

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA MODULAR DE PRODUCTOS: APLICACIÓN A UNA FAMILIA DE PRODUCTOS.

De la Peña B., Aguayo F., Lama, J.R., Soltero, V.M, Del Pozo, N.

Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería del Diseño. E.U.P. Sevilla

Abstract

This article presents the development of a Product Platform for the design of a Product Family using Modularization technics. By this way, it is possible to obtain with slight efforts differentated derivated products in an efficient and quick way.

Keywords: *Product family, Product Architecture, Product Platform; Modularization, Commonality, Dendograms.*

Resumen

En el presente artículo se expone la creación de una plataforma de producto para el diseño de una familia de productos mediante técnicas de modularización. De esta forma con pequeños esfuerzos de diseño se obtendrán productos derivados y diferenciados de forma rápida y eficiente.

Palabras clave: *Familia de productos, Arquitectura de Producto, Plataforma de Producto, Modularización, Commonality, Dendogramas.*

1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de las empresas han ido comprobando que el éxito a largo plazo no depende de un único producto, sino de una serie de artículos de alto valor que tengan como objetivo su introducción en mercados en expansión. No obstante, y de una manera a primera vista inexplicable, son numerosas las empresas que van creando los productos de uno en uno, lo cual hace que fracasen una y otra vez, pues no apuestan por lo que es común, lo que es compatible, la estandarización o por la armonía entre diferentes productos o líneas de producción.

Debido al desarrollo de las tecnologías modernas y la globalización, se ha convertido en algo cada vez más difícil para las empresas la diferenciación de sus competidoras. Para mantener la ventaja en el mercado, las empresas intentan dar variedad de productos mediante la diferenciación de sus líneas de productos. Una gran variedad de productos mejora las ventas a través de la proporción de más opciones de compra.

Actualmente bajo la competencia en mercados globalizados, muchas empresas están utilizando familias de productos para incrementar la variedad de la oferta, mejorar la satisfacción del cliente, acortar los plazos de entrega y reducir costes. La clave de una familia de productos exitosa es la plataforma de las cuales están derivadas.

Las plataformas de productos facilitan la creación de nuevos productos de alto valor, de forma rápida y económica mediante la repetición de módulos y la diferenciación mediante otros. De esta forma se crea una imagen de marca a la vez que se sacan al mercado gran cantidad de productos a un coste menor, ya que no hay que realizar una y otra vez el proceso de diseño (Aguayo, 2002).

Para alcanzar estos objetivos es necesario definir una estrategia de plataforma, para posteriormente pasar al análisis y finalmente al diseño. Estableciéndose una serie de etapas a alcanzar.

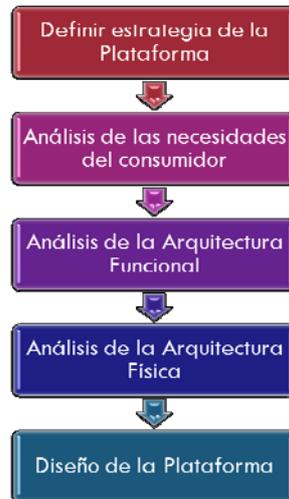


Figura 1. Etapas del proceso de diseño de una plataforma modular.

1.1.-Arquitectura de producto.

Las definiciones que encontramos en la literatura acerca de la arquitectura de producto convergen en el concepto de la ordenación de los elementos del producto que constituyen su estructura física y la representación abstracta de sus funciones. Por eso utilizaremos la definición dada en (Höttä, 2005)

“La arquitectura de producto es una descripción abstracta de las entidades de un sistema, de sus relaciones y combinaciones entre si, por la cuales estas entidades son organizadas en unos subsistemas físicos o no físicos de mayor complejidad.

En la representación de la arquitectura de un producto podemos encontrar, tanto representaciones en el dominio físico (componentes y subsistemas) como representaciones en el dominio funcional (funciones del producto). Existen diferentes metodologías de para la representación de la arquitectura del producto, unas incluyen ambos dominios y otras sólo el físico o el funcional.

1.2.-Plataforma de producto.

Las investigaciones en el desarrollo de familias de productos basadas en plataformas, han sido conducidas por la necesidad de la industria de competir en los mercados globales y de gestionar el problema de la variedad, con los desafíos existentes de proveer mejor calidad, de dar precios competitivos, y de mejorar la respuesta al mercado, bajo la mínima complejidad en fabricación y producción.

La arquitectura de producto y la arquitectura modular han creado el lecho para una plataforma de producto eficiente. De esta forma se define la Plataforma de Producto (Simpson, 2001) como:

“El conjunto común de módulos físicos o no físicos desde los cuales múltiples productos pueden ser derivados”

En lo que se refiere a los métodos (Simpson, 2001) se propone los siguientes métodos para el diseño de una plataforma de producto:

- Enfoque Top-Down: Una empresa estratégicamente dirige y desarrolla una familia de productos basados en una plataforma de producto y sus derivados.

- Enfoque Bottom-Up: Una empresa rediseña o consolida un grupo de productos distintos, para estandarizar componentes para mejorar economías de escala.

Otra forma de enfocar las plataformas de productos (Simpson 2001) es:

- Plataformas basadas en escalas (Scale Based): son plataformas donde los productos comparten la funcionalidad pero están todos a diferentes niveles de ejecución.
- Plataformas basadas en módulos (Module Based): Se diseña la plataforma de productos reconfigurable para que así pueda ser fácilmente modificada y mejorada a través de la adición, sustitución y exclusión de módulos para realizar un familia de productos basada en la modularidad.

1.3.-Modularidad.

Existen diferentes enfoques para definir la modularidad, pero tomaremos como referencia la definición dada por Hölta (Hölta, 2003)

“Módulo es un bloque constructivo de un sistema más grande que tiene una función específica y unas interrelaciones bien definidas, a través de interfaces”.

Los índices sobre modularidad pueden ser usados para obtener información relevante acerca del nivel de commonality (elementos comunes) en una familia de productos. Cada índice permite a los diseñadores identificar puntos específicos en el diseño (como el número de partes únicas, etc) y las comparaciones entre índices de commonality pueden producir información adicional acerca de la estrategia de influencia de la plataforma de producto.

1.4.-Ventajas e Inconvenientes de la Modularidad

Entre las ventajas de la modularidad cabe mencionar:

- Mediante la utilización del mismo módulo en múltiples productos podemos obtener una gran variedad de productos
- Los multisistemas modulares proporcionan ventajas tales como requerimientos de capital reducidos.
- Los módulos son de gran ayuda en el diseño para reutilización ya que si estos están diseñados con interrelaciones bien definidas pueden ser utilizados de nuevo en otros diseños.
- La modularidad al final del ciclo de vida de un producto favorece el desensamblado y el reciclado del mismo.
- La modularidad hace a un producto más flexible frente a los posibles cambios.

Inconvenientes a considerar:

- La modularidad puede conducir a un coste excesivo debido al sobrediseño, la ejecución ineficiente, y demasiados módulos comunes puede provocar una pérdida de la identidad de marca.
- Especialmente los productos mecánicos de elevada potencia, en contraposición a los productos procesadores de señal de baja potencia, serían beneficiados por un diseño integral si la prioridad más alta es la ejecución técnica. Un diseño modular es probablemente, pero no necesariamente, más grande, pesado y energéticamente menos eficiente que un producto que posee arquitectura integral. Además estos efectos son difíciles de controlar.

2. METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLATAFORMA MODULAR DE PRODUCTO.

La metodología que permite la creación de una plataforma de producto se estructura en una serie de fase, (Chadrsekaran, 2001) que pasamos a exponer:

2.1.-Análisis de las Necesidades.

La primera tarea a desarrollar en la creación de una plataforma es el estudio de las necesidades del consumidor, realizando una observación del segmento del mercado seleccionado acerca de cuales, según su criterio, son las cualidades que debe tener un producto.

Después de reunir los datos de las necesidades del consumidor, se procede a clasificarlos en necesidades esenciales y distintivas. La hipótesis de las necesidades del consumidor se basa en que las necesidades del consumidor pueden ser clasificadas basándose en la frecuencia y peso (importancia) en esenciales y distintivas. Para ello esta hipótesis se desagrega en otras tres:

- H1: Basado puramente en la declaración de la frecuencia de las necesidades de los consumidores. Es de esperar que una baja frecuencia conduzca a una plataforma común mientras que una alta frecuencia conducirá hacia módulos diferenciados.
- H2: Basado únicamente en el peso de las necesidades del consumidor. Las necesidades del consumidor de mayor peso, conducirán a una plataforma común, mientras que las necesidades del consumidor más ligeras conducirán hacia módulos diferenciados.
- H3: Basado en la consideración de la interacción de la frecuencia de las necesidades del consumidor y su peso. Muy valoradas y con baja frecuencia serán las necesidades que nos llevan hacia la plataforma común. Y con escaso peso y de alta frecuencia las que nos conducirán a módulos diferenciados.

2.2.-Modularización de la Arquitectura Funcional y Física.

2.2.1.-Heurística del Dominio Funcional.

Este método consiste en la aplicación de tres heurísticas sobre la arquitectura funcional, para identificar módulos a través de la previa confección de un modelo funcional bien refinado (Murlidhar, 2008)

a) Heurística del Flujo Dominante.

Esta primera heurística examina cada flujo no ramificado de una estructura funcional y agrupa las subfunciones. El flujo viaja a través de las funciones hasta que sale del sistema o es transformado en otro flujo. El conjunto de subfunciones identificadas definirán el módulo de acuerdo con el flujo trazado a lo largo del sistema.

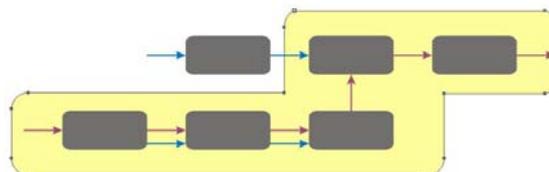


Figura 2. Flujo dominante.

b) Heurística del Flujo Ramificado.

La segunda heurística esta referida a el flujo ramificado y requiere de la identificación de flujos asociados con las cadenas de funciones paralelas. Cada rama de una cadena de funciones paralelas define un módulo potencial. Este estará formado por las subfunciones que ensamblan la rama (Entendiéndose técnicamente por rama, una cadena funcional secuencial). Todos los módulos (uno por rama) deben interactuar con el producto en el punto de ramificación del flujo.

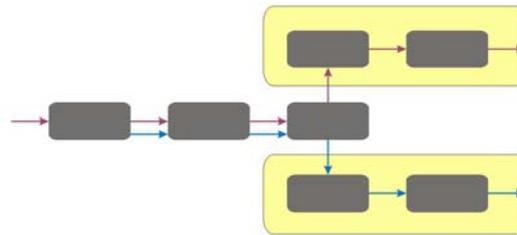


Figura 3. Flujo ramificado.

c) Heurística de Conversión-Transmisión.

La tercera heurística esta de acuerdo con la funciones de conversión transformación. Las subfunciones de conversión aceptan un flujo de materia o energía y convierte el flujo en otra forma de material o energía. Una subfuncion de conversiones aparece como un flujo A que se convierte en un flujo B. En muchos casos, estas subfunciones de conversión son ya componentes o módulos en si.

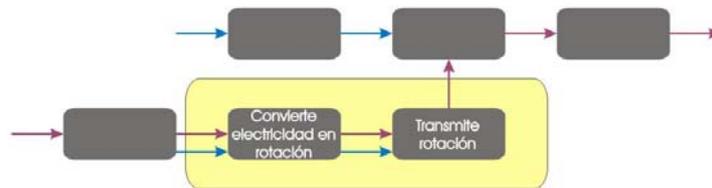


Figura 4. Flujo conversión - transmisión.

2.2.2.-Identificación de módulos comunes mediante dendogramas.

En este apartado se describe un método cuantitativo para evaluar los elementos comunes modulares Está basada en la medida de la “distancia”, la cual será definida, entre dos módulos distintos y en la agrupación de módulos dentro de un dendograma jerárquico que nos ayudará a decidir que grupos funcionales son suficientemente similares para ser remplazados por un módulo común.

Cada tipo de flujo es tratado de forma independiente y combinado al final de la fase de cálculo de la distancia. Esta aproximación supone que todos los tipos de flujos son comparables en una dimensión espacial. Ésta definirá la “commonality” (elementos comunes), o la falta de ella, para ayudar en la selección de los módulos comunes para las distintas plataformas.

a) Commonality en el dominio funcional.

Para identificar módulos comunes en el dominio funcional, comenzaremos creando estructuras funcionales para cada producto que sea considerado parte de la misma plataforma de familia de productos.

La medida de la distancia es una distancia euclídea n-dimensional basada en los valores de entrada y salida del flujo de las funciones.

Los pasos básicos a seguir son los siguientes:

1. Construir estructuras funcionales para todos los productos.

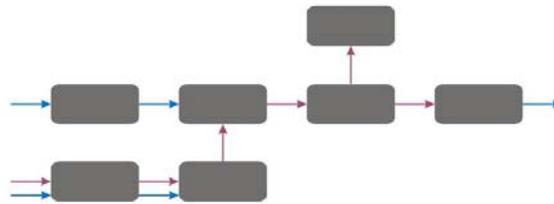


Figura 5. Estructuras funcionales

2. Enumerar todas las funciones en cajas negras.

$$m^1, m^2, m^3, \dots, m^n$$

3. Caracterizar todas las cajas negras con sus flujos de entrada y salida con sus unidades dadas por la especificación técnica, los requerimientos de consumidor o por valores de flujos actuales, si es un rediseño de un producto existente.



Figura 6. Caja negra con sus entradas y salidas.

A la izquierda vemos las entradas que deberán estar caracterizadas con sus atributos, y a la derecha las salidas que estarán definidas de igual manera que las entradas. Debemos darnos cuenta de que el número de entradas y salidas variará en función de las necesidades.

4. Revisar las cajas negras para agrupaciones potenciales.

Nuestro objetivo es averiguar como de similares son dos módulos; es decir, cual es la distancia de uno a otro. Para definir la distancia entre dos módulos (m^α y m^β), comenzaremos por medir la distancia entre las entradas y salidas.

El algoritmo más efectivo será aquel que incluya preferencia de funciones (incluida en el peso de las ecuaciones) de los tipos de flujo, para manipular la naturaleza no-aditiva de la diferencia de flujo como el valor del crecimiento de flujo. La preferencia de las funciones y sus pesos han de ser elegidos cautelosamente. Para ellos las distancias son divididas entre el máximo valor de las dos variables.

La distancia entre las entradas x^α y x^β es $s^{\alpha\beta}$, donde:

$$s_1^{\alpha\beta} = \frac{x_1^\alpha - x_1^\beta}{\max(x_1^\alpha, x_1^\beta)}, \dots, s_N^{\alpha\beta} \quad (1)$$

La distancia entre las salidas y^α y y^β es $t^{\alpha\beta}$, donde:

$$t_1^{\alpha\beta} = \frac{y_1^\alpha - y_1^\beta}{\max(y_1^\alpha, y_1^\beta)}, \dots, t_M^{\alpha\beta} \quad (2)$$

5. Calcular la distancia métrica entre entre cajas negras. Definimos la pseudo-distancia entre m^α y m^β mediante

$$m^{\alpha\beta} = \sqrt{(s_1^{\alpha\beta})^2 + (s_2^{\alpha\beta})^2 + \dots + (s_N^{\alpha\beta})^2 + (t_1^{\alpha\beta})^2 + (t_2^{\alpha\beta})^2 + \dots + (t_M^{\alpha\beta})^2} \quad (3)$$

A continuación, definimos que $s_1^{\alpha\alpha} = 0$ / $m^{\alpha\beta} \geq 0$, y la matriz de distancias M será:

	m1	m2	m3	m4	m5
m1	0	m^{12}	m^{13}	m^{14}	m^{15}
m2		0	m^{23}	m^{24}	m^{25}
m3			0	m^{34}	m^{35}
m4				0	m^{45}
m5					0

Tabla 1. Distancia entre cajas.

Nótese que la matriz M es simétrica y que satisface todas las condiciones para ser una medida euclídea.

6. Construir el dendograma.

Construiremos el dendograma comenzando por los dos módulos que tienen la menor distancia entre ellos. Conectaremos estos módulos en un punto igual a su distancia. Tomaremos entonces el siguiente par de módulos que no tenga ninguno de sus módulos ya en el dendograma y los conectaremos el uno al otro a una distancia igual a su valor dado en la matriz. Continuamos mediante adición de módulos al mismo tiempo que conectamos los grupos de módulos entre sí en el dendograma a su distancia del grupo de módulos que esté más cerca de él.

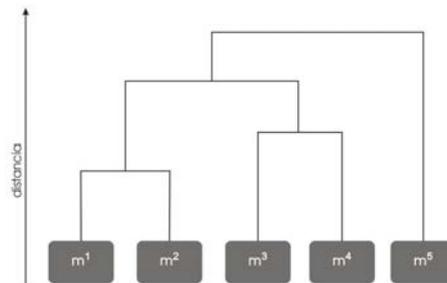


Figura 7. Dendograma.

b) Commuality en el dominio físico.

El algoritmo descrito arriba puede también ser utilizado en el dominio físico con unas pequeñas modificaciones. En la aproximación en el dominio físico el producto necesita ser descompuesto al nivel de ensamblaje, en vez de al nivel abstracto o funcional. Las funciones de entrada y salida de antes son sustituidas por componentes o sub-ensamblajes, los requerimientos de entrada y salida y otros atributos como el peso y el volumen, cuando sea necesario.

2.3.-Creación de la Plataforma de Producto.

Los elementos que componen una plataforma de producto son los que comparten todos los productos. Además de estos existen otros que hacen a cada producto distinto entre sí, estos son elementos diferenciadores. En este apartado se pretende la búsqueda de funciones que conformen módulos, tanto de la plataforma como diferenciadores para a posteriori trasladar estas ideas al dominio físico y realizar el rediseño. A través de los datos obtenidos en el marco de análisis se llegará a una posible solución que se concretará en la creación de la plataforma de producto (Tae,2005).

2.3.1.-Evaluación de la Plataforma de Producto.

La Métrica de **satisfacción del usuario** es una de las más importantes. Trata de medir el grado de necesidad que se cubriría en base al número de requerimientos,

$$Y_{CR} = \frac{1}{M} \sum_{\text{variants } i} \frac{1}{K} \sum_{\text{requirements } j} w_{ij} R_{ij},$$

el número de variantes (productos).

$W_{i,j}$ = Peso de importancia del requerimiento j para producto i .

$R_{i,j}$ = Calificación para un requerimiento de usuario j para producto i . Escala 1-10.

K = N° de Requerimientos.

M = N° de Variantes

2.3.2.-Índices de Commonality.

Los índices están basados en una perspectiva adoptada sobre los componentes, miden fundamentalmente la similitud y diferencia entre éstos dentro de una familia de productos. Estos índices no se centran en aspectos como la funcionalidad. En relación a los mismos cabe destacar los siguientes conceptos y procedimientos del cálculo.

- Piezas únicas, variantes y comunes.

Para la medida de la commonality definimos pieza o módulo como el elemento más pequeño descomponible dentro de un producto, siendo esta un componente, un módulo o un subensamblaje. Distinguimos entre tres tipos diferentes de piezas o módulo en el árbol que modela la arquitectura de producto:

- *Única*: Es la pieza que solo es usada en uno de los productos de la familia.
- *Variante*: Es la pieza que tiene la misma función entre algunos o todos los productos de la familia, pero su diseño, estructura y material difieren ligeramente de un producto al siguiente.
- *Común*: Es la pieza que es exactamente la misma compartida por alguno o todos los productos en una familia.

- Índice del Grado de Commonality (DCI)

El índice del grado de commonality (DCI) refleja el número promedio de ítems parentales comunes por promedio de distintas piezas.

$$DCI = \left(\sum_{j=i+1}^{i+d} \Phi_j \right) / d$$

(4)

Φ_j = número de padres inmediatos que el componente j tiene sobre un conjunto de ítems finales o niveles de estructura de producto.

D = número de componentes distintos en el conjunto de ítems.

La ecuación (5) nos permite ver los valores más altos y más bajos de DCI:

$$1 \leq DCI \leq \beta$$

$$\beta = \sum_{j=i+1}^{i+d} \phi_j \quad (5)$$

Cuando DCI = 1 no hay commonality, es decir, ningún item está siendo usado por más de un componente en cualquiera de los productos. Y cuando DCI = β existe completa commonality.

- **Índice de la Constante Total de la Commonality (TCCI)**

El índice de la constante total de la commonality (TCCI) es una versión modificada de el DCI. Aunque DCI, el cual es un índice cardinal (una disminución o un incremento de la commonality no es posible de medir), el TCCI es un índice relativo, que tiene unos límites absolutos.

Donde:

$$TCCI = 1 - (d - 1) / \left(\sum_{j=i+1}^{i+d} \phi_j - 1 \right) \quad (6)$$

$$0 \leq TCCI \leq 1 \quad (7)$$

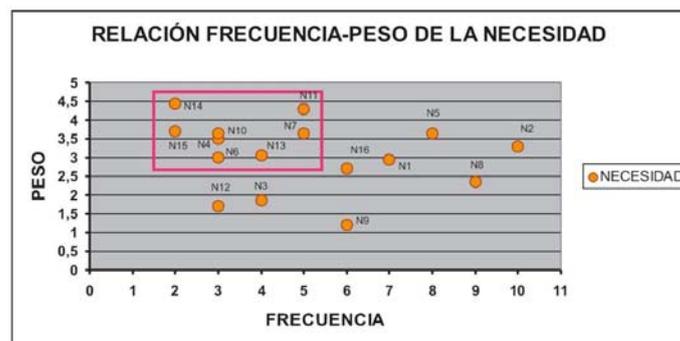
Cuando TCCI= 0, no hay commonality, es decir, ningún item está siendo usado por más de un componente en cualquiera de los productos. Y cuando TCCI = 1 existe completa commonality.

3. CASO DE ESTUDIO.

Una vez expuestas de forma sintética las bases teóricas para la creación de una plataforma de productos, pasamos a exponer un caso de estudio derivado de resolver el problema la formación de una plataforma de productos para una familia de 6 cafeteras.

3.1.-Perfil del consumidor.

Los primeros criterios que se tuvieron en cuenta fueron los de la necesidad para a posteriori trasladarlos al dominio funcional. Para ello se elaboraron unos cuestionarios en los que inicialmente se le preguntaba a un sector de la población dentro de nuestro segmento del mercado cuales creían que eran las necesidades que debía satisfacer una cafetera. Los resultados no son suficientemente válidos y para ello se hizo una nueva encuesta en la que se pedía que se valorara de 1 a 5 como de importantes creían que eran las necesidades, que habían resultado del estudio anterior. Los resultados contrastados dieron como resultado unas necesidades de plataforma (Necesidades que han de satisfacer todos los productos) y otras diferenciadoras.



Gráfica 1. Relación Frecuencia – Peso de la necesidad

NECESIDADES DE LA PLATAFORMA:	NECESIDADES DISTINTIVAS:
<ul style="list-style-type: none"> • Antigoteo • Fácil limpieza • Facilidad de uso • Rapidez de preparación • Mantener café caliente • Ergonomía • Seguridad • Protección de superficies 	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir cantidad de café • Café cremoso • Programación de la cafetera • Precio bajo • Estética • Moler café • Transportabilidad • Recalentar café

Tabla 2. Necesidades de la plataforma y distintivas

3.2.-Arquitectura funcional y física.

En el modelado de la arquitectura funcional se crean diagramas de flujo para estudiar las distintas funciones que integran los productos y como las comparten entre sí. Para ello se utiliza un modelo de cajas negras, las que poseían entradas y unas salidas en forma de flujo.

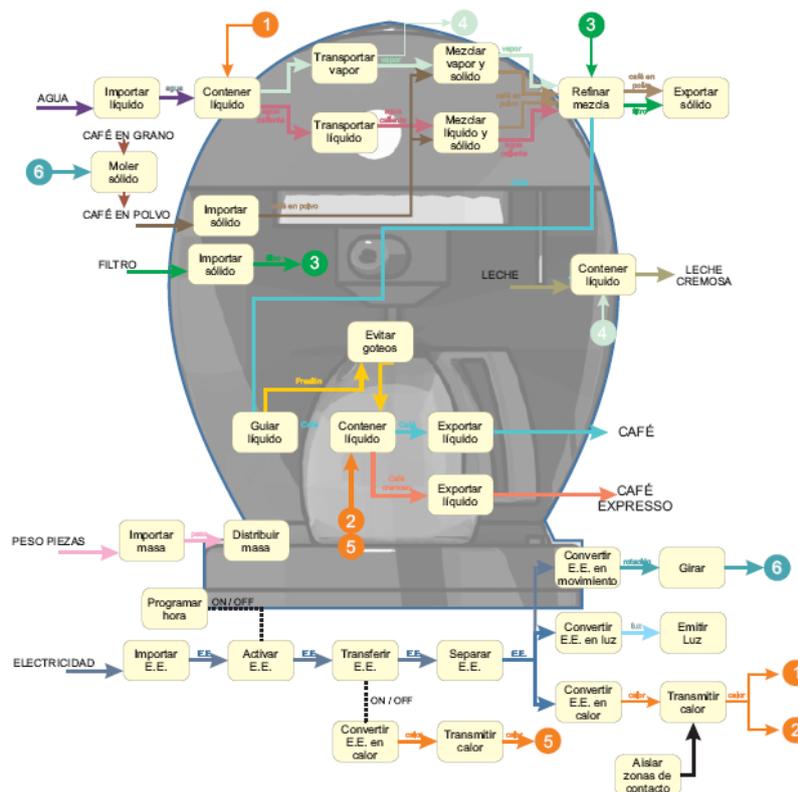


Figura 8. Diagrama de flujo de las funciones de las cafeteras.

Se estudia mediante técnicas heurísticas orientadas al flujo cuales eran los posibles flujos dominantes, ramificados o de transmisión-conversión. Mediante estas técnicas se procede a agrupar en módulos funcionales las distintas funciones que integran las cafeteras. Para corroborar los resultados se realizó un estudio más exhaustivo de las funciones. Esta vez se utilizaron dendogramas que nos muestran una cuantificación de los agrupamientos de la distancia entre funciones.

Con todos estos datos se pudieron obtener conclusiones de cuales eran los posibles módulos funcionales:

Módulo eléctrico., Módulo Luz , Módulo de Térmico, Módulo de Giro, Módulo de Vapor, Módulo de Líquido, Módulo Antigoteo, Módulo de soporte.

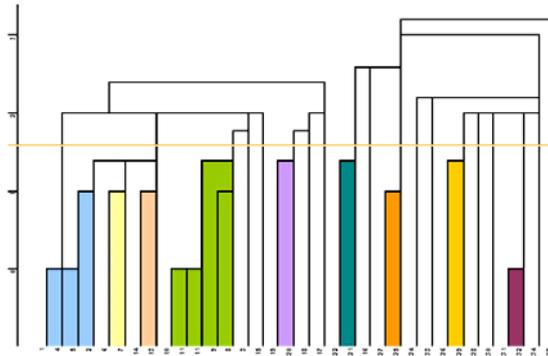


Figura 9. Dendrograma de los distintos módulos

Estos módulos habían de ser contrastados con la arquitectura funcional de las cafeteras iniciales. Debido a esto se vieron los diferentes lay-out de los tres productos. Los módulos funcionales indican que estas funciones pueden ser aisladas del producto y, por lo tanto, ser independientes para ser integradas en cualquiera de los modelos de cafetera que tengamos. Este criterio es el motor en la búsqueda de módulos de forma física ya que había que estudiar como las piezas podían satisfacer este criterio.

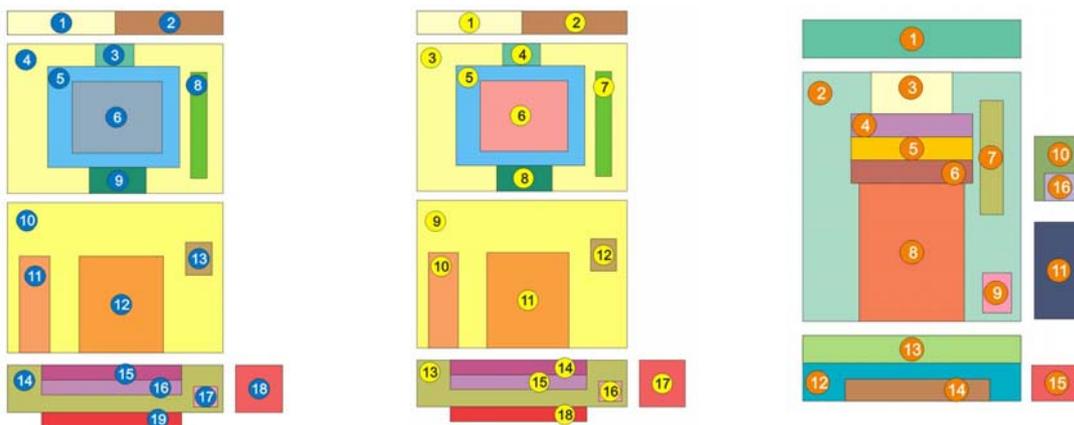


Figura 11. Lay-out de las diferentes cafeteras objeto de rediseño.

Posteriormente fueron cotejadas las piezas de cada una de las cafeteras buscando la commonality en la arquitectura física de los productos. Las piezas modularizables debido a la intercambiabilidad entre los tres productos serán aquellas que sean comunes en las tres cafeteras. Por tanto son:

- Termofusible, Conjunto de conexión, Apoyos de goma.

Además las piezas comunes, observamos que a través del rediseño de las piezas actuales hacia unas comunes compatibles para los tres modelos podemos encontrar los siguientes módulos potenciales:

- Tapa superior, Tapa depósito, Cuerpo Superior, Jarra, Base, Resistencia.

3.3.-Modularización.

En la modularización física y en la funcional se ha obtenido unos resultados que han de ser contrastados para alcanzar una solución común al objeto del proyecto. Para ello se hará un rediseño si fuera necesario de las piezas que componen los productos.

MODULARIZACIÓN FUNCIONAL	MODULARIZACIÓN FÍSICA (Piezas comunes)
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo eléctrico • Módulo luz • Módulo giro • Módulo calor • Módulo vapor • Módulo líquido • Módulo antigoteo • Módulo de soporte • Módulo de aislamiento • Módulo de filtro • Módulo de leche cremosa 	<ul style="list-style-type: none"> • Termofusible • Conjunto de conexión • Apoyos de goma • Tapa superior • Tapa depósito • Cuerpo superior • Jarra • Base • Conjunto resistencia

Tabla 3. Modularización.

3.4.-Plataforma de producto.

De esta forma se concluye que la plataforma de producto estará formada por las siguientes piezas, ya compartidas por los productos o rediseñadas para la plataforma:

Las piezas de la plataforma de producto serán:	Las piezas de los módulos de diferenciación serán:
<ul style="list-style-type: none"> • Tapa • Tapa depósito • Válvula Antigoteo • Resistencia • Tapa depósito • Interruptor • Termofusible • Cuerpo superior • Cuerpo inferior • Jarra • Conjunto de conexión • Base • Apoyos de goma • Placa calorífica 	<ul style="list-style-type: none"> • Temporizador • Caldera • Tubo vaporizador • Caldera • Cacillo portafiltro • Difusor ducha • Ducha goteo • Soporte ducha • Filtro permanente • Filtro desechable • Tubo silicona • Soporte portafiltro • Molinillo de café

Tabla 4. Piezas de la Plataforma y piezas diferenciadoras.

En la figura 12 queda recogido los módulos que constituyen la plataforma y los módulos de derivación a partir de los cuales se genera toda la variedad requerida por el mercado

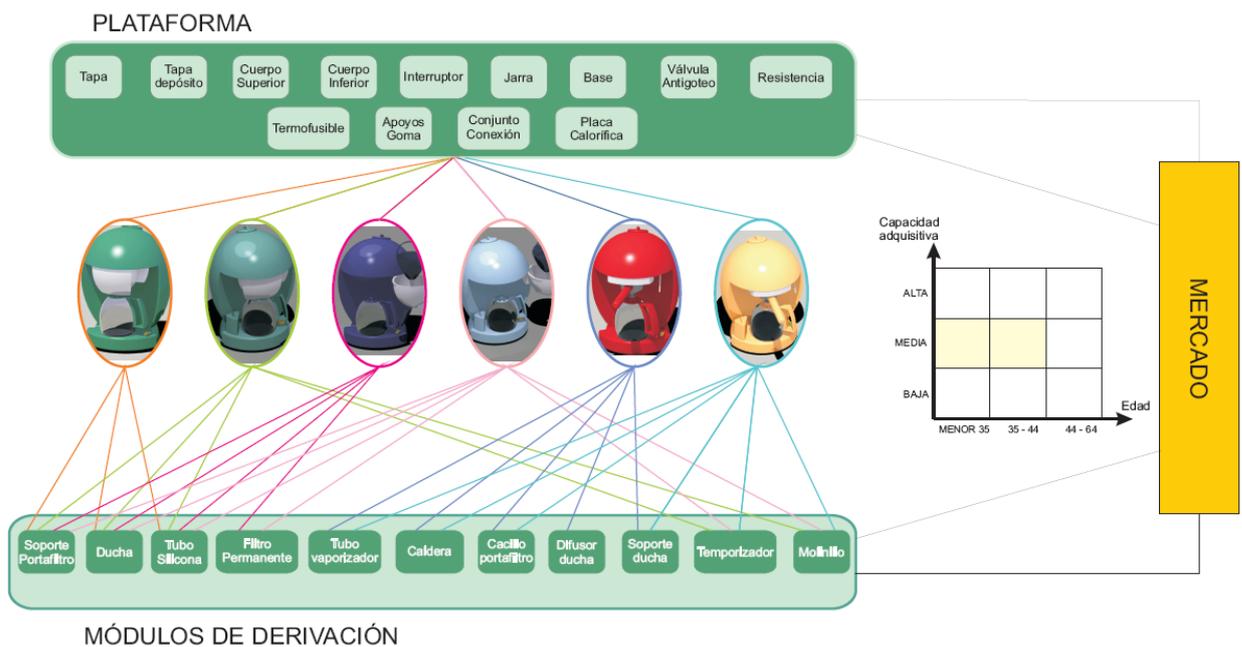


Figura 12. Plataforma de producto.

3.5.-Índice de Commonality.

Para evaluar los distintos aspectos de la plataforma de producto que se recurre al cálculo del índice de commonality de cada una de las cafeteras diseñadas.

CI 1= 0.875

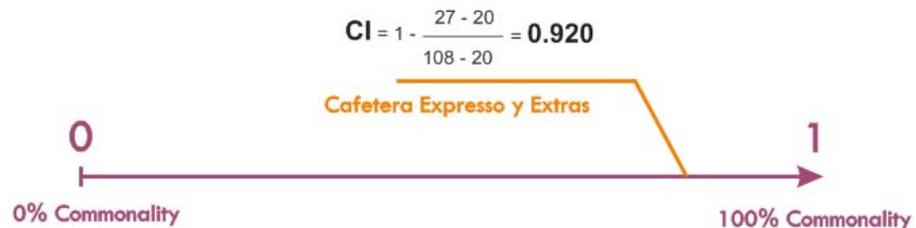
CI 2= 0.897

CI 3= 0.886

CI 4= 0.909

CI 5= 0.897

CI 6= 0.920



Los resultados nos revela un alto grado de commonality en todas las nuevas cafeteras siendo especialmente elevado el de la cafetera expreso con extras.

4. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

Aguayo, F., Soltero, V.M., Metodología del diseño industrial. Ed. Rama, 2002.

Chandrasekaran, B., An Inductive Approach To Product Design Based On Modular Product Architecture, MS Thesis, Dept. of Mechanical Engineering, University of Missouri-Rolla, 2001.

Hölttä, K., Modular Product Platform Design Doctoral Dissertation, Helsinki University of Technology, Helsinki, 2005

Hölttä, K., Tang, V., Seering, W. P., Modularizing Product Architectures Using Dendrograms, In 14 th. International Conference on Engineering, 2003

Murlidhar, K., A Function Based and Customer Needs Motivated Conceptual Design Methodology for Design of Product Platform and Prouct Portfolio, Journal of Engineering Design, Volume 19, Issue 6, December 2008 , pages 489 - 514

Simpson, T. W., Product Platform Design: Method and Application, *Research in Engineering Design*, Vol. 13, No 1, 2001, pp 2-22,

Tae, G. Y., Beiter, K.A., Kosuke, I. Product Platform Development: Considering Product Maturity And Morphology, ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, November 5-11, 2005, Orlando, Florida USA

5.-Correspondencia

Nombre: Francisco

Apellidos: Aguayo González

Teléfono de contacto: 954/552827

E-mail de contacto: faguayo@us.es

Empresa / Institución: Universidad de Sevilla. Departamento de Ingeniería del diseño
E.U.P. Sevilla