

Las especificaciones en el DISEÑO

Ing. LUIS EDUARDO BENITEZ HERNANDEZ
Profesor Titular
Departamento Ingeniería Mecánica

El proceso de diseño debe ser iterativo de manera que se formulen ideas y arreglos de materiales que cumplan una función determinada. Estas ideas son transmitidas al usuario final por medio de ESPECIFICACIONES.

Este artículo se ocupa de analizar, en forma somera, los cuatro tipos de especificaciones que tienen mayor incidencia en el proceso de diseño: especificaciones de diseño, proceso, producto y funcionalidad.

Para situar bien al lector en este tema, es necesario ubicarlo dentro del proceso general de diseño en la Ingeniería..

1. EL PROCESO DE DISEÑO

El proceso de diseño comprende una secuencia de actividades o pasos que se siguen para llegar a una solución satisfactoria, a un problema concreto que se ha planteado. Cada diseñador puede tener una interpretación particular del proceso de diseño, pero en general se pueden identificar unos pasos que en todo diseño van a estar presentes, estos son:

- Identificación y definición del problema.
- Establecimiento de condiciones mínimas (especificaciones)
- Propuesta de soluciones
- Evaluación de alternativas propuestas
- Toma de decisiones
- Implementación o puesta en marcha.

En el primer paso lo que se hace es un reconocimiento de una situación planteada para determinar si un problema realmente existe o no y, en caso afirmativo, saber en qué consiste. Una vez definido el problema se pasa a cuantificar o cualificar algunas características del problema con el fin de establecer las condiciones que la solución debe satisfacer; estas vienen a ser las especificaciones iniciales del problema. Posteriormente el diseñador o grupo de diseñadores pasa a la etapa creativa para hacer propuestas imaginativas que, cumpliendo con las especificaciones iniciales, den la solución al problema. Allí se puede hacer uso

de diferentes técnicas que van a permitir recoger varias propuestas de solución.

Con una gran cantidad de propuestas sobre la mesa viene la siguiente etapa que consiste en evaluar todas las alternativas. En esta evaluación se debe tener en cuenta la capacidad de cada alternativa para cumplir las especificaciones y también debe existir un orden de prioridad o de importancia de cada especificación; este orden le asignará un proceso específico a cada una y la calificación final estará ponderada por este factor. Para adelantar esta labor se aconseja elaborar una "tabla de evaluación" de las diferentes alternativas, lo cual permitirá definir cual o cuales son las que más se acercan a la solución del problema.

Con esta tabla se puede tomar la decisión que más se acerque a la solución óptima del problema. En la mayoría de las ocasiones una sola alternativa no satisface, en forma óptima, todos los requisitos establecidos en las especificaciones, entonces se analiza la posibilidad de combinar lo mejor de algunas de las alternativas propuestas. Una vez tomada la decisión viene el paso definitivo que consiste en llevar el diseño a la práctica.

Se debe aclarar que el proceso hasta ahora descrito no es el único ni es excluyente en cuanto a la secuencia de los pasos a seguir, ya que algunos de estos se

pueden traslapar o puede ser necesario volver sobre ellos varias veces. Por ejemplo las especificaciones requieren una atención continua en todo el proceso y, una vez iniciada la última etapa de implementación del diseño, es necesario establecer las especificaciones técnicas definitivas.

El proceso de diseño debe ser iterativo de manera que se formulen ideas y arreglos de materiales que cumplan con una función determinada. Estas ideas son transmitidas al usuario final por medio de ESPECIFICACIONES. Este proceso pretende construir un equipo que responda lo más enteramente posible a las necesidades de la economía nacional, que dé el mayor efecto económico y que disponga de los más altos índices técnico-económicos y de explotación. Los principales índices que deben tenerse en cuenta son: alta productividad, rendimiento económico, resistencia mecánica, fiabilidad, peso mínimo, volumen metálico, dimensiones exteriores, capacidad energética, volumen y costo de los trabajos de reparación, gastos en la mano de obra, elevado recurso de longevidad, largos períodos entre reparaciones, elevado grado de automatización, sencillez y seguridad del servicio, comodidad de manejo (mandos), de montaje y desmontaje.

Estos índices se expresan por medio de unas especificaciones que deben ser entregadas al usuario del equipo.

2. LAS ESPECIFICACIONES

2.1 Definición

Son documentos, escritos o gráficos, que describen totalmente un producto en términos de requisitos funcionales y limitaciones físicas.

Estas especificaciones constituyen un paso importante en el proceso de diseño y generalmente definen valores, calidades y aptitudes.

También se puede decir que son documentos que se intenta usar en procura de que se describan con claridad y precisión los requerimientos técnicos para elementos, materiales y servicios incluyendo el proceso por medio del cual se va a verificar el cumplimiento de los requisitos.

2.2 Aspectos a tener en cuenta al elaborar una especificación

Economía. El efecto económico se determina por la magnitud de la eficiencia de la máquina y por la suma de los gastos de explotación de todo el trabajo de la misma.

Longevidad del producto. Es el tiempo total posible de funcionamiento de la máquina sin fallas durante todo el período de servicio.

Rendimiento de la máquina. Mide la capacidad de producción ubicándose en los más altos índices de productividad.

Normalización. Los elementos nuevos o los que requieren un proceso especial de fabricación sólo se introducen cuando mejoran el rendimiento de la máquina y la comodidad del servicio (por ejemplo los cambios de modelo en los automóviles).

2.3 Tipos de especificaciones

A pesar de que existen otros tipos, sólo se van a mencionar las cuatro especificaciones que pueden llegar a tener mayores incidencias en el proceso de diseño.

Especificaciones de diseño. Se especifican materiales y dimensiones.

Especificaciones del proceso. Se especifica el proceso de transformación desde la materia prima hasta el producto.

Especificaciones del producto. Se especifican la presentación y las características finales del producto.

Especificaciones de funcionalidad. Especifica las características necesarias para el funcionamiento del producto.

2.4 Contenido de una Especificación

Como un ejemplo se anexa a continuación una lista de los puntos que deben ser considerados al elaborar una especificación para un producto.

Descripción General

Propósito o uso

Tipo o naturaleza del equipo

Funciones de todo el sistema

Lista de las unidades (o subsistemas) que componen el sistema (el nombre de la Unidad debe indicar su función). En lo posible y como una buena ayuda debe incluirse un diagrama de bloques.

Características de operación y rendimiento (de todo el sistema)

Lista de las características de operación del sistema. Establece los modos de operación, métodos y rangos de control y la secuencia de operaciones. Incluye, con respecto a los puntos anteriores, el rendimiento y precisión deseados.

Monitoreo. Lista de indicadores y medidores de todo el sistema. Incluye rendimiento y precisión deseados.

Funciones, características de operación y rendimiento de cada subsistema

Lista de funciones a ser ejecutadas y características de operación de cada subsistema, con una tabulación separada para cada uno. Se debe indicar: modos de operación, métodos y rangos de control, secuencia de operación y datos de señales. En cada caso se incluye el rendimiento y la precisión deseados.

Monitoreo. Lista de indicadores y medidores. Incluye rendimiento y precisión deseados.

Se repite esta lista para cada subsistema.

Fuente de potencia, seguridad y medio

Potencia requerida. Determina la forma (eléctrica, calorífica, por combustión, etc), las características de operación como el voltaje de entrada (incluidos los rangos), fases, frecuencias y máximo consumo de potencia que se desea.

Seguridad. Sistemas de seguridad necesarios

Medio. Considera factores como los rangos de temperatura ambiente, rangos de humedad, vibración, choques, resistencia a las radiaciones, y protección contra explosiones.

Construcción

Esquemas del sistema y requisitos de instalación
Limitaciones de tamaño y peso
Transportabilidad
Empaque, con todos los detalles necesarios para la seguridad del producto.

Calidad y confiabilidad

Calidad de construcción. Hace referencia a los estándares necesarios para factores como práctica, soldaduras, circuitos impresos, etc.
Confiabilidad. Especifica el análisis del tiempo de falla.

Requisitos de aceptación

Si se desea, se especifica la inspección o ensayo que se hace para el vendedor o representante de ventas.

Se especifican las inspecciones o ensayos a hacer en la planta donde se fabrica.

Requisitos suplementarios

Especifica requisitos de instalación, partes a ser suministradas, transporte y servicio.

Requisitos especiales

Si es procedente, describir como manejar alternativas de diseño, lista de excepciones a las especificaciones para el vendedor, información del diseño que se puede suministrar con la oferta de venta y facilidades que el constructor puede ofrecer tales como accesorios y herramientas.

3. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Aquí se especifican materiales, forma y dimensiones del producto. Para escoger estos ítems se deben tener en cuenta las normas internacionales establecidas antes que dar rienda suelta a las preferencias de cada diseñador. Es necesario observar que hay diferentes materiales que pueden cumplir una función específica. Algunas especificaciones pueden ser negociadas de modo que de un proyecto ideal que cueste demasiado (materiales) o se demore excesivamente (proceso de

fabricación), se pueda sacar al mercado un producto menor que el ideal, pero que cumpla las funciones básicas. Las especificaciones de diseño deben dar, en términos medibles las calidades y valores para que un elemento sea mantenido como ítem de repuesto. Esta exposición de cualidades en términos medibles es necesaria para que sea posible su verificación; por ejemplo las tolerancias de fabricación deben darse en una forma tal que sean susceptibles de verificar en una forma práctica. Algunos valores no admiten una aplicación práctica de unidades de medida; por ejemplo la configuración superficial de ciertos acabados. Para estos casos se dan límites admisibles de desviación en las medidas.

Se puede afirmar que el proceso de diseño consiste en formular ideas y arreglos de materiales de modo que cumplan una función específica. En el diseño de productos de Ingeniería es casi siempre necesario transmitir estas ideas a otros por medio de especificaciones.

El diseñador es la persona clave que genera las especificaciones del producto y es también quien determina la calidad, confiabilidad y función del producto; sin embargo puede tener restricciones relacionadas con la manufactura, el ensayo o la aplicación.

Las influencias externas solo pueden cambiar las especificaciones de los requisitos de diseño.

Las especificaciones de servicio son presentadas como condiciones del diseñador, sin embargo en la práctica muchas de estas resultan de acuerdo con el usuario del producto.

Una especificación de diseño se puede presentar en diferentes formas:

- Especificaciones escritas
- Dibujos
- Información codificada (Software de computador)
- Información patronada de varias clases.

Cuando una especificación de diseño se presenta por escrito debe contener como mínimo la siguiente información.

- Título
- Alcance
- Aplicaciones
- Especificaciones relacionadas
- Rendimiento
- Valores
- Ensayos de aceptación.

Los dibujos deben contener en forma clara y precisa la información suficiente para fabricar el producto. No es aconsejable excederse en especificaciones relacionadas con la forma y dimensiones del producto ya que esta ocasiona mayores costos y puede desviar la atención durante el proceso de fabricación.

Cuando la información viene codificada, se supone que se está utilizando como herramienta el computador. Esto permite diseñar y fabricar productos con mayor precisión que en forma manual. Valga la pena

anotar las facilidades que brinda el hecho de utilizar los sistemas CAD–CAM–CNC como herramientas valiosas que permiten diseñar y construir productos con mayor eficiencia.

La información patronada hace referencia a las normas emitidas por organismos nacionales e internacionales. En el caso colombiano se hace referencia a las normas ICONTEC.

ESPECIFICACIONES DEL PROCESO

Un proceso hace referencia a una serie de acciones u operaciones ejecutadas bajo condiciones controladas para producir un resultado final definido, el cual no es necesariamente un producto acabado.

Cuando los resultados finales de una operación de maquinado (tales como dimensiones, posiciones, ángulos, etc.) se colocan en un dibujo, las operaciones no se indican allí. Otros procesos de acabado se suponen como resultados formales del producto. En el dibujo no se deben indicar las actividades intermedias.

Los dibujos no controlan el proceso de producción, sólo controlan que el producto final esté conforme a los requisitos del diseño. El dibujo debe presentar los criterios para determinar si el producto está bien en sus dimensiones y forma física, sin intervenir en el método de producción. Cuando se tienen piezas simples, se indican pocas instrucciones de taller, de otra forma se complica innecesariamente el proceso de fabricación con la consecuente elevación de los costos.

En los procesos químicos o metalúrgicos que no pueden controlarse se debe indicar la forma de controlar el resultado final. Los requisitos del proceso se colocan en un dibujo sólo cuando son necesarios como un medio indirecto de verificar la configuración del diseño. En todos los otros casos sólo se necesita especificar el resultado final.

Los requisitos del proceso deben ser precisos. Hay dos formas de colocarlos en un dibujo.

Por medio de notas
Haciendo referencia a procesos estandarizados.

Se pueden distinguir tres niveles de especificación del proceso.

Especificaciones totales del proceso. Aquí se detalla el proceso total paso a paso.

Especificaciones del proceso como documento técnico. En este caso se detallan todos los aspectos técnicos inherentes al control.

Especificaciones del proceso que controlan el diseño. Es un documento preparado como instrumento de un dibujo de ingeniería.

5 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

Estas especificaciones consultan las necesidades, gustos, deseos y posibilidades del consumidor. Definen las condiciones bajo las cuales los componentes del diseño son comprados o construidos. Las propiedades

del material son parte importante de las especificaciones del producto.

Hay tres fuentes de información que permiten recoger los datos necesarios para establecer las especificaciones del producto.

El consumidor potencial

Los grupos que tienen autoridad para imponer restricciones

La compañía para la cual se hace el producto.

La información sobre el consumidor potencial se puede conseguir a través de:

Los departamentos de ventas. Son el primer eslabón entre el fabricante y el consumidor.

Servicio de reparaciones o de mantenimiento. Hay un contacto directo con el cliente y permite reunir valiosa información sobre todo para el lanzamiento de futuros productos o modelos renovados.

Algunas oficinas del gobierno tienen información valiosa sobre grandes conglomerados de población.

Realización de encuestas sobre los potenciales compradores

Encuestas de uso de productos que están en el mercado dan información valiosa sobre aspectos como la comodidad, seguridad de manejo, consumo de energía, frecuencia de fallas, etc.

Información de la competencia. Se pueden comprar y someter a prueba esos productos. Esta prueba puede decir qué características necesita tener un producto para conquistar el mercado.

La propaganda comercial de la competencia, donde detallan las ventajas sobre otros productos.

En cuanto a los grupos que tienen autoridad para imponer restricciones en el país se pueden contemplar los siguientes:

Publicaciones hechas con leyes de protección al consumidor. Tienen la posibilidad de aceptar o rechazar el producto.

ICONTEC, que establece normas mínimas para la fabricación de algunos productos

Las aseguradoras, que por razón de su oficio disponen de normas de funcionalidad, materiales aceptables, límites de dimensiones, etc.

Las ligas de consumidores que trabajan en procura de que se ofrezca la mejor calidad a los consumidores. Para esto se apoyan en las normas nacionales e internacionales establecidas y en las leyes dictadas por el gobierno.

Como una consideración muy importante en la definición de las especificaciones del producto se deben tener en cuenta las restricciones establecidas por las compañías propietarias del diseño. Por ejemplo los

fabricantes de tornillos imponen restricciones en cuanto a diámetros, longitud y tipos de tornillos; los fabricantes de rodamientos también imponen restricciones en diámetros y ancho. El diseñador debe restringirse al uso de estos elementos comerciales ya que la exigencia de un tornillo, rodamiento o elemento mecánico especial eleva considerablemente los costos.

6. ESPECIFICACIONES DE FUNCIONALIDAD

Describen los ensayos de funcionalidad a que debe ser sometido el producto terminado. Estas especificaciones le permiten al diseñador hacer la escogencia que el crea es la más conveniente para el producto.

Las especificaciones de funcionalidad no describen al producto físicamente sino que delinear sus requisitos básicos funcionales y definen los parámetros básicos a partir de los cuales se puede desarrollar el diseño.

Estas especificaciones se basan en las necesidades que el producto intenta satisfacer y en una evaluación del riesgo y las consecuencias de una probable falla.

7. CONCLUSION

Para finalizar este escrito se deja esta reflexión: escribir una especificación es, en cierto sentido, diseñar un

sistema que va a ser vendido. La especificación es un estado del diseño que describe lo que el sistema comprado está en capacidad de hacer, sus requisitos de operación y cómo el sistema va a cumplir esos requisitos. Desafortunadamente en muchas ocasiones se pasa por alto este aspecto al elaborar una especificación, y se tiene la tendencia a pensar que ésta constituye sólo un documento legal; por esto cuando se escribe una especificación se concentra indebidamente la atención en los aspectos legales o procedimentales y se le pone muy poca atención al "diseño" del sistema.

También es importante anotar que la existencia de una especificación permite hacer comprobaciones sobre la función que cumple el producto terminado para compararla con lo que se fijó inicialmente.

La elaboración de las especificaciones es uno de los pasos más importantes en el proceso de diseño ya que definen las restricciones, funciones, y características que debe tener el producto que se está diseñando.

REFERENCIAS

- Revista: Machine Design 1970
- Revista: Product Engineering 1974
- Orlov P. Ingeniería de Diseño Ed. Mir 1979
- Dieter, George Machine Design Ed. Mc. Graw Hill 1986.