



IPC-A-600K SP

Admisibilidad de las placas impresas

If a conflict occurs between the English and translated versions of this document, the English version will take precedence.

En caso de conflicto entre la versión inglesa y las traducciones de este documento, prevalecerá la versión inglesa.

Desarrollado por el Grupo de trabajo sobre el IPC-A-600 (7-31a) del Comité de aseguramiento de producto (7-30) de IPC

Traducido por:
Language Scientific

Se recomienda a los usuarios de esta publicación que participen en el desarrollo de futuras revisiones.

Contacto:

IPC

Sustituye:

IPC-A-600J - Mayo de 2016

IPC-A-600H - Abril de 2010

IPC-A-600G - Julio de 2004

IPC-A-600F - Noviembre de 1999

Agradecimiento

Todo documento que implique el uso de una tecnología compleja se basa en materiales de una vasta cantidad de fuentes de varios continentes. Si bien a continuación se muestran los principales miembros del Grupo de trabajo sobre el A-600 (7-31a) del Comité de aseguramiento de producto (7-30), no es posible incluir a todos los que ayudaron en la evolución de este estándar. Los miembros de IPC hacemos extensiva nuestra gratitud a cada uno de ellos. Deseamos dejar constancia de un agradecimiento especial a los miembros del Comité de placas impresas rígidas (D-30) por sus esfuerzos para establecer criterios claros de aceptación de las placas impresas.

Comité de aseguramiento de producto	Grupo de trabajo sobre el IPC-A-600	Enlace técnico de la Mesa Directiva de IPC
Presidente Robert Cooke NASA Johnson Space Center Vicepresidente Debbie Wade Advanced Rework Technology-A.R.T	Copresidente Scott Bowles Lockheed Martin Space Systems Company Copresidente Denise Charest Amphenol Printed Circuits, Inc.	Bob Neves Microtek (Changzhou) Laboratories
Grupo de trabajo sobre el IPC-A-600		
Elizabeth Allison, NTS - Baltimore David Anderson, Raytheon Company Norman Armendariz, Raytheon Company Lance Auer, Conductor Analysis Technologies, Inc. Jimmy Baccam, Lockheed Martin Missiles & Fire Control John Bauer, Collins Aerospace Phil Befus, Honeywell Aerospace James Blanche, NASA Marshall Space Flight Center Steven Bowles, DuPont SVTC Mark Buechner, BAE Systems Michael Chang, Northrop Grumman Corporation Thomas Clark, Lockheed Martin Missiles & Fire Control Michael Collier, Teledyne Leeman Labs Robert Cooke, NASA Johnson Space Center Cesar De Luna, NTS - Anaheim Francesco Di Maio, GESTLABS S.r.l. Don Dupriest, Lockheed Martin Missiles & Fire Control Julie Ellis, TTM Technologies Richard Etchells, Electronic Technology Resource Partners Gary Ferrari, FTG Circuits William Fox, Lockheed Martin Missile & Fire Control Mahendra Gandhi, Northrop Grumman Space Systems	Gonzalo J Garcia Leypon, Cirexx International, Inc. Herb Girtz, Holaday Circuits Inc. Constantino Gonzalez, ACME Training & Consulting Pierre-Emmanuel Goutorbe, Airbus Defence & Space Vicka Hammill, Honeywell Inc. Air Transport Systems Hardeep Heer, FTG Circuits Philip Henault, Raytheon Joshua Huang, Nvidia Corporation Emma Hudson, Emma Hudson Technical Consultancy Ltd Frank Huijsmans, PIEK International Education Centre Henrik Jensen, Gaasdal Byggningsindustri A/S Joseph Kane, BAE Systems Allen Keeney, Johns Hopkins University Maan Kokash, BAE Systems Nick Koop, TTM Technologies Kelly Kovalovsky, BAE Systems Kevin Kusiak, Lockheed Martin Corporation Meredith LaBeau, Calumet Electronics Corp. Jeremy Lakoskey, Honeywell International Leo Lambert, EPTAC Corporation Christina Landon, NSWC Crane David Lee, BMK Professional Electronics Gmb	Minsu Lee, Korea Printed Circuit Association Peggy LeGrand, TTM Technologies Andrew Leslie, BAE Systems Jeff Lewis, Holaday Circuits Inc. Peter Lindhardt, TTM Technologies - Logan Division Dan Loew, L3Harris Jennifer Ly, BAE Systems Todd MacFadden, Bose Park Place Manufacturing Chris Mahanna, Robisan Laboratory Inc. Tabishur Malik, TTM Technologies Tim McKliget, Holaday Circuits Inc. Melissa Meagher, Raytheon Missile Systems Michael Miller, NSWC Crane James Monarchio, TTM Technologies Steven Murray, Northrop Grumman Corporation Robert Neves, Microtek Laboratories China Thi V. Nguyen, Lockheed Martin Missile & Fire Control Jamie Noland, Blackfox Training Institute Gerard O'Brien, Solderability Testing & Solutions, Inc. Gianluca Parodi, IIS Progress SRL Gerry Partida, Summit Interconnect - Anaheim Helena Pasquito, EPTAC Corporation Yogen Patel, Candor Industries Inc. Jan Pedersen, Elmatica AS

Agradecimiento (cont.)

Stephen Pierce, SGP Ventures, Inc.	Christina Rutherford, Honeywell Aerospace	Ingrid Swenson, TTM Technologies, Inc.
John Potenza, Lockheed Martin Mission Systems & Training	Gilbert Shelby, Raytheon Systems Company	Audra Thurston, Calumet Electronics Corp.
Randy Reed, R. Reed Consultancy LLC	Russell Shepherd, NTS - Anaheim	Bradley Toone, L3Harris Communications
Owen Reid, Lockheed Martin Missiles & Fire Control	Hans Shin, Pacific Testing Laboratories, Inc.	Paul Van Dang, Innovative Circuits
Curtis Ricotta, Lockheed Martin Space Systems Company	Patrick Smith, Cirexx International, Inc.	Crystal Vanderpan, UL LLC
Jose Rios, Raytheon	David Sommervold, Henkel US Operations Corp.	Pietro Vergine, Advanced Rework Technology-A.R.T
Nef Rios, Summit Interconnect - Anaheim	Brian Stevens, Collins Aerospace	Adeodato Vigano, Compunetics Inc.
Kris Roberson, Bandjwet Enterprises, Inc. D/B/A BEST	Marshall Stolstrom, TTM Technologies, Inc.	Jennet Volden, Collins Aerospace
Thomas Romont, IFTEC	Stephanie Stork, L3Harris Communications	Debbie Wade, Advanced Rework Technology-A.R.T
		Rob Walls, PIEK International Education Centre (I.E.C.) BV

Igualmente, hacemos extensible una nota especial de agradecimiento a Curtis Ricotta de Lockheed Martin Space Systems Company y Denise Charest de Amphenol Printed Circuits, Inc. por facilitarnos una cantidad importante de fotografías nuevas para esta revisión.

Índice

<p>Agradecimientos iii</p> <p>1 Introducción 1</p> <p>1.1 Alcance 1</p> <p>1.2 Propósito 1</p> <p>1.3 Enfoque de este documento 1</p> <p>1.4 Clasificación 1</p> <p>1.5 Criterios de aceptación 2</p> <p>1.6 Documentos aplicables 3</p> <p style="padding-left: 20px;">1.6.1 IPC 3</p> <p style="padding-left: 20px;">1.6.2 American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos) 4</p> <p>1.7 Dimensiones y tolerancias 4</p> <p>1.8 Términos y definiciones 4</p> <p>1.9 Cambios del nivel de revisión 4</p> <p>1.10 Mano de obra 4</p> <p>2 Características observables de forma externa 5</p> <p>2.1 Bordos de las placas impresas 5</p> <p style="padding-left: 20px;">2.1.1 Rebabas 5</p> <p style="padding-left: 40px;">2.1.1.1 Rebabas no metálicas 6</p> <p style="padding-left: 40px;">2.1.1.2 Rebabas metálicas 7</p> <p style="padding-left: 20px;">2.1.2 Mellas 8</p> <p style="padding-left: 20px;">2.1.3 Efecto halo 9</p> <p>2.2 Superficie del material base 10</p> <p style="padding-left: 20px;">2.2.1 Tejido expuesto 11</p> <p style="padding-left: 20px;">2.2.2 Textura del tejido 12</p> <p style="padding-left: 20px;">2.2.3 Fibras alteradas por causas mecánicas 13</p> <p style="padding-left: 20px;">2.2.4 Huecos superficiales 14</p> <p>2.3 Subsuperficie del material base 15</p> <p style="padding-left: 20px;">2.3.1 Aparición de puntos blancos 20</p> <p style="padding-left: 20px;">2.3.2 Agrietamiento 22</p> <p style="padding-left: 20px;">2.3.3 Delaminación/ Burbujas 25</p> <p style="padding-left: 20px;">2.3.4 Inclusiones 28</p> <p>2.4 Recubrimientos de soldadura y estaño/plomo (Sn/Pb) fundido 30</p> <p style="padding-left: 20px;">2.4.1 No mojado 30</p> <p style="padding-left: 20px;">2.4.2 Desmojado 31</p>	<p>2.5 Orificios pasantes revestidos – General 33</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.1 Nódulos/Revestimiento rugoso 33</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.2 Anillo rosa 34</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.3 Huecos – Revestimiento de cobre .. 35</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.4 Vacíos – Acabado final 36</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.5 Islas levantadas – (Visual) 37</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.6 Tapa de revestimiento de orificios rellenos – (Visual) 38</p> <p style="padding-left: 20px;">2.5.7 Orificios de profundidad controlada – (Visual) 40</p> <p>2.6 Orificios sin revestir 42</p> <p style="padding-left: 20px;">2.6.1 Efecto halo 42</p> <p>2.7 Contactos de borde de placas 43</p> <p style="padding-left: 20px;">2.7.1 Revestimiento superficial – Islas de conectores de borde de placas impresas 43</p> <p style="padding-left: 40px;">2.7.1.1 Revestimiento superficial – Islas de conectores de borde (área de solapamiento/espacio) 45</p> <p style="padding-left: 20px;">2.7.2 Rebabas en los contactos de borde de placas 46</p> <p style="padding-left: 20px;">2.7.3 Adherencia del sobremetalizado 47</p> <p>2.8 Marcación 49</p> <p style="padding-left: 20px;">2.8.1 Marcación por grabado 50</p> <p style="padding-left: 20px;">2.8.2 Marcación con tinta 52</p> <p>2.9 Máscara de soldadura 54</p> <p style="padding-left: 20px;">2.9.1 Cobertura sobre conductores (cobertura omitida) 55</p> <p style="padding-left: 20px;">2.9.2 Registro en orificios (todos los acabados) 56</p> <p style="padding-left: 20px;">2.9.3 Registro en islas rectangulares de montaje en superficie 57</p> <p style="padding-left: 40px;">2.9.3.1 Registro en islas redondas de montaje en superficie (matriz de cuadrícula de bolas, BGA) – Islas definidas por máscara de soldadura 58</p> <p style="padding-left: 40px;">2.9.3.2 Registro en islas redondas de montaje en superficie (matriz de cuadrícula de bolas, BGA) – Islas definidas por cobre 59</p> <p style="padding-left: 40px;">2.9.3.3 Registro en islas redondas de montaje en superficie (matriz de cuadrícula de bolas, BGA) – (Barrera de soldadura) 60</p>
---	---

Índice (cont.)

<p>2.9.4 Burbujas/Delaminación 61</p> <p>2.9.5 Adherencia (descamación o desprendimiento) 63</p> <p>2.9.6 Olas/Arrugas/Ondas 64</p> <p>2.9.7 Recubrimiento (vías) 65</p> <p>2.9.8 Huecos tubulares 66</p> <p>2.10 Definición de patrones – Dimensiones 68</p> <p>2.10.1 Ancho y espaciado de conductores 68</p> <p>2.10.1.1 Ancho de conductores 69</p> <p>2.10.1.2 Espaciado de conductores 70</p> <p>2.10.2 Anillo perimetral externo – Medición 71</p> <p>2.10.3 Anillo perimetral externo – Orificios revestidos e isla de captura de microvía 72</p> <p>2.10.4 Anillo perimetral externo – Orificios sin revestir 74</p> <p>2.10.5 Revestimiento superficial – Islas rectangulares de montaje en superficie 75</p> <p>2.10.6 Revestimiento superficial – Islas redondas de montaje en superficie (matriz de cuadrícula de bolas, BGA) 77</p> <p>2.10.7 Revestimiento superficial – Islas de fijación de hilos de conexión (wire bond) 79</p> <p>2.11 Planicidad 81</p> <p>3 Características observables de forma interna 83</p> <p>3.1 Materiales dieléctricos 84</p> <p>3.1.1 Huecos/grietas en el laminado (fuera de la zona térmica) 84</p> <p>3.1.2 Registro/conductor a orificios 87</p> <p>3.1.3 Orificio de separación sin revestir, a planos de alimentación/masa 88</p> <p>3.1.4 Material dieléctrico, separación, plano metálico para orificios revestidos 89</p> <p>3.1.5 Delaminación/Burbujas 90</p> <p>3.1.6 Extracción de dieléctrico 91</p> <p>3.1.6.1 Ataque químico (etchback) 93</p> <p>3.1.6.2 Eliminación de residuos 95</p> <p>3.1.6.3 Ataque químico (etchback) negativo 97</p> <p>3.1.7 Espaciado entre capas 99</p>	<p>3.1.8 Recesión de resina 101</p> <p>3.1.9 Separación cilindro revestido/dieléctrico de la pared del orificio (separación de la pared del orificio) 102</p> <p>3.2 Patrones conductivos – General 103</p> <p>3.2.1 Características del grabado 105</p> <p>3.2.2 Impresión y grabado 107</p> <p>3.2.2.1 Proyección (saliente) 108</p> <p>3.2.3 Espesor de conductores externos (lámina más revestimiento) 109</p> <p>3.2.4 Espesor de la lámina de cobre de capa sin revestir 110</p> <p>3.2.5 Espesor de la máscara de soldadura 111</p> <p>3.3 Orificios pasantes revestidos – General 112</p> <p>3.3.1 Huecos en el revestimiento de cobre 114</p> <p>3.3.2 Nódulos en el revestimiento 115</p> <p>3.3.3 Inclusiones/Pliegues en el revestimiento 116</p> <p>3.3.4 Acción capilar 118</p> <p>3.3.4.1 Acción capilar, orificios de separación 119</p> <p>3.3.5 Inclusiones en capas internas 120</p> <p>3.3.6 Separación de capa interna – Microsección vertical (axial) 121</p> <p>3.3.7 Separación de capa interna – Microsección horizontal (transversal) 123</p> <p>3.3.8 Separación del revestimiento 124</p> <p>3.3.9 Grietas en la lámina – Grieta “C” (lámina interna) 126</p> <p>3.3.10 Grietas en la lámina - Grietas “A”, “B”, “D” (lámina externa) 127</p> <p>3.3.11 Grietas en el revestimiento - Grieta “E” (cilindro) 128</p> <p>3.3.12 Grietas en el revestimiento - Grieta “F” (esquina) 129</p> <p>3.3.13 Microanomalías en el revestimiento 130</p> <p>3.3.14 Anillo perimetral - Capas internas 131</p> <p>3.3.15 Anillo perimetral – Microvía a isla objetivo 134</p> <p>3.3.16 Dimensión de contacto de islas objetivo de microvía 136</p>
---	---

Índice (cont.)

3.3.17	Perforación de islas objetivo de microvía	139	4.1.4	Anomalías de revestimiento	165
3.3.18	Islas levantadas – (Secciones transversales)	140	4.1.5	Adhesión de rigidizadores	166
3.3.19	Espesor del revestimiento de cobre - Pared del orificio	141	4.1.6	Zona de transición, de área rígida a flexible	167
3.3.20	Revestimiento de envoltura de cobre	142	4.1.7	Acción capilar de soldadura/ Penetración de revestimiento bajo la capa de protección	168
3.3.21	Tapa de revestimiento de cobre en orificios rellenos	145	4.1.8	Integridad del laminado	169
3.3.22	Vías rellenas de cobre depositado (pasantes, ciegas, enterradas y microvías)	147	4.1.8.1	Integridad del laminado – Placa impresa flexible	170
3.3.23	Relleno de material de estructuras pasantes, ciegas, enterradas y de microvía (excepto revestimiento de cobre)	149	4.1.8.2	Integridad del laminado – Placa impresa rígida-flexible	171
3.3.24	Orificios de profundidad controlada (evaluación de microsecciones) ...	151	4.1.9	Ataque químico (etchback) (solo de tipo 3 y tipo 4)	172
3.3.25	Espesor del recubrimiento de soldadura (solo cuando se especifica)	152	4.1.10	Eliminación de residuos (solo de tipo 3 y tipo 4)	173
3.4	Orificios pasantes revestidos – Perforados	153	4.1.11	Bordes recortados/ Delaminación de bordes	174
3.4.1	Rebabas	154	4.1.12	Integridad de la lámina de plata	176
3.4.2	Cabeza de clavo	155	4.2	Placas impresas de núcleo metálico	178
3.5	Orificios pasantes revestidos – Troquelados	156	4.2.1	Clasificaciones de tipo	179
3.5.1	Rugosidad y nódulos	157	4.2.2	Espaciado del tipo laminado	180
3.5.2	Acampanado	158	4.2.3	Espesor del aislante, sustrato metálico aislado	181
4	Varios	159	4.2.4	Relleno de material aislante, núcleo metálico tipo laminado	182
4.1	Placas impresas flexibles y rígidas-flexibles	159	4.2.5	Grietas en el relleno de material aislante, tipo laminado	183
4.1.1	Cobertura de capa de protección - Separaciones de película protectora	160	4.2.6	Adhesión del núcleo a la pared del orificio pasante revestido	184
4.1.2	Cobertura de capa de protección/máscara impresa – Adhesivos	162	4.3	Placas impresas enrasadas	185
4.1.2.1	Adhesivo exprimido – Área de la isla	162	4.3.1	Enrasado del conductor superficial	185
4.1.2.2	Adhesivo exprimido – Superficie de la lámina	163	5	Pruebas de limpieza	186
4.1.3	Registro del orificio de acceso para capa de protección y rigidizadores	164	5.1	Pruebas de soldabilidad	187
			5.1.1	Orificios pasantes revestidos (aplicable a la prueba de flotación de soldadura)	188
			5.2	Integridad eléctrica	190

1 INTRODUCCIÓN

Introducción

1.1 ALCANCE

Este documento describe las condiciones objetivo (ideales), aceptables y no conformes que son observables de forma interna o externa en placas impresas. Representa la interpretación visual de los requisitos mínimos establecidos en diversas especificaciones de placas impresas; por ejemplo, la serie IPC-6010, J-STD-003, etc.

1.2 PROPÓSITO

Las ilustraciones visuales de este documento representan criterios específicos de los requisitos de las especificaciones actuales de IPC. A fin de aplicar y utilizar correctamente el contenido de este documento, la placa impresa debería satisfacer los requisitos de diseño del documento correspondiente de la serie IPC-2220, además de los requisitos de desempeño del documento correspondiente de la serie IPC-6010. Si la placa impresa no cumpliera con estos requisitos u otros equivalentes, los criterios de aceptación deberían ser los acordados entre el usuario y el proveedor (AABUS).

1.3 ENFOQUE DE ESTE DOCUMENTO

Las características se dividen en dos grupos generales:

- Características observables de forma externa (sección 2)
- Características observables de forma interna (sección 3)

Las condiciones “**Observables de forma externa**” son aquellas características o imperfecciones que se pueden apreciar y evaluar en o desde la superficie exterior de la placa. En algunos casos, como ante la presencia de huecos o burbujas, la condición es en sí misma un fenómeno interno que resulta detectable desde el exterior.

Las condiciones “**Observables de forma interna**” son aquellas características o imperfecciones cuya detección y evaluación requieren microsecciones de la muestra u otras formas de acondicionamiento. Existen casos en los que estas características pueden resultar visibles desde el exterior y requerir microsecciones para evaluar los requisitos de admisibilidad.

Durante la evaluación, las muestras deberían permanecer iluminadas en la medida necesaria para realizar un examen efectivo. La iluminación no debería permitir sombras sobre el área de interés, excepto aquellas causadas por la propia muestra. Es recomendable utilizar iluminación de campo oscuro o polarización para evitar el deslumbramiento al examinar materiales altamente reflectantes.

Las ilustraciones incluidas en este documento representan criterios específicos relacionados con el título y el subtítulo de cada página, y recogen breves descripciones de las condiciones aceptables y no conformes de cada clase de producto. (Ver 1.4). Los criterios de aceptación de calidad visual están dirigidos a facilitar las herramientas adecuadas para la evaluación de anomalías visuales. Las ilustraciones y fotografías de cada situación están relacionadas con requisitos específicos. Las características que se tratan son aquellas que pueden evaluarse mediante observación visual o a través de la medición de características observables visualmente.

Este documento, respaldado por los requisitos de usuario adecuados, debería proporcionar criterios visuales efectivos al personal de garantía de calidad y de fabricación.

Este documento no puede abarcar todos los problemas de fiabilidad a los que se enfrenta la industria de las placas impresas. Por lo tanto, los atributos que no aborde esta publicación **deben** acordarse entre el usuario y el proveedor (AABUS). El valor de este documento radica en su uso como documento básico que permite su modificación por medio de ampliaciones, excepciones y variaciones que pueden resultar adecuadas para aplicaciones concretas.

Al adoptar decisiones de aceptación o rechazo, se debe conocer y mantener el orden de prioridad de la documentación.

Este documento es una herramienta destinada a observar cómo puede un producto diferir de la norma debido a variaciones en los procesos. Consulte IPC-9191.

IPC-A-600 proporciona una herramienta muy útil para comprender e interpretar los resultados de la Tecnología de inspección automatizada (AIT). La AIT puede ser aplicable a la evaluación de muchas de las características dimensionales que se ilustran en este documento.

IPC-9121 resulta igualmente útil como guía de resolución de problemas, causas y posibles acciones correctivas relacionadas con los procesos de fabricación de placas impresas.

1.4 CLASIFICACIÓN

Este estándar reconoce que los productos eléctricos y electrónicos están sujetos a clasificación en función de su uso final previsto. Se han establecido tres clases generales de productos finales que reflejan las diferencias en productibilidad, complejidad, requisitos de desempeño funcional y frecuencia de verificación (inspección/prueba). Cabe reconocer que existe la posibilidad de que estas clases de productos se solapen con relativa frecuencia.

Las imperfecciones “Indicador de proceso” no solo están permitidas, sino que permiten proceder con el suministro.