



Componente formativo

Gestión y suministro de tarjetas para productos electrónicos.

Breve descripción:

Dentro de los aspectos contemplados en el desarrollo de productos electrónicos, se encuentra la gestión y suministro de tarjetas, en los cuales se administra y se revisa la producción, la atención al cliente y el suministro final. Por lo tanto, la manufacturación, el ensamble, las herramientas y la documentación del proceso, son fases importantes; en las que además se utiliza mucho el idioma inglés.

Área ocupacional:

Procesamiento, fabricación y ensamble

Junio 2023

Tabla de contenido

Introducción.....	3
1. Manufactura de productos electrónicos	3
1.1. Conceptos básicos en manufactura de productos electrónicos	5
1.2. Manejo de inglés técnico	11
1.3. Archivos de fabricación de productos electrónicos	13
2. Proceso de compras	14
3. Cadena de suministro	16
3.1. Modelos de aprovisionamiento	17
3.2. Variables de producción	18
3.3. Escala de producción.....	19
Síntesis	21
Material complementario	22
Glosario	23
Referencias bibliográficas	24
Créditos	25

Introducción

La fabricación de las tarjetas para circuitos impresos es una importante actividad en la electrónica, constituyéndose en el puente entre los circuitos electrónicos y los dispositivos electrónicos, que hacen parte de la vida diaria en el hogar o de muchos equipos en la industria y/o el comercio. Son piezas indispensables del aporte que la electrónica, como integrante de la tecnología, hace para tener una mejor calidad de vida, tratando de realizarlo de una manera sostenible y aportando con el aprovechamiento de los equipos inservibles.

Un ejemplo de este último fue la elaboración de las medallas de oro, plata y bronce utilizadas en los pasados juegos olímpicos realizados en Tokio, Japón. Utilizaron las tarjetas de circuitos impresos de miles de equipos electrónicos, en especial teléfonos móviles inteligentes, cámaras y otros dispositivos.

El ensamblaje, la manufactura, la gestión de proveedores de materia prima, la logística y la posterior distribución a los clientes finales, le dan el toque administrativo al desarrollo de productos electrónicos.

Conozca y reflexione sobre cómo un proceso de fabricación inicial puede transformarse en otro producto al tener en cuenta la sostenibilidad, observando el video “¿De qué están hechas las medallas olímpicas de Tokio 2020?”, el cual se encuentra en el material complementario.

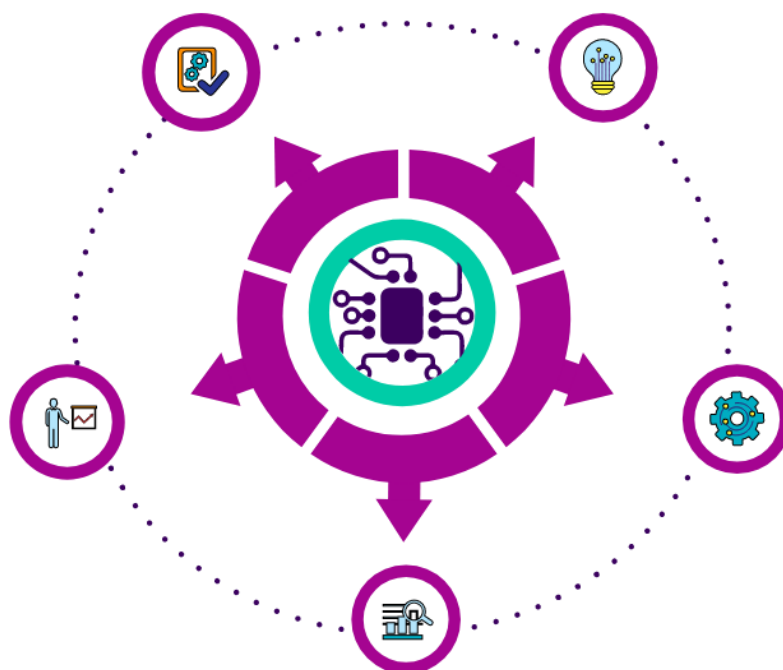
1. Manufactura de productos electrónicos

Después de haber concluido las etapas de concepción y diseño de las tarjetas de circuitos impresos, se llegan a las etapas de fabricación, producción y distribución. Para el futuro tecnólogo en desarrollo de productos electrónicos, esta es una faceta importante de su aprendizaje, por lo que comprenderá la gestión que deberá aplicar en el desarrollo de las tarjetas de circuitos impresos.

Por ello, se hace fundamental el comprender la aplicación de conceptos de calidad para la aseguranza de productos con estándares calificados, considerando las necesidades

del cliente. Así mismo, la aplicación de los principios de administración es de alta incidencia, los cuales se pueden apreciar en la siguiente figura.

Figura 1. Principios de la administración.



1. Planear

Consiste en todas aquellas actividades que se realizan previo al proyecto y diseño de la tarjeta.

2. Hacer

Hace referencia al proceso de supervisar la fabricación de la tarjeta.

3. Organizar

Estructurar todos los aspectos necesarios con el fin de minimizar reprocesos.

4. Dirigir

Liderar cada uno de los procesos de la fabricación y del proyecto como tal.

5. Controlar

Realizar el control de calidad, en cada una de las áreas del proyecto (compras, fabricación, suministro y entrega).

1.1. Conceptos básicos en manufactura de productos electrónicos

La manufactura, como su palabra lo expresa, es un procedimiento que se realiza para fabricar un elemento utilizando las manos o con la ayuda de máquinas, situación que efectivamente sucede en la producción de tarjetas de circuitos impresos, debido a que se trabaja con las manos, pero se tiene la ayuda del programa de diseño y de las máquinas de computarizadas CAD/CAM.

Es claro tener en cuenta que algunas tarjetas de circuitos impresos de tipo sencillo se pueden elaborar en casa siguiendo las instrucciones de la concepción y prediseño.

De esta manera se confirma que la fabricación de tarjetas de circuitos impresos se puede realizar en empresas preparadas para este desarrollo, siguiendo los detalles del cliente, las necesidades y objetivos de la tarjeta.

En los procesos de manufactura, no se debe dejar desapercibido el factor humano, debido a que es una columna muy importante, porque puede realizar las tareas básicas, alimentar la máquina o controlar el proceso.

Se puede definir manufactura, entonces, como la "fabricación de bienes y artículos a mano o en especial por maquinaria, frecuentemente en gran escala y con división de trabajo" (Chase, 2008:25).

Para la manufactura de productos electrónicos se cumplen las consideraciones generales de su fabricación, pero teniendo en cuenta el producto final: tarjetas de circuito impreso, las cuales van a hacer parte de diferentes dispositivos electrónicos como teléfonos, televisores, tabletas, especialmente del área de informática y comunicaciones.

A continuación, se explica cada uno de los aspectos a tener en cuenta en este proceso.

Tecnologías de ensamble

Se realizan de acuerdo al prediseño, siguiendo el orden de conexiones, utilizando el material previsto, las capas, los componentes y sus calidades y características, el material del conductor, el tipo de placa. El ensamble también incluye en su parte final, los acabados del producto y presentación final.

En ocasiones se puede llamar a todo el proceso, la línea de ensamble.

Al finalizar el ensamble ya sea de manera manual o automática, a través de máquinas automáticas, son pasadas a la etapa de montaje, elemento fundamental de la fabricación de placas de circuitos impresos. Posteriormente el equipo de fabricación utiliza equipos modernos de soldadura, de acuerdo a normatividades RoHS IPC.

Dentro de la fase de montaje de equipos, los productos ensamblados y soldados se convierten en unidades finalizadas, utilizando atornillado fino y/o de precisión, sellado y pintado, según el caso.

Procesos de fabricación

Los procesos de fabricación para las tarjetas de circuitos impresos se realizan de acuerdo a las normas de fabricación y deben cumplir con normas ambientales y de salud y seguridad en el trabajo.

El proceso de fabricación comienza con la planeación del circuito, el primer paso es la selección de la placa, un cliente puede solo requerir la placa con el trazado o esquemático del circuito o la tarjeta completa con los componentes montados. Siempre es el cliente quien en cierta forma dirige la operación de acuerdo a sus requerimientos.

Es de mucha utilidad conocer los detalles de los procesos que serán usados en la fabricación y el ensamble de los circuitos impresos, además de cómo son implementados y/o controlados, ya que nos aporta una ventaja en la etapa de diseño, saber con anticipación cómo va a ser tratada nuestra tarjeta durante los procesos a los que va a ser sometida. Por lo anterior, cobra vital importancia una buena comunicación entre el fabricante y el usuario, que brinde el soporte adecuado durante la etapa de desarrollo del proyecto.

Equipos y herramientas

Para la fabricación de las tarjetas de circuitos impresos se requieren una serie de equipos y herramientas clasificadas.

- a. Taladros.
- b. Máquinas fresadoras o fresas.
- c. Máquinas de perforación (brocas o láser)
- d. Equipos de soldadura electrónica.
- e. Disipadores térmicos.
- f. Programas de diseño electrónico automatizado (EDA, por sus siglas en inglés), equipos de impresión serigráfica, fotograbado.

En fabricación industrial se requieren máquinas con transporte de rodillos y cámaras de aspersión de los líquidos de ataque, con control de temperatura, control de presión y de velocidad de transporte. Adicionalmente, deben contar con extracción y lavado de gases.

Documentos de fabricación

Contienen los detalles del proceso, y dentro de ellos, una parte muy importante, está la planeación, la cual se puede considerar como el plan de trabajo o plan de operación. Entre sus partes, se deben considerar los siguientes puntos: número de operación, nombre de la operación, herramientas a utilizar, velocidad a utilizar, número de revoluciones, longitud de trabajo, tiempo principal y suplementarios, número de vueltas, tiempo total y observaciones, entre otros.

Los documentos de fabricación son importantes para la comunicación entre cliente, proveedor y fabricante a través de los programas de fabricación para ser entendidos por las máquinas CAD/CAM.

Como parte de la documentación se incluyen los documentos digitales, entre ellos los archivos GERBER, utilizados por los fabricantes de circuitos impresos, ya que contienen la información de estos con sus respectivas capas, superior, inferior, intermedias, de máscara, de leyenda, de cortes; el formato GERBER más utilizado es el formato RS-274X.

Panelizado (proceso de multicapas)

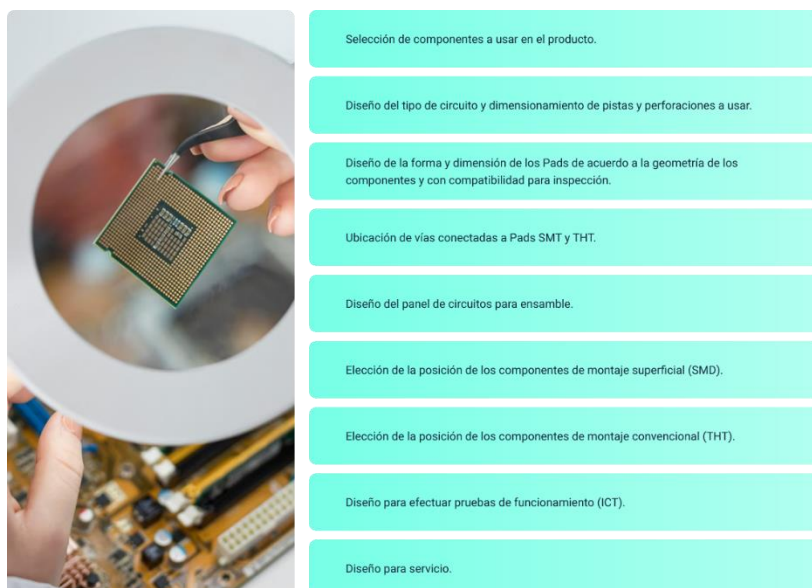
En la fabricación de tarjetas de circuitos impresos es común utilizar placas multicapas, las cuales pueden llevar el mismo circuito o diferentes circuitos.

Se utilizan para aprovechamiento de espacio, conexiones y mejor conducción, en donde se tienen en cuenta las normas de fabricación de los estándares.

Otra razón para su uso es aumentar la productividad, especialmente con el uso de máquinas robotizadas de tomar y colocar (*pick and place*).

Conozca las consideraciones más importantes que se deben tener en cuenta para la factibilidad de fabricación.

Figura 2. Consideraciones para la factibilidad de fabricación.



- a. Selección de componentes a usar en el producto.
- b. Diseño del tipo de circuito y dimensionamiento de pistas y perforaciones a usar.
- c. Diseño de la forma y dimensión de los Pads de acuerdo a la geometría de los componentes y con compatibilidad para inspección.
- d. Ubicación de vías conectadas a Pads SMT y THT.
- e. Diseño del panel de circuitos para ensamble.
- f. Elección de la posición de los componentes de montaje superficial (SMD).
- g. Elección de la posición de los componentes de montaje convencional (THT).
- h. Diseño para efectuar pruebas de funcionamiento (ICT).
- i. Diseño para servicio.

El proceso de ensamble de los circuitos impresos (PCBs) puede ser manual o en forma automatizada, como se dijo anteriormente, siendo importante tener en cuenta las recomendaciones de la IPC, para ensamblar varios circuitos en un solo panel, así:

1. Cantidad de tarjetas

Para el ensamble de componentes convencionales en las tarjetas de circuitos impresos de forma manual o automatizada, permiten incrementar la eficiencia al realizar la inserción de un mismo componente a varias tarjetas compiladas en un solo panel. Evitando pérdida de tiempo al hacerlo en forma individual. Al utilizar máquinas *pick and place*, la máquina realizará el ensamble de componentes de montaje superficial en forma mecanizada sobre la pasta de soldar, estando listo para la soldadura y revisión de calidad.

2. Bordes de sujeción

Los bordes de sujeción facilitan que los bordes del panel sean instalados para manejo y transporte en el procedimiento de ensamble, al igual que para la soldadura y revisión; cuando los circuitos son pequeños no tienen bordes y dificultan el manejo de los mismos. Estos permiten el trabajo en las placas multicapas presentando ayudas tales como guías de dirección de desplazamiento y posicionamiento de las máquinas automáticas. Además, intervienen en la situación de referencia, serialización y otros.

3. Aplicación de la soldadura en pasta

Para la aplicación de la soldadura se utilizan jeringas para inyectar manual o automáticamente en los circuitos agrupados. El panel ayuda a que un solo proceso se pueda soldar a un grupo de tarjetas en una sola acción.

4. Proceso de soldadura

En estos procesos manuales se facilita operar los circuitos mediante paneles en forma individual. Si se utilizan hornos para la soldadura, se observa ahorro de energía y tiempo.

5. Proceso de inspección

En este proceso se verifica la búsqueda de errores de manera visual: el ensamble de los componentes en el panel de los circuitos, soldaduras y conexiones. En los casos automatizados, el tiempo de inspección mejora considerablemente, lo mismo que en la calidad del producto, registro y localización de errores de los circuitos impresos y mantenimiento correctivo.

Y el siguiente es el listado de máquinas industriales que intervienen en la fabricación de PCB:

- a. Perforadoras de control numérico con cambio automático de mechas.
- b. Perforadora de control numérico 6 de 4 cabezales.
- c. Laminadora.
- d. Iluminadora de 2 x 1000 W de una bandeja doble faz.
- e. Iluminadora 60/75 de 2 x 5000 W de doble bandeja doble faz.
- f. Reveladora de fotopolímeros de 4 cámaras.
- g. Desplacadora de fotopolímeros de 4 cámaras.
- h. Grabadora amoniacal de 2 cámaras + doble enjuague.
- i. Grabadora amoniacal.
- j. Impresoras serigráficas semiautomáticas.
- k. Impresora.
- l. Pulidoras simples.

- m. Pulidora.
- n. Foto plóter de película continua de triple rayo láser.
- o. Reveladora continua de películas fotográficas.
- p. Router de control numérico de 1 cabezal de capacidad de 600 x 600 mm
- q. Perforadora/apiñadura de doble cabezal.
- r. Compresores de pistón seco de 10 HP.
- s. Compresor de tornillo de 30 HP.
- t. Guillotina.
- u. Hornos de secado.
- v. Afiladora de mechas de vidia de 6 piedras.
- w. Máquina de V-scoring.
- x. Reveladora con 2 cámaras de enjuague.
- y. Máquina Bonding por inducción para el registro de multicapas.
- z. Prensa para el prensado de multicapas.

1.2. Manejo de inglés técnico

El idioma inglés es muy importante en diferentes actividades. Es una lengua globalizada, utilizada para el comercio, la investigación, las publicaciones y por supuesto para la tecnología; muchos de los avances electrónicos en los últimos dos siglos han venido en gran porcentaje de los Estados Unidos de América y los otros inventos son traducidos a este idioma.

A pesar de que algunos términos han sido aceptados por la Real Academia de la Lengua Española como anglicismos, es de alta importancia el conocimiento de la lengua inglesa porque un gran porcentaje de los manuales de equipos y componentes, se encuentran editados en dicho idioma y pocas veces son traducidos.

Por otro lado, las empresas fabricantes, sean americanas, europeas o chinas o japonesas, realizan capacitaciones en lengua inglesa y el futuro técnico, tecnólogo o ingeniero debe estar preparado, y poseer esas competencias, por tanto, se puede afirmar que el conocimiento del idioma inglés abre muchas puertas.

En el diseño, fabricación y ensamble electrónico se utilizan los términos relacionados a este y los correspondientes a la producción de tarjetas de circuitos impresos, los cuales se han venido encontrando en este proceso de aprendizaje.

Por lo regular, se utilizan los términos en español, pero es muy común mezclar el lenguaje con términos en inglés en especial las siglas, por ejemplo, CAD/CAM, PCB, ICP, RoHS, etc. Los términos más comunes son componentes, conexiones, placas, integrados, circuitos, archivos, esquemas, ensamble, montaje, producción, dibujos, etc.

Ahora bien, como se indicó previamente, las hojas de datos y el manejo de proveedores son los factores donde más se requiere el uso de este idioma.

Hojas de datos

Las hojas de datos son la expresión de las diferentes características de un producto, sea un componente, una tarjeta de circuito impreso de uso regular o un dispositivo. En el caso de los componentes permiten seleccionar el tipo de componentes a utilizar en la tarjeta, según las características o propiedades que ofrece y las dimensiones, para poder ensamblarlo en la placa del circuito. Los programas de diseño utilizan estas hojas de datos u hojas técnicas para incorporarlos a sus bibliotecas o librerías y poder realizar las simulaciones o archivos de diseño.

Las hojas de datos u hojas técnicas de los fabricantes, sean de país de origen inglés o de otro país, son por lo general en idioma inglés, por lo cual es importante el aprendizaje del idioma, principalmente en su aspecto técnico para ser un eficiente desarrollador de tarjetas de circuitos impresos, las hojas de datos de resistencias, transistores, diodos, bobinas y condensadores, así como tiristores están en lengua inglesa.

Manejo de proveedores

Los proveedores de un cliente que requiere una tarjeta de circuitos impresos es el fabricante de estas, quien a su vez sus proveedores son los fabricantes o distribuidores de las placas, de los componentes, de las líneas de cobre u otro material conductor, de todas las materias primas y/o sustancias utilizadas para la preparación, producción, ensamble y montaje de las PCBs.

Es posible que varios de los proveedores de componentes o de placas para fabricar y/o desarrollar las tarjetas de circuitos impresos, sean de origen americano, chino, japonés o europeo, entre algunos. Sin embargo, el lenguaje comercial es el idioma inglés, afirmando la importancia de que el futuro tecnólogo tenga las competencias para leer, escribir y comprender en dicho idioma, y así asegurar que las órdenes y recepción de pedidos sean las correctas, que la aclaración de dudas, en caso de presentarse, sean eficaces y adecuadas, y que incluso para dar las gracias o para solicitar algún tipo de garantía sea precisa.

1.3. Archivos de fabricación de productos electrónicos

Se había expresado previamente en la documentación, que los archivos digitales hacían parte de esta, desde los archivos físicos que se digitalicen como los circuitos básicos y las posteriores simulaciones o modelos, hasta los archivos que se producen para llevar a las máquinas CAD/CAM o a las máquinas de tomar y colocar.

Los archivos más importantes y también los más utilizados entre los fabricantes son los archivos GERBER.

Los diseñadores de programas de fabricación de tarjetas de circuitos impresos, desarrollan opciones para leer archivos de fabricación de otros programas y convertirlos en archivos estándar para la respectiva fabricación. Tener estas opciones hace a su empresa en un proveedor adecuado para atender las necesidades de sus clientes potenciales.

Dentro de la generación de archivos de fabricación, para productos electrónicos, se encuentran los siguientes procesos como los principales.

Recomendaciones de extensiones Gerber

Las extensiones gbr o “Gerber files” son los archivos en los cuales se puede traducir o transformar los documentos de las máquinas CAD/CAM, para que sean entendidos por una máquina de fabricación de tarjetas de circuitos impresos. Estos archivos, con la extensión gbr, son el medio de comunicación entre la información de una máquina a la otra y estos archivos son de alto uso entre los fabricantes de PCBs.

Es importante recordar que los archivos Gerber son del tipo ASCII y están compuestos por cuatro elementos así: información o parámetros de configuración, las definiciones de apertura, la ubicación de las coordenadas para los comandos de dibujo y los códigos de comando para los mismos.

Actualmente, la mayoría de las máquinas CAD, traen la opción de convertir la información a archivos gbr. La primera versión de archivos Gerber eran los RS 274 D. Hoy en día se producen los RS 274 X y viene en desarrollo la versión de archivos Gerber x2., que permiten la función de capas y de objetos.

Lista de materiales

Los envíos serán embalados, transportados y asegurados exclusivamente por instrucción del comprador y a su cargo. Los materiales de embalaje se devolverán sin demora cuando se solicite, con el flete y los gastos pagados.

En caso de que se haya acordado un plazo de entrega superior a 4 meses, el proveedor tendrá derecho a repercutir en el comprador cualquier aumento de los costes que se hayan producido (materiales, fabricación, montaje, personal, envío y similares). En este caso, los precios fijados por el proveedor en la fecha se considerarán acordados.

En todos los casos en los que, por ejemplo, el material / diseño / experiencia de mano de obra cambia porque los documentos / muestras de los documentos/muestras facilitadas por el comprador no se ajustan a la realidad o son incompletos, el proveedor podrá modificar razonablemente los precios, incluso después de la celebración del contrato, en función de los costes incurridos. Todo lo anterior queda plasmado en documentos que a su vez serán soporte en el proceso de gestión y suministro de tarjetas.

2. Proceso de compras

Para todos los contratos de compra, de obra y de suministro de materiales o de servicios, se aplicarán las Condiciones Generales de Contratación del sistema gubernamental, en el caso de una contratación con una entidad pública, para contratación privada, rigen las normas del Código de Comercio. Para contratos de servicios, así como

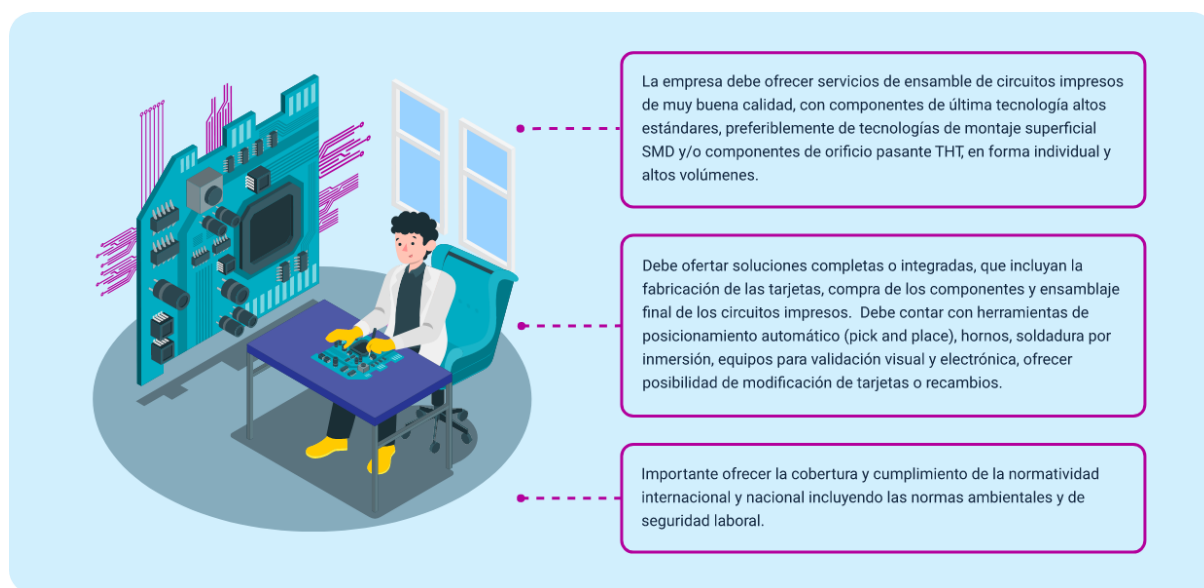
otros contratos, en la medida en que no se opongan a las disposiciones legales obligatorias o se determinen de otro modo en la orden escrita del contratista. Estas condiciones de compra se aplicarán también a todos los contratos complementarios y sucesivos.

El contrato de compras especifica los materiales, sus características, tiempos de entrega y garantías, entre algunas características del contrato. Las compras deben ser validadas inicialmente con una orden de compra y finalmente con la respectiva factura.

- a. La clasificación de los proveedores se puede dar por diferentes factores, entre ellos:
- b. El tamaño de la empresa: grande, mediana o pequeña.
- c. La procedencia: internacional o nacional.
- d. El tipo: de aplicación general o especializados.

La siguiente figura expone las características de un buen proveedor de fabricantes de tarjetas de circuitos impresos.

Figura 3. Características de un proveedor.



1. La empresa debe ofrecer servicios de ensamble de circuitos impresos de muy buena calidad, con componentes de última tecnología altos estándares,

preferiblemente de tecnologías de montaje superficial SMD y/o componentes de orificio pasante THT, en forma individual y altos volúmenes.

2. Debe ofertar soluciones completas o integradas, que incluyan la fabricación de las tarjetas, compra de los componentes y ensamblaje final de los circuitos impresos. Debe contar con herramientas de posicionamiento automático (pick and place), hornos, soldadura por inmersión, equipos para validación visual y electrónica, ofrecer posibilidad de modificación de tarjetas o recambios.
3. Importante ofrecer la cobertura y cumplimiento de la normatividad internacional y nacional incluyendo las normas ambientales y de seguridad laboral.

El nivel de inventarios debe estar referenciado con:

- a. El flujo de producción.
- b. Los pedidos de los clientes.
- c. La producción interna.

Una buena medida para una apropiada gestión de los inventarios es utilizar la metodología lean *manufacturing*, que le permite el control de inventarios en producción, almacenamiento y compras.

Actualmente no se utiliza la metodología de grandes almacenamientos de inventarios, sino una compra controlada de los elementos de uso cotidiano al igual que con los inventarios de componentes y elementos auxiliares de menor consumo para fabricación de las tarjetas de circuitos impresos.

3. Cadena de suministro

Las entregas de mercancías y la prestación de servicios se realizarán exclusivamente con base en las condiciones del contrato suscrito entre las partes. En el caso de relaciones comerciales se utilizarán los acuerdos comerciales permanentes, que se aplicarán también a los contratos futuros. En caso de que la parte contratante no esté de acuerdo, es imperativo que el cliente sea informado inmediatamente por escrito.

La empresa se reserva la posibilidad de retirar sus ofertas sin que puedan surgir reclamaciones de cualquier naturaleza, contra la empresa o proveedor.

En la medida que las entregas están sujetas a obligaciones relacionadas con el comercio exterior y pagos, se hace necesario la aplicación de la Ley de Comercio Exterior de la OMC, o las leyes de control de las exportaciones/embargos (de EE. UU. o normativas similares como la Unión europea).

El comprador será el único responsable de cumplir con todas las disposiciones y estipulaciones. El comprador o cliente obtendrá todas las autorizaciones necesarias.

3.1. Modelos de aprovisionamiento

Los modelos en que se basa la planificación de aprovisionamiento se agrupan en dos categorías principales, dependiendo de si la demanda es dependiente o independiente. A continuación, se presenta una breve explicación de cada uno de ellos, según INEAF (2021).

Modelos para reaprovisionamiento NO programado

Este modelo se presenta cuando la demanda es de tipo independiente, generada como consecuencia de las decisiones de muchos actores ajenos a la cadena logística, como lo son los clientes o consumidores, A su vez los modelos no programados se clasifican en otras dos categorías.

- a. **Modelos de reaprovisionamiento periódico, SRP:** modelos de reaprovisionamiento periódico, SRP, se caracteriza porque la solicitud o pedido se origina por períodos previamente determinados. La cantidad a requerir, será la que restablece el nivel máximo de inventarios o nivel objetivo.
- b. **Modelos de reaprovisionamiento continuo, SRC:** modelos de reaprovisionamiento continuo, SRC, se caracterizan por el lanzamiento de una orden de pedido cuando los inventarios decrecen hasta una cierta medida o "punto de pedido". El volumen a solicitar es el "lote económico de compra".

Modelos para reaprovisionamiento programado

Modelos que son generados por un *software* informático de control de producción y/o ventas en atención a que se revisan con una demanda de tipo dependiente. Los requerimientos de reaprovisionamiento se establecen por MRP o DRP que utilizan técnicas de optimización o simulación.

- a. **MRP:** la planificación de los materiales o MRP utiliza un Sistema de Planificación y Administración, usualmente asociada, con un programa basado en la planeación de la producción y el sistema de control de inventarios.
- b. **DRP:** planificación de los Recursos de Distribución o *Distribution Resource Planning* (DRP) es un método usado en la administración de negocios para planificar la emisión de órdenes de productos dentro de la cadena de suministro.

Las estrategias de aprovisionamiento son importantes en la cadena de una empresa para su organización, desempeño y atención a la operación en redundancia del servicio al cliente; con mejor atención, rápida respuesta y mantenimiento preventivo o correctivo. Dentro de las metodologías en aplicación se usa mucha la R3 alemana y las empresas de vehículos están utilizando metodologías con Internet.

3.2. Variables de producción

El modelo de gestión *Just InTime* (justo a tiempo en español), es un método o forma de complementar los tipos de aprovisionamiento, que se ha convertido en el utilizado por un alto número de empresas, contribuyendo a su desarrollo. Han propiciado que muchos se interesen por conocer esta técnica y ponerla en práctica.

El modelo «justo a tiempo» se comporta más como un sistema de inventarios que como un sistema de producción, mediante el cual, el objetivo es eliminar todo desperdicio, definido, como todo lo que no sea el mínimo absoluto de recursos de materiales, máquinas y mano de obra requeridos para añadir un valor al producto en desarrollo.

Las ventajas del modelo *Just InTime* son sus resultados en las reducciones de todas las formas de inventario, las cuales se obtienen por medio de métodos mejorados, no solo de compras sino también de programación de la producción.

Consiste en ajustes a los métodos tradicionales, estructuración de pedidos en cantidad y tiempo de entrega, destinados para mejorar el programa de producción del usuario y en pequeñas cantidades que satisfagan periodos muy cortos.

Las variables de producción, como su nombre lo indica, son los cambios que se pueden presentar en la producción, las cuales son asociados a los factores de producción como son el trabajo, el capital, los recursos naturales y la tecnología, por ejemplo, en esta época la pandemia ha afectado la producción de todos los sectores convirtiéndose en una variable temporal pero severa.

3.3. Escala de producción

Las escalas de producción se dan por el tamaño de la empresa, en referencia a la producción relacionada con sus ventas. Una empresa pequeña en ventas va a tener una escala mínima de producción, la mediana, un valor medio y una empresa de un número alto de ventas tendrá una producción alta.

Sin embargo, últimamente se utiliza el término, economía de escala el cual está relacionado con los costos de producción y representa que a mayor fabricación se puede tener menor costo para fabricar un producto. De cierta forma, esta técnica es utilizada para las compras con gran número de elementos; a mayor cantidad menor es el valor del producto.

Se basa en que el beneficio que tiene el fabricante, se lo traslada también al comprador, quien para convertirse en gran comprador se une con empresas del sector es decir para formar un clúster o realizar compras nacionales en vez de hacerlas regionales o individuales.

Para la evaluación económica de las escalas de producción se emplea el algoritmo Milawa del *software Whittle*, extrayendo archivos necesarios para comenzar la

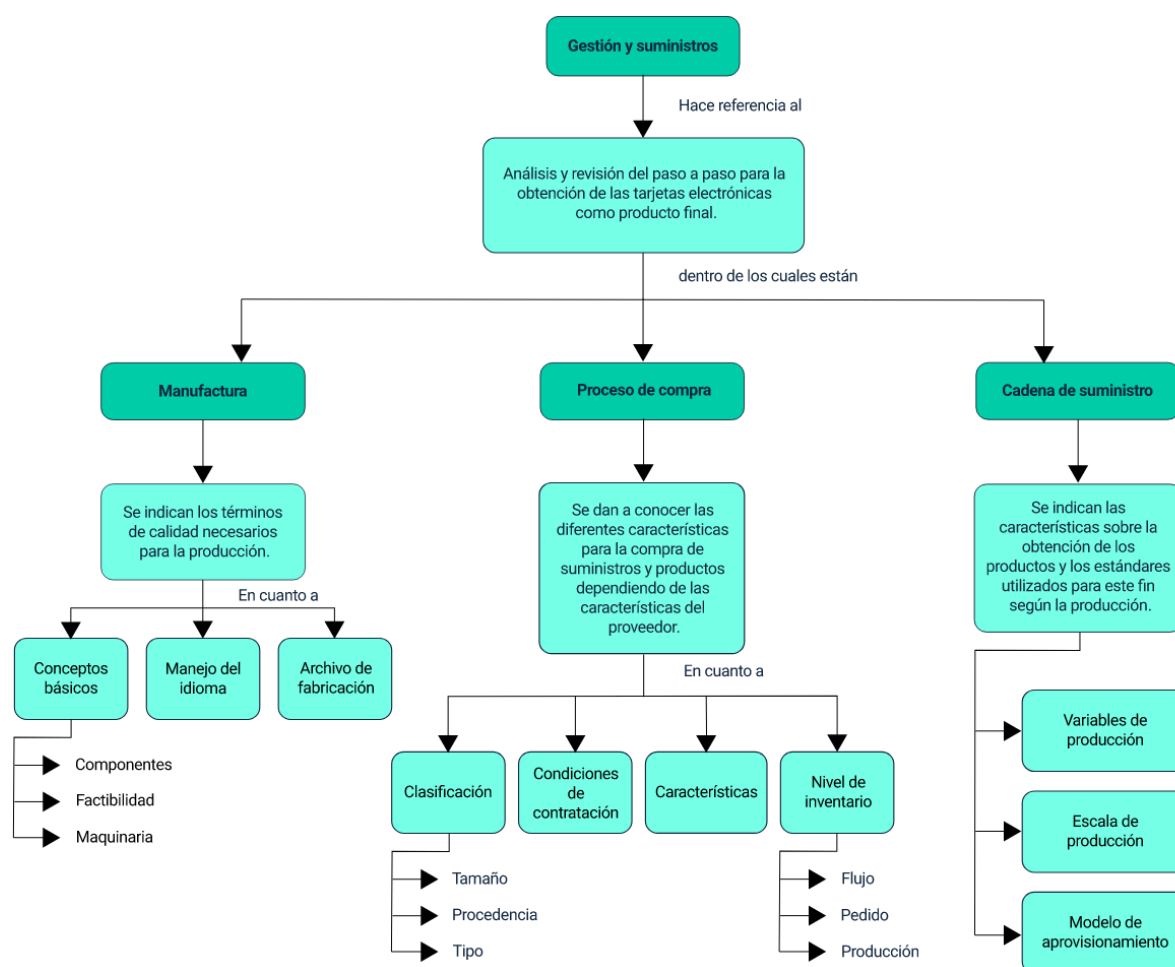
implementación del modelo en Isight, programa que analiza las capacidades de operación, producción y otras.

Finalmente, la incerteza es el término económico que ayuda a la clasificación de las escalas de producción de un sector o de una empresa.

Síntesis

A continuación, se describe el tema principal del componente formativo gestión y suministro de tarjetas para productos electrónicos, basado en la gestión y suministro de tarjetas, en los cuales se administra y se revisa la producción, la atención al cliente y el suministro final. Por lo tanto, la manufacturación, el ensamble, las herramientas y la documentación del proceso, son fases importantes para la obtención adecuada del producto final siempre generando un análisis correcto de la cadena de suministro y sus diferentes eslabones.

Figura 4. Síntesis de la información presentada.



Material complementario

Tema	Referencia APA del Material	Tipo de material	Enlace del Recurso o Archivo del documento material
Introducción	TV Azteca Deportes. (2021). ¿De qué están hechas las medallas olímpicas de Tokyo 2020? (Video). YouTube.	Video	https://www.youtube.com/watch?v=BG57cs78JxA
Documentación de fabricación	ALTIUM DESIGNER. (2017). Documentación de salida para la fabricación de circuitos impresos.	PDF	https://resources.altium.com/es/p/manufacturing-outputs-datasheet
Diseño y fabricación de PCBs	Bellidoz, M. (2019). Diseño y fabricación de PCBs.	Presentación	https://www.dte.us.es/docencia/etsii/gii-ic/laboratorio-de-desarrollo-hardware/temas/Tema5NormasPCB/at_download/file

Glosario

Circuito impreso: circuito con diversos componentes que se obtienen por impresión sobre un soporte aislante. Conjunto formado por un circuito impreso y la base que lo soporta.

Datos: información sobre algo concreto que permite su conocimiento exacto o sirve para deducir las consecuencias derivadas de un hecho. Es la información dispuesta de manera adecuada para su tratamiento por una computadora. (RAE, 2021)

Ensamble: unión de partes dentro de una placa.

Equipos: dispositivos utilizados para realizar tareas específicas.

Fabricación: proceso de creación de un elemento, generalmente llamado producto, puede ser para integrarlo a otro o como un todo.

Herramientas: elementos utilizados para manipular otros elementos o artefactos, preferencialmente en electrónica para trabajar con los componentes o equipos.

Manuales: libros técnicos relacionados con la operación y/o mantenimiento de un equipo.

Manufactura: trabajo manual o mecanizado para desarrollar un producto.

Pista: camino de rodadura para señales eléctricas en un dispositivo eléctrico electrónico.

Placa: lámina, plancha o película que se forma o está superpuesta en un objeto.

Proveedores: empresas o personas que proveen de un servicio o producto a otra.

Tarjeta: placa de circuito impreso que, como parte del equipo de una computadora u otro dispositivo electrónico, permite la realización de ciertas funciones, como audio, video, edición de gráficos, etc.

Terminología: términos utilizados frecuentemente en una actividad, generalmente especializada.

Referencias bibliográficas

INEAF. (2021). Nuevos métodos de aprovisionamiento para mejorar la productividad en la empresa.

<https://www.ineaf.es/tribuna/gestion-y-metodos-de-aprovisionamiento/>

Microensamble (2016). ¿Qué es diseño para manufacturabilidad (DFM) en circuitos impresos?

<https://microensamble.com/disenio-manufacturabilidad-dfm/>

Microensamble (2016). ¿Cómo ordenar y diseñar circuitos impresos en formato panel para ensamble?

<http://microensamble.com/ordenar-disenar-circuitos-impresos-formato-panel-ensamble/>

Real Academia de la Lengua Español (2021). Diccionario. RAE.

<https://dle.rae.es/documentaci%C3%B3n?m=form>

Wikipedia (2021). Circuito impreso.

https://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_impreso

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	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Andrés Aurelio Alarcón Tique	Experto Técnico	Regional Distrito Capital Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones.
Miroslava González H.	Diseñador y Evaluador Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Gestión Industrial.
Sergio Augusto Ardila 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	Asesor pedagógico	Regional Santander Centro Industrial del Diseño y la Manufactura.
Sandra Patricia Hoyos Sepúlveda	Corrección de estilo	Regional Distrito Capital Centro de Diseño y Metrología
Jhon Jairo Rodríguez Pérez	Diseñador y Evaluador Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Diseño y Metrología.
Viviana Esperanza Herrera Quiñonez	Asesora Metodológica	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
José Jaime Luis Tang Pinzón	Diseñador Web	Regional Tolima Centro de Comercio y Servicios
Francisco Javier Vásquez Suárez	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	Animador y 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