



Componente formativo

Implementación del protocolo de pruebas de productos electrónicos

Breve descripción:

Este componente formativo describe de forma general los aspectos referentes a los protocolos de pruebas de productos electrónicos, que pueden llegar a ser muy diversos dependiendo del tipo de producto electrónico y proceso de producción.

Área ocupacional:

Procesamiento, fabricación y ensamble

Junio 2023

Tabla de contenido

Introducción.....	3
Protocolos de pruebas y mediciones.....	3
Manufactura de productos electrónicos.....	13
Gestión de contingencias	15
Productos conformes y no conformes.....	17
Síntesis	21
Glosario.....	22
Material complementario	23
Referencias bibliográficas	24
Créditos.....	25

Introducción

Luego de ejecutada la producción es necesaria e inevitable la prueba de los productos, sin este último proceso, sería muy riesgoso sacar a la venta cualquier tipo de lote de producto electrónico, puesto que en caso de falla esto podría generar graves problemas, demandas, pérdida de clientes y en el peor de los casos, podría llegar incluso a poner en riesgo la integridad o la vida de las personas.

Figura 1. Importancia de pruebas en electrónica.



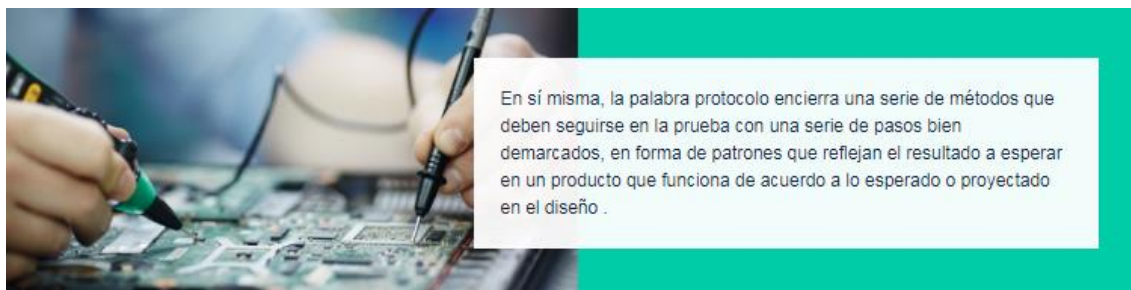
La importancia de las pruebas radica en poder identificar defectos en el producto que se pueden originar incluso desde el diseño mismo, pasando por la producción de la tarjeta de circuito impreso, siguiendo por el ensamble electrónico, terminado con el ensamble mecánico en su carcasa, lo cual se traduce en salvar a las empresas de los costos que acarrearía este escenario.

El identificar un problema en las pruebas de un lote permite corregir en muchas ocasiones, y evitar los problemas en futuras producciones.

Protocolos de pruebas y mediciones

Los protocolos de pruebas y mediciones son importantes en cualquier proceso productivo, porque permiten asegurar la calidad del producto. Estos brindan una secuencia de pasos y un procedimiento a seguir en cada prueba, lo cual estandariza el proceso permitiendo medir de la misma manera todos los productos o lotes que se requiera evaluar.

Figura 2. Importancia del protocolo de pruebas.



En sí misma, la palabra protocolo encierra una serie de métodos que deben seguirse en la prueba con una serie de pasos bien demarcados, en forma de patrones que reflejan el resultado a esperar en un producto que funciona de acuerdo a lo esperado o proyectado en el diseño.

Existen varios tipos de pruebas que buscan con las variables eléctricas básicas, corriente, voltaje y resistencia, probar las características propias del aparato en búsqueda de posibles fallas o errores en la producción de este. De igual manera, también se debe tener en cuenta las pruebas que pueden realizarse sobre los aspectos mecánicos del equipo para revisar características como la flexibilidad o la resistencia mecánica de los materiales que componen la carcasa.

Los principales tipos de pruebas pueden resumirse en la siguiente figura.

Figura 3. Clasificación de los tipos de pruebas.



TIPOS DE PRUEBAS A EQUIPOS ELECTRONICOS

Eléctricas

Energizadas (funcionamiento)

No energizadas (del V-I o aislamiento)

Mecánicas

Energizadas (funcionamiento)

No energizadas (del V-I o aislamiento)

A continuación se describen estos tipos de pruebas:

1. Energizadas (funcionamiento)

Esencialmente en esta prueba se energiza el circuito o equipo y se pone a prueba todas y cada una de sus funcionalidades durante un tiempo determinado para asegurar que funciona correctamente de acuerdo con las especificaciones para las cuales fue hecho.

2. No energizadas (del V-I o aislamiento)

Esta prueba consiste generalmente en inyectar al circuito o a una parte una señal senoidal, a través de una carga o resistencia que ayuda a limitar la corriente hacia el circuito, la impedancia resultante. La resistencia limitadora y la impedancia de entrada del sistema se representan en un plano cartesiano, en donde el voltaje está en el eje x y la corriente en el eje y.

Existen aparatos sofisticados que están diseñados exclusivamente para generar estas pruebas. La curva se conoce como firma digital y al comparar dos de ellas se puede establecer fácilmente si un circuito está operando correctamente sin energizarlo.

Un segundo equipo usado en este tipo de pruebas es el conocido como cama de agujas el cual funciona de manera más precisa, ya que permite medir varios puntos a la vez y generar una imagen completa de las señales de un circuito. Para este tipo de pruebas se debe contar con un circuito que funcione correctamente y nos sirva de patrón, las agujas son esencialmente conectores que llevan las señales a diferentes puntos del circuito.

El software que los controla es muy complejo, y cada vez que se cambia de tarjeta, las agujas deben ser reacomodadas o cambiadas, y por supuesto los parámetros eléctricos las gráficas y demás también. Este tipo de equipos son comunes solo en las grandes empresas,

ya que su costo es muy elevado y su operación requiere personal altamente calificado para interpretar las gráficas obtenidas por el *software*.

3. Resistencia mecánica de los materiales

Aunque no es tan común en grandes y millonarias industrias, se prueba absolutamente todo lo que compete al producto electrónico como tal y eso incluye por supuesto su resistencia mecánica y sus características de elasticidad. Por ejemplo, en un equipo como un teléfono celular esto puede ser la diferencia entre un equipo de baja gama comparado con equipo de alta gama, resistente a golpes, lo cual se traduce en una diferencia entre calidades y precios de venta al cliente. Si un proveedor de carcazas garantiza, por ejemplo, impermeabilidad esta debe ser probada.

4. Desempeño mecánico bajo condiciones adversas

Aunque puede que la resistencia mecánica de la estructura del equipo resista peso o golpes, no quiere decir que el equipo esté preparado para trabajar bajo cualquier condición que se le imponga.

Las empresas productoras están en la obligación de dar las capacidades máximas de cada equipo no solo en condiciones eléctricas de corriente y voltaje sino también en el comportamiento del mismo en condiciones extremas, como calor, frío, vibración constante o ambientes explosivos, generalmente esto se evalúa en equipos de clase industrial o militar.

Los protocolos de las pruebas dependen de varios factores diversos, que pueden ir desde las características propias del producto, como su función, tipo de producto, hasta las políticas propias de la empresa productora; esto también influye en el equipo de pruebas requerido. No existen protocolos de prueba con un estándar que funcione al 100 % para productos electrónicos diferentes, sin embargo, se describe a continuación un protocolo genérico que cubre los mínimos aspectos requeridos por cualquier producto electrónico bajo prueba.

Lo primero que se debe señalar es que un protocolo es una serie de pasos, un procedimiento estándar que tiene un orden definido para realizar la tarea. Por lo tanto, el

protocolo requiere que su ejecución se haga de manera estricta y contemple las posibles contingencias que se presentan en el camino, junto con los aspectos de seguridad que se deben tener en cuenta tanto para el equipo como para el trabajador ejecutor del protocolo.

Cada industria maneja sus propios formatos y documentación para llevar un control de la ejecución del protocolo de pruebas correspondiente, es común ver listas de chequeo donde se detalla el resultado de las respectivas pruebas o tareas a ejecutar en el protocolo. A continuación, en la figura 6 se presenta un ejemplo de una lista de chequeo genérica de un protocolo de pruebas a un producto electrónico.

Las unidades de medida fundamentales que se deben tener en cuenta en cualquier protocolo de pruebas de cualquier equipo y en general en la industria, junto con el procedimiento correcto de medida, son las siguientes.

Figura 4. Unidades



1. Resistencia

- a. Unidad: Ohmio (2).

b. Medida: el óhmetro se conecta en paralelo con el elemento o circuito.

Precauciones: el circuito o elemento debe estar des energizado.

Esquema eléctrico de la conexión del instrumento o pictograma

Ohmetro

Ω

CIRCUITO

IN

2. Corriente

a. Unidad: Amperio (A).

Medida: el Amperímetro se debe conectar en serie con el elemento o circuito a medir.

Precauciones: si el circuito es de una alta corriente por encima de 1A se recomienda hacer uso de una pinza amperimétrica la cual debe rodear el cable a medir por donde pasa la corriente.

Esquema eléctrico de la conexión del instrumento o pictograma

Amperimetro

A

V2

V2

IN

CIRCUITO

Pinza amperimétrica

12V

P12V

IN

CIRCUITO

3. Voltaje

- a. Unidad: Voltio (V).
- b. Medida: el voltímetro debe conectarse en paralelo con el circuito o elemento a medir.
Precauciones: debe tenerse especial precaución con circuitos de alto voltaje especialmente la fuente es DC, se recomienda el uso de guantes y gafas como EPPs mínimos.

Esquema eléctrico de la conexión del instrumento o pictograma

Ampermetro

A

V2

12V

CIRCUITO

4. Potencia

- a. Unidad: Wattio (W).
- b. Medida: se debe conectar en serie las borneras de la corriente o la bobina de corriente del wattímetro y en paralelo las borneras de potencial.
- c. Precauciones: se debe tener precaución en no confundir las borneras de corriente y voltaje.

Esquema eléctrico de la conexión del instrumento o pictograma

Wattímetro

W

V2

CIRCUITO

5. Frecuencia

- a. Unidad: Hertz (Hz).
- b. Medida: si frecuencímetro debe ser conectado en paralelo con el elemento a medir.
- c. Precauciones: se debe tener en cuenta las capacidades de medida del instrumento es decir el ancho de banda.

Esquema eléctrico de la conexión del instrumento o pictograma

Generador de Funciones

Hz

V2

CIRCUITO

Debido a que cada protocolo es tan específico de acuerdo con el tipo de equipo electrónico, su funcionamiento, naturaleza, destinación de uso y del diseño como tal, la interpretación de resultados dependerá de los parámetros que establecerá el equipo de diseño del equipo electrónico que conoce las capacidades y funcionalidades de este.

Cuando se practican las pruebas a un equipo en específico dentro del protocolo se debe contar con la información de los parámetros y rangos de las medidas que permitan determinar cuándo hay un posible defecto del equipo. Estos datos son usados como un patrón que nos demarca la calidad de cada uno.

Ahora bien, los rangos de funcionamiento también dependen de la naturaleza del equipo y de su propio diseño. Todo equipo electrónico normalmente lleva una placa o las especificaciones impresas en su carcasa, estas cubren los aspectos mínimos, como la naturaleza de su alimentación, consumo y frecuencia de operación de la fuente si es el caso.

Figura 5. Rangos de funcionamiento en adaptadores.



En elementos como las fuentes y cargadores se puede observar un claro ejemplo de ello. Por ejemplo, se puede analizar en un cargador o adaptador la entrada de voltaje entre 100 a 240 VAC y frecuencia de 50 a 60Hz con un consumo de 1,5A y una salida de 20VDC y 4,5A su potencia es de 90W. Estos rangos de funcionamiento son propios de este modelo de cargador. Si se compra otro tipo es muy probable que estos datos cambien.

Dentro del proceso de pruebas de los productos electrónicos es de fundamental importancia tener en cuenta las medidas mínimas de seguridad y salud en el trabajo. A continuación, en la siguiente figura se presentan aquellos elementos de protección personal y de integridad del equipo.

Figura 6. Elementos de seguridad eléctrica.



Seguridad eléctrica

Sin importar la naturaleza del equipo en cuestión es obligatorio el uso de los elementos de protección personal, ya sea una prueba desenergizada o no, los mínimos equipos de protección personal son los siguientes:

- a. Guantes dieléctricos de nitrilo
- b. Monogafas de seguridad
- c. Botas dieléctricas punteras

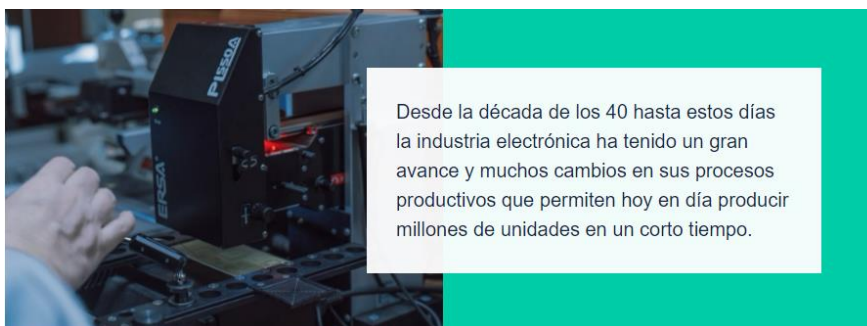
En cuanto a las medidas relacionadas con la protección de la integridad del equipo para prevenir y mitigar las descargas antiestáticas sobre los componentes o bornes de las tarjetas, se recomiendan los siguientes elementos.

- a. Manilla antiestática aterrizada a un punto de tierra
- b. Bata antiestática
- c. Tobillera antiestática
- d. Tapete antiestático

Manufactura de productos electrónicos

Empieza con una idea o una necesidad a ser resuelta. Esto se evidencia desde el primer radio transistorizado, en la década de los 40, hasta los últimos avances en los microchips, que nos permiten tener cada vez más aparatos, con capacidad de procesamiento, en un tamaño reducido y con altas prestaciones. Cada uno de ellos fueron terminados con las pruebas finales que determinan la calidad y eficiencia del producto para salir finalmente al mercado.

Figura 7. La evolución de la industria electrónica



Desde la década de los 40 hasta estos días la industria electrónica ha tenido un gran avance y muchos cambios en sus procesos productivos que permiten hoy en día producir millones de unidades en un corto tiempo.

La trazabilidad se define como el seguimiento a un proceso desde el inicio cuando las materias primas son recibidas en la empresa, hasta cuando el producto es etiquetado y empacado para su embalaje final a las líneas de distribución. En cada paso la trazabilidad exige llevar un control preciso de los eventos que suceden, de esta manera si ocurre un incidente, o un error en la producción, o se presenta un defecto en un producto terminado, la trazabilidad permite determinar en dónde se produjo la falla en la producción. Así mismo también expone lo que se conoce como un indicador de proceso, el cual sirve para observar ciertas variaciones en los productos que no necesariamente se consideran una falla como tal. A continuación, en la figura 10 se presenta un proceso productivo electrónico genérico.

Figura 8. Fundamentos de procesos productivos electrónicos



1. Etapa de diseño
2. Prototipado
3. Planeación de la producción
4. Producción
5. Prueba final

Gestión de contingencias

Dentro de un proceso de manufactura, se debe tener en cuenta la gestión de contingencias, entendiendo la contingencia como un evento inesperado que podría generar efectos negativos en la productividad de cualquier empresa u organización.

La gestión de las contingencias hace la gran diferencia entre una empresa exitosa y una empresa que no lo es.

Las contingencias pueden surgir en cualquier momento y por motivos muy variados, desde retrasos en la consecución o entrega de las materias primas necesarias para la producción, hasta problemas con el producto final en las pruebas y calibración.

Escénicamente, en un producto ya terminado y bajo pruebas finales, existen básicamente dos tipos de anomalías esenciales: eléctricas o mecánicas. Las anomalías más evidentes son perceptibles a simple vista, se detectan en la primera inspección visual al producto terminado.

Anomalías mecánicas

Las anomalías mecánicas se refieren a errores en la fabricación de la carcasa que puede presentar anomalías, fracturas, fisuras, abolladuras que, dependiendo de su gravedad, podrían llegar a afectar la calidad del producto. Por otra parte, se pueden tener anomalías mecánicas en la tarjeta de circuito impreso que pueden ser desde simple desgaste de la pintura antisolder de la tarjeta o fisuras más graves en su estructura, así como anomalías producidas por el proceso térmico, las cuales podrían producir la quemadura de ciertos puntos en la tarjeta que influirá en su desempeño electrónico modificando las propiedades de conducción del circuito.

Las grandes industrias, como las de los productos de consumo electrónico, utilizan para las inspecciones mecánicas, sobre todo las que tienen que ver más con la estética del producto, sistemas de visión artificial que agilizan y automatizan todo este proceso haciéndolo más ágil y eficiente.

Anomalías eléctricas

Estas son un poco más difíciles de detectar, ya que estas podrían depender de muchos factores, desde errores del diseño hasta componentes defectuosos que afecten el desempeño del resto del circuito.

Algunas empresas, las más grandes, tienen los tan conocidos sistemas de cama de agujas que ejecutan pruebas del tipo VI con las que generan patrones de señales que permiten hacer una búsqueda exhaustiva de la zona donde probablemente se encuentre la anomalía.

Luego de detectar la anomalía y dependiendo del volumen de la producción, de la gravedad de la anomalía y del protocolo establecido por la empresa, es muy posible que esta establezca una ruta de atención y reporte a dichos eventos, la cual puede tomar varios caminos de acción, tal como se presenta en la siguiente figura.

Figura 9. Caminos de acción



Camino 1

Uno de estos caminos implicaría que se detenga la producción y se hagan correcciones debido a que las anomalías afectan críticamente la calidad o el funcionamiento del equipo.

Camino 2

Otro camino puede ser revisar toda la producción y retirar los equipos que presenten anomalías. Si dichas anomalías son corregibles se procede a ejecutarlas para dejar los equipos funcionales.

Los reportes se componen básicamente de la información que se completa dentro de las órdenes de trabajo que están en la documentación del correspondiente protocolo de pruebas, no existe un formato estándar, debido a que este tipo de documentación depende completamente de las políticas como tal de cada empresa.

Productos conformes y no conformes

El objetivo principal de cualquier compañía es cumplir con las expectativas de sus clientes, y para lograr ese objetivo, es necesario que los productos o servicios ofertados desempeñen al cien por ciento las funciones para las cuales fueron diseñadas, así como brindar condiciones de seguridad y calidad de acuerdo con el tipo de producto y las reglamentaciones a las cuales se encuentre sujeto; es decir, que este producto debe garantizar en ciertos casos estándares tanto nacionales como internacionales.

Conforme w, los productos electrónicos de pueden clasificar de acuerdo con sus capacidades y tipo de servicio prestado. Existen tres clasificaciones esenciales, las cuales son:

Clase 1: Productos electrónicos en general

Figura 10. Tecnología de consumo: productos de audio, video y electrodomésticos



La primera clase se refiere a un productor electrónico de consumo general como lo son los productos de audio y video. Los celulares y pequeños electrodomésticos son productos que no tienen exigencias muy altas de calidad. Si su funcionamiento falla no ponen en riesgo la vida de una persona ni la productividad de una compañía.

Codificar y marcar cada producto permite a las empresas llevar con mejor precisión la trazabilidad de todo el proceso de producción. Hoy en día existen dos sistemas básicos para codificar los productos, uno es el código de barras y el otro es el código QR.

El código de barras CODE39 en productos electrónicos

De los 5 tipos de códigos de barras existentes el CODE39 es el que generalmente se aplica a los productos electrónicos, porque permite representar valores numéricos, alfabéticos y símbolos, permitiendo codificar hasta 43 caracteres.

Ventajas del código QR en la identificación de productos electrónicos

El código QR es un código de barras bidimensional, que permite acceder mucha más información que el común código de barras, generalmente al ser leído por un dispositivo tipo teléfono inteligente llevan a una URL guardada que brinda mucha información acerca del producto.

Sin importar la codificación o serial que se ponga en el producto electrónico, este debe garantizar como mínimo que la información que guarde de cuenta de lote, fecha, tipo de producto, etc.

Finalmente, todo producto electrónico debe llevar una etiqueta que lo caracterice, donde generalmente se pone la codificación, la cual tiene una segunda función y es dar un elemento de control a la empresa productora, debido a que normalmente estas etiquetas tienen unas características físicas muy especiales que permiten notar si fueron manipuladas por los usuarios. Es decir, que, si un usuario intenta manipular o modificar el equipo y remueve la etiqueta, esta se destruye o se deteriora dando un indicador para los centros de servicio de esta situación, lo que desemboca generalmente en una pérdida de la garantía del equipo.

Clase 2: Productos electrónicos de servicio especializado

La segunda clase se refiere a productos cuyo funcionamiento está diseñado para tareas especializadas, su diseño debe garantizar un funcionamiento continuo y una falla o anomalía puede causar pérdidas económicas, tal como el controlador de una máquina industrial.

Figura 13. Equipos de uso crítico: la importancia de la calidad y la seguridad.



Clase 3: Productos electrónicos de alto rendimiento y confiabilidad.

La tercera clase se refiere a equipos de uso crítico, generalmente médicos, militares o de aviación de los que su mal funcionamiento puede poner en riesgo vidas u operaciones críticas que pongan en riesgo la salud o bienestar de las personas.

Figura 14. Equipos de uso crítico: la importancia de la calidad y la seguridad.



Codificar y marcar cada producto permite a las empresas llevar con mejor precisión la trazabilidad de todo el proceso de producción. Hoy en día existen dos sistemas básicos para codificar los productos, uno es el código de barras y el otro es el código QR.

El código de barras CODE39 en productos electrónicos

De los 5 tipos de códigos de barras existentes el CODE39 es el que generalmente se aplica a los productos electrónicos, porque permite representar valores numéricos, alfabéticos y símbolos, permitiendo codificar hasta 43 caracteres.



Ventajas del código QR en la identificación de productos electrónicos

El código QR es un código de barras bidimensional, que permite acceder mucha más información que el común código de barras, generalmente al ser leído por un dispositivo tipo teléfono inteligente llevan a una URL guardada que brinda mucha información acerca del producto.

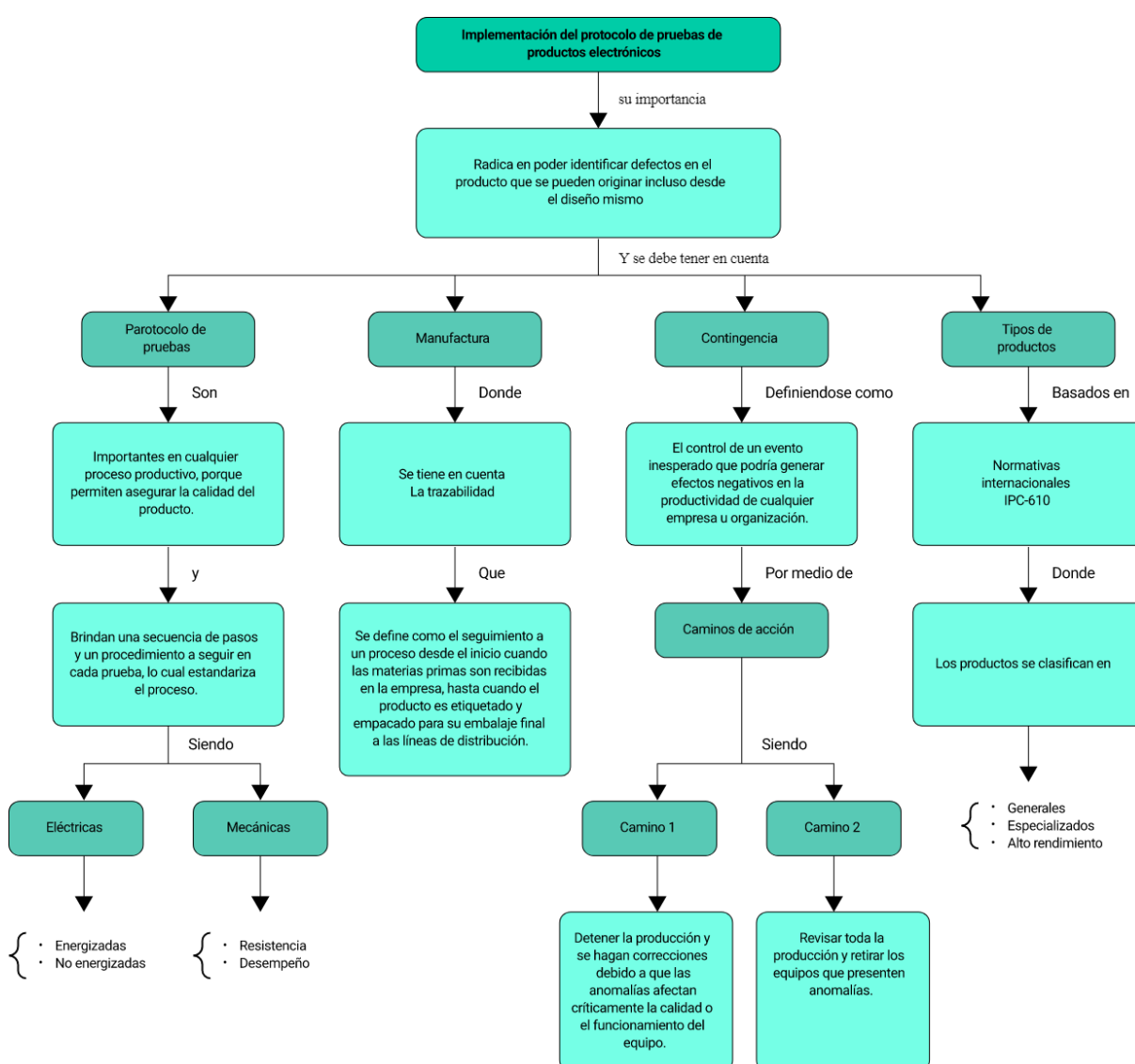


Síntesis

Este componente formativo describe de forma general los aspectos referentes a los protocolos de pruebas de productos electrónicos, que pueden llegar a ser muy diversos dependiendo del tipo de producto electrónico y proceso de producción.

A continuación, se muestra un mapa conceptual con los elementos más importantes desarrollados en este componente.

Figura 15. Síntesis de la información presentada.



Glosario

Energía estática: acumulación de carga o voltaje entre dos puntos la cual busca liberarse a través de cualquier elemento conductor.

Protocolo: procedimiento guiado por una serie de pasos lógicos.

Prueba: testeo de un equipo electrónico buscando comprobar su funcionalidad.

Rango: valor estándar establecido para una medida determinada.

Material complementario

Tema	Referencia APA del Material	Tipo de material	Enlace del Recurso o Archivo del documento material
Resumen de pruebas y métodos de inspección de placas de circuito impreso (PCB)	Proto-electronics. (s.f.). Resumen de pruebas y métodos de inspección de placas de circuito impreso (PCB).	Sitio WEB	https://www.proto-electronics.com/es/blog/resumen-pruebas-metodos-inspeccion-placas-circuito-impreso-pcb
Técnica de diagnóstico V-I.	Soriano, S. (2016). La Técnica de diagnóstico V-I. Thesergioscorner.	Sitio WEB	https://www.thesergioscorner.com/post/2016/03/01/t%C3%A9cnica-de-diagn%C3%B3stico-vi
Inspección estética de carcasa	Cognex. (s.f.). Inspección estética de carcasa.	Sitio WEB	https://www.cognex.com/es-es/industries/electronics/consumer-devices/cosmetic-housing-inspection
Aceptabilidad de ensambles electrónicos	IPC. (2010). <i>Aceptabilidad de ensambles electrónicos</i> . Consultrónica.	Sitio WEB	https://www.consultronica.es/tienda-certificaciones-ipc-foa/estandares-ipc-en-espanol/ipc-a-610g-sp-aceptabilidad-de-ensambles-electronicos-11962-97-detail.html#:~:text=IPC%2DA%2D610%20es%20el,y%20revisados%20a%20la%20industria.

Referencias bibliográficas

COGNEX (s.f.). Inspección estética de carcasa. [Fotografía].

<https://www.cognex.com/es-es/industries/electronics/consumer-devices/cosmetic-housing-inspection>

Microensamble. (2017). Que son pruebas de funcionamiento (ICT) de una tarjeta ensamblada. [Fotografía].

<http://microensamble.com/pruebas-funcionamiento-ict-una-tarjeta-ensamblada/>

SMET. (s.f.). FADOS7F1 FAULT DETECTOR. [Fotografía].

https://smtnet.com/company/index.cfm?fuseaction=view_company&company_id=53483&ponent=catalog&catalog_id=16849

Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizabal	Responsable del Equipo	Dirección General
Norma Constanza Morales Cruz	Responsable de línea de producción	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Ángela Rocío Sánchez Ruíz	Experto Técnico	Regional Distrito Capital Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones.
Miroslava González Hernández	Diseñador y Evaluador Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Gestión Industrial
Juan Gilberto Giraldo Córtes	Diseñador Instruccional	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Ana Catalina Córdoba Sus	Revisora metodológica y pedagógica	Regional Distrito Capital Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica.
Rafael Neftalí Lizcano Reyes	Responsable Equipo de Desarrollo Curricular Ecosistema de Recursos Educativos Digitales	Regional Santander Centro Industrial del Diseño y la Manufactura
Jhon Jairo Rodríguez Pérez	Corrector de Estilo	Regional Distrito Capital Centro de Diseño y Metrología
Viviana Esperanza Herrera Quiñonez	Asesora Metodóloga	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
José Jaime Luis Tang Pinzón	Diseñador Web	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Sebastián Trujillo Afanador	Desarrollador Fullstack	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Junior Rodríguez Rodríguez	Storyboard e Ilustración	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios

Nelson Iván Vera Briceño	Producción audiovisual	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Oleg Litvin	Animador	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Cristian Mauricio Otálora Clavijo	Actividad Didáctica	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Javier Mauricio Oviedo	Validación y vinculación en plataforma LMS	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Naranjo Farfán	Validación de contenidos accesibles	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios