo unos cuantos aparatos actualmente en el ambiente que pueden interferir con un marcapasos.

- Los equipos de soldadura de arco y aquellos con imanes potentes tienen el potencial de interferir con el generador del marcapasos.
- La mayoría de los artefactos en el hogar, como un microondas, no interfieren con el marcapasos.



Los teléfonos celulares no interfieren con los marcapasos, pero es recomendable mantenerlos lejos del área del marcapasos (por ejemplo, no se deben guardar en el bolsillo de la camisa).

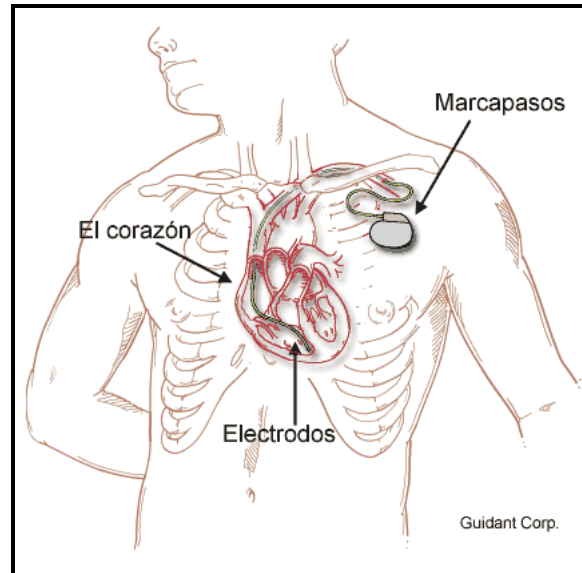


Figura 7.- Localización de marcapasos en el cuerpo humano

Vivir con un marcapasos presenta pequeños problemas por interferencias eléctricas externas. La gente con marcapasos debe evitar campos electromagnéticos poderosos como los que se encuentran en la resonancia nuclear magnética, o en las líneas de transmisión de alto voltaje, o en soldadores de arco; también deben evitar, obviamente, los golpes externos sobre el marcapasos. Los marcapasos modernos no resultan afectados por los hornos microondas, aunque pueda uno ver los avisos aún en las cafeterías. En la figura 7 mostramos la localización de un marcapasos en el cuerpo humano [6].



1.2.2 CÓMO LATE EL CORAZÓN.

El corazón es cómo una bomba de tejido muscular, la cual necesita una fuente de energía para funcionar. El impulso eléctrico se genera en el nódulo sinusal (pequeña área de tejido especializado localizada en la aurícula derecha del corazón - cavidad cardiaca superior derecha). En condiciones normales, el nódulo sinusal genera un estímulo eléctrico cada vez que late el corazón. El estímulo va a través de las vías de conducción haciendo que las cavidades cardiacas se contraigan y bombeen la sangre hacia afuera. Primero se estimulan las aurículas derecha e izquierda (cavidades superiores del corazón) y, posteriormente, se contraen los ventrículos derecho e izquierdo (cavidades inferiores). Cada contracción representa un latido [3].

En ocasiones, la totalidad del tejido cardiaco puede convertirse en un marcapasos, igual que el nódulo sinusal. Cuando la frecuencia de los latidos se ve alterada surgen las arritmias (ritmo anormal del corazón), que puede ser debido a que el nódulo sinusal produzca una frecuencia anormal de descargas, a que se interrumpa la vía normal de conducción o a que otra parte del corazón haga el papel de marcapasos. Cuando el latido es demasiado rápido, lento o irregular, el corazón no bombea de forma adecuada y el cuerpo no recibirá la cantidad de sangre suficiente debido a los efectos de la arritmia sobre la frecuencia cardiaca. En la figura 8 mostramos los ventrículos y aurículas del corazón [3].

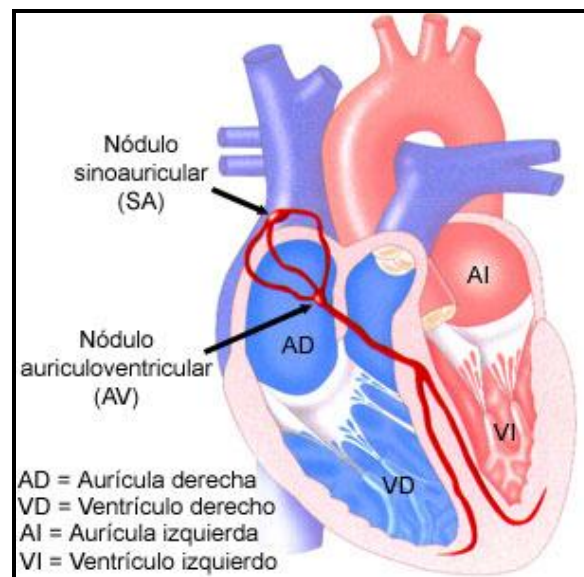


Figura 8.- Corazón con ventrículos y aurículas



1.3 TIPOS DE MARCAPASOS.

Podríamos clasificar los marcapasos según diversos puntos de vista:

Duración.

- **Temporales:** El generador no está implantado en el paciente y pueden ser :
 - **Transcutáneos (generalmente incluidos en algunos desfibriladores):** los electrodos se colocan sobre la piel, uno en la parte anterior del tórax (electrodo negativo) y otro en la espalda (electrodo positivo, rojo)
 - **Intravenoso (endocavitario):** los electrodos son colocados a través de una vía central hasta contactar con el endocardio.
 - **Transtorácico:** los electrodos son directamente colocados en las paredes auricular y/o ventricular durante la cirugía, que se conectan a un generador externo.
 - **Transesofágico:** se coloca un electrodo en esófago y otro precordial. Es una técnica difícil, y sólo se usa para el diagnóstico de taquicardias [6].
- **Permanentes:** El generador se implanta subcutáneamente.
 - **Transvenosos:** los electrodos se colocan a través de una vena subclavia y se implantan en aurícula y /o ventrículo derecho. El generador se coloca subcutáneo en la región infraclavicular. Se usa más en niños mayores.
 - **Internos:** los electrodos se colocan directamente en la pared auricular y/o ventricular, el generador se coloca subcutáneo en la pared abdominal. Se usa más en lactantes y en niños pequeños [6].

Avances tecnológicos.

- Convencional: Provoca estimulación ventricular y asincrónica. El latido inducido no se beneficia de la contracción auricular. No es capaz de inhibir su actuación cuando existe actividad normal del propio corazón del paciente.
- Sincrónico: Es capaz de "leer" la actividad del corazón del paciente y se inhibe en presencia de latidos normales.
- Secuencial: Es capaz de estimular sincrónicamente aurícula y ventrículo, con una diferencia de milisegundos.
- Fisiológico: Incrementa la frecuencia cardiaca cuando detecta actividad muscular.
- Con dispositivo antiarrítmica: Reconocen una taquiarritmia con lo que comienzan la estimulación para su control.



Colocación.

- Externo: Se coloca el aparato sobre el tórax del paciente. A pesar de los avances, necesita una corriente importante para lograr la estimulación cardíaca, lo que puede provocar espasmos en los músculos de la zona constituyendo una molestia para el individuo. Solamente se utiliza en casos de urgencia, mientras se espera la instalación de uno interno.
- Interno: Fiable y cómodo. Se coloca directamente en el corazón.

Marcapasos a ritmo fijo (asincrónicos).

Los primeros marcapasos no eran más que instrumentos ciegos que continuamente producían unos 70 impulsos eléctricos por minuto, conduciéndolos hasta el corazón por medio de un electrodo. El circuito electrónico estaba compuesto por unos pocos diodos, transistores, resistencias y un condensador. Una o varias pilas aportaban la energía necesaria para alimentar el circuito y estimular el corazón. Estos marcapasos cumplían su papel muy bien cuando el ritmo propio del paciente estaba completamente ausente, pero cuando el fallo del ritmo sólo era intermitente, el marcapaso interfería ligeramente con el ritmo normal, en los momentos en que éste se restablecía [14].

Marcapasos a demanda.

El siguiente paso fue por ello el diseño de un marcapaso más inteligente, que cuando se restablecía el ritmo cardíaco dejaba de actuar. Esto supuso la incorporación de nuevos circuitos, capaces de detectar la actividad eléctrica del corazón y los nuevos marcapasos se llamaron "a demanda" porque sólo entraban a funcionar cuando hacía falta. Los marcapasos a demanda pueden implantarse en la aurícula, para tratar los fallos del nódulo sinusal o en el ventrículo para tratar el bloqueo cardíaco [14].

Marcapasos programables.

Un avance importante en el desarrollo de los marcapasos fue el hacerlos más versátiles.- Los primeros no funcionaban más que a una frecuencia fijada en fábrica, con una potencia de estímulo fija y eran capaces de detectar un cierto nivel de actividad eléctrica cardíaca también fija. Sería interesante poder cambiar en ciertos momentos la frecuencia de estimulación, adaptándola a las necesidades orgánicas. En otros casos pudiera ser ventajoso disminuir la potencia de los estímulos para ahorrar energía y prolongar la duración del marcapaso o, por el contrario, aumentarla si el músculo se hiciese resistente. En algunos pacientes pudiera ser útil hacer que el marcapaso tuviese mayor o menor capacidad de detectar impulsos eléctricos, para poder eliminar la influencia de ritmos anormales, o de interferencias externas [14].



Nuevas investigaciones llevaron al desarrollo de los marcapasos programables. Estos ingeniosos generadores tienen una antena interna, capaz de detectar señales electromagnéticas generadas desde el exterior del cuerpo, de modo que pueden ser programados sin necesidad de extraerlos, sin operar de nuevo al paciente, con sólo la ayuda de un emisor de señales apropiado. Hoy se dispone de numerosos tipos de estos marcapasos, que permiten adaptar su función a diversos Estados del organismo sano o enfermo sin incomodidad alguna para el paciente. Además, algunos de ellos pueden transmitir de vuelta datos sobre su funcionamiento (sistemas de telemetría), que ayuda a conocer su Estado, situación de las baterías, etc.

Marcapasos automáticamente adaptables (fisiológicos).

Pero los marcapasos programables aún son insensibles a las necesidades del organismo y su funcionamiento ha de cambiarse desde fuera, de modo que su adaptabilidad es relativa. Se empezó a pensar en un tipo de marcapasos que fuese más fisiológico, es decir, más capaz de responder a las necesidades orgánicas en cada momento, con su continua fluctuación. En los casos en los que la formación del estímulo cardíaco en las aurículas estaba conservada y el problema fuese el bloqueo entre éstas y los ventrículos, se podría implantar un tipo de marcapasos que captase la actividad de las aurículas y entonces estimulase los ventrículos. Son los marcapasos "disparados por la aurícula", una realidad práctica en la actualidad, una vez resueltos los problemas de la necesidad de implantar dos cables, uno en la aurícula y otro en el ventrículo. Las variaciones de la frecuencia de las aurículas responden a las necesidades del organismo en estos marcapasos y, de este modo, el marcapaso es guiado por las necesidades del cuerpo.

Para los casos en los que no se puede utilizar la guía de las aurículas se están desarrollando en la actualidad marcapasos que pueden responder a otras medidas de la actividad corporal, cambiando automáticamente su frecuencia (marcapasos de frecuencia auto programable). Estos aparatos llegan un paso más allá todavía en la capacidad casi increíble de la técnica actual, aunando los esfuerzos de médicos e ingenieros. Algunos aparatos captan las vibraciones del cuerpo durante el movimiento; otros detectan la actividad respiratoria y aceleran la frecuencia del corazón paralelamente a la de la respiración; otros detectan finas vibraciones en la actividad eléctrica cardíaca producidas por el ejercicio y otros en Estado de diseño o proyecto responderían al agotamiento del oxígeno en la sangre, a variaciones de la temperatura corporal, o incluso a varios de estos fenómenos [14].

Avances en diseño y duración.

Los primeros marcapasos eran torpes, grandes y poco duraderos. Cien gramos de peso, 7-8 cm. de diámetro y 2-3 cm. de grosor, envueltos en goma silicon toscamente aplicada, y alimentados por pilas de mercurio-zinc que podían durar cómo mucho 2-3 años. Los electrodos se rompían con cierta frecuencia, por efecto del fenómeno llamado "fatiga de materiales.



Los marcapasos han avanzado también en estos aspectos: los circuitos se han miniaturizado, las pilas son más potentes y más pequeñas, las cubiertas son de titanio o de acero inoxidable soldados con absoluta hermeticidad. El tamaño se ha reducido a la cuarta o quinta parte, el peso a menos de un tercio, la duración alcanza los 5-10 años, según los modelos, y los electrodos son de un material y diseño que impide prácticamente su rotura y permiten ahorrar energía.

Hoy tenemos marcapasos más pequeños, más potentes, más duraderos, más versátiles y más cómodos para el paciente.

La implantación de un marcapasos es hoy un proceso mucho más finamente planeado de lo que era hace tan sólo unos años. La variedad de modelos permite aplicar a cada paciente una solución mejor, más ajustada a su caso particular, que le permitirá tener un mejor resultado y vivir más normalmente.

1.3.1 CUANDO ES NECESARIO UN MARCAPASOS

Cuando el marcapasos natural del corazón no funciona bien las señales que envía no son las adecuadas, pudiendo ser demasiado lentas, rápidas, o emitidas de forma irregular, con lo cual la estimulación de las cavidades del corazón para que estas se contraigan es inadecuada y surgen las arritmias.

Los marcapasos artificiales son capaces de hacer que el corazón lata de forma rítmica y a una frecuencia adecuada. Sin embargo, en los modelos más avanzados, cuando el corazón late normalmente, estos aparatos se quedan en reposo. Antiguamente, las señales emitidas por estos dispositivos eran constantes y no tenían en cuenta las emitidas por el propio corazón [4].

Hoy en día, la electroestimulación artificial es un método eficaz de tratamiento de las alteraciones bradicardias del ritmo cardíaco, con escasos riesgos para el individuo y ampliamente estandarizado. Estos aparatos han avanzado mucho, y siguen haciéndolo, siendo útiles de forma total o parcial en:

- Bradicardia sinusal
- Paro sinusal
- Bloqueo sino auricular
- Bloqueo áurico ventricular de segundo grado
- Bloqueo áurico ventricular de tercer grado
- Taquiarritmias graves



1.4 COMPONENTES DEL MARCAPASOS.

El marcapasos permanente, el más habitualmente utilizado, consta en general de dos componentes.

- **Generador de impulsos:** Consta de una batería de litio de unos diez años de duración y un sistema de circuitos electrónicos. El generador produce las señales eléctricas, y muchos de ellos son capaces de recibir las que envía el propio corazón y responder consecuentemente [9]. El modelo sincrónico es el que suele utilizarse más frecuentemente.
- **Conductores:** uno o dos cables flexibles aislados que llevan las señales desde el generador de impulsos al corazón y en ocasiones al contrario, del corazón al generador de impulsos. Uno de los extremos del conductor se coloca en el generador y el otro en la aurícula, en el ventrículo o en ambos, dependiendo de la condición a tratar (arritmia auricular, arritmia ventricular, o ambas). Cuando el aparato presenta un solo conductor y se coloca en la aurícula derecha o en el ventrículo derecho se denominan de una sola cavidad. Si se coloca en ambas cavidades presentan dos conductores y se denominan de dos cavidades.



1.5 DESFIBRILADORES.

Desfibrilador cardioversor implantable (DCI)

Toda irregularidad en el ritmo natural del corazón se denomina «arritmia». Cualquiera puede sentir latidos irregulares en algún momento de su vida, y estas palpitaciones leves e infrecuentes son generalmente inofensivas. Sin embargo, aproximadamente 4 millones de estadounidenses sufren de arritmias recurrentes y típicamente precisan atención médica.

Los impulsos eléctricos generados por el músculo cardíaco (el miocardio) estimulan el latido (contracción) del corazón. Esta señal eléctrica se origina en el nódulo sinusal o sino auricular (SA) ubicado en la parte superior de la cavidad superior derecha del corazón (la aurícula derecha). El nódulo SA también se denomina el «marcapasos natural» del corazón [10].

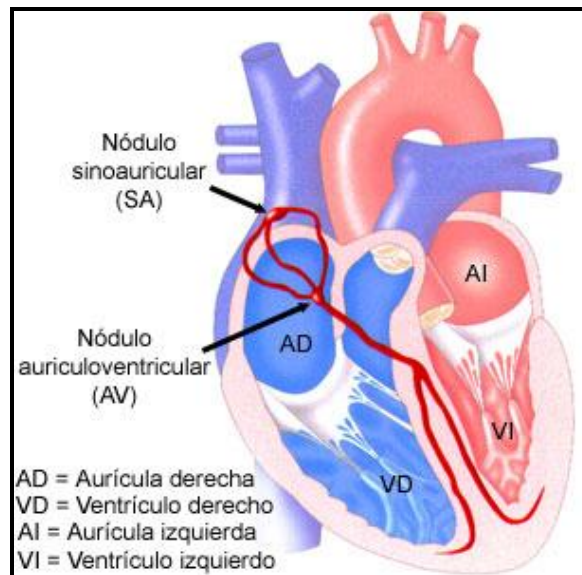


Figura 9.- Aurícula y ventrículo del corazón

Cuando el nódulo SA emite un impulso eléctrico, éste estimula la contracción de las cavidades superiores del corazón (las aurículas) Como lo muestra la figura 9. A continuación, la señal pasa por el nódulo aurícula ventricular (AV). El nódulo AV detiene la señal un breve instante y la envía por las fibras musculares de las cavidades inferiores (los ventrículos) estimulando su contracción.

El nódulo SA envía impulsos eléctricos con una frecuencia específica pero, aun así, la frecuencia del corazón podría variar según las exigencias físicas o el nivel de estrés o debido a otros factores. A veces el nódulo SA no funciona bien, ocasionando latidos demasiado rápidos, demasiado lentos o irregulares. En otros casos, las vías de



conducción eléctrica del corazón se encuentran bloqueadas, lo cual también puede ocasionar un ritmo cardíaco irregular.

Las arritmias pueden dividirse en dos categorías: ventriculares y supra ventriculares. Las arritmias ventriculares se producen en las dos cavidades inferiores del corazón, denominadas «ventrículos». Las arritmias supra ventriculares se producen en las estructuras que se encuentra encima de los ventrículos, principalmente en las aurículas, que son las dos cavidades superiores del corazón.

Las arritmias también se definen según la velocidad de los latidos. La bradicardia es un pulso muy lento, es decir, una frecuencia cardiaca inferior a los 60 latidos por minuto. La taquicardia es un pulso muy rápido, es decir, una frecuencia cardiaca superior a los 100 latidos por minuto. El tipo más grave de arritmia es la fibrilación, que es cuando se producen contracciones no coordinadas de fibras musculares cardíacas individuales.

¿Por qué necesito un desfibrilador cardioversor implantable (DCI)?

Los DCI son para aquellas personas que han tenido una frecuencia cardiaca alta anormal que les produjo un desmayo o afectó a la capacidad de bombeo del corazón. A veces, estas frecuencias cardíacas altas pueden controlarse con medicamentos. Cuando los medicamentos no son eficaces, se puede implantar un DCI.

Los DCI se implantan en pacientes que corren riesgo de:

- Taquicardia ventricular: cuando las cavidades inferiores del corazón laten en forma independiente con una frecuencia superior a los 100 latidos por minuto.
- Fibrilación ventricular: cuando las fibras musculares de las cavidades inferiores del corazón se contraen en forma rápida y no coordinada.
- Muerte súbita cardíaca ocasionada por arritmias.

¿Cómo funciona el DCI?

El DCI es típicamente del tamaño de un buscapersonas (beeper) y consta de dos partes:

- Un generador de impulsos, que incluye la batería y varios circuitos electrónicos.
- Alambres o cables denominados electrodos. Según el tipo de DCI, éste puede tener uno o dos electrodos.



Toda irregularidad en el ritmo natural del corazón se denomina «arritmia». Cualquiera puede sentir latidos irregulares en algún momento de su vida, y estas palpitaciones leves e infrecuentes son generalmente inofensivas. Sin embargo, aproximadamente 4 millones de estadounidenses sufren de arritmias recurrentes y típicamente precisan atención médica.

Los impulsos eléctricos generados por el músculo cardíaco (el miocardio) estimulan el latido (contracción) del corazón. Esta señal eléctrica se origina en el nódulo sinusal o sino auricular (SA) ubicado en la parte superior de la cavidad superior derecha del corazón (la aurícula derecha) [10]. El nódulo SA también se denomina «marcapasos natural» del corazón

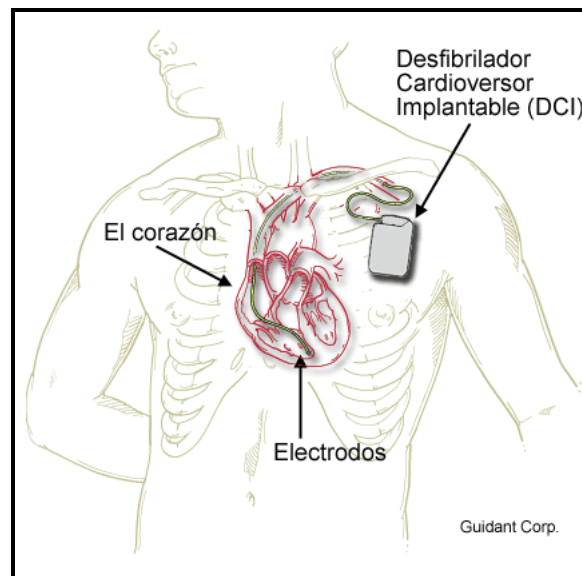


Figura 10.-Localización del DCI

El DCI se implanta debajo de la piel, cerca de la clavícula, así como lo vemos en la figura 10, en la cintura o por encima de la cintura. Los electrodos se colocan dentro del corazón o sobre su superficie y se conectan al DCI.

La implantación de DCI se ha convertido en un procedimiento muy común. Se realiza bajo anestesia general, pero no es una intervención de corazón abierto. Tras implantar el dispositivo, se realizan estudios electrofisiológicos (EEF) para verificar que el dispositivo funcione correctamente. El procedimiento generalmente toma unas dos horas. El paciente permanece en el hospital por lo menos una noche tras la implantación del dispositivo. También pueden recetarse antiarrítmicos.

Algunos de los dispositivos nuevos más pequeños tienen sistemas de electrodos más sencillos que pueden implantarse mediante un procedimiento de cateterización.

Una vez implantado el DCI, los electrodos monitorizan la frecuencia cardíaca. Si el DCI detecta taquicardia o fibrilación ventricular, envía una ráfaga controlada de impulsos (lo



que se denomina «sobre estimulación»). Si esta medida no es eficaz, el DCI envía una descarga eléctrica (o «choque») al corazón para restaurar el ritmo normal. Los DCI más modernos también pueden actuar como un marcapasos en caso de producirse una frecuencia cardiaca lenta (bradicardia).

Cuando se produce una taquicardia o fibrilación ventricular, el DCI registra la frecuencia cardiaca, junto con la fecha y la hora del episodio. También puede registrar qué terapia eléctrica fue necesaria para restaurar el ritmo cardíaco normal.

¿Qué sentiré cuando el DCI me administre un choque?

La taquicardia generalmente se corrige con impulsos eléctricos muy pequeños. Podría sentir un aleteo o palpitaciones (latidos irregulares) o podría no sentir nada en absoluto. La fibrilación podría hacer necesaria la administración de un choque eléctrico. La mayoría de los pacientes describen el choque eléctrico como una sacudida súbita o un golpe en el pecho. Algunas personas se desmayan durante un episodio de fibrilación y no sienten nada cuando se administra el choque. Si una persona lo toca en el momento de recibir usted el choque eléctrico, ésta posiblemente sienta una pequeña sacudida de los músculos, pero no le hará daño.

El médico le dirá que debe hacer tras recibir un choque eléctrico. Algunos médicos piden que los pacientes llamen al consultorio tras recibir un choque. La mayoría de los médicos desearán saber si ha recibido dos o más choques eléctricos en un espacio de 24 horas.

¿Con qué frecuencia debe revisarse el DCI?

Tras la implantación del DCI, tendrá que ir al médico para realizarse chequeos periódicos. Los DCI también pueden revisarse por teléfono. Esto se denomina «monitoreo transtelefónico». Incluso con el monitoreo telefónico, deberá ir al médico para realizarse chequeos periódicos.

El DCI se revisa con un dispositivo denominado «programador». Cuando se coloca el programador encima del DCI, es posible determinar si el DCI está funcionando correctamente, cuánta energía queda en la batería y si el dispositivo ha administrado una terapia. El programador también puede utilizarse para cambiar los valores programables del DCI.

La batería del DCI típicamente dura entre 4 y 8 años, según el número de choques eléctricos administrados. Cuando la batería se agota, debe implantarse un nuevo DCI. En la mayoría de los casos, no es necesario cambiar los electrodos originales.



¿Afectan los dispositivos electrónicos al funcionamiento del DCI?

Si tiene usted un DCI implantado, debe estar siempre consciente de lo que haya a su alrededor. Las herramientas de carpintería y los electrodomésticos comunes, hornos de microondas inclusive, no presentan problemas. Evite acercarse a maquinaria pesada con campos magnéticos o eléctricos potentes (antenas, soldadoras de arco y equipo industrial). El médico le explicará qué debe evitar cuando tenga un DCI implantado.

¿Puedo conducir un auto si tengo un DCI implantado?

Muchos médicos aconsejan no manejar durante unos 6 meses tras la implantación o tras la administración de un choque eléctrico. Hable con el médico si no está seguro si deba o no manejar.

¿Puedo usar teléfonos celulares si tengo un DCI implantado?

Mantenga el teléfono celular a una distancia de por lo menos 6 pulgadas del DCI. Cuando utilice el teléfono celular, sosténgalo del lado opuesto del cuerpo al DCI. No lleve el teléfono celular sobre el cinturón o en un bolsillo que se encuentre a una distancia de menos de 6 pulgadas del DCI.



1.6 TIPOS DE FEEDTHRUS.

A continuación mostramos en la figura 11 de manera grafica los elementos de un marcapasos.

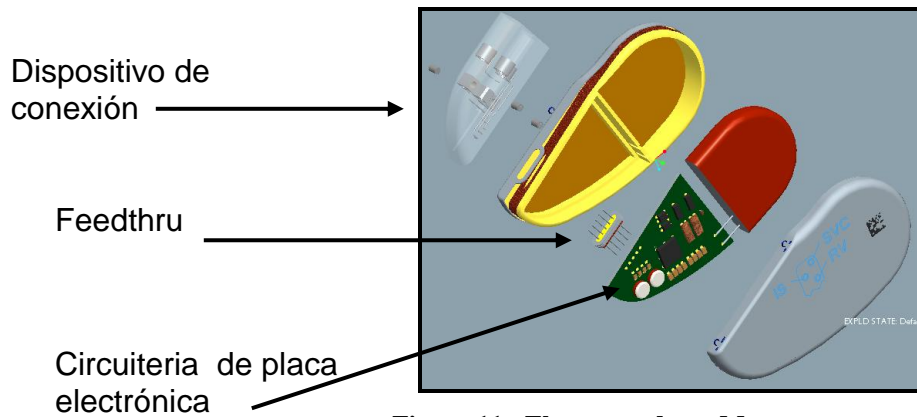


Figura 11.- Elementos de un Marcapasos

Un feedthru es un componente mecánico eléctrico como se muestra en la figura 12, el cual funciona como interfase entre la circuiteria del marcapasos y un dispositivo de conexión.

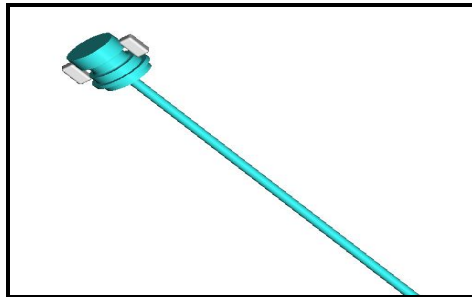


Figura 12.- Feedthru, componente mecánico eléctrico

El feedthru que vemos en la figura 13 es en el cual se interesa estudiar en este trabajo.

Básicamente existen tres tipos de feedthru los cuales describiremos a continuación.

- En la figura 13 se muestra el feedthru unipolar.
 - Tiene un electrodo en contacto con el corazón.
 - Tiene señales intrínsecas.
 - No se puede utilizar en defibriladores implantables
 - Son más susceptibles en interferencias electromagnéticas, sensibilidad mía potencial.

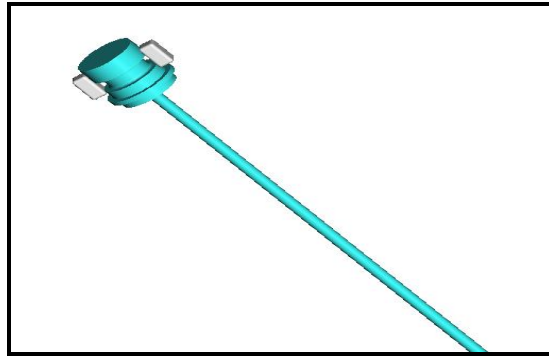


Figura 13.-Feedthru unipolar

- En la figura 14 se muestra el feedthru bipolar.
 - Su sensibilidad es menos susceptible a las interferencias electromagnéticas.
 - La aplicación de estímulos a través de los electrodos



Figura 14.- Feedthru bipolar

- En la figura 15 se muestra el feedthru cuadripolar.



Figura 15.- Feedthru Cuadripolar

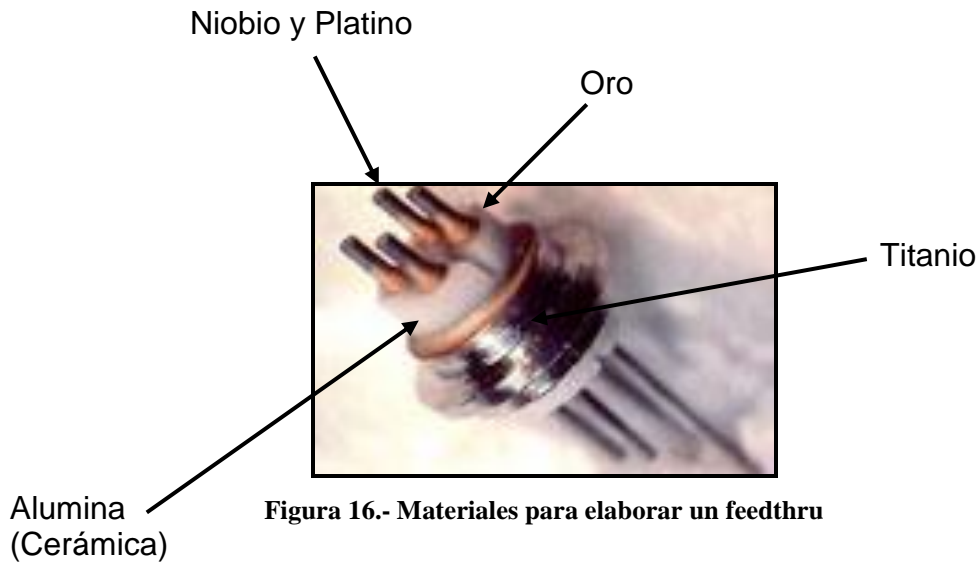


Figura 16.- Materiales para elaborar un feedthru

Los materiales con los que se elabora un feedthru son mostrados en la figura 16.

1.7 MATERIALES UTILIZADOS EN LOS FEEDTHRUS.

Como vimos anteriormente las formas de los feedthrus pueden ser diversas dependiendo de el marcapasos. Básicamente las formas más comunes son las que se mencionaron anteriormente.

Los materiales usados para los feedthru son los siguientes.

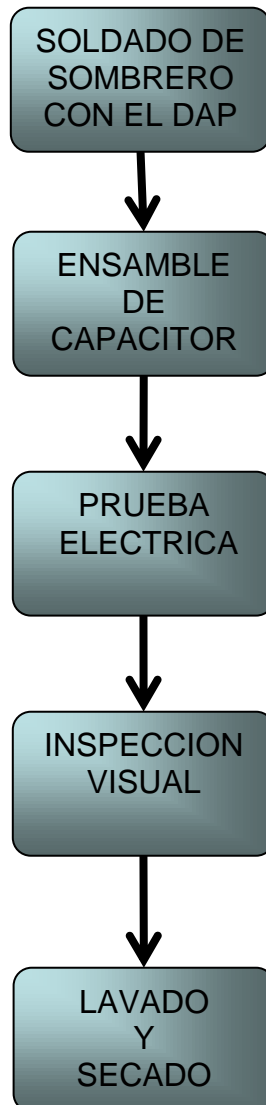
- Las terminales están hechas de Platino y Niobio.
- Las uniones metalúrgicas están hechas de Oro.
- Los materiales cerámicos están hechos de Alumina.
- La estructura o armazón esta hecho de Titanio.



CAPÍTULO 2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANUFACTURA.

2.1 DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE MANUFACTURA

El diagrama de flujo que se presenta a continuación es el proceso de manufactura de pegado de capacitor al feedthru. Este es el que vamos a estudiar durante este capítulo. Este proceso es de gran importancia debido a que aquí es donde se están generando el mayor número de defectos y pérdidas económicas.





2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DE MANUFACTURA.

Para la creación de una propuesta de diseño, se comenzó por estudiar y entender el actual proceso de manufactura de pegado de capacitor. Una vez realizada esta actividad se identificaron los defectos generados en los ensambles y sub-ensambles. A continuación se mencionan los riesgos que existen en este proceso y se identifican las actividades como:

C: Controlable, CR: Critico, N: NO-controlable, P: Procedimiento

ENSAMBLE DEL CAPACITOR.

En la figura 17 se muestra como se realiza la colocación de capacitor, como se aprecia esta operación es hecha utilizando un microscopio

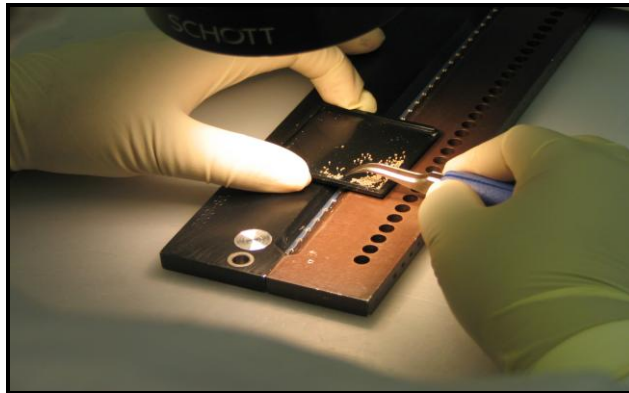


Figura 17.- Colocación del capacitor

En la figura 18 muestra un acercamiento de la colocación del capacitor.



Figura 18.- Acercamiento mostrando la colocación del capacitor



En la figura 19 se muestra la colocación del capacitor donde se requiere de la utilización de unas pinzas para tomar el capacitor y realizar la colocación.



Figura 19.- Colocación del capacitor

RIESGOS.

El riesgo que se puede tener al colocar el capacitor es el siguiente:

- Capacitor Desalineado (esto se debe a que se hace de manera manual)

APLICACION DE EPÓXICO

Se aplica el epóxico por medio del dispensador y lo revisa bajo el microscopio así como se muestra en la figura 20.



Figura 20.- Aplicación y verificación de epóxico

En la figura 21 se muestra como se realiza la aplicación de epóxico con la utilización de una jeringa

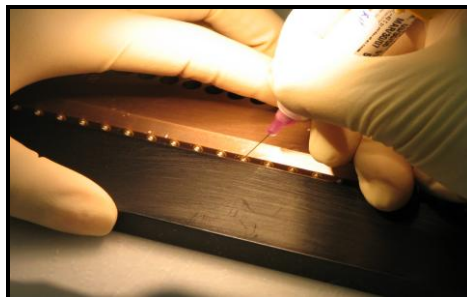


Figura 21.- Epóxico en feedthru con jeringa



En la figura 22 se muestra un acercamiento de la aplicaron del epóxico al feedthru



Figura 22.- Aplicación del epóxico

RIEGOS

Son 3 los riesgos que se pueden tener al aplicar el epóxico

- Epóxico en sombrero. (Esto es colocar y/o manchar el sombrero con epóxico)
- Epóxico insuficiente. (Es una escasa aplicación de epóxico)
- Exceso de epóxico. (Es una abundante aplicación de epóxico)

DAP

DAP es el nombre de la máquina que es utilizada para lavar los feedthrus

El Procedimiento que se utiliza para lavar los feedthrus:

- 1) Se recibe la materia prima del almacén
- 2) Los feedthrus llegan en charolas de plástico
- 3) Capacitores llegan en depósito de plástico
- 4) Tophat llegan en positos de vidrio
- 5) Soldadura de plata llega en depósito de vidrio
- 6) Tophat y Feedthru se colocan en bote y se meten ala DAP.

Critico: Proceso de soldado dura 60 minutos.

Procedimiento: Inspeccionar 10 Feedthrus al finalizar el proceso de soldado.



La figura 23 muestra la maquina DAP que se utiliza para lavar los feedthurs de acuerdo al procedimiento anterior.

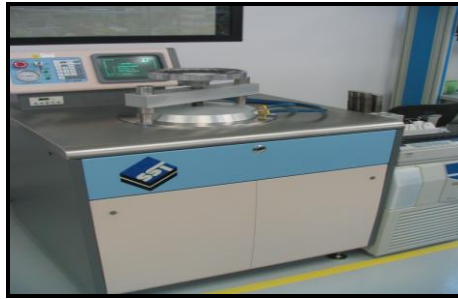


Figura 23.- Lavado de Feedthru en la DAP

Una vez lavados los feedthrus son retirados del depósito como lo muestra la figura 24. Y son colocados en una charola de acero inoxidable.

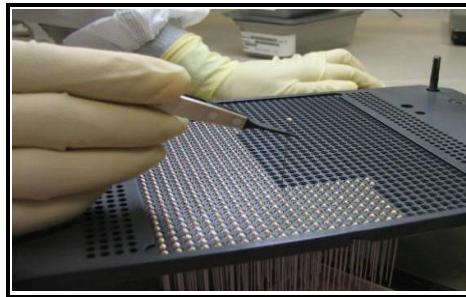


Figura 24.-Deposito de feedthru

Los feedthrus son colocados uno por uno en una plantilla que se utiliza para el pegado de capacitor, esto es mostrado en la figura 25.



Figura 25.-Colocación de feedthru en plantilla



PEGADO DE CAPACITOR

Procedimiento que se utiliza para el pegado de feedthus:

1) Se recibe el epóxico en presentación de 5 centímetros cúbicos.

Controlable: Se cambia el tubo de plástico de las tapaderas al iniciar el turno

Critico: Se inyecta manualmente el epóxico en el feedthru

Critico: Se coloca un capacitor manualmente

La figura 26 muestra como se realiza la aplicación de epóxico así como la colocación del capacitor.

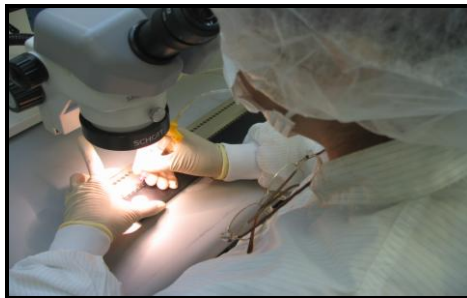


Figura 26.-Pegado de capacitor

CURADO

Procedimiento de curado:

- 1) Se observa la temperatura del horno (175°C)
- 2) Se observa el nivel de nitrógeno.

Critico: Se mete un riel con 38 feedthru al horno

Controlable: Se activa el contador (60min)

Critico: Se saca el material a los 60min

Procedimiento: No se debe de azotar la puerta al cerrarla o abrirla

En la figura 27 muestra el horno donde se colocan las plantillas con los feedthrus para que se cure el epóxico aplicado durante un periodo de 60 minutos



Figura 27.-Horno para curado de feedthru

ENFRIAMIENTO

Procedimiento de enfriamiento:

Se coloca la charola con los feedthrus en el estante de enfriado como lo muestra la figura 28.

Critico: Se deja por un periodo de 30 minutos enfriando

Controlable: Se activa el cronometro por 30 minutos



Figura 28.-Estante de enfriado

MÁQUINA DE PRUEBA ELÉCTRICA

Procedimiento de prueba eléctrica:

Critico: Se alinean los feedthrus

Procedimiento: Se tecldea el número de lote y se activa la máquina de prueba eléctrica

Procedimiento: Se separan los feedthrus malos y se identifican

La figura 29 muestra como se realiza la alineación de los feedthrus en la plantilla que se utilizo para el pegado del feethru.



Figura 29.-Alineación de feedthru

En la figura 30 se muestra la maquina que es utilizada para realizar las pruebas eléctricas. Esta maquina prueba de manera individual cada feedthru y rechaza si el capacitor fue mal instalado en el feedthru



Figura 30.-Máquina de prueba eléctrica

INSPECCIÓN

Procedimiento de inspección:

Critico: Se inspecciona el feedthru

Procedimiento:

- El feedthru defectuoso se separa en una bolsa de plástico identificando el defecto
- El feedthru aceptado se colocara en la charola identificada con etiqueta de aluminio

En la figura 31 se muestra como se inspecciona cada feedthru de manera individual esto es por segunda vez y es realizado bajo el microscopio.

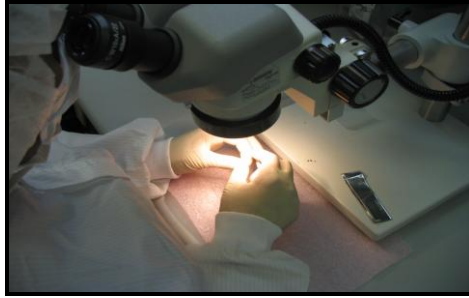


Figura 31.-Segunda inspección de feedthru

2.2.1 SOLDADO DE SOMBRERO.

El soldado del sombrero al feedthru es una parte del proceso de manufactura del ensamble a estudiar. Se describe de manera detallada cada etapa del proceso de manufactura para comprender el funcionamiento y manufactura del feedthru. Los feedthrus que estaba en el horno saldrán calientes. Espere a que la temperatura sea menor a 40°C. Como se muestra en la figura 32



Figura 32.- Inspección de temperatura

Se debe de verificar la información de las etiquetas de calibración y mantenimiento, antes de comenzar la operación. En la figura 33 se muestra como se desinfectar el interior de la cámara, esto es con la utilización de una toalla impregnada de alcohol isopropílico.



Figura 33.-Desinfección del interior de la cámara



Inicialice la DAP 2200 de la siguiente forma:

Corra un ensamble de bote vacío para verificar el perfil, verificado el perfil se colocan los feedthrus en la cámara como se muestra en la figura 34 y se verifica que queden alineados el magneto y el sensor.



Figura 34.-Colocación de feedthru en la cámara

En el monitor de la máquina DAP que se muestra en la figura 35 se utilizara para programa la maquina y correr el perfil.



Figura 35.-Monitor de la cámara

Al final de la corrida, se imprime el perfil, seleccionando el numero 4 y se ingresa el número de turno (1 o 2) se escribe el número de lote, de bote y el año en la impresión como lo vemos en la figura 36 se revisa que tenga todos los requerimientos.

- A. Temperatura pico
- B. Tiempo arriba de 280°C: 2 minutos mínimo
- C. Estado de rampa: minuto de 250°C - 320°C
- D. Se verifica la forma del perfil.



Figura 36.-Impresión del registro

Los “feedthrus” se reciben en charola de plástico como se muestra en la figura 37 y de ahí se remueven para ser cargados



Figura 37.-Charola con feedthru

Si se encuentran las terminales de los “feedthrus” dobladas, se usan dos pedazos de tape antiestático para enderezarlas como se muestra en la figura 38 y si se encuentra más del 20% de las terminales de un lote dobladas, se regresa el lote.

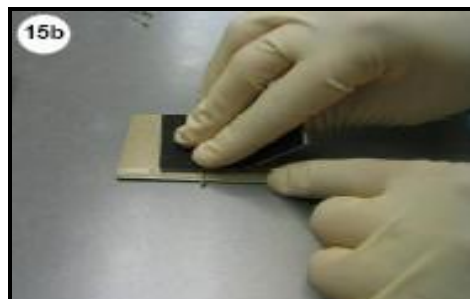


Figura 38.-Arreglo de feedthru

Cuando todos los “feedthrus” hayan sido cargados, se mojan ligeramente con alcohol isopropílico como se muestra en la figura 39 y se cepillan hacia atrás y hacia el frente con un cepillo de cerdas de camello. Se secan con nitrógeno. Se colocan las 4 plantillas con el lado liso hacia arriba, sobre las férulas de los “feedthru”



Figura 39.-Mojado de feedthru

Cargado de los preformados:

En la figura 40 se muestra el marco que se pone encima del cargador para preformados que se utiliza para cargar.



Figura 40.-Marco

Después el operador coloca el marco y el cargador sobre un recipiente como se muestra en la figura 41.



Figura 41.-Marco y Cargador

Se vacía una cantidad de preformados, en un plato de Petri limpio como se muestra en la figura 42, y después colóquelos en el cargador.



Figura 42.-Recipiente con preformados

En la figura 43 se muestra como se coloca el interruptor de vacío en la posición de encendido.



Figura 43.-Interruptor

Se agitan los preformados para llenar los orificios vacíos cerca del 80% o más, antes de encender el vacío como se muestra en la figura 44,



Figura 44.-Agitación de preformados

Se quita el marco y voltea el cargador en un ángulo sobre el recipiente para que caigan los preformados sobrantes como se muestra en la figura 45.

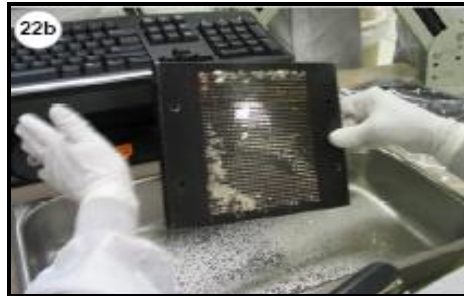


Figura 45.-Preformados sobrantes

Se mueve los preformados sobrantes con un mango de vacío para llenar los orificios vacíos como se ve en la figura 46.

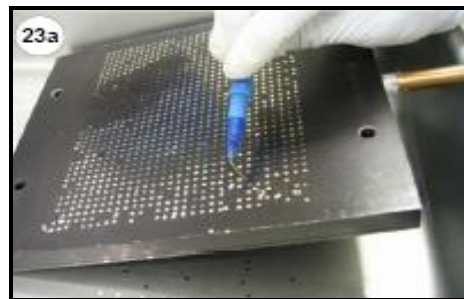


Figura 46.-Movimiento de preformados

Se inspecciona de manera visual bajo un microscopio como lo vemos en la figura 47 el cargador con los preformados.



Figura 47.-Inspección visual

Se utilizo un mango de vacío, para verificar que no haya orificios doblemente cargados, se voltea el cargador sobre el ensamble del bote y alinea las clavijas como lo vemos en la figura 48.

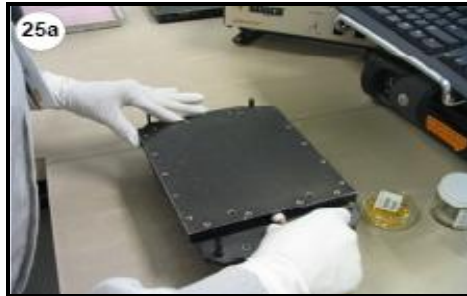


Figura 48.-Alineación de las clavijas

Se suspende el vacío y se golpea el fondo del cargador como se muestra en la figura 49 para soltar todos los preformados



Figura 49.-Golpe al cargador

En el cargador no deben de quedar espacios vacíos como se muestran en la figura 50. Usando un mango de vacío se carga manualmente los preformados hasta que queda el cargador completo.



Figura 50.-Cargador con espacios vacíos



La figura 51 muestra como se coloca el cargador dentro de una bolsa de plástico para su protección.



Figura 51.-Cargador en bolsa de plástico

Se procede por vacía los preformados sobrantes en el plato de petri como se muestra en la figura 52. Nota: No se deben regresar los preformados a su contenedor original.



Figura 52.-Vaciado de preformados

Cargado de sombreros:

Para cargar los sombreros, se coloca el marco encima del cargador del sombrero, y después sobre un recipiente. Coloca una parte de sombreros dentro de un plato de petri limpio como se muestra en la figura 53, y después en la cargadora.

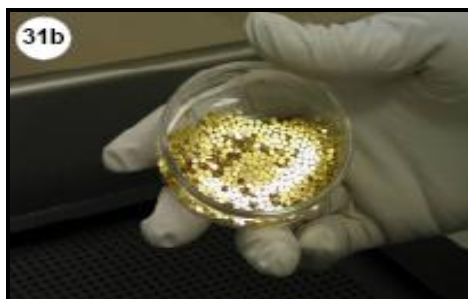


Figura 53.-Muestras de sombreros



Se coloca el interruptor de vacío en posición de encendido como se muestra en la figura 54.



Figura 54.-Interruptor en posición de encendido

Se agitan los sombreros para llenar los orificios vacíos así como se ve en la figura 55 y llena aproximadamente el 80% o más de los orificios antes de encender el vacío

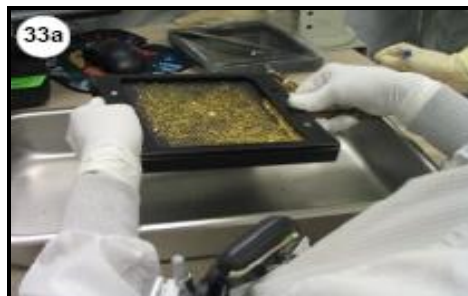


Figura 55.-Agitación de sombrero

Se retira el marco y se voltea el cargador en un ángulo sobre el recipiente para que caigan los sombreros sobrantes, con un cepillo seco, cepilla suavemente los sombreros sobrantes, para quitarlos como se muestra en la figura 56.

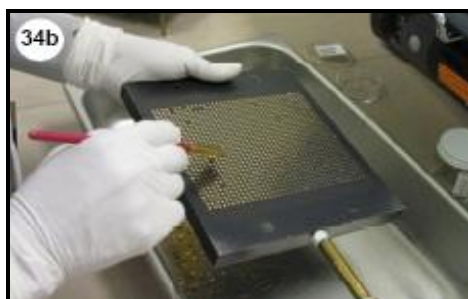


Figura 56.-Cepillado de sombreros



La figura 57 muestra como se mueven los sombreros sobrantes para llenar los orificios vacíos con un mango de vacío.

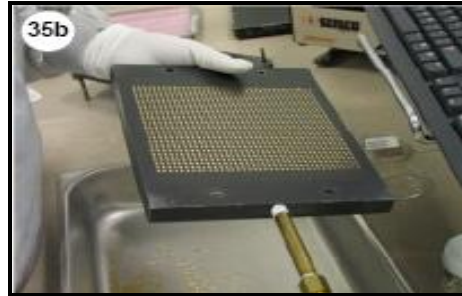


Figura 57.-Sombreros acomodados

Inclinarse el cargador e inspecciona de manera visual, o usa un mango de vacío, para verificar que no haya orificios doblemente cargados como se muestra en la figura 58

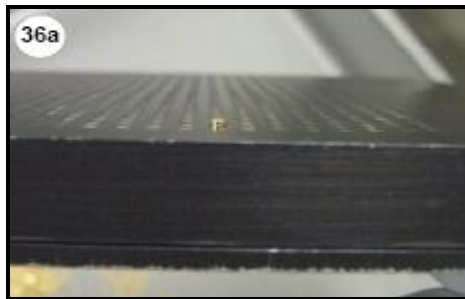


Figura 58.-Inspección visual

Se voltea el cargador sobre el ensamble del bote y alinea las clavijas como se ve en la figura 59.



Figura 59.-Alineación de clavijas



Se libera el vacío, y golpea el fondo del cargador como se muestra en la figura 60 para soltar todos los sombreros



Figura 60.-Cargador

En el cargador no deben de quedar espacios vacíos como se muestra en la figura 61 usando un mango de vacío, cargue manualmente hasta que quede el cargador completo.

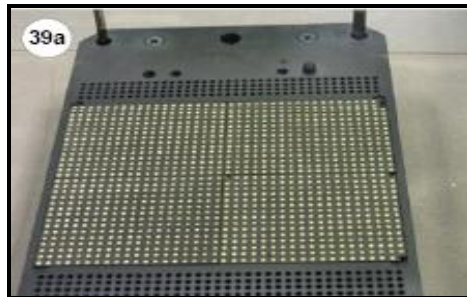


Figura 61.-Cargador con espacios vacíos

La figura 62 muestra como se coloca el cargador dentro de una bolsa de plástico para prevenirlo de cualquier tipo de contaminación.



Figura 62.-Prevención de contaminación



Se vacía los sombreros en un recipiente y después se colocan en el plato de petri como se muestra en la figura 63. Nota: No se deben regresar los sombreros a su contenedor original



Figura 63.-Vaciado de sombreros

Montado de la pesa:

Se alinea los orificios con los tornillos sobre las clavijas así como se muestra en la figura 64 y se levanta la pesa. Cuidadosamente se baja la pesa hasta que descansa en el ensamble del bote



Figura 64.-Alineación de clavijas

Se verifica que los rodillos están asegurados como se muestra en la figura 65 antes de levantar, para prevenir un daño a la herramienta. Todas las pesas deberán ser levantadas por los sombreros. De no ser así, esto indicará un posicionamiento incorrecto o un sombrero faltante



Figura 65.-Verificación de rodillos



Se remueve los rodillos y los atornilla sobre los tornillos adyacentes como es mostrado en la figura 66.

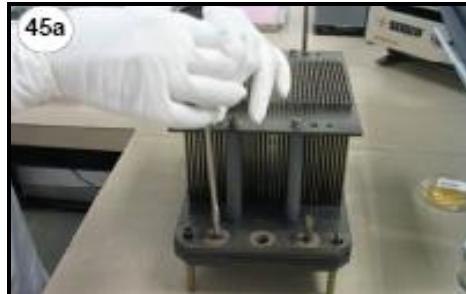


Figura 66.-Atornillado de rodillos

Usando los rodillos, se levanta cuidadosamente el bote y el ensamble de la pesa y se colocan en el interior de la cámara de sellado que se muestra en la figura 67.



Figura 67.-Interior de la cámara de sellado

Se verifica que los rodillos estén asegurados antes de levantar para prevenir un daño a la herramienta como se muestra en la figura 68. Alinea, monta el bote y el ensamble de la pesa en las clavijas localizadas sobre los electrodos



Figura 68.-Aseguramiento de rodillos



Se remueve los rodillos y se introdujo el termo copleé, verificando que esté asentado en el hoyo localizado en la parte inferior derecha del bote, coloca la herramienta en las plantillas que se muestran en la figura 69.



Figura 69.-Herramienta en plantillas

Se verifica que el termo copleé esta completamente insertado como se muestra en la figura 70. Si el termo copleé está tocando el bote o el ensamble y no está completamente insertado, el producto será dañado. Colocar los contactos de resorte en los ganchos del electrodo.



Figura 70.- Termo copleé insertado

Se gira la agarradera de la tapa que se encuentra en la cámara como lo muestra la figura 71 y se asegura que la magneto está alineada con el sensor y continúe girando hasta que la tapa quede firmemente sellada.



Figura 71.-Tapa de la cámara



Si no se alinean la magneto y el sensor, resaltará un error en la pantalla de arranque. Corra el DAP como sigue: Seleccione el #2 como se muestra en la figura 72 y el botón de “START” en el teclado de la selladora. Al final de la corrida, imprima el perfil, seleccione numero 4 e ingrese los últimos 4 dígitos del lote que se está procesando



Figura 72.-Teclado de la selladora

Si el lote tiene letras y no números, ingrese el número de turno (1 o 2) en el DAP, presione “enter”. En la figura 73 se muestra en el monitor la temperatura y se espera a que baje a 40°C o menos para sacar el producto.



Figura 73.-Monitor para temperatura

Se gira la agarradera de la tapa de la cámara como se muestra en la figura 74, hasta que la tapa pueda abrirse y mueve la tapa hacia un lado.



Figura 74.-Tapa de la cámara



Se remueven los contactos de resorte y se colocan en su sujetador a un lado de la selladora como se ve en la figura 75. Se remueve el termo copleé del ensamble del bote.



Figura 75.-Sujetadores

Usando los rodillos el operador remueve el bote y el ensamble de pesas por los tornillos de la cámara. En la figura 76 se muestra como se verifica que los rodillos estén asegurados antes de levantar, para prevenir un daño a la herramienta.

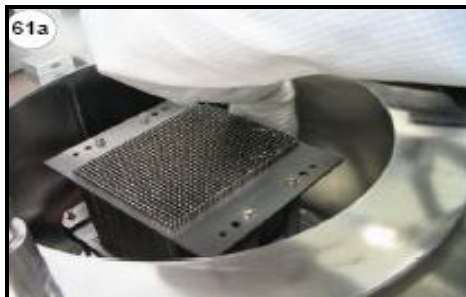


Figura 76.-Verificación de rodillos

Se remueven los rodillos del bote que se encuentran en el interior de la cámara como se muestra en la figura 77.



Figura 77.-Interior de la cámara



Se atornilla con cuidado el ensamble de pesas así como se muestra en la figura 78 para poder usarlo.



Figura 78.-Atornillado del ensamble

2.2.2 ENSAMBLE DE CAPACITOR.

Los adhesivos epóxicos pueden causar irritación en la piel a personas sensibles a ello. Por ello evite el contacto con la piel cuando sea posible. Si ocurre contacto, lave el área afectada inmediatamente con jabón y agua.

Horno: La temperatura de operación del horno puede ocasionar quemaduras en la piel. Por ellos use guantes de protección como los que se muestran en la figura 79, para remover las charolas de metal de curado del horno



Figura 79.-Guantes de protección

Como se realiza la preparación del epóxico:

Se verifica que la jeringa de epóxico que va a usar cuente con la etiqueta como se muestra en la figura 80 y revisa que traiga la fecha de expiración.



Figura 80.-Epóxico etiquetado

No se debe usar el epóxico si la fecha ha expirado. Si se necesita de más epóxico, se toma del congelador que se muestra en la figura 81 donde se encuentran las jeringas.



Figura 81.-Congelador

Se toma del congelador solo la cantidad del material que será usada dentro del tiempo de vida del material que son 24hrs. Permita que el material congelado se caliente y estabilice a temperatura ambiente antes de usarlo (aproximadamente 15 minutos). La evidencia de esto es la ausencia de condensación en la parte de afuera del contenedor. No coloque los materiales en el horno para acelerar el proceso de calentamiento

La temperatura del congelador debe ser monitoreada usando un graficador como el que se muestra en la figura 82.



Figura 82.-Graficador de temperatura



Existe una persona responsable del equipo la cual esta encargada de cambiar el papel de manera semanal. Una alarma audible y visual notificará las condiciones fuera de tolerancia. A menos que lo indique el sistema de monitoreo, todo el material almacenado en el congelador será considerado apropiado para usarse. En el caso de que ocurra un evento de fuera de tolerancia, el material almacenado en el congelador, será identificado y segregado.

Dispensador EFD: Se enciende el dispensador como lo muestra la figura 83.



Figura 83.-Dispensador

Se remueve el tapón de la jeringa como se muestra en la figura 84 para poder usar el epóxico que contiene la misma.



Figura 84.-Jeringa

La figura 85 muestra como se coloca la presión del aire al máximo. Presione el pedal del dispensador hasta que el epóxico fluya consistentemente sin burbujas de aire. El regulador de aire deberá ajustarse hasta que visualmente se confirme que el epóxico es despachado consistentemente. Punto de inicio de sugerencia: 20 psi.



Figura 85.-Regulador de aire al máximo

Debido a la variación en la consistencia del epóxico, el cronómetro no se utiliza apagarlo como se muestra en la figura 86. La estimación visual de la cantidad suficiente de epóxico despachado, es controlada por el operador, al presionar y soltar el pedal.



Figura 86.-Apagado del cronometro

Cuando la herramienta de prueba esté lista como se muestra en la figura 87 para construir el ensamble el riel superior con el plástico verde/negro en la parte de abajo. Proteja la herramienta de prueba con una cubierta al dejar la estación



Figura 87.-Herramienta de prueba



Se ajustaron los tornillos superiores como se muestra en la figura 88 hasta que el plástico verde/negro entre en contacto con los sombreros de los “feedthru”.

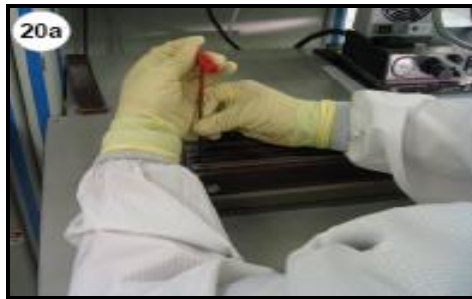


Figura 88.-Ajuste de tornillos

Se asegurara que los “feedthru” no se volteen. Como es mostrado en la figura 89. Se coloca la herramienta ensamblada con los “feedthru” montados, debajo del microscopio.

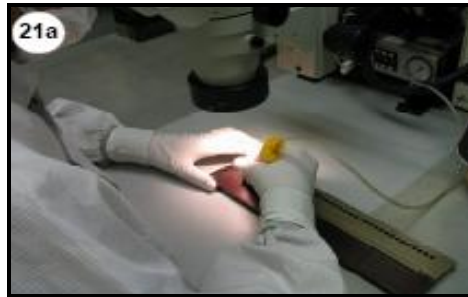


Figura 89.-Revisión en el microscopio

Despache una gota de epóxico en dos partes, las dos partes deben ser despachadas en la parte superior del “feedthru”, de manera que el capacitor de cerámica quede montado al centro tan cerca como sea posible. Esto significa que al observar hacia abajo del “feedthru”, el capacitor debe estar directamente en el centro del “feedthru” así como se muestra en la figura 90. Cuando la gota de epóxico sea despachada, levante la aguja derecha un ligero movimiento de la aguja puede ser necesario para esparcir el epóxico.

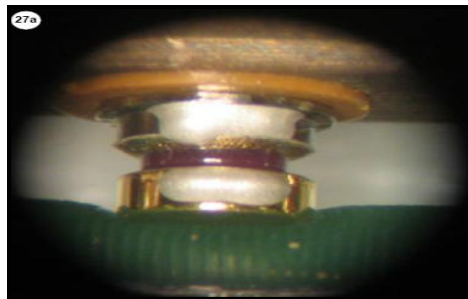


Figura 90.-Colocación de epóxico



En la figura 91 se muestra como con la ayuda de unas pinzas se coloca el capacitor de cerámica en el “feedthru”, y limpie las pinzas constantemente con una toalla para remover el epóxico. Cuando esté correctamente centrado, presione ligeramente para asentar el capacitor en el epóxico.



Figura 91.-Colocación del capacitor

El capacitor debe ser tomado con cuidado, para prevenir daño a la terminación, y para evitar que las pinzas se llenen de epóxico. La cintilla de epóxico debe cubrir completamente el ancho de la terminación del capacitor así como se muestra en la figura 92. Si la cintilla es insuficiente, remueva el capacitor y deséchelo. Coloque un capacitor nuevo.

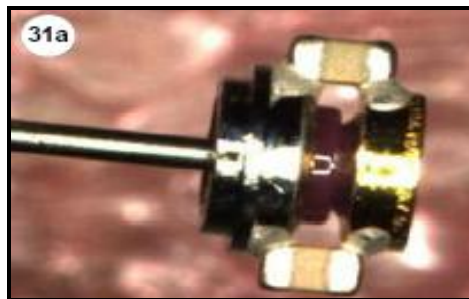


Figura 92.-Terminación del capacitor

Se continúa con el proceso hasta que todos los “feedthru” tengan un capacitor montado. Voltee la herramienta como se muestra en la figura 93 y repita los pasos máximo 5 plantillas pueden ser hechos al mismo tiempo antes de voltearlos al otro lado.



Figura 93.-Volteado de herramienta



Antes de curar el epóxico, el operador verifica visualmente que todos los “feedthru” tengan capacitores en ambos lados así como se muestra en la figura 94.



Figura 94.-Verificación visual

Curado del epóxico: Se toma una charola para curado y sopletea la superficie con aire comprimido así como se muestra en la figura 95.



Figura 95.-Charola para curado

Cuidadosamente, se colocan las herramientas en las ranuras de la charola así como se muestra en la figura 96. Antes de curar el epóxico, se removera la parte superior de la herramienta y límpiela con alcohol y una toalla, y soplete (la parte superior puede ser removida antes de colocar las herramientas en la charola de curado)

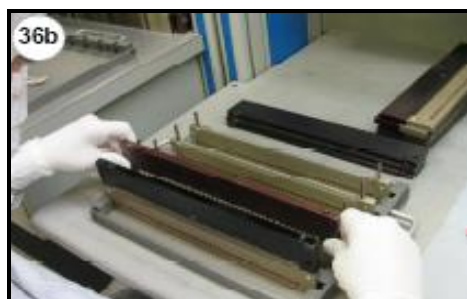


Figura 96.-Herramientas en charola



Nota: Ninguna parte descubierta de la mano, debe entrar en contacto con el plástico verde/negro. Si esto ocurre, vuelva a limpiarlo, ya que la grasa de las personas causa manchas en el sombrero. Se verifica el ajuste de la temperatura en el monitor inferior como se muestra en la figura 97, la temperatura del horno no se encuentra en 175°C



Figura 97.-Pantalla de temperatura

Se verifica el flujo del nitrógeno que esté en 50 ± 10 SCFH así como se muestra en la figura 98. Notifique, si el flujo de nitrógeno no es correcto



Figura 98.-Medidor de flujo

Se coloca la charola de curado con la herramienta con partes dentro del horno así como se muestra en la figura 99.



Figura 99.-Colocado de charolas en el Horno



Se verifica que el cronómetro que se encuentra a un lado del horno esté puesto en 60 minutos así como se muestra en la figura 100.



Figura 100.-Cronómetros del horno

Presionamos el botón de inicio “Start / stop” como se muestra en la figura 101, correspondiente a la repisa donde la charola de curado fue colocada.



Figura 101.-Botones de inicio

Nota: El cronómetro no iniciará el conteo, hasta que la temperatura del termómetro digital Omega, alcance el límite inferior de 170°C

Nota: Si en cualquier momento la temperatura del horno cae debajo de 170°C o arriba de 180°C, las especificaciones límites para el curado del epóxico, el cronómetro detendrá el conteo y no continuará, hasta que la temperatura esté dentro de la especificación. Si la lectura va arriba de 180°C, y el indicador de “HI” está encendido, notifique a ingeniería. Cuando los ensambles se hayan curado a la temperatura adecuada durante el tiempo apropiado, el indicador de fin de ciclo, se encenderá y una alarma audible sonará

Nota: Las partes, deben ser removidas del horno dentro de los 15 minutos siguientes después de la alarma de fin de ciclo



Presione el botón de “start/stop” para apagar el indicador de fin de ciclo, la alarma audible y el cronómetro. Use guantes de protección como los que se muestran en la figura 102.



Figura 102.-Guantes de protección

Para remover las charolas del horno como se muestra en la figura 103 Coloque las charolas en el estante de enfriamiento



Figura 103.-Removiendo charolas

2.2.3 PRUEBA ELÉCTRICA.

Se colocan los feedthrus uno por uno en la base del riel como se muestra en la figura 104.

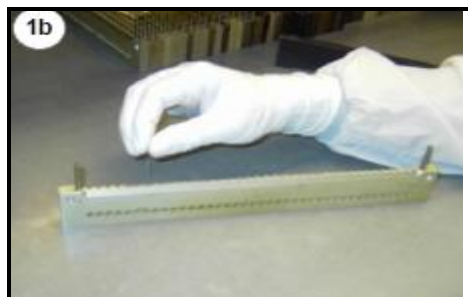


Figura 104.-Colocación de feedthrus en la base del riel



Se coloca una etiqueta de metal con el lote correspondiente así como se muestra en la figura 105. Trabaja con un lote a la vez para prevenir mezclas de material.

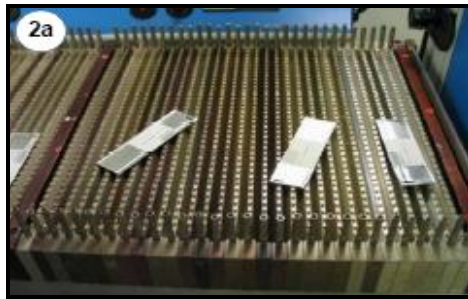


Figura 105.-Material etiquetado

Limpiamos la parte superior del riel antes de ensamblarlo a la base. Usa una toalla humedecida con alcohol isopropílico para limpiar, y aire seco limpio ó nitrógeno para remover materia extraña. Coloca el riel superior de los feedthrus. Se ajusta ligeramente los tornillos usando una llave allen hasta que hagan contacto con el sombrero así como se muestra en la figura 106.

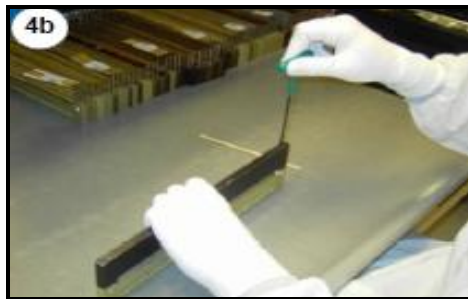


Figura 106.-Ajuste de tornillos

Nos aseguramos que los feedthrus estén alineados apropiadamente como se muestra en la figura 107. Los capacitores deben encarar el frente y el reverso de la herramienta de prueba.

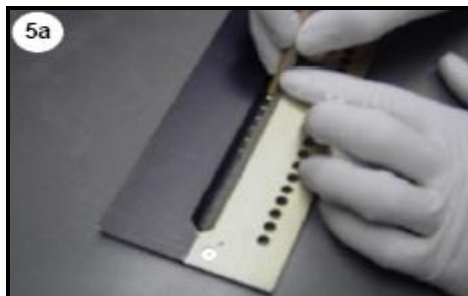


Figura 107.-Alineación de feedthru



Una vez alineados los capacitores, se colocan en el contenedor de la herramienta de prueba como se muestra en la figura 108.



Figura 108.-Herramienta de Prueba

Comenzando por los rieles completos y cargándolos desde abajo. Asegurarse de que cada herramienta de prueba en el contenedor tenga la guía hacia el lado derecho. En la figura 109 se muestra la guía, es un orificio de color negro ubicado en el lado derecho de la herramienta.

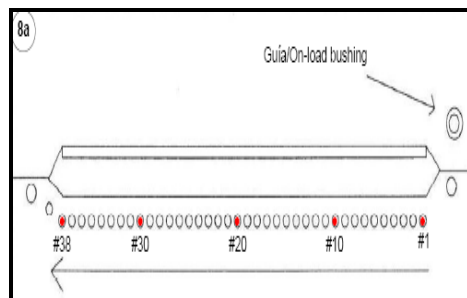


Figura 109.-Herramienta con la ubicación del orificio

Si se va a probar un riel parcial, verifique que todos los feedthrus están colocados comenzando por la posición 1 y coloque ese riel en el contenedor al último. Solo 1 riel parcial por lote es aceptable. El programa de prueba monitoreará y verificará automáticamente todas las operaciones de la probadora, desde la localización mecánica hasta las funciones eléctricas

Si algo no está bien, la máquina se detendrá y mandará un mensaje de “ERROR” que aparecerá en la pantalla así como se muestra en la figura 110.

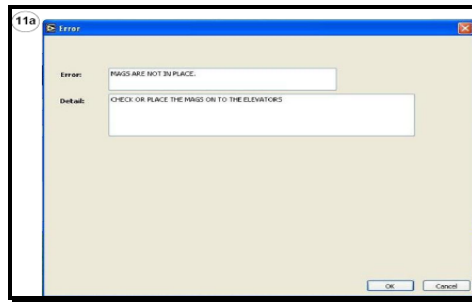


Figura 110.-Mensaje de error en pantalla

Si la probadora no ha sido apagada, estará en “Run Mode”. Si la probadora ha sido apagada NO toque nada y llame al técnico. El técnico reemplazará las puntas de prueba. En el teclado de la computadora, use el ratón para seleccionar el botón de “RESET”. Cuando la secuencia de inicialización esté completa, una segunda ventana pequeña, del panel de operación, aparecerá en la pantalla así como se muestra en la figura 111



Figura 111.-Pantalla del panel de operación

Seleccionar el campo de “EMPLOYEE NUMBER” o número de empleado que aparecerá iluminado. Ingrese su número de empleado. Aparecerá en la pantalla del monitor que ponga El PASSWORD como se muestra en la figura 112 pero como NO se requiere el password para operar la máquina haga un clic en OK.



Figura 112.-Pantalla de acceso



El botón de “AUTOMODE” en el panel de operación se encenderá, al igual que la luz verde en la torreta. Cuando se ilumine “OKAY TO OPEN DOORS” podrá abrir las puertas de plexiglás de la probadora automática que se muestran en la figura 113.



Figura 113.-Puertas de plexiglás

Nota: Si el botón de “OKAY TO OPEN DOORS” no está iluminado y la puerta se abre mientras el equipo está en operación, la máquina se apagará automáticamente.

Se verifica que las puertas están bien cerradas y como se muestra en la figura 114 se presiona el botón de inicio del panel de control.



Figura 114.-Botón de inicio del panel de control

Los contenedores están listos para cargarse en la probadora. Al cargar el contenedor vacío, se asegura de dejar la tapa del lado derecho en su lugar, levantándolo ligeramente para encajar adecuadamente en la cama de elevación así como se muestra en la figura 115.



Figura 115.-Cama de elevación



Aparecerá en la pantalla una ventana donde hará un clic en el botón de “GO”. Con la tecla TAB, colóquese en el campo de “LOT #” y teclee los últimos 5 caracteres del número de lote así como se muestra en la figura 116.



Figura 116.-Pantalla para # de lote

Nota: Si un segundo contenedor es requerido para el lote que se va a probar, inmediatamente después del # de lote se agrega el número de contenedores usados para ese lote. Ej.: Si está usando 2 contenedores para el lote, el # de lote se leerá 7205QN1 (1er contenedor) y 7205QN2 (2do contenedor)

Colóquese en el campo de “# OF PARTS” e ingrese la cantidad correcta de partes a ser probadas así como se muestra en la figura 117. Cerciórese de que el número correcto de partes es ingresado, de lo contrario la probadora no correrá apropiadamente. Colocar en el campo de “Dash number of part” e ingresar el número de acuerdo a la tabla Haga clic en “OK”. En este punto, la máquina cargará los rieles automáticamente una a la vez, e iniciará la prueba



Figura 117.-Pantalla para el # parte

La máquina continuará probando así como se ve en la figura 118 a menos de que haya un error en las piezas. Si fallan tres piezas de manera consecutiva, la máquina se detendrá, y la torre roja se encenderá. Cuando todas las piezas hayan sido probadas, una impresión de las fallas deberá generarse automáticamente. Cuando la impresión se haya completado, la probadora mostrará un icono de color amarillo “WAITING FOR PARTS”. El icono de “OKAY TO OPEN DOORS” se iluminará en el monitor.



Si se tienen más piezas para probar, abra las puertas y remueva el contenedor que tiene las piezas ya probadas.

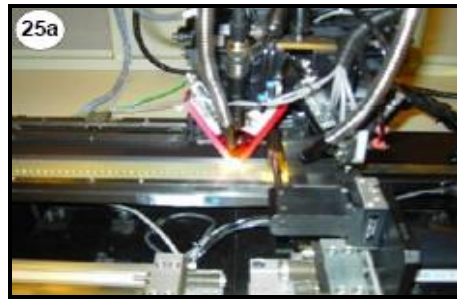


Figura 118.-Máquina de pruebas

Se coloca una etiqueta de aluminio con el número de lote en la agarradera del contenedor que tiene las piezas ya probadas. Se coloca la segunda cubierta en el contenedor con las piezas probadas así como se muestra en la figura 119.



Figura 119.-Contenedor de muestras

Coloque el contenedor vacío en el elevador de descarga con la cubierta en su lugar para procesar el siguiente lote. En ese momento, el icono de “OKAY TO OPEN DOORS” se iluminará. Para obtener un duplicado del reporte de rechazos. Haga clic al botón de “PRINT” en el panel de operación

Nota: El botón de “PRINT” no es visible cuando la máquina no esté probando partes o cuando el icono amarillo de “WAITING FOR PARTS” esté iluminado. Para borrar el icono de “WAITING FOR PARTS”, los contenedores cargado y vacío deben de removerse y reemplazarse

Una segunda ventana pequeña aparecerá. En esta ventana, ingrese el número de lote a ser impreso. Haga clic en “PRINT”. Para salirse sin imprimir haga clic en “CANCEL” Se toman los datos de prueba de la impresora y revise los datos que fallaron. Asegúrese de que el número de plantilla y los datos de prueba correspondan. Se remueven los feedthrus rechazados. Esto puede hacerse antes o después de descargar las plantillas. Los feedthrus rechazados deben ser segregados de los que si



pasaron, dejándolos en los rieles (como tiene la terminal doblada, permanecerán en los rieles) o removerlos antes de quitar los feedthrus buenos. Se verifica que la cantidad de la impresión coincida con la cantidad de feedthrus rechazados removidos

Nota: Los feedthrus que fallaron tendrán las terminales dobladas y no se caerán con facilidad en las plantillas. Si la cantidad final es menor al 98% coloque los rechazos en una bolsa de plástico etiquetada con el # de lote. Engrape la bolsa al reporte y coloque en el desperdicio las fallas.

2.2.4 INSPECCIÓN VISUAL

Se inspecciona visualmente con el microscopio entre 10x y 30x las piezas como se muestra en la figura 120. Al manejar los “feedthrus” extreme precauciones para asegurarse de no tocar o dañar el sombrero, el epóxico o el capacitor de cerámica.



Figura 120.-Inspección visual

Serán probados los “feedthru” al 100% con una herramienta de pasa/no pasa. Nota: Solo los “feedthrus” con filtro (capacitores) necesitan ser verificados con la herramienta que se muestra en la figura 121 de pasa/no pasa 061057.



Figura 121.-Herramienta de Pasa / No pasa



Es muy importante que se realice la prueba antes de la inspección visual de uno en uno. Para verificar el sombrero / capacitor como se muestra en la figura 122 tome el “feedthru” por la terminal y cuidadosamente insértelo en el orificio de la herramienta, hasta que los lados reposen en la superficie de la herramienta.



Figura 122.-Verificación del sombrero

Si entra de manera fácil y queda asentado planamente en la herramienta como lo vemos en la figura 123, se considerará aceptable. Si no entra de forma fácil y no queda asentado planamente contra la herramienta, se considera un rechazo, sepárelo. Un magnificador puede ser usado en lugar del microscopio durante la prueba



Figura 123.-Herramienta de prueba

Se inspecciona UN LOTE A LA VEZ de “feedthrus”, y se colocan de nuevo en los botes de plástico de transferencia como el que se muestra en la figura 124.



Figura 124.- Bote de plástico de transferencia



Cada bloque debe etiquetarse usando una etiqueta de aluminio, con el número de parte, número de lote, y cantidad, se coloca el bloque 1801-122 sobre el bote de plástico de transferencia, se alinean los orificios de montaje del plato superior para que queden como se muestra en la figura 125.



Figura 125.-Montado del plato en el bote de plástico

Criterio de inspección es el siguiente:

- Si un solo tipo de rechazo representa, más del 2% del lote, contacte a ingeniería. Las cantidades de rechazo menores al 2%, no necesitan ser guardadas.

Criterio de desperdicio para el aislante/sombrero es el siguiente:

- Soldadura uniendo el sombrero a la férula o soldándolo a la férula.
- Huecos de soldado >15 milésimas en el sombrero o superficie inferior de oro.
- Cualquier grieta o defecto del vendedor en el aislante
- Cualquier materia extraña en el aislante que no pueda ser removida con alcohol isopropílico y cotonete. El oro, la soldadura y el epóxico, no se consideran material extraño. No intente remover metal adherido con una navaja.
- Sombrero no perpendicular al eje de la férula dentro de 5 milésimas de pulgada.
- Capacitor no paralelo al sombrero y férula dentro de 5 milésimas de pulgada.

En la superficie del aislante donde la terminal sale de la cerámica, debe haber un mínimo de 0.012" de distancia aislante en el aislante, y libre de materia extraña a una magnificación de 30x. Las muescas no son permitidas en el diámetro interno del aislante a una magnificación de 30x. La balanza del aislante debe estar libre de muescas mayores que 0.005" visibles a 30x de magnificación

Capacitor de cerámica Nota: No aplica a los "feedthrus" sin filtro



- Manchas de metal con menos de .003" de espacio a través de la longitud de la mancha entre las terminaciones. Nota: Para prevenir dañar la unión de epóxico, no intente remover manchas de capacitares en feedthrus.
- Decoloración de la cerámica causada por una abrasión en el proceso del vendedor no es rechazable. La decoloración puede ser identificado al cambiar ángulos de vista y notando cambio en el grado de decoloración.
- Capacitores faltantes

Criterio de rechazo del sombrero es el siguiente:

- Región del "wirebond": Inspeccione la región de "wirebond" de los conectores: La superficie del "wirebond" excluye el perímetro externo de la superficie de .004"
- Las superficies de "wirebond" deben de estar: libres de quebraduras, impurezas o burbujas. Debe de estar sin oro suelto. Esto incluye el oro que no se pegó bien a la superficie durante el baño y que fue agregado durante el baño o virutas de oro que se agregaron a la parte.
- Use 30 PSI (mínimo) para soplar la parte y determinar si el material está suelto o firmemente adherido.
- Las superficies de wirebond deben de estar sin metal expuesto $>.004"$ in longitud y $.002"$ en ancho.
- Manchas o materia extraña (otra que soldadura) $< o = a .004"$ en la dimensión más larga son aceptables.
- Manchas o materia extraña $>.004"$ en la dimensión más larga que no puedan ser removidas usando un cotonete limpio, con alcohol isopropílico o agua desionizada son rechazables.
- La superficie del "wirebond" no debe de tener soldadura. Cualquier componente o unidad con marcas, depresiones, indentaciones $>.004"$ en la dimensión más larga y profunda que no puedan ser
- Determinadas deberán ser puestas en detención para ser analizadas por ingeniería.



2.3 ANÁLISIS DE POSIBLES CAUSAS DEL PROBLEMA

El problema principal que se presenta es que se depende mucho del factor humano ya que la aplicación del capacitor se hace de manera manual y una de las grandes desventajas es el tamaño del capacitor ya que su tamaño es aproximadamente (.020 in X .040 in). Donde la aplicación de este se realiza solo con unas pinzas y en ausencia de un microscopio, y a continuación se mencionaran algunas causas que provocan este defecto.

- 1) La vista que es factor humano.
- 2) El pulso de la mano para colocar el capacitor.
- 3) El estado de las pinzas.
- 4) La cantidad correcta de epóxico.
- 5) La calidad del epóxico.



2.4 ANÁLISIS DE CAUSA MÁS PROBABLE DEL PROBLEMA

Se ha estudiado cuales son las causa potenciales que causan este problema y como podemos apreciar en la grafica que aparece en la figura 126 los principales problemas son el capacitor desalineado y el capacitor dañado.

Donde básicamente la causa raíz de la desalineación del capacitor se debe a que la plantilla no permite tener una posición fija del capacitor a la hora de ser ensamblado si no depende de la destreza que se tenga para colocarlo.

La causa del capacitor dañado es básicamente generada por la manipulación de este a la hora de ser ensamblado.

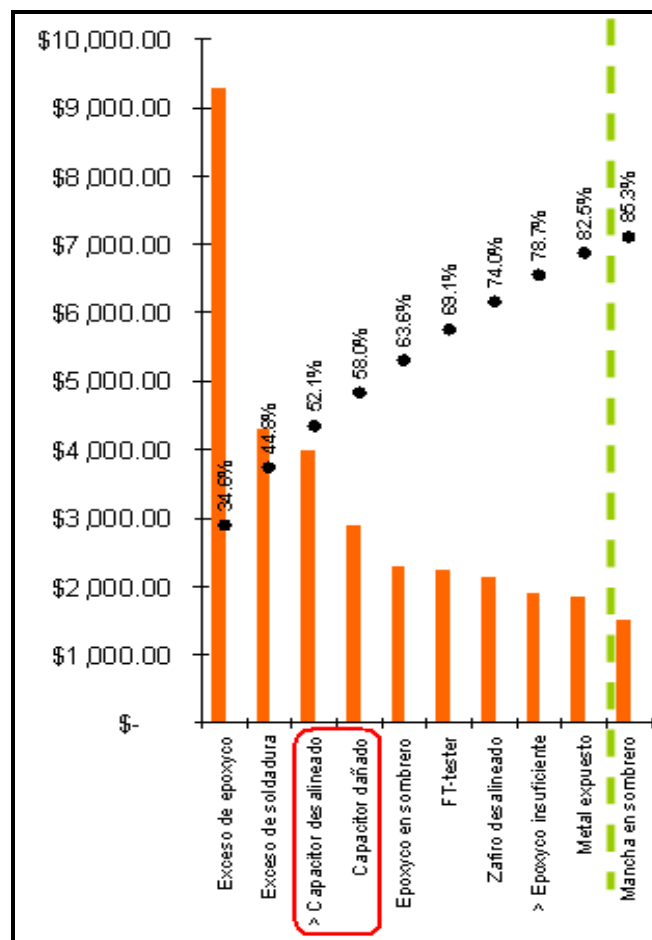


Figura 126.-Estudio de las causas del problema



CAPÍTULO 3.- ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

3.1 DISEÑO DE CONTRAMEDIDA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Se tomó como base las causas que se mencionaron anteriormente (ver capítulo 2.3). Los puntos principales que se tomaron en cuenta para la solución del problema de ensamble son los siguientes:

- 1) Implementar una posición definida, esto es que exista una posición predeterminada, en la cual se colocara el capacitor y este estará dentro de especificación. Así no se dependerá de la posición que se le de cuando se este ensamblando el capacitor.
 - a. Con la implementación de esta contramedida se eliminaron los siguientes problemas que son las causas de dicho defecto de ensamble:
 - i. En la figura 127 se muestra la desalineación que existe en los capacitores al ser pegados al feedthru y recordando que este es uno de los principales defectos.

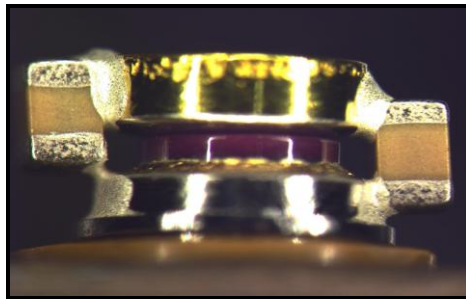


Figura 127.-Capacitor desalineado

- ii. En la figura 128 se presenta la omisión de un capacitor, esto es debido al descuido del operador cuando realizó la colocación de los capacitores

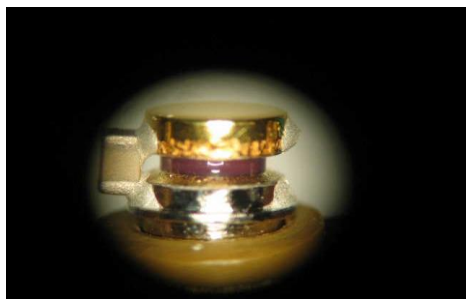


Figura 128.-Falta de capacitor



- iii. En la figura 129 se muestra un corte seccional en un capacitor el cual presenta un daño que se hizo durante la colocación del capacitor en el feedthru.

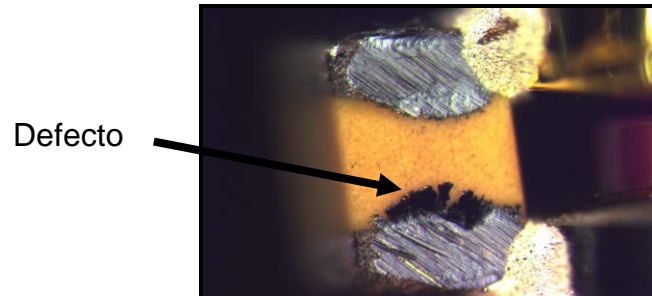


Figura 129.-Corte seccional de capacitor

- 2) La reducción del tiempo de colocación de los capacitores en los feedthrus usando la plantilla de ensamble.



3.2 PRESENTACIÓN DE PROYECTO.

Se describe de una manera muy general la actual utilización de la plantilla que se usa en producción para la instalación del capacitor al feedthru, y así hacer una comparación con la nueva plantilla diseñada. Para mayor detalle del proceso de manufactura del pegado del capacitor ver capítulo 2.

En el uso de herramientas y fixturas en el piso de producción deben de ser desinfectadas de toda posible contaminación, esto es usando toallas impregnadas de alcohol, en la figura 130 se muestra como se realiza la limpieza a la actual plantilla o riel.



Figura 130.-Limpieza de la cubierta del riel con alcohol y toalla

En la figura 131 se muestra como se realiza la colocación de los capacitores en el riel o plantilla.



Figura 131.-Colocación del feedthru en la plantilla

Posteriormente se coloca el riel superior y se procede por alinear los feedthrus como se muestra en la figura 132.



Figura 132.-Alineación de feedthru



Una vez realizada esta operación se coloca el epóxico en el feedthru utilizando un dispensador y un microscopio, así como se muestra en la figura 133.



Figura 133.-Aplicación de epóxico

Después de la aplicación del epóxico en todos los feedthrus se procede por la colocación del capacitor utilizando unas pinzas, como se muestra en la figura 134.



Figura 134.-Colocación del capacitor

En la figura 135 se muestra el feedthru con sus respectivos capacitores. Aquí se omitieron etapas del proceso de manufactura de feedthru, por el interés de este capítulo solo se hace mención esta parte del proceso y el resto del proceso de manufactura se describe en el capítulo 2.

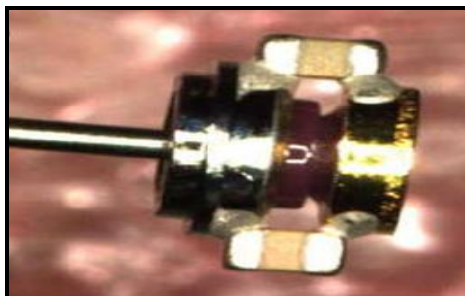


Figura 135.-Capacitor pegado al feedthru



Se analizó las principales causas que provocan los defectos y se presentan como consecuencia por el pegado del capacitor al feedthru, se toma esto como base para realizar una plantilla adicional la cual permitirá eliminar los problemas de alineamiento de capacitor, posición y de fácil colocación, etc.

La propuesta de diseño es la siguiente.

Diseñar una plantilla en la cual se alojaran los 38 capacitores y en una posición específica la cual esta dentro de las especificaciones del feedthru.

En las figuras 136 y 137 se muestra la plantilla que será colocada sobre la cubierta la cual tiene que ser de fácil instalación. El material que se utilizara para esta plantilla es el acero inoxidable por sus propiedades físicas y mecánicas que se tiene es el ideal para esta aplicación como es una industria médica lo principal que se busca es evitar una contaminación en cualquier parte del ensamble y/o sub-ensamble de sus componentes.

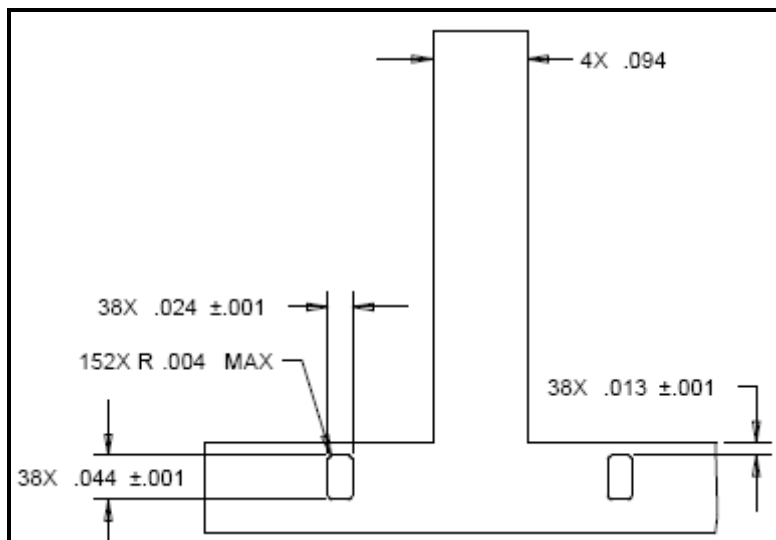


Figura 136.-Sección de Plantilla de capacitores

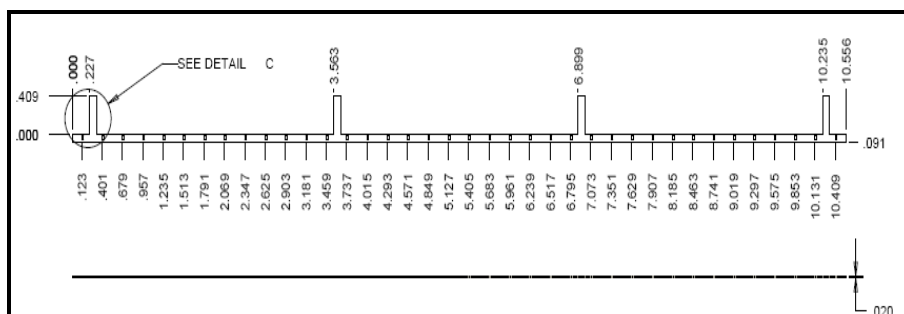


Figura 137.-Plantilla de los capacitores



El siguiente paso es adaptar esta plantilla a la cubierta o riel. Para esto se estudio la adaptación de esta. En la figura 138 se muestra la ubicación de dicha plantilla. Esta colocación es de suma importancia debido a que ésta nos da la posición final del capacitor.

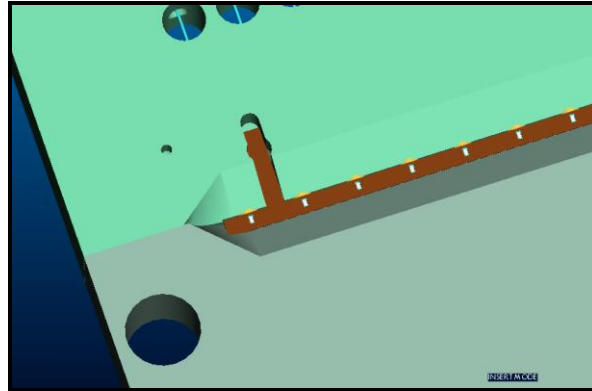


Figura 138.-Ubicación de plantilla de localizadora de capacitores

Otra mejora que se implementó, es la eliminación del actual tubo de plástico mostrado en la figura139 el cual se coloca en una de las cubiertas y/o plantillas.

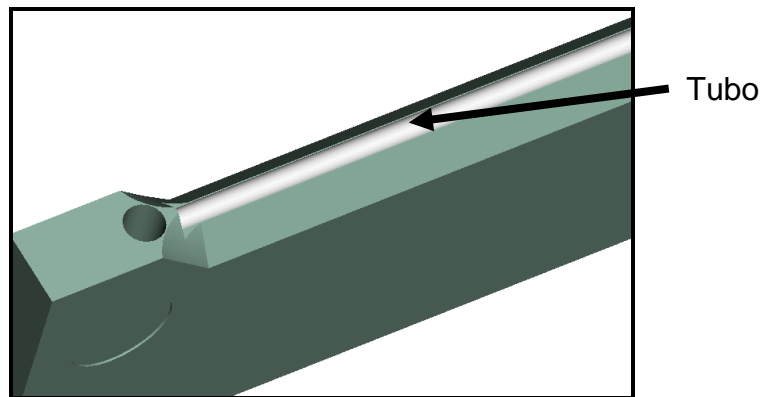


Figura 139.-Tubo de plástico

Como se mencionó en el capítulo anterior la función de este tubo de plástico (se muestra en la figura140), es presionar al feedthru para que no se pueda rotar y así se pueda colocar el capacitor (esto es en el actual proceso de manufactura). Se detectó que se puede mejorar este proceso ya que una vez instalado el capacitor se tiene que hornear para que el epóxico se cure, por ello se pretende eliminar ese tubo de plástico para que se pueda hornear la plantilla completa. Debido a que actualmente se tiene que remover esa parte de la plantilla para ser horneada retarda mucho el proceso y puede ocasionar cuellos de botella.

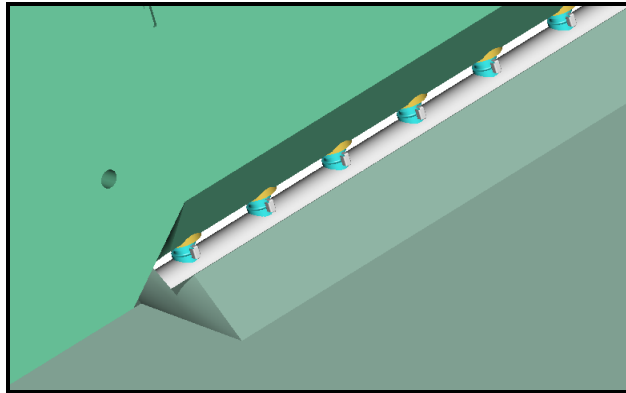


Figura 140.-Función de tubo de plástico

Como parte del diseño que se hizo fue crear un sistema de amortiguamiento individual para cada feedthru como se muestra en la figura 141 esto es para evitar su rotación, también tendrá otra ventaja de que si sufre un desgaste se pueda cambiar de manera individual. La fuerza que se aplica al feedthru será más constante y controlada por el resorte ya que actualmente no se tiene un control de esta con el tubo de plástico. De esta manera se eliminará el tubo de plástico y se podrá colocar la platilla completa (con ambas cubiertas superior e inferior) en el horno.

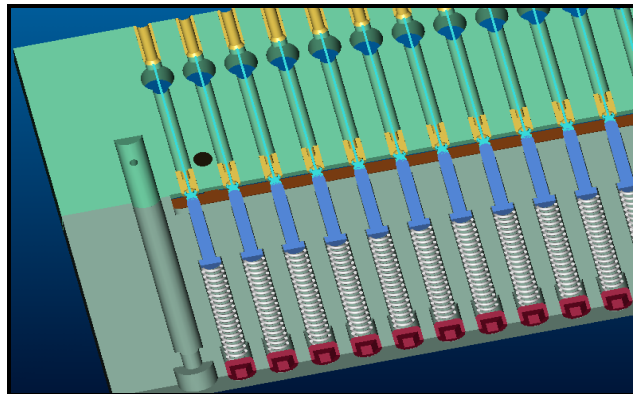


Figura 141.-Amortiguamiento de feedthrus.



3.3 PRUEBA Y EXPERIMENTACIÓN.

La plantilla de posición de capacitores fabricada presentó debilidad en su estructura, el maquinado se complica por sus cavidades pequeñas y falta de área por ello, esto conlleva a realizar algunas mejoras para este primer concepto de diseño.

La figura 142 muestra la mejora realizada a la plantilla, se tiene mayor área y es más fácil de ser fabricada. Debido a las dimensiones de las cavidades en la plantilla el proceso de maquinado será el electro-erosionado, debido a que se necesita de exactitud y precisión

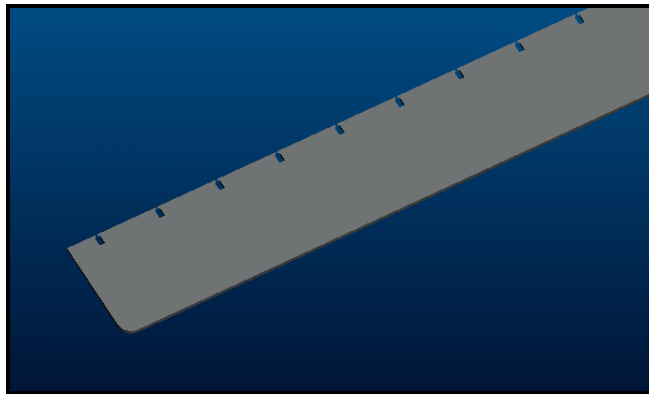


Figura 142.-Plantilla de colocación de capacitores

La figura 143 muestra la propuesta final con la que se va a fabricar el primer prototipo funcional esto es en base a lo previamente descrito

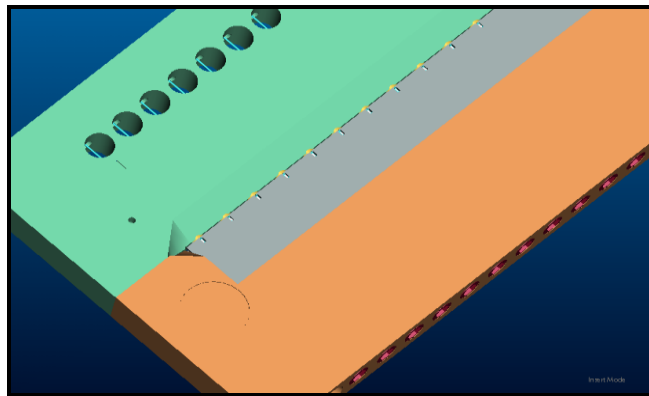


Figura 143.-Propuesta de ensamble.



La figura 144 muestra el primer prototipo funcional de la plantilla localizadora de capacitores. Se realizó una primera corrida de prueba con este prototipo en la cual se utilizaron cinco feedthrus para ser ensamblados con el capacitor y a continuación describiremos como se realizó

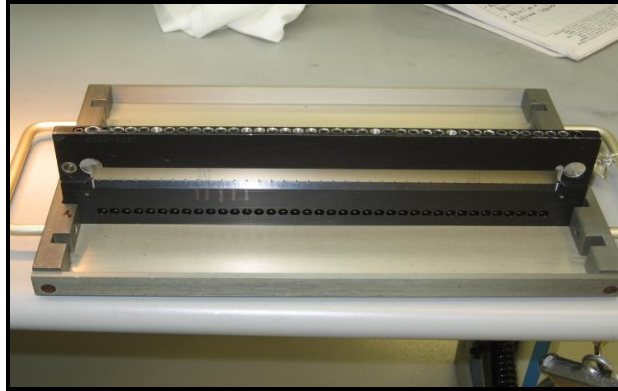


Figura 144.-Primer prototipo.

Se procedió por limpiar las cubiertas superior e inferior con alcohol para así ser desinfectadas de cualquier posible contaminación. Una vez realizada la limpieza se colocaron los feedthrus en la tapadera inferior los cuales se inspeccionaron bajo microscopio, se colocó la tapadera superior, se revisó que el feedthru no rotara sobre su eje y/o se moviera, esto es para verificar el mecanismo que se diseñó para mantener presionado cada feedthru y eliminar el tubo de plástico que actualmente se esta utilizando. La figura 145 muestra los feedthrus colocados en la plantilla y se encuentran en posición para ensamblar la plantilla localizadora de capacitores.

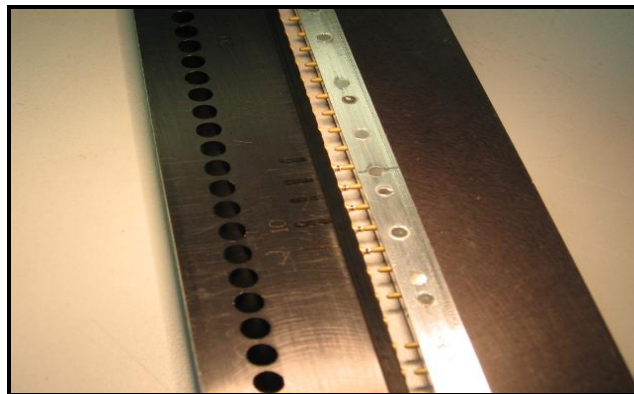


Figura 145.-Feedthrus en posición.



Una vez verificado el funcionamiento del mecanismo de presión sobre el feedthru se procedió por ensamblar la plantilla localizadora de capacitores que se muestra en la figura 146.

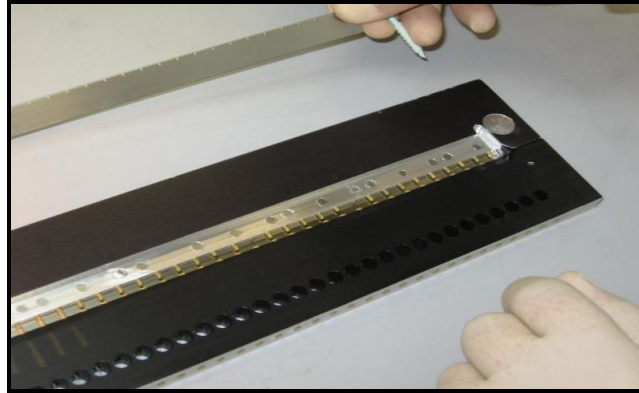


Figura 146.-Colocación de la plantilla localizadora de capacitores

Se verificó que la posición y adherencia a la plantilla sea la correcta así como se muestra en al figura 147.

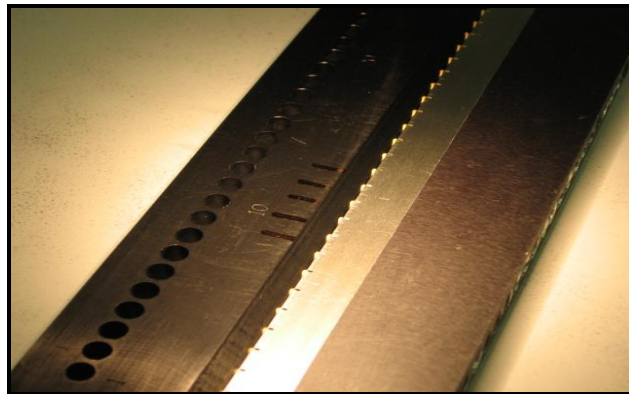


Figura 147.-Ensamble de plantilla de posición de capacitares

Una vez instalada la plantilla se procedió a ensamblar los capacitores utilizando una pinza para colocar los capacitores en las cavidades de la plantilla como se muestra en la figura 148.

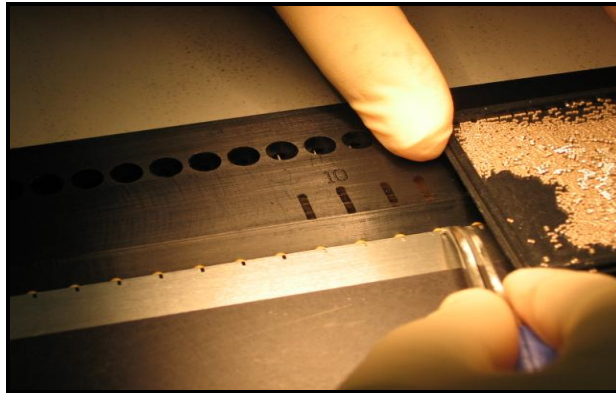


Figura 148.-Colocación del capacitor.

En la figura 149 se muestra el alojamiento del capacitor en una de las cavidades de la plantilla.

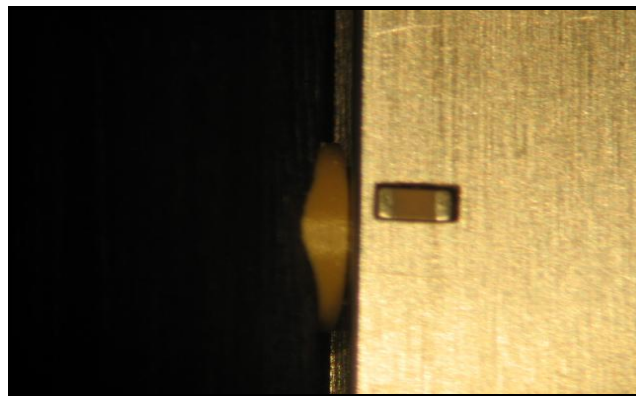


Figura 149.- Alojamiento del capacitor en uno de las cavidades de la plantilla.

Precisamente en esta etapa de manufactura se mostró otro avance o contramedida al actual proceso. Ya que como parte de la propuesta de diseño tenemos contemplado ingresar al horno el ensamble completo de las plantillas como se muestra en la figura 150 para ser horneadas.

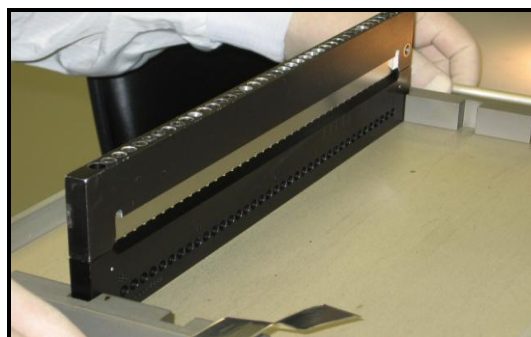


Figura 150.- Plantilla lista para ser horneada



Esto tiene un impacto en el tiempo de proceso de manufactura debido a que actualmente la plantilla superior es eliminada y una vez que sale del horno como lo vemos en la figura 151 la plantilla inferior se coloca en la plantilla superior. Este proceso de manufactura es el que se esta eliminando.



Figura 151. Ingreso de plantilla al horno

Una vez que se sacó la plantilla del horno se procedió por remover la plantilla localizadora de capacitores usando una palanca en los extremos de la misma como es mostrado en la figura 152.

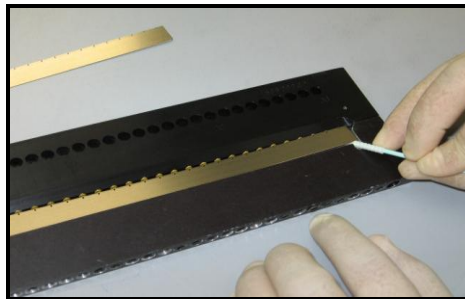


Figura 152. Remoción de plantilla localizadora de capacitores.

Ya removida la plantilla se inspecciono cada feedthru para verificar el pegado del capacitor, la posición y la calidad del epóxico como se muestra en la figura 153.



Figura 153. Inspección del capacitor



La figura 154 muestra el pegado del capacitor el cual no esta posicionado dentro de posición requerida por especificación.

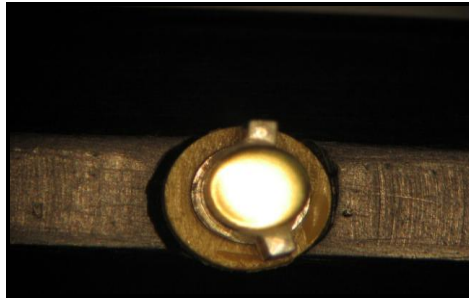


Figura 154. Los capacitares pegados al feedthru

En la figura 155 muestra la especificación que se utiliza para la ubicación del capacitor

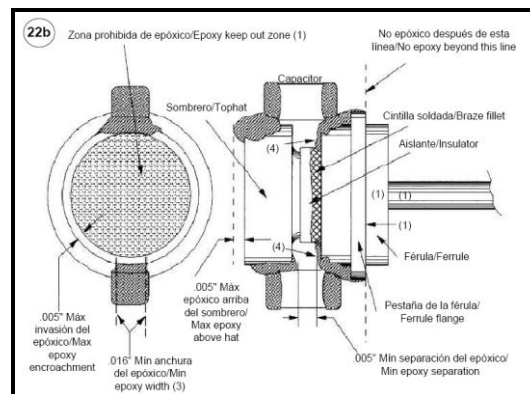


Figura 155. Colocación y pegado

En la figura 156 como parte de la verificación de esta prueba se sometió una muestra a corte seccional para verificar la posición.

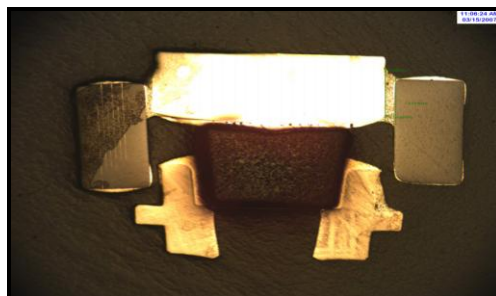


Figura 156. - Corte seccional del feedthru

En la figura 157 se muestra la posición y el soldado del capacitor al feedthru.

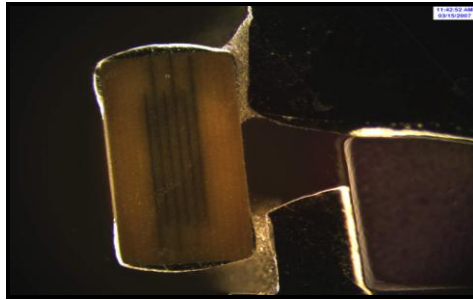


Figura 157. Capacitor soldado sobre el feedthru

3.4 RESULTADOS DE LAS CONTRAMEDIDAS APLICADAS.

Los resultados que se obtuvieron con el primer prototipo realizado son positivos y nos confirman la viabilidad de este proyecto. Los puntos a mejorar son los siguientes:

- El método de sujeción de la plantilla localizadora de capacitores.
 - Esta tiene 2 propósitos :
 - Mejorar la posición del capacitor.
 - La sujeción de la plantilla a la tapadera o riel.

En base a los puntos anteriores las mejoras al primer concepto de diseño son:

La colocación de 2 pines guía en los extremos de la plantilla o riel, como se muestra en la figura 158. El objetivo de estos pines es conservar una posición específica a la plantilla de localización de capacitores, de esta manera los capacitores colocados en dicha plantilla se encontraran dentro de la especificación.

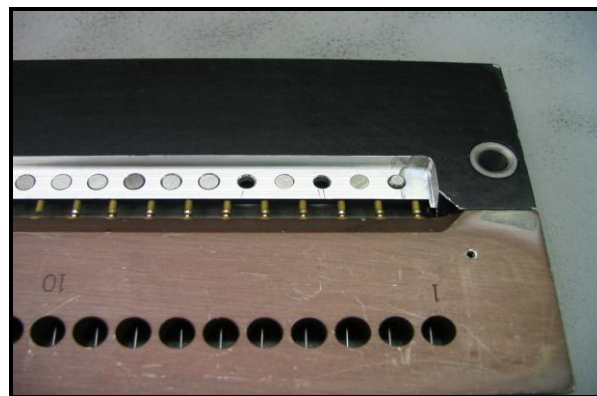


Figura 158. Pines guía en extremos de plantilla.

La forma de colocar la plantilla localizadora de capacitores es mostrada en la figura 159. Eso es ubicándola en los pines guía que están ubicados en los extremos.

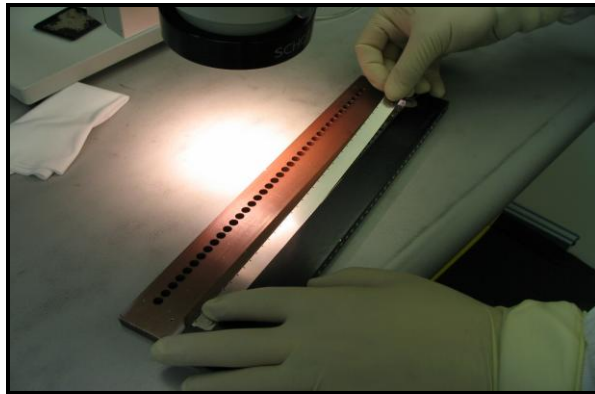


Figura 159. Colocación de plantilla

La forma de remover la plantilla localizadora de capacitores es a través de orificios intercalados en posiciones específicas, como se muestran en la figura 160.

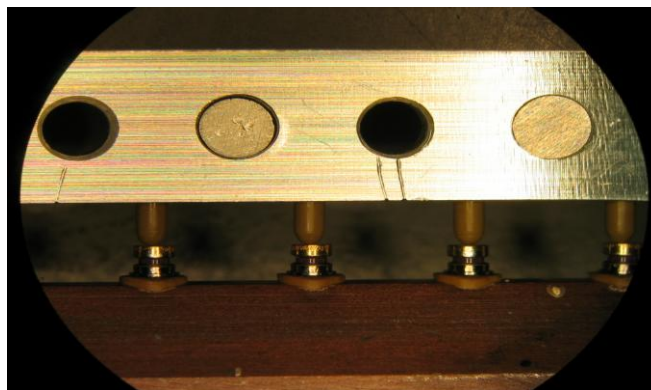


Figura 160. Orificios en la plantilla

De esta manera cuando se coloque la plantilla localizadora de capacitores, pueda ser removida esta del lado opuesto y de manera viceversa.



3.5 RESULTADOS.

Los resultados que se obtuvieron de esta segunda prueba son los esperados y estipulados en las metas del proyecto inicial. Lo logrado fue lo siguiente:

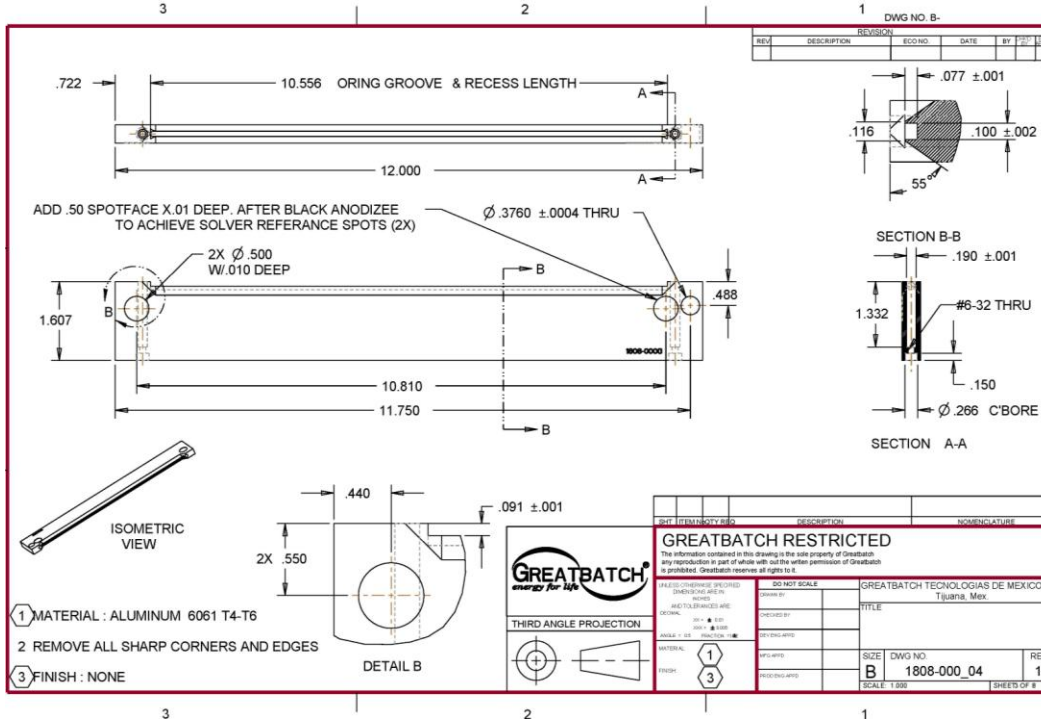
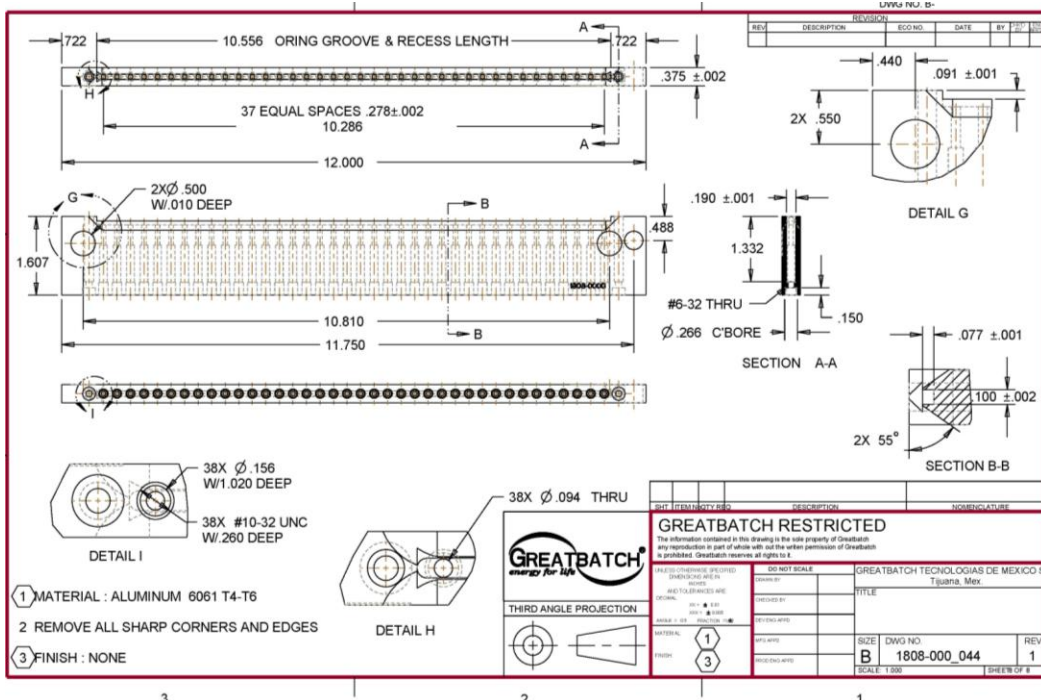
- La correcta ubicación de los capacitores en los feedthrus.
 - Estos cumplen con la especificación de ubicación del capacitor.
- Eliminación de tubo de plástico en la tapadera o riel.
 - Aquí tenemos un ahorro considerable de tiempo de ensamble, debido a que se ensamblan los capacitores en el feedthru y la plantilla o riel se coloca directamente en el horno. (este proceso fue descrito en el capítulo 2)
 - No se presenta daño alguno en el sombrero del capacitor por el uso del torlon. El sistema de resorteo para cada feedthru con la utilización torlon es un método innovador que nunca ha sido usado.
- Eliminación de defectos.
 - Omisión de capacitores.
 - Daño en los capacitores.
 - Epóxico en los capacitores.
 - Daño en el sombrero.
 - Capacitores desalineados.
 - Capacitores fracturados.
- Reducción de tiempo de ensamble.
 - Por medio del uso de la plantilla localizadora de capacitores.
 - Esta elimina el re-ensamble de la tapa superior. Debido a que en el actual proceso de manufactura se vuelve a ensamblar la tapa superior con la base después de haber salido del horno.
 - El pegado de capacitor.
 - Como se tiene una plantilla localizadora de capacitores es mucho más fácil la colocación de capacitores, reduciendo de esta manera el tiempo de colocación.

El alcance y la delimitación de este proyecto involucraron la verificación y funcionalidad del mismo. Porque esta innovación tiene que ser sometida a un estudio más complejo que conlleva enviar el prototipo funcional al corporativo de esta unidad de negocio, donde ellos reverifican la funcionalidad y el impacto de dicho diseño bajo la evaluación de varias corridas piloto



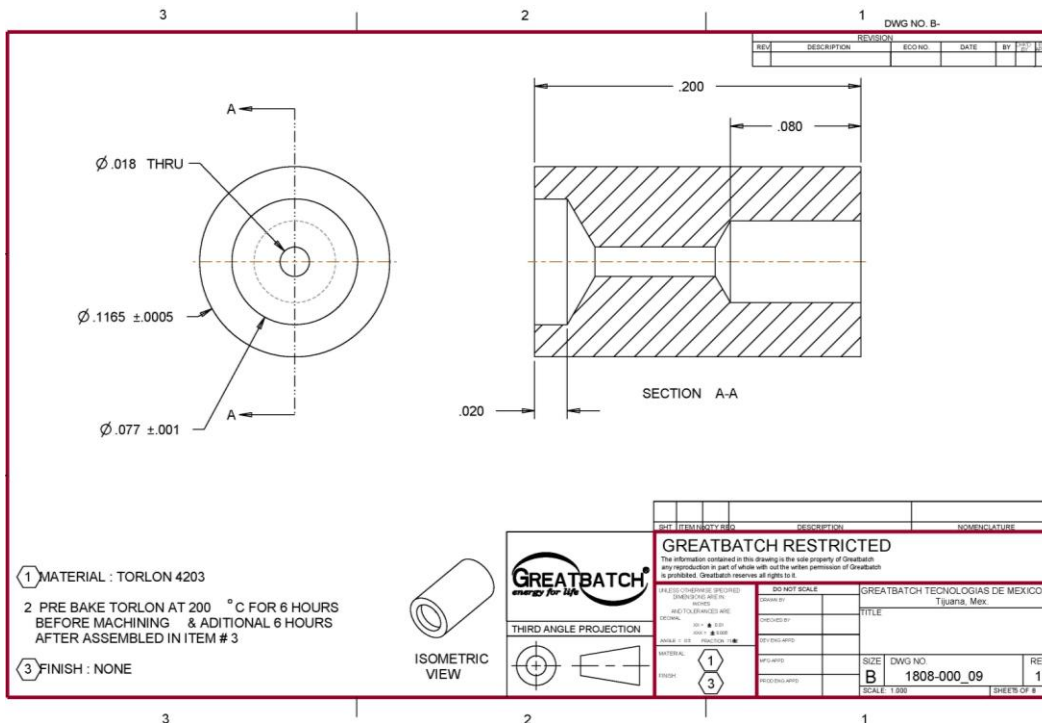
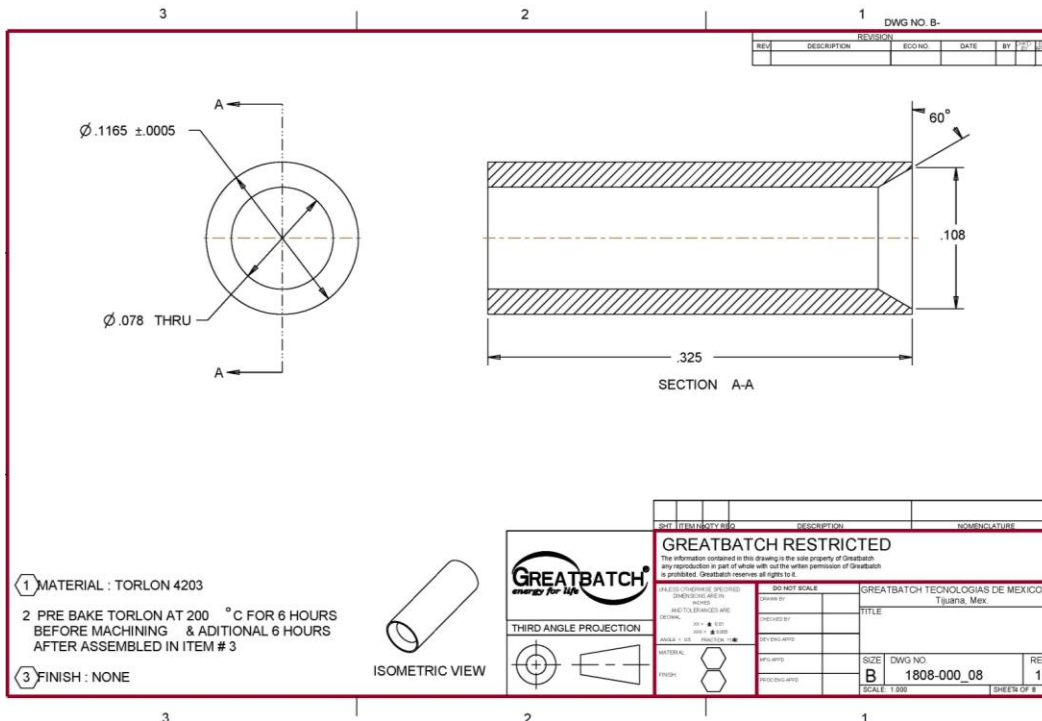
3.6 PLANOS.

Los planos que se siguieron para hacer los prototipos.



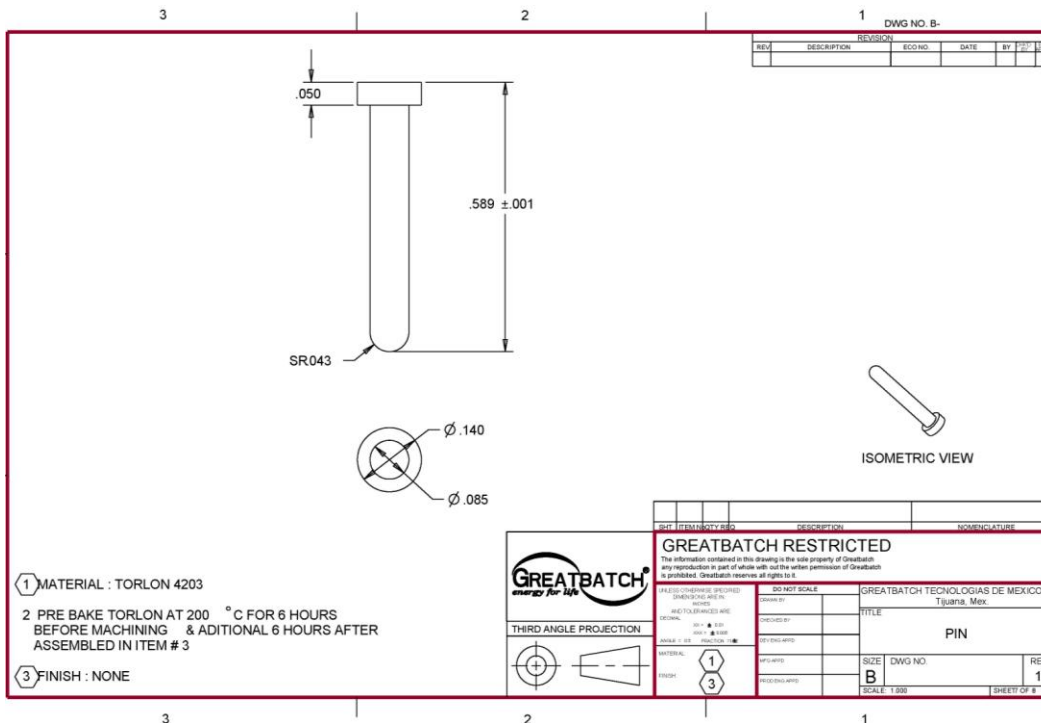
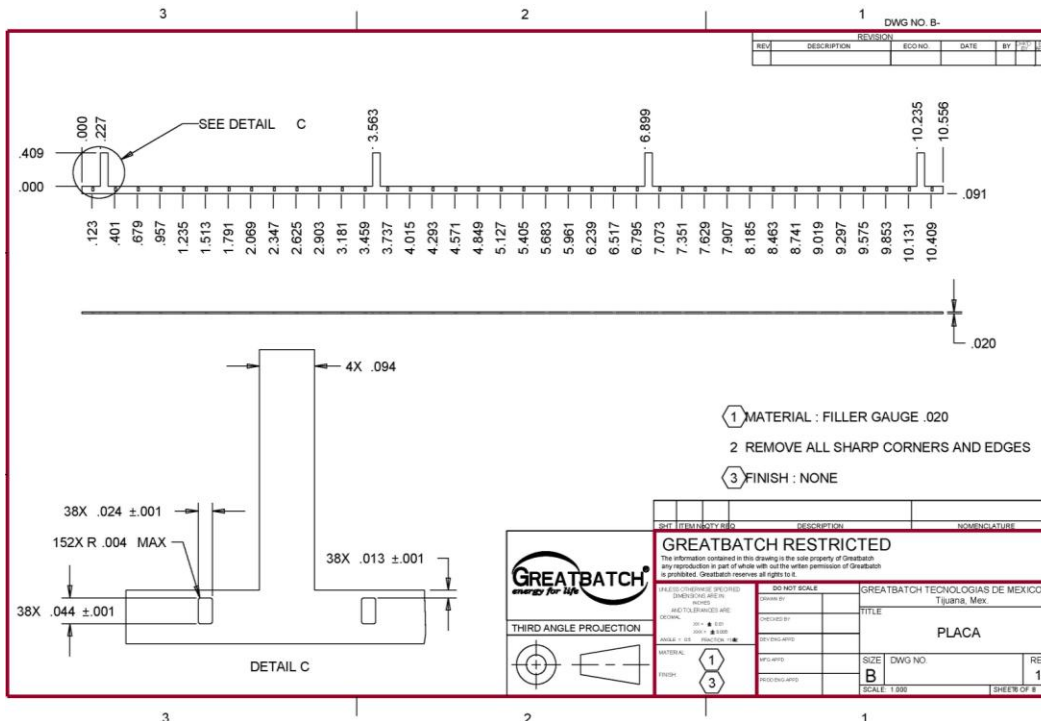


MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DEL FEEDTHRU.





MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DEL FEEDTHRU.





3.7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Libro de laboratorio de anatomía y fisiología.
Autor: Anne B. Donnerberger, Ann E. Lesak
Editorial: Paidotribo.
- 2.- Introducción a la bioingeniería.
Autor: José Mompin Poblet
Editorial: Marcombo Gandhi
- 3.- Arritmias.
Autor: Robert J. Huszar
Editorial: Harcourt
- 4.- El paciente agudo grave: instrumentos diagnósticos y terapéuticos.
Autor: Manuel Tejeda Adell
Editorial: Masson.
- 5.- Introducción a la electrocardiografía
Autor: Udo K. Linder / Dale B. Dubin
Editorial: Springer-Verlag Iberica
- 6.- Blood compatible materials and devices
Autor: Chandra Sharma, Michael Szycher
Editorial: CRC Press.
7. - Arrhythmia Recognition.
Autor: Tomas B. Garcia, MD, FACEP
Editorial: Jones and Bartlett Publishers
8. - The nuts and bolts of cardiac pacing.
Autor: Tom Kenny.
Editorial: Blackwell Publishing
9. - Cardiac pacemakers step by step.
Autor: S.Serge Barold, Roland X. Stroobandt
Editorial: Blackwell
10. - Machines in our hearts: The cardiac pacemaker, the implantable defibrillator
Autor: Kirk Jeffrey
Editorial: JHU Press



- 11.- La electrocardiografía en la toma de decisiones en urgencias.
Autor: Hein J.J. Wellens, Mary Conover.
Editorial: Elsevier España.
12. - Cardiología en atención primaria.
Autor: Goldman Braunwald.
Editorial: Harcourt
- 13.- Cardiología en atención primaria.
Autor: Lee Goldmand, Eugene Braunwald.
Editorial: Elsevier España.
- 14.- Cardiología.
Autor: Hernan Velez A., Williams Rojas M.
Editorial: Corporación para investigaciones biológicas.
15. - The little black book of cardiology.
Autor: Daniel K. Onion.
Editorial: Jones and Bartlett Publishers.