

Acuña A., Jorge E. *Principios y condiciones para calidad de diseño en procesos de ensamble. Tecnología en marcha.* Vol 10, no. 2. 1990. p. 21-24

PRINCIPIOS Y CONDICIONES PARA CALIDAD DE DISEÑO EN PROCESOS DE ENSAMBLE

Ing. Jorge E. Acuña A.*

RESUMEN

Este artículo describe algunas generalidades que se deben tomar en cuenta en el diseño de un producto, con el fin de lograr el nivel de calidad deseado por el cliente. Se enfatiza en el hecho de que un producto que no obedezca a los requerimientos del cliente ni a las limitaciones y necesidades de los procesos productivos tiene muy baja probabilidad de éxito en un mercado tan competitivo como el actual.

Todo producto industrial pasa por una etapa de diseño. En unos casos este proceso es altamente especializado y en otros casos obedece al trabajo de una única persona que, a través de los años, ha adquirido la suficiente experiencia y pericia para bosquejar un diseño. En muchas ocasiones, se hace caso omiso de las especificaciones del consumidor y se diseña un producto fácil de fabricar pero que no es del total agrado del cliente. En otras ocasiones, se diseña el producto sin tomar en cuenta las capacidades tecnológicas y técnicas de los procesos productivos con el correspondiente problema de que se tiene un diseño difícil de producir. En cualquiera de estas situaciones, el producto que se fabrica no cumple con la calidad exigida por el diseño, pues los ingenieros de producción se limitan a interpretar lo establecido por el diseñador.

Lo importante es tener claro que, en la medida en que el diseño cumpla con las necesidades del consumidor y con los requerimientos y limitaciones de producción, se podrá lograr el objetivo de calidad

que también colaborará con las metas de que las ventas se incrementen día con día.

Uno de los tantos procesos productivos que se ve afectado por situaciones de este tipo es el proceso de ensamble, pues si el producto no se diseña para una fácil y simple operación de acople, los problemas de productividad y calidad se agravarán y se incrementarán. Con el fin de introducir los diferentes procesos de ensamble se hará a continuación una breve presentación de cada uno de ellos.

Los sistemas de ensamble pueden ser clasificados en cinco categorías: manual, semiautomático, automático, flexible y adaptado.

Un sistema de ensamble manual es aquel ejecutado por operarios que necesitan mesas, dispositivos, cajas, sujetadores y herramientas manuales para llevar a cabo su trabajo. Además, se necesitan bandas transportadoras, dispositivos de gravedad u otros equipos de manejo de materiales para el transporte de materiales, partes y productos de un puesto de trabajo a otro. Las manos son la principal herramienta de trabajo.

Un sistema de ensamble semiautomático es aquel en el que las operaciones manuales deben ser sincronizadas con las operaciones mecánicas para lograr una alta productividad en las operaciones de carga y descarga.

En el sistema de ensamble automático el sistema de producción es operado usando programas de computadoras de acuerdo con el proceso por ejecutar.

El sistema de ensamble flexible es diseñado para ejecutar operaciones tomando en cuenta las variaciones en las características principales de las partes y productos por fabricar.

* Profesor del Departamento de Producción Industrial Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Un **sistema de ensamble adaptado** es aquel cuyos programas de ejecución están capacitados para ejecutarse a pesar de variaciones introducidas en el procesamiento del producto.

En general, no importa el tipo de ensamble, el objetivo de los diseñadores es uno: idear un producto cuya simplicidad y características permitan un fácil ensamble, satisfaciendo los requerimientos del consumidor a un nivel económico para la empresa. Esto es conocido como **diseño para la manufactura**.

En la aplicación de este concepto, los diseñadores toman en cuenta el tipo de producto, sus características y los siguientes principios:

1. **Modularidad:** se deben combinar tantas partes como sea posible en una sola, con el fin de reducir inventario, facilitar el manejo de partes y piezas, disminuir el tiempo de ensamble y el nivel de dificultad de la operación. A la vez, con la aplicación de este principio se facilitan la programación y el control de producción y el orden se favorece.
2. **Partes multifuncionales:** este tipo de partes permiten tener tareas de ensamble más eficientes y más productivas pues se reduce considerablemente el tiempo de ensamble, la probabilidad de errores y la necesidad de las largas y complicadas actividades de capacitación y entrenamiento.
3. **Accesibilidad:** las partes que componen el ensamble deben ser diseñadas de tal manera que favorezcan el diseño de un método de trabajo fácil, evitando el trabajo de "contorsionista" que es frecuente ver en operaciones de ensamble manuales.
4. **Flexibilidad:** las partes de un producto ensamblado deben ser diseñadas de tal manera que permitan cambios rápidos y ágiles en el futuro. Con ello se reducen los costos de los cambios necesarios para adaptarse a los requerimientos de mercado y del avance tecnológico.
5. **Utilidad:** las partes y subensambles deben ser diseñados de tal manera que se obtengan utilidades sin sacrificar la calidad de materiales y componentes. Para ésto, el diseñador debe
6. **Simplicidad:** un diseño de producto que sea simple evita errores en las líneas de ensamble, pues las instrucciones y esquemas son fáciles de entender. Esta simplicidad puede eliminar operaciones de ensamble innecesarias. En el caso de ensamble automático, simplicidad significa diseñar el producto para que incluso sea fácil de ensamblar manualmente.
7. **Seguridad:** diseñar un producto que sea fabricado y usado bajo condiciones seguras es una tarea fundamental del diseñador. Dispositivos, materiales y procesos deben cumplir con las normas de seguridad establecidas.
8. **Facilidad:** el ensamblaje unidireccional simplifica la operación de ensamble. Puestos de trabajo que se diseñen bajo este concepto facilitan ampliamente la operación.
9. **Variabilidad:** si se diseña un producto con excesivo número de partes variables, se perjudica la ejecución de operaciones de ensamble. El número de partes debe ser mínimo, de tal manera que se simplifique la estructura de ensamble y se facilite el proceso.
10. **Orientación:** la orientación de las partes en la operación de ensamble puede causar demoras e incrementar la probabilidad de error. La necesidad de orientar partes puede ser evitada usando dispositivos o superficies de orientación. El diseño de puestos de trabajo que obedezcan a un proyecto cuidadosamente evaluado garantiza este principio.

Con el fin de cumplir con los requisitos de un diseño para el ensamble es necesario procurar ciertas condiciones. Entre éstas:

1. Eliminación de ajustes y escogencia de un método eficiente de ensamble de partes. La operación de ajuste es la que más problemas de

- calidad causa, por ello debe ser cuidadosamente estudiada brindando tolerancias que no sean tan grandes como para que el producto pierda estética y calidad, ni tan pequeñas que den como consecuencia que la operación de ensamble se vuelva difícil de ejecutar. El método y los materiales para unir partes deben ser seleccionados de tal manera que se reduzca la probabilidad de desajustes y uniones defectuosas.
2. Reducción del uso de herramientas y sujetadores. El diseño debe contemplar formas de ensamble que minimicen el uso de tornillos y toda clase de sujetadores. Si esto se logra, el uso de herramientas será mínimo y la operación de ensamble será más eficiente.
 3. Atención especial sobre valores objetivos establecidos para dimensiones críticas. Toda dimensión crítica debe ser especialmente tratada y analizada por medio del control estadístico, buscando siempre el valor objetivo que minimice la variabilidad. El método de Taguchi constituye una gran ayuda en el logro de esta meta.
 4. Establecimiento de superficies con características topográficas que favorezcan el ensamble. Este tipo de superficies permitirán a la máquina o al operador ejecutar la operación en una forma más ágil, rápida y eficiente.
 5. Identificación de parámetros de diseño. Si se conocen los parámetros que pueden afectar la calidad del producto se pueden predecir fallas antes de la etapa de producción. El método de Taguchi y en general las técnicas de diseño de experimentos pueden ser útiles para este análisis.
 6. Análisis de propiedades de los materiales. Es importante tomar en cuenta propiedades de los materiales en el diseño de producto, así como las interacciones entre el ambiente, el ser humano y las máquinas, evaluando las posibles causas de fallas.
 7. Estudio del producto y de la tecnología del proceso. Es absolutamente necesario conocer acerca de las características del producto y de la

tecnología del proceso. Diseñar un producto sin tomar en cuenta estos aspectos provoca un gran riesgo de cometer errores. El diseñador debe conocer las limitaciones y fortalezas de los sistemas de ensamble. Esto requiere del trabajo en equipo de diversas disciplinas.

8. Análisis de la competencia. Es importante analizar las causas de éxito o fracaso de mercado de nuestros competidores, pues es una forma de retroalimentar nuestros productos y procesos. Para ello se debe establecer un adecuado sistema de información que periódicamente recolecte datos para su posterior análisis.
9. Análisis de diseños preliminares y finales. Definitivamente no es una buena práctica iniciar una producción sin analizar las fortalezas y debilidades del diseño establecido. Esto se logra a través de pruebas piloto iniciales que permitan evaluar las características de diseño y determinar los cambios necesarios. La práctica de fijar valores objetivos en lugar de tolerancias obliga al proceso a producir con un mejor margen de calidad.

El diseño de un producto bajo estos principios y condiciones garantizará éxito en el mercado con el correspondiente aumento en el volumen de ventas.

Las inquietudes generadas por este objetivo han dado origen a los sistemas CAD (diseño asistido por computadora) con los que se utiliza la computadora para producir un diseño que tome en cuenta la mayor cantidad de variables que puedan influir en la fabricación del producto. Con el fin de disminuir la interpretación de los requerimientos de diseño se habla en la actualidad de sistemas CAD/CAM, a través de los cuales el diseñador puede transmitir instrucciones directamente a la máquina respectiva.

CONCLUSIONES

Del análisis anterior se desprende que el diseño del producto juega un papel clave en el logro del objetivo de calidad final. Si un diseño se plantea apegado a los requerimientos del consumidor y a las limitaciones y necesidades del proceso existe una

alta probabilidad de que sea satisfactorio para ambas partes. Esta tarea incluye un análisis profundo de materiales y procesos.

Si se diseña para la producción, las diversas tareas de control de calidad y control de producción se harán relativamente más fáciles. Si los diseños están sujetos a interpretación del equipo de producción, la probabilidad de cometer errores crece.

Aunque la discusión se ha centrado en diseño para el ensamble los criterios citados en este artículo son totalmente válidos para otros procesos. El nombre dado en este caso es diseño para la manufactura.

LITERATURA CONSULTADA

1. Acuña, Jorge, **Control de calidad**, Cartago: Editorial Tecnológica, 1986.
2. Boothroyd, G.; Dewhurst, Peter. **Design for assembly**, Amherst, Massachusetts: University of Massachusetts, 1972.
3. Crosby, Philip B. *Design Stage Is Best Time To Prevent Quality Problems*. **Purchasing**. Vol 8, Diciembre, 1983, 78 Al.
4. Fisher, Robert, *Design for assembly*. **Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium**. 1984, p. 409.
5. Gairola, Arun. *Design analysis for automatic assembly*. **International Journal of Production Research**. Vol. 24, julio-agosto, 1986, p. 839.
6. Ishikawa, Kaoru, **What Is Total Quality Control? The Japanese Way**, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1985.
7. Schreiber, Rita. *Design for assembly*. **Robotics Today**, Vol. 7, junio, 1985, p. 45.

EQUIPOS Y MAQUINARIA
 PARA CAFE

INDUSTRIAS BENDIG S.A.

EXPORTANDO :
 PLANTAS Y EQUIPOS PARA
 EL BENEFICIADO DE CAFE;
 HUMEDO Y SECO.

San José, Costa Rica.
 Apdo. 290-2400
 TEL.: 59-73-79
 Fax:(506) 59-01-10

DISEÑO
 TECNOLOGIA
 CALIDAD