

Aplicación de la metodología "diseño para la variedad" (DFV) en el desarrollo de una plataforma de productos

Álvaro Guarín-Grisales, Oliver Rubio-Maya y Pablo Carrizosa-Isaza de la Universidad EAFIT (Colombia)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/5847>

1. INTRODUCCIÓN

La plataforma de productos se define como "un esquema en el cual la función del producto es asignada a componentes físicos" (Ulrich, 1995). La característica principal es la relación que existe entre: la disposición de elementos funcionales, la asignación de elementos funcionales en los componentes físicos y la especificación de las interfaces entre la interacción de los componentes físicos.

El método expuesto en este artículo presenta un enfoque estructurado que ayuda al desarrollo de la disposición de elementos funcionales, la asignación de la relación función-estructura y las especificaciones de la interfaz para una familia de productos en la creación de una plataforma. Esto se expresa en el método diseño para la variedad (Martin & Ishii, 1997). Este especifica los deta-

lles operativos del concepto de arquitectura de productos expuesto por Ulrich.

Una arquitectura se desarrolla para una línea de productos con el fin de maximizar el potencial de ganancias para la empresa, el objetivo es lograr arquitecturas que requieren cambios mínimos para cumplir las necesidades del mercado futuro y que satisfaga las necesidades de rentabilidad de la empresa. Este artículo presenta las herramientas necesarias para ser aplicadas en el desarrollo de un diseño que puede ser fácilmente aplicado a los productos futuros (variedad generacional). Sin embargo, los conceptos también se pueden considerar a productos con variedad espacial.

2. INDICE DE VARIABILIDAD GENERACIONAL (GVI)

Es un indicador de la cantidad de rediseño requerido por un componente para satisfacer las necesidades futuras del mercado. Este realiza una estimación de los cambios necesarios en un componente a partir de factores externos (necesidades del entorno, exigencias del mercado entre otras). Los facto-

res externos se miden en la forma de la métrica de ingeniería (EM).

La Fig. 1 muestra el proceso para calcular el GVI.

Paso 1

Determinar el mercado y la vida útil del producto. Se determina el tiempo de duración de la plataforma de productos. Los métodos para trazar los planes de productos futuros fueron discutidos por (Wheelwright & Sasser, 1989) y (Wheelwright & Clark, 1992).

Paso 2

Crear la matriz QFD, crear una fase simplificada I y fase II QFD.

Uso de la función de calidad como indicativo

Para generar el GVI se estiman qué factores externos afectan el producto con el tiempo. El período de tiempo considerado se basa en el tiempo que el equipo desea que la arquitectura dure. Para generar el GVI se utiliza una función modificada de calidad (Hauser & Clausing, 1988) estructural.

Fase I del QFD

Se enumeran las necesidades del cliente (Tabla 1) y su relación con las medidas de ingeniería. Las medidas métricas de ingeniería para las diversas necesidades son elementos medibles, se trata de una traducción de los requerimientos subjetivos del cliente en ingeniería cuantificable.

Fase II del QFD

Se asignan los parámetros de ingeniería a los componentes. Una "X" indica que el componente afecta la medida de ingeniería métrica.

Paso 3

Lista de cambios esperados en los requerimientos del cliente. Se debe agregar una columna a la Fase I, y realizar una estimación cualitativa (Alta/Media/Baja) del rango de variación para el requisito del cliente. Este paso demuestra cómo las necesidades de los clientes son cambiantes. "Alta" indica que es una rápida evolución a la necesidad del cliente y que grandes cambios son requeridos.

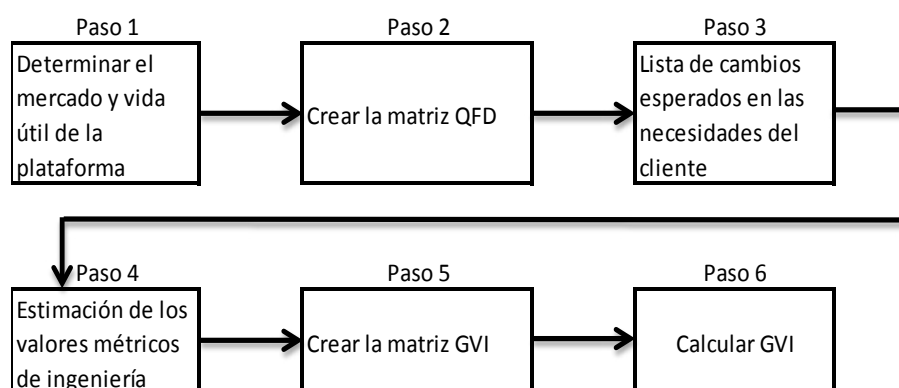


Fig. 1: Diagrama de flujo del GVI

REQUISITOS DEL CLIENTE
<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en las necesidades de desempeño (incluyendo el tamaño, el estilo, el peso, etc) - Nuevas restricciones ambientales (temperatura, humedad, etc) - Nuevas funciones (debido a nuevos mercados o nuevas tecnologías) - Mejoras en la confiabilidad - Reducción de precios (reducción de costos) - Reducción la cantidad de material - Retiro de los componentes redundantes - Reducción de los el tiempo de montaje - Utilización de tecnología de menor costo - Reducción de los requisitos de capacidad de servicio - Reducción del tiempo de servicio - Mejoras en el proceso de fabricación de componentes - Reglamentos, normas y demás - Cambios de gobierno / reglamentos industriales o normas - Introducción de producto mejorado por parte del competidor (mejor calidad o bajo precio) - Obsolescencia de partes

Tabla 1: Conductores externos de cambio

Paso 4

Estimar los Valores de Medidas Ingenieriles (EMTV¹). Los valores son determinados por el período en el que la plataforma de productos se está desarrollando. El valor objetivo podría basarse en información de análisis conjunto, análisis de tendencias, o la entrada de productos por parte de la competencia.

Paso 5

Crear la matriz GVI. La matriz se basa en la Fase II del QFD. Para determinar la matriz GVI se debe utilizar la experiencia en ingeniería y el juicio para estimar el costo de cambiar el componente para cumplir con los valores objetivos de las medidas ingenieriles. La matriz GVI utiliza un sistema 9/6/3/1 de calificación (Tabla 2). Para cada una de las medidas ingenieriles del componente en la matriz, se estima los costos de rediseño de componentes (incluido las tareas de diseño, herramientas, y las

pruebas) necesarios para cumplir con el futuro EMTV. Estos costos se expresan como un porcentaje del costo original de diseño. De la Fase II del QFD el equipo sabe qué componentes afectan las medidas ingenieriles.

Paso 6

Calcular El GVI. Se obtiene sumando cada una de las columnas de la matriz GVI. La aplicación de los conceptos de la teoría de medición (Krantz & Suppes, 1971) demuestra que el GVI mantiene una relación ordinal y proporcional.

3. INDICE DE ACOPLAMIENTO (CI)

El índice evalúa los cambios internos que sufre el diseño del producto a partir de los factores externos pedidos. Dichos cambios son creados por la interacción o acoplamiento dentro del diseño. Esto hace que el acoplamiento dentro de un diseño sea crucial para el desarrollo de arquitecturas sólidas en los futuros cambios requeridos por el cliente. La Figura 2 muestra el proceso

para calcular el Índice de Acoplamiento (CI).

CI Paso 1

Desarrollar la distribución física para el producto

Para generar la CI de un producto, la tecnología a utilizar y el diseño general del producto deben ser conocidas. El CI evolucionará a medida que nuevos vínculos entre los componentes se agreguen o eliminen.

CI Paso 2

Plan de control de volumen alrededor de los componentes

El volumen de control (CV) es el límite del sistema que indica los flujos de entrada y salida de dicho sistema. Para el DFV, los volúmenes de control se “dibujan” alrededor de cada uno de los componentes.

CI Paso 3

Lista de flujo de especificaciones entre los componentes.

Por cada volumen de control, se tiene la lista de las especificaciones que

SISTEMA DE RANQUEO DE LA MAREIZ GVI	
Rating	Descripción
9	Requiere un importe rediseño en el componente (>50% de los costos iniciales de rediseño)
6	Requiere un rediseño parcial del componente (>50% de los costos iniciales de rediseño)
3	Requiere simples pero numerosos cambios (>30%)
1	Requiere pocos cambios (>15%)
0	No requiere cambios

Tabla 2: Sistema de ranking de la matriz GVI

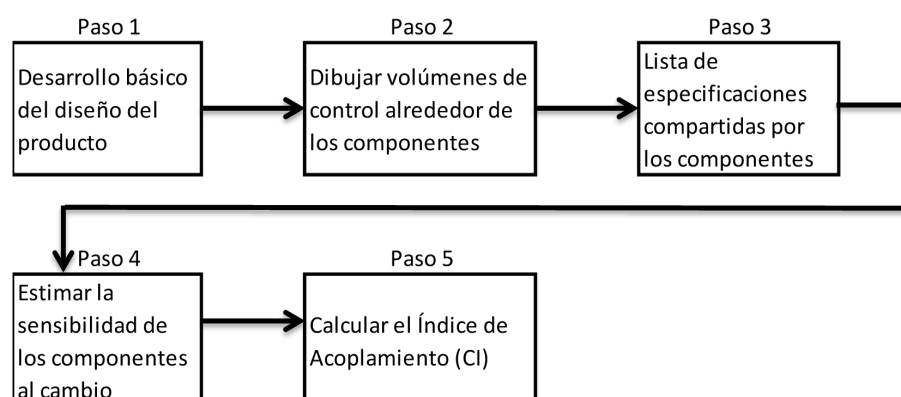


Fig. 2: Diagrama de flujo del Índice de Acoplamiento (CI)

¹ EMTV por su nombre en Inglés (Engineering Metrics Target Value)

necesitan recibir de cada uno de los otros volúmenes de control. Igualmente la lista de especificaciones que se espera suministrar a cada uno de los otros volúmenes de control. Para su ejecución se utiliza una matriz, en la fila superior se enumeran los componentes que suministran la información; la columna de la izquierda muestra los componentes que reciben la información.

CI Paso 4

Estimación de la sensibilidad de los componentes antes del cambio

A partir de un sistema de ranqueo (Tabla 3) se determina la sensibilidad del componente. Si un pequeño cambio en la especificación requiere un cambio en el componente, entonces el componente tiene un alto sensibilidad. Si la especificación requiere un gran cambio en el componente receptor, entonces tiene una baja sensibilidad.

CI Paso 5

Calcular el índice de acoplamiento
De la matriz se derivan dos índices. La suma de una columna indica la fuerza de la información facilitada por ese índice de acoplamiento de alimentación (CI-S). La suma de una fila es la información que se recibe por cada componente y se denomina como el índice de acoplamiento-recibir (CI-R).

Estos índices se definen como:

- índice de acoplamiento de recepción (CI-R) indica la fuerza de las especificaciones que un componente recibe de otros componentes.
- índice de suministro de acoplamiento (CI-S) indica la fuerza de las especificaciones que un componente suministra a otros componentes.

Un alto CI-S indica que el componente suministra una gran cantidad de información necesaria para otros componentes. Si ese componente se cambia, tiene una mayor probabilidad de causar cambios en otros componentes. Un alta CI-R para un componente indica una mayor probabilidad de que se requieren cambios porque los otros componentes se han modificado.

4. MÉTODO PARA EL DISEÑO DE LA VARIEDAD

La generación de GVI y CI y su aplicación a la arquitectura desarrollan el método DFV. El método utiliza los índices para centrarse en las áreas más críticas en el desarrollo de la arquitectura.

4.1. ETAPAS DEL MÉTODO DFV

DFV Paso 1

Generar el GVI y CI para el diseño

DFV Paso 2

Ordenar los componentes; ordenar el GVI, basado en el GVI, clasificar los componentes de mayor a menor. Estos son los componentes más propensos a que cambien en el tiempo debido a factores externos. Incluir el Índice de acoplamiento: adicionar el valor del Índice de acoplamiento para cada uno de los componentes.

DFV Paso 3

Determinar dónde estandarizar y / o modularizar

Después de determinar la generación de GVI y el CI, se comienzan a hacer cambios a la arquitectura del producto con el fin de desarrollar una plataforma de productos que pueda ser más

fácil de aplicar a futuras generaciones de productos. Con el fin de facilitar la clasificación visual de los componentes en los que debemos centrarnos, los componentes se clasifican en altas / bajas categorías.

La búsqueda de la normalización consiste en reducir el GVI y CI-R a cero. Esto significa que ningún acoplamiento externo (GVI) o interno (CI-R) será requerido por el componente para cambiar en el futuro, asegurando así la estandarización. Para la estandarización, los componentes que tienen un alto costo de diseño y alto GVI debe ubicarse en primer lugar, ya que estos son los componentes que son más propensos a requerir cambios costosos, debido los requisitos de los clientes. Otra consideración es estandarizar los componentes con alto CI-S, ya que tienen un alto potencial de causar cambios en otros componentes. Los componentes que no pueden ser estandarizados y necesitan ser cambiados se deben modular. Esta modularización se refiere a cambios geométricos, así como en los materiales y los flujos de energía del componente. La modularización de los componentes requiere reducir el CI-S a cero. Los métodos utilizados para reducir el GVI y CI-R se utiliza también para reducir la CI-S.

DFV Paso 4

Desarrollar una arquitectura de plataforma de producto

Este paso se aplica para mejorar la arquitectura del producto y así mismo tomar decisiones tanto en la forma de reorganizar la asignación entre los componentes físicos y funciones, y cómo definir interfaces.

4.2. ESTANDARIZACIÓN Y MODULARIZACIÓN

El objetivo es diseñar la plataforma de un producto de modo que sea estandarizada a través de las generaciones. Para las partes del diseño que no pueden ser estandarizadas, se busca darles un enfoque modular.

1. Estandarizar (GVI y CI-R relacionados)

- Totalmente estandarizado: el componente no va a cambiar a través de las generaciones. El GVI y CI-R son iguales a cero
- Parcialmente estandarizado: el componente se espera que requie-

SISTEMA DE RANQUEO CI BASADO EN LA SENSIBILIDAD DE LAS ESPECIFICACIONES	
Ranking	Descripción
9	Pequeños cambios en las especificaciones impactan el componente que las recibe (Alta sensibilidad)
6	Media-alta sensibilidad
3	Media-baja sensibilidad
1	Grandes cambios en las especificaciones impactan el componente que las recibe (Baja sensibilidad)
0	No hay especificaciones que afecten el componente

Tabla 3: Sistema de ranking del CI

ra cambios menores a través de las generaciones. Cuanto mayor sea el GVI y CI-R, menor estandarizado estará el componente.

2. Modularizado (CI-S relacionada)

- Completamente modularizado: la geometría, energía, materiales o señal (GEMS²) del componente se puede cambiar para satisfacer las necesidades de los clientes sin necesidad de cambio en otros componentes. Esto implica que el CI-S es cero.
- Parcialmente modularizado: cambios en las GEMS del componente puede requerir cambios en otros componentes. Cuanto mayor sea el CI-S, los cambios más esperados y así, el componente se considera menos modular.

En el método de DFV, la estandarización y modularización se centra en los componentes con más probabilidad de causar un gran impacto de rediseño. Esta clasificación de los componentes se llevó a cabo en el paso 3 del DFV.

Como Se Puede Reducir El GVI

El GVI se determina con base en estimaciones de costo de rediseño hechas para satisfacer las necesidades futuras de los clientes. Subyacente a cada número en la matriz GVI están las especificaciones que vinculan el componente con la métrica ingenieril. Hay dos enfoques principales para reducir el GVI

- Enfoque 1: quitar EM / Especificaciones de los componentes
 - 1A. Reorganizar la asignación de funcionalidad de los componentes: un método para reducir el GVI es cambiar la arquitectura del producto con el fin de eliminar EM / Especificaciones de los componentes. Reorganizar el diagrama de funcionalidad de los componentes puede lograr esto.
 - 1B. "Congelar" la especificación: Por congelación de la especificación, el equipo dicta que no se modificará. Se debe tener en cuenta que será difícil "congelar" una especificación

vinculada estrechamente con las necesidades del cliente, ya que limita la capacidad para satisfacer las necesidades futuras. También, existe incertidumbre en este método, ya que siempre hay una posibilidad de que la especificación cambie. Antes de "congelar" una especificación, se debe entender la relación entre la especificación y las necesidades del cliente, así como la forma en que está acoplada internamente.

- Enfoque 2: reducir la sensibilidad de los componentes a los cambios en las especificaciones
 - 2A. Reducir el acoplamiento interno (dentro del componente CV): Una pequeña modificación a un componente puede recorrer todo ese componente si las partes individuales o características que lo componen están muy acopladas.
 - 2B. Aumente el espacio de holgura de la especificación: El componente puede absorber un gran cambio en la especificación antes que se requiera el rediseño.

4.3. CÓMO SE PUEDEN REDUCIR LOS ÍNDICES DE ACOPLAMIENTO

El equipo se centra en la eliminación de Componente / Especificación del componente, o en la reducción de su sensibilidad. Los métodos se describen a continuación.

- Enfoque 1: Quitar componente / Especificaciones del componente
 - 1A. Reorganizar la asignación de funciones a los componentes: Algunas especificaciones se pueden quitar para ayudar a reducir el acoplamiento y reducir así la propagación de los cambios.
 - 1B. "Congelar" la especificación: Se elimina el componente / especificación del componente. En el caso de la dimensión del marco, tamaños específicos tanto para los productos actuales como futuros.
- Enfoque 2: Reducir la sensibilidad de los componentes en los cambios de las especificaciones

- 2A. Reducir el acoplamiento interno (dentro del componente CV): Ayudan a reducir la sensibilidad de dicho componente a los cambios en las especificaciones, al igual que con el GVI.
- 2B. Aumentar el espacio de holgura de la especificación: una especificación de componentes que podrían beneficiarse de espacio libre adicional es el tenedor. Ya que permitiría su adaptación por medio de abrazaderas a diferentes tamaños de marco tanto en el tiempo actual como futuro.

5. CONCLUSIONES

Un desarrollo más rápido del producto sigue siendo un objetivo importante para muchas empresas y la arquitectura se está convirtiendo crucial para lograr esto. Aquí se describe una metodología que incorpora estandarización y modularización para reducir futuras tareas y costos de diseño.

La plataforma de producto se desarrolla con el fin de reducir la cantidad de trabajo en el rediseño que se puedan presentar en las generaciones futuras del producto. El método DFV ofrece un enfoque estructurado para lograr este objetivo. Este consiste una parte descriptiva (GVI y CI) y un enfoque preceptivo para ayudar a normalizar y modularizar la arquitectura. Con el desarrollo del GVI y CI, y el conocimiento de la aplicación de estos.

PARA SABER MÁS

- Hauser, J., & Clausing, D. (1988). The House Of Quality. *Harvard Business Review*, 63-73.
- Krantz, D. H., & Suppes, P. (1971). *Foundations of measurement*. New York, NY, Academic Press. New York: Academic Press.
- Martin, M., & Ishii, K. (1997). Design for variety: development of complexity indices and design charts. . *ASME Design Engineering Technical Conference*. Sacramento, USA: ASME.
- Ulrich, K. (1995). the Role of Product Architecture in The Manufacturing Firm. *Research Policy* 24, 419-440.
- Wheelwright, S., & Clark, K. (1992). *Creating Project Plans to Focus product Development*. *Harvard Business Review*, 3-14.
- Wheelwright, S., & Sasser, W. (1989). The new product development map. *Harvard Business Review*, 112-125.

² GEMS por su nombre en Inglés (Geometry, Energy, Material or Signal)