

MEMORIA DOCUMENTO N° 1

PROYECTO FIN DE CARRERA:

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA MODULAR DE PRODUCTO

**Blanca de la Peña Herrador
I.T. Diseño Industrial**

TOMO N° 1

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: OBJETO DEL PROYECTO

1.1. OBJETO DEL PROYECTO	8
--------------------------------	---

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES

2.1. ANTECEDENTES	10
-------------------------	----

CAPÍTULO 3: REFERENCIAS Y NORMAS

3.1. REFERENCIAS	11
3.2. NORMAS Y DISPOSICIONES LEGALES	11
3.2.1. DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	13
3.2.2. DE OBSERVACIÓN RECOMENDADA	14

CAPÍTULO 4: DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

4.1. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	15
--	----

CAPÍTULO 5: ESTADO DEL ARTE

5.1. CONTEXTO.....	19
5.2. ARQUITECTURA DE PRODUCTO.....	19
5.2.1. REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE PRODUCTO.....	20
5.3. MODULARIDAD.....	26
5.3.1. PRINCIPALES METODOLOGÍAS PARA LA MODULARIDAD.....	27
5.3.2 MEDIDAS DE MODULARIDAD.....	28
5.3.3. ARQUITECTURAS MODULARES.....	32
5.3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA MODULARIDAD.....	32
5.4. PLATAFORMA DE PRODUCTO.....	34
5.4.1. METODOLOGÍAS DE PLATAFORMA RECIENTEMENTE PROPUESTAS POR LA ACADEMIA.....	35
5.4.2. MÉTODOS PARA LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.....	36
5.4.3. PLATAFORMA BASADA EN ESCALAS.....	37

5.4.4. PLATAFORMA BASADA EN MÓDULOS.....	38
5.4.5. BENEFICIOS DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO	39
5.5. DISEÑANDO LA ARQUITECTURA Y LA PLATAFORMA	
DE PRODUCTO.....	39
5.5.1. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL CONSUMIDOR	40
5.5.1.1. HIPÓTESIS DE LAS NECESIDADES	
DEL CONSUMIDOR	40
5.5.1.2. EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN	
ENTRE FRECUENCIA Y PESO.....	45
5.5.2. ARQUITECTURA FUNCIONAL Y FÍSICA.....	42
5.5.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE CADA MÉTODO	48
5.5.4. DISEÑO DE INTERFACES FLEXIBLES.....	51
5.5.5. IDENTIFICACIÓN DE MÓDULOS COMUNES	53
5.6. EVALUACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE PLATAFORMA.....	58
5.7. CONCLUSIONES.....	59

CAPÍTULO 6: METODOLOGÍA PROPUESTA

6.1. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	60
---------------------------------	----

CAPÍTULO 7: MARCO DE ANÁLISIS

7.1. ESTRATEGIA DE PLATAFORMA	62
7.1.1. EL SECTOR	62
7.1.2. PERFIL DEL USUARIO.....	67
7.1.3. MERCADO DE LAS CAFETERAS	70
7.1.4. SEGMENTACIÓN DEL MERCADO	73
7.2. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL CONSUMIDOR	75
7.2.1. COMPARATIVA ENTRE FRECUENCIA Y PESO.....	79
7.3. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FUNCIONAL	83
7.3.1. ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES BASE	85
7.3.2. ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES DISTINTIVAS	86
7.3.3. ANÁLISIS DE LA DISTANCIA ENTRE FUNCIONES. HEURÍSTICA Y DENDOGRAMAS.....	89
7.3.3.1. FLUJO DOMINANTE	89

7.3.3.2. FLUJO RAMIFICADO	91
7.3.3.3. FLUJO CONVERSIÓN-TRANSMISIÓN.....	94
7.3.3.4. DENDOGRAMAS	95
7.4. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA	103
7.4.1. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA DE LA CAFETERA POR GOTEO CON FILTRO PERMANENTE	103
7.4.2. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA DE LA CAFETERA POR GOTEO CON FILTRO DESECHABLE.....	105
7.4.2. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA DE LA CAFETERA EXPRESSO.....	107

CAPÍTULO 8: MARCO DE DISEÑO

8.1. DISEÑO FUNCIONAL DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.	
MODULARIZACIÓN DE FUNCIONES.....	109
8.2. DISEÑO FÍSICO DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.	
MODULARIZACIÓN FÍSICA	113
8.3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.	
MODULARIZACIÓN.....	115

8.3.1. PLATAFORMA DE PRODUCTO.....	115
------------------------------------	-----

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES

9.1. CONCLUSIONES.....	126
------------------------	-----

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

10.1.BIBLIOGRAFÍA.....	129
------------------------	-----

CAPÍTULO 1: OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto a desarrollar consiste en el análisis de una línea de pequeños electrodomésticos, en concreto distintos modelos de cafeteras. Lo que se pretende es la creación de una plataforma de producto para la modularización de sus piezas y funciones. Con esto se quiere alcanzar una mejora del proceso de fabricación y acortar el proceso de diseño de futuros nuevos productos. Ya que gracias a los módulos de diferenciación se podrán obtener nuevas cafeteras con pequeños esfuerzos de diseño mediante la adición o sustitución de módulos.

La necesidad de crear una plataforma surge de otra necesidad, la de las empresas de competir en el mercado contra otras, quizás mas grandes y potentes, ahorrando esfuerzos y costes pudiendo invertir estos en otras etapas del proceso de creación de sus productos.

Para ello se llevará a cabo un análisis del estado del arte de las técnicas de creación de plataforma de producto. Y una vez analizadas se decidirá cuales de ellas usaremos en el proceso de creación de nuestra plataforma. Para ello se creará una metodología a seguir que nos guiará en el proceso de rediseño.

Por supuesto, se tendrá en cuenta en el proceso de diseño el estado actual del mercado y el segmento del mercado en el que es más conveniente ubicar la plataforma. Ya que no es lo mismo diseñar para productos de alta gama como de baja. Previamente observaremos donde se encuentran en la actualidad los productos objetos de rediseño.

Habrá que estudiar los productos iniciales en los campos de la necesidad, de la funcionalidad y físico. Para hacer a la plataforma eficiente habrá que hacer el rediseño de forma que comprenda todos estos aspectos, sin olvidar ninguno ya que si lo hiciéramos dejaríamos variables sin estudiar.

Una vez se haya hecho el estudio se harán varias propuestas de plataforma y mediante alguna técnica multicriterio (la decidiremos a través del estudio del estado del arte) concluiremos cual es la más adecuada para nuestro caso en concreto.

CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES.

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

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, por lo que es compatible, por la estandarización o por la armonía entre diferentes productos o líneas de producción. Las plataformas de productos proponen justamente lo contrario, facilitar 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.

2.2 ANTECEDENTES PARTICULARES

Se podría decir que el mercado del pequeño electrodoméstico en Andalucía se basa en la importación. El proceso de fabricación de electrodomésticos en la comunidad autónoma es un sector minoritario en vías de expansión. La empresa ELECTROMESTIK.S.A. se ha ocupado durante largo tiempo del diseño y fabricación de electrodomésticos y ahora desea una mayor penetración en el mercado a través del uso de técnicas de plataforma de producto y modularización. Para ello se realizará un posicionamiento de mercado [*Memoria, Capítulo 7*] y se realizará un estudio de necesidades, además de los correspondientes a las técnicas ya citadas.

CAPÍTULO 3: REFERENCIAS Y NORMAS.

Las referencias utilizadas en el proyecto se han utilizado con el fin de clarificar la documentación utilizada y las conexiones entre documentos y capítulos de la memoria. La forma en la que se han expuesto esas referencias es la siguiente:

3.1. REFERENCIAS

1. Referencias a capítulos del mismo documento.

[Nombre documento. Cap. N° capítulo]

2. Referencias a capítulo de otro documento.

[Nombre documento. Cap. N° capítulo]

3. Referencias a fórmulas o ecuaciones.

(N° Fórmula o ecuación)

4. Referencias a la bibliografía.

[N° Correspondiente con el número de la bibliografía del mismo documento]

5. Imágenes.

Figura N° Capítulo. N° figura. Nombre de la Figura

3.2. NORMAS Y DISPOSICIONES LEGALES

Para la estructuración del proyecto se ha seguido la siguiente norma:

UNE 157001:2002. *“Criterios generales para la elaboración de proyectos”*. De esta forma el proyecto quedará estructurado en los siguientes documentos que contendrán los siguientes capítulos:

DOCUMENTO N°1. MEMORIA

1. CAPÍTULO 1. Objeto del proyecto
2. CAPÍTULO 2. Antecedentes
3. CAPÍTULO 3. Referencias y normas
4. CAPÍTULO 4. Definiciones y abreviaturas
5. CAPÍTULO 5. Estado del arte.
6. CAPÍTULO 6. Metodología propuesta.
7. CAPÍTULO 7. Marco de análisis.
8. CAPÍTULO 8. Marco de diseño.
9. CAPÍTULO 9. Conclusiones.
10. CAPÍTULO 10. Bibliografía y recursos

DOCUMENTO N°2. ANEXOS

1. CAPÍTULO 1: ANÁLISIS DE LA NECESIDAD
2. CAPÍTULO 2: ANÁLISIS FUNCIONAL

DOCUMENTO N°3. PLANOS

DOCUMENTO Nº4. PLIEGO DE CONDICIONES

1. CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO
2. CAPÍTULO 2: CONDICIONES GENERALES
3. CAPÍTULO 3: CONDICIONES PARTICULARES

DOCUMENTO Nº5. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1. CAPÍTULO 1: PUESTA EN FÁBRICA
2. CAPÍTULO 2: PRESUPUESTO

3.2.1. De obligado cumplimiento

- Directiva 2004/108/CE. *“Compatibilidad electromagnética de los aparatos eléctricos y electrónicos”*.
- UNE-EN 60335-1. *“Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales”*.
- UNE-EN 60661: 2002. *“Métodos de medida de la aptitud para la función de las cafeteras eléctricas para uso doméstico”*.
- UNE- EN 13248:2003. *“Utensilios de cocina. Cafeteras para uso doméstico con fuente de calor independiente. Definiciones, requisitos y métodos de ensayo”*
- UNE-EN 60335-2-14:2008. *“Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad Parte 2-14: Requisitos particulares para máquinas de cocina”*.

- UNE-EN 60335-2-15:2004. *“Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad Parte 2-15: Requisitos particulares para aparatos de calentamiento de líquidos”*.
- UNE-EN ISO 527-2 1997. *“Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción. Parte 2: Condiciones de ensayo de plásticos para moldeo y extrusión”*.
- EN ISO 179: 1996. *“Plásticos. Determinación de la resistencia al impacto Charpy”*.
- UNE 53036 196. *“Materiales plásticos. Determinación del brillo”*.

3.2.2. De observación recomendada

- Decisión 93/465/CEE. *“Información sobre los productos”*.

Con arreglo a la Decisión 93/465/CEE, cada aparato irá acompañado de información (por ejemplo, un número de tipo o un número de lote) que permita identificar claramente el producto, debiéndose indicar el nombre y la dirección del fabricante.

El fabricante proporcionará información sobre cualquier precaución específica que deba tomarse al montar, instalar, mantener o utilizar el aparato. Si el fabricante no está establecido en la Unión Europea, los aparatos deberán ir acompañados del nombre y la dirección de su mandatario o de la persona en la Comunidad responsable de la comercialización del aparato en el mercado comunitario.

- Certificación productos. *“Marcado CE”*.

CAPÍTULO 4.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

Las distintas definiciones de los términos relacionados con este proyecto se exponen en este apartado de forma abreviada. Durante el transcurso de la lectura irán apareciendo y se recordará en al menos una ocasión su significado. Por ello, a continuación se adjuntan las definiciones más importantes, están ordenadas alfabéticamente para facilitar su consulta:

Arquitectura de Producto: La arquitectura de sistema es una descripción abstracta de las entidades de un sistema y de sus relaciones y combinaciones entre si, por la cuales estas entidades son trazadas para unos subsistemas físicos o no físicos más grandes que un sistema.

Commonality: Elementos comunes que se comparten en un sistema o producto.

Dendograma: están basados en la medida de la “distancia”, la cual será definida, entre dos módulos distintos y en la agrupación de módulos dentro de un gráfico jerárquico que nos ayudará a decidir que grupos funcionales son suficientemente similares para ser remplazados por un módulo común.

DSM (Design Structure Matrix): Sistema de modelado de la arquitectura de producto en el que las funciones son representadas como filas y columnas de una matriz y las conexiones entre las funciones son mostradas en la matriz.

Estructura de Árbol Jerárquico (Hierarchical tree structure): Es una de las formas más simples de mostrar la arquitectura de un producto, el sistema se descompone en subsistemas (físicos o funcionales) obteniendo así distintos niveles de abstracción.

Estructura de Función (Function Structure): Representa la arquitectura de producto como una descomposición funcional en bloques de todas las funciones del producto; aunque podría hacerse también una descomposición física del producto en componentes y subsistemas

Flujo dominante: esta primera heurística examina cada flujo no ramificado de una estructura funcional y agrupa las subfunciones. El flujo viaja a través hasta que sale del sistema o es transformado en otro flujo.

Flujo ramificado: esta 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.

Flujo de conversión-transmisión: la tercera heurística esta de acuerdo con la conversión de subfunciones y la conversión a cadenas de transmisión. Las subfunciones de conversión aceptan un flujo de materia o energía y convierte el flujo en otra forma de material o energía.

IDEF0: Se trata de un sistema de modelado de sistemas en el que podemos encontrar las funciones mostradas como bloques en los cuales las entradas y las salidas van y vienen entre todas las funciones del producto

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.

Índice del Grado de Commonality (DCI): El índice del grado de commonality (DCI) es la medida más tradicional de la estandarización de los componentes.

Refleja el número promedio de ítems parentales comunes por promedio de distintas piezas.

Modularidad: Módulo es un bloque constructivo de un sistema más grande que tiene una función específica y unas interrelaciones bien definidas.

OPM (Object-Process Methodology): Modelo de arquitectura de producto que describe tanto las funciones como los elementos físicos de un producto y sus interrelaciones.

PAE : Pequeño Aparato Electrodoméstico.

Pieza Común: Es la pieza que es exactamente la misma compartida por alguno o todos los productos en una familia.

Pieza Única: Es la pieza que solo es usada en uno de los productos de la familia.

Pieza 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.

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.

Plataforma de Productos: Conjunto común de módulos físicos o no físicos desde los cuales múltiples productos pueden ser derivados.

Segmentación del Mercado: Significa dividir el Mercado en grupos más o menos homogéneos de consumidores, en su grado de intensidad de la necesidad. Más específico podemos decir que es la división del mercado en grupos diversos de consumidores con diferentes necesidades, características o comportamientos, que podrían requerir productos o mezclas de marketing diferentes.

UML (Unified Modeling Language): Nos proporciona una visión general de la arquitectura de un producto. Se dispone de unos recuadros que contienen las clases, las cuales representan los conceptos básicos de un sistema. Las relaciones entre cada una de ellas se representan mediante flechas de conexión que irán acompañadas de un verbo que describa la acción que se produce entre ellas

CAPÍTULO 5.- ESTADO DEL ARTE.

5.1. CONTEXTO

Casi siempre que se habla de diseño se suele referenciar a un comienzo desde cero, desde un folio en blanco. Lo más común es que el desarrollo del producto sea fruto de la derivación de otro, ya que es mucho más deseable hacer una modificación en un producto más antiguo que empezar desde cero. Además los nuevos productos se suelen basar en algo ya existente, algo basado en la esencia de la compañía de la competencia.

Los proyectos de plataforma se sustentan en que los múltiples productos pueden ser derivados en procesos de desarrollo individual de producto. Por supuesto, en el desarrollo de la plataforma es muy importante la posición estratégica de la compañía.

Actualmente en la competencia en el mercado global, muchas compañías están utilizando familias de productos para incrementar la variedad, mejorar la satisfacción del cliente, acordar los plazos de entrega y reducir costes. La clave de una familia de productos exitosa es la plataforma de las cuales están derivadas: En la década pasada hubo una oleada de actividad en el desarrollo de métodos y herramientas para facilitar el desarrollo de familias de productos basados en plataformas.

5.2. ARQUITECTURA DE PRODUCTO.

Existen diferentes formas de definir una arquitectura de producto o sistema, por eso lo primero que haremos será hacer un breve repaso de las distintas definiciones que se le da en la literatura que trata este tema.

El diccionario online de Merriam-Webster habla de la arquitectura tal y como: *“Una manera en la cual los componentes de un ordenador o un sistema informático son organizados o integrados”*.

Ulrich define de la siguiente forma arquitectura: *“El esquema por el cual las funciones de un producto son destinadas a componentes físicos”*.

Crawley proporciona una definición a arquitectura de sistema en la que en la que se refiere a entidades que podrían ser funciones en vez de componentes físicos: *“La arquitectura de sistema es una descripción abstracta de las entidades de una sistema y de las relaciones entre esas entidades”*.

Estas definiciones convergen en el concepto de la ordenación de los elementos del producto mientras lidian entre la estructura física del producto y la representación abstracta de sus funciones. Por eso utilizaremos la definición dada por Hölta:

“La arquitectura de sistema es una descripción abstracta de las entidades de un sistema y de sus relaciones y combinaciones entre si, por la cuales estas entidades son trazadas para unos subsistemas físicos o no físicos más grandes que un sistema”

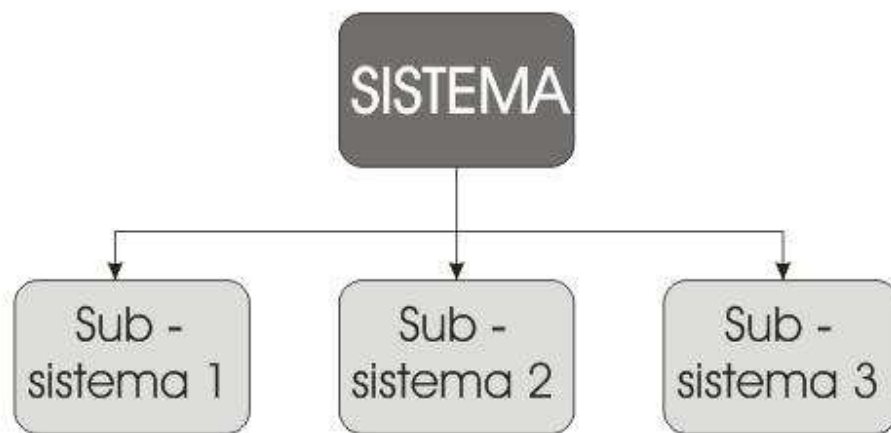
5.2.1 REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE PRODUCTO.

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. A continuación veremos seis casos distintos de representación, los cuales aplicaremos al mismo producto para observar sus características,

sus ventajas y sus desventajas. Y por último haremos análisis un cualitativo de los seis métodos distintos.

i) Estructura de Árbol Jerárquico (Hierarchical tree structure)

Es una de las formas más simples de mostrar la arquitectura, el sistema se descompone en subsistemas (físicos o funcionales) obteniendo así distintos niveles de abstracción.



El inconveniente de este método es que no se revela nada acerca de las relaciones entre los distintos subsistemas.

ii) Estructura de Función (Function Structure)

Utiliza el concepto de órgano como “un sistema que realiza una función interna dada” para referirse a lo que otros denominan simplemente función.

Representa la arquitectura como una descomposición funcional en bloques de todas las funciones del producto; aunque podría hacerse también una descomposición física del producto en componentes y subsistemas. Las

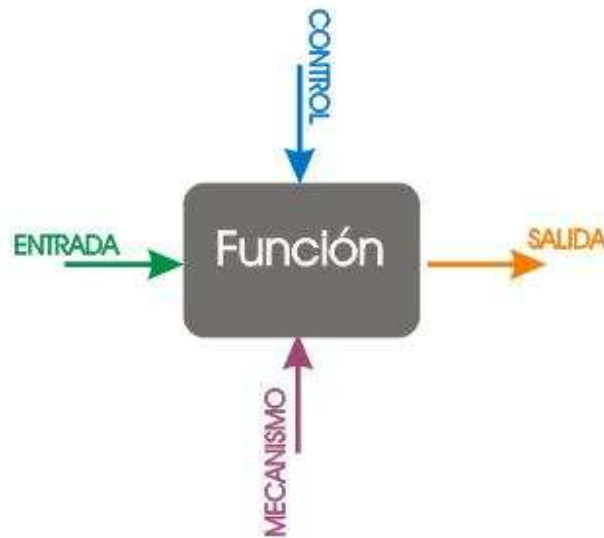
funciones además nos muestran los diferentes flujos de energía, material e información entre los distintos bloques.



En este caso ya disponemos de información acerca de las conexiones entre los distintos órganos que componen el producto y con el entorno que lo rodea.

IDEF0

Se trata de un sistema de modelado de sistemas parecido al anterior, en el que también podemos encontrar las funciones mostradas como bloques en los cuales las entradas y las salidas van y vienen entre todas las funciones del producto. En este modelo de representación añadimos al anterior la existencia de dos nuevas flechas, la de control, que referencia a un elemento controlador, y la de mecanismo que se refiere a una herramienta o recurso que realiza la función.



iii) DSM (Design Structure Matrix)

También similar a la estructura de función, pero en el DSM las funciones son representadas como filas y columnas de una matriz en vez de en cajas y las conexiones entre las funciones son mostradas en la matriz. La dependencia de una función respecto de otra se muestra con un "1" en la casilla correspondiente. La matriz puede evaluar simultáneamente distintas relaciones entre las funciones, para ello se dividen las celdas en el número de partes como dependencias queramos evaluar. Normalmente las interacciones son espaciales (S), materiales (M), informacionales (I) y de energía (E).

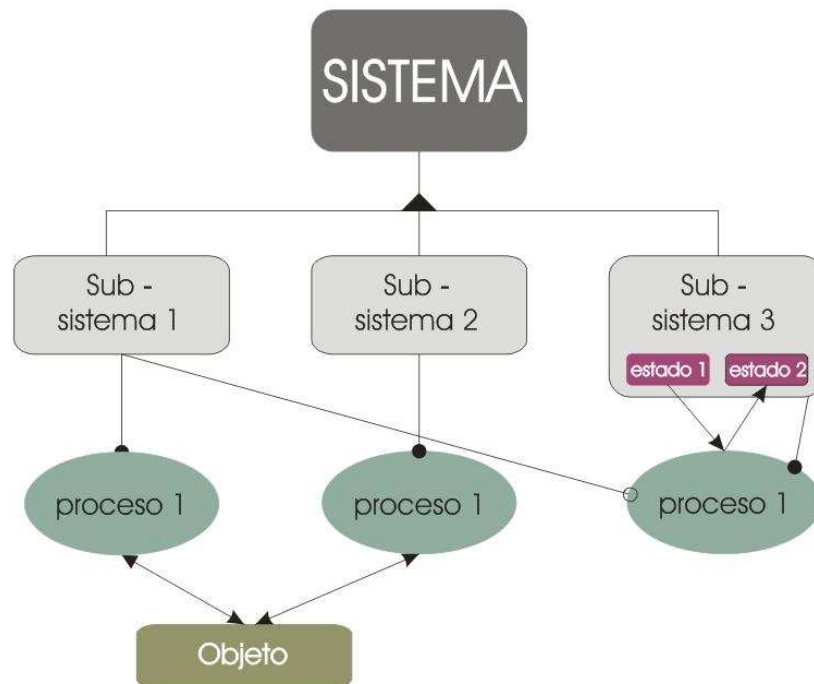
	función 1	función 2	función 3
función 1			1
función 2	1		
función 3	1		

	función 1	función 2	función 3
función 1			S M E I
función 2	S M E I		
función 3	S M E I		

iv) OPM (Object-Process Methodology)

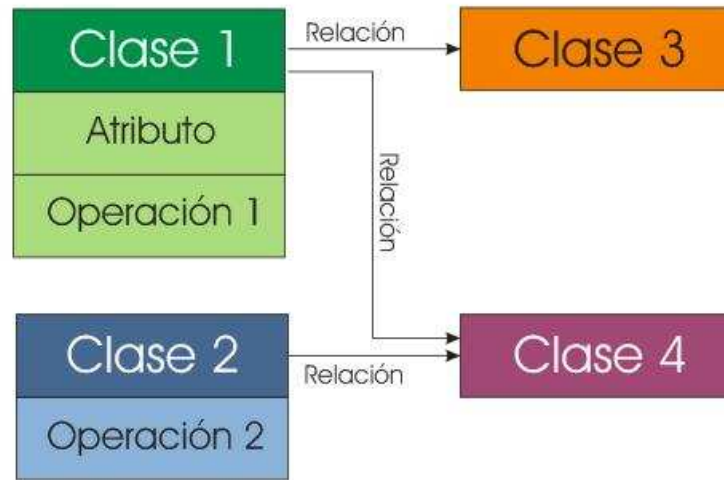
Este modelo de arquitectura describe tanto las funciones como los elementos físicos de un producto y sus interrelaciones, OPM fue diseñado para incluir ambos aspectos en un único modelo.

En él los subsistemas pueden ser representados como objetos, los cuales se mostrarán en rectángulos, y las funciones como procesos, las cuales veremos en elipses. Además las distintas relaciones entre todos los elementos, tanto objetos como procesos, pueden indicarse con múltiples símbolos. Para indicar que un objeto realiza un proceso, el objeto está conectado al proceso con un conector que tiene un círculo negro al final del proceso. Un círculo blanco indicará que el objeto es parte del proceso pero no el agente que lo realiza. Además los estados se simbolizarán como □, los efectos como ➔ y las agrupaciones como ●.



v) UML (Unified Modeling Language)

Podríamos decir que el método UML es el que nos proporciona una visión más general de la arquitectura de un producto. Se dispondrá de unos recuadros que contendrán las clases, las cuales representan los conceptos básicos de un sistema (como por ejemplo los componentes de un producto). Cada clase tendrá una serie de atributos y operaciones que describen sus propiedades y las funciones que pueden hacer. Las relaciones entre cada una de ellas se representan mediante flechas de conexión que irán acompañadas de un verbo que describa la acción que se produce entre ellas.



5.3. MODULARIDAD

Existen diferentes enfoques para definir la modularidad, uno de ellos es el que se basa principalmente en la funcionalidad del módulo. A continuación veremos una serie de definiciones apoyadas sobre este criterio.

O'Grady define "hard" y "soft" módulos. Los módulos "hard" son módulos físicos ensamblables y los módulos "soft" tienen una presencia física limitada.

Mattson y Magleby dividen la modularidad en tres categorías: diseño, fabricación y modularidad de clientes.

Hubka y Eder definen el diseño modular como "la conexión de elementos constructivos en grupos adecuados desde los cuales distintas variantes de sistemas técnicas pueden ser ensambladas"

Salhiey y Kamrani definen modulo como "un bloque constructivo que puede ser agrupado como otros bloques constructivos para formar una variedad de productos". Además añaden que los bloques podrán realizar funciones discretas y que el diseño modular debe enfatizar la minimización de interacciones entre los diferentes componentes.

Camuffo, Dahmus, Pahl, Ulrich y Eppinger tienen definiciones similares. Ellos definen un módulo como un pedazo de un producto con una función identificable.

Existen otro enfoque desde el que definir modularidad:

Otto y Word dicen: “los módulos de un producto son definidos como subestructuras físicas integrales de un producto que tienen una correspondencia unívoca con un subgrupo de funciones del producto”

Ercsson y Erixon añaden que además de la similitud entre la arquitectura física y la funcional, un módulo debe tener las interacciones mínimas con otros módulos del resto del sistema.

Simon, Baldwin y Clark coinciden al decir que un módulo es una unidad cuyos elementos estructurales están poderosamente conectados entre ellos mismos y conectados a elementos de otras unidades de forma relativamente débil.

Höltta concluye unificando estas definiciones en una única. Módulo es un bloque constructivo de un sistema más grande que tiene una función específica y unas interrelaciones bien definidas.

5.3.1 PRINCIPALES METODOLOGÍAS PARA LA MODULARIDAD.

Estas metodologías son las mas importantes a día de hoy en el proceso de modularización a nivel de diseño.

Metodología	Propuesta por	Aproximación y méritos
Function Structure Heuristic Method	Stone y otros	Funciones y heurística basadas en la división. Los diseñadores hacen decisiones divididas.
DSM	Ulrich y Eppinger	Relaciones y subsistemas en forma de matriz. Buena visualización de los módulos. Aplicable a cualquier dominio. Las salidas del DSM sugieren divisiones.
Modular Function Deployment (MFD)	Erixon	Uso de mecanismo QFD. El diseñador proporciona elementos estratégicos para hacer las divisiones.

5.3.2 MEDIDAS DE MODULARIDAD

Los índices 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 [8].

ÍNDICES DE COMMONALITY

En este apartado se da una descripción de algunos de los índices de commonality que hemos encontrado en la literatura, como son computados, sus ventajas y sus limitaciones. Los índices seleccionados están basados en una perspectiva sobre los componentes, miden fundamentalmente la similitud y diferencia entre los componentes dentro de una familia de

productos. Estos índices no se centran en aspectos como la funcionalidad.

- Piezas únicas, variantes y comunes.

Para la medida de la commonality definimos pieza 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:

- **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) es la medida más tradicional de la estandarización de los componentes. Presentado por Collier en 1981, este refleja el número promedio de items parentales comunes por promedio de distintas piezas.

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

Donde:

Φ = número de parentales inmediatos que el componente j tiene sobre un

conjunto de items finales o niveles de la estructura del producto.

d = número total de componente distintos en el conjunto de items finales o niveles de la estructura del producto.

i = número total de items finales o número total de items parentales del nivel más elevado para el nivel de la estructura del producto.

Item componente = cualquier item inventario (incluyendo materia primas) diferente de un item final que vaya dentro de un nivel más elevado de items.

Item final = producto acabado o subsensamblaje considerable para una demanda del consumidor o pronóstico de ventas.

Item parental = cualquier inventario que tiene componentes piezas.

La segunda ecuación nos permite ver los valores más altos y más bajos de DCI:

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

$$\beta = \sum_{j=i+1}^{i+d} \Phi_j$$

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 $DCI = \beta$ 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.

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

Donde:

Φ = número de parentales inmediatos que el componente j tiene sobre un conjunto de items finales o niveles de la estructura del producto.

d = número total de componente distintos en el conjunto de items finales o niveles de la estructura del producto.

i = número total de items finales o número total de items parentales del nivel más elevado para el nivel de la estructura del producto.

Item componente = cualquier item inventario (incluyendo materia primas) diferente de un item final que vaya dentro de un nivel más elevado de items.

Item final = producto acabado o subsensamblaje considerable para una demanda del consumidor o pronóstico de ventas.

Item parental = cualquier inventario que tiene componentes piezas.

La ecuación 4 muestra los límites superior e inferior de TCCI:

$$0 \leq TCCI \leq 1$$

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.

5.3.3. ARQUITECTURAS MODULARES

Existen diferentes criterios para categorizar los tipos de arquitecturas de producto, uno de ellos sería en arquitectura modular o integral. Esto no es cien por cien correcto ya que no existen productos completamente modulares o integrales, sino que la mayoría de las arquitecturas combinan ambos.

La arquitectura modular a veces se dirige hacia un estado en el cual cada una de las funciones son exclusivas de un único componente físico, ya que se desean las menos interacciones entre los diferentes módulos del producto; es decir, que los módulos sean independientes. Y esto se consigue a través de la creación de una relación unívoca entre componentes físicos y funciones. Unos ejemplos de arquitectura modular pura son las navajas suizas y los ordenadores de sobremesa.

Lo contrario a este caso sería la arquitectura integral en la cual existen multitud de conexiones entre los elementos, creando un sistema mas complejo ya que las funciones se encuentran relacionadas entre si y entre distintos elementos físicos del producto, lo que provoca una dificultad en la identificación de que parte del producto realiza cierta función. Ejemplos inequívocos de esta arquitectura son los ordenadores portátiles.

5.3.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA MODULARIDAD

Ventajas:

- 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 de reutilización ya que si estos están diseñados con interrelaciones bien definidas pueden ser utilizados de nuevo en otros diseños.
- Una arquitectura de producto bien diseñada puede ayudar a dirigir los cambios, mejoras, variedades de producto y estandarización de componentes. Los cambios, mejoras y variaciones de un producto pueden ser logrados con la simple sustitución de un sistema por un módulo sin realizar ningún otro tipo de cambio sobre el resto del producto o de la plataforma.
- 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.
- El potencial total de la modularidad esta aun por realizarse ya que las investigaciones continúan en esta area.

Inconvenientes:

- La modularidad puede conducir a un coste excesivo debido al sobre diseño, la ejecución ineficiente, y demasiados módulos comunes puede provocar una pérdida de la identidad de marca.
- Un factor limitador de la modularidad podría ser una característica de un producto existente que sometida a un cambio en el valor de una de sus propiedades o a un cambio en si misma a un valor del espacio factible del diseño resulte aumentada la consecución de los objetivos del producto. Por ejemplo, una parte en un módulo que haga a la totalidad del módulo no reciclable.

- Especialmente los productos mecánicos de alta potencia, en contraposición a los productos procesadores de señal de baja potencia, serían beneficiados por un diseño integral si la más alta prioridad 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.
- No hay investigaciones sobre hasta que punto la modularidad es beneficiosa.

5.4. 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 el mercado actual y de dirigir el problema de la variedad, con los desafíos existentes de proveer mejor calidad, de dar precios competitivos, y de mejorar la velocidad de mercado.

Muchas compañías han implementado exitosamente familias de productos basadas en plataformas para satisfacer las necesidades de los consumidores. Estas implementaciones exitosas dan comprensión en casos, métodos y beneficios relacionados con el desarrollo de familia de productos.

La arquitectura de producto y la arquitectura modular han creado el lecho para una plataforma de producto eficiente.

Meyer y Lehnerd definen plataforma como “un conjunto de componentes, módulos o partes comunes desde el cual un corriente de productos derivados pueden ser creados y lanzados eficientemente”.

Muffato define de forma parecida plataforma de la siguiente forma: “conjunto relativamente grande de componentes de un producto que están físicamente conectados como un sub-ensamblaje estable y que está en común en distintos modelos finales”

McGrath, Otto y Wood proporcionan una definición más general donde plataforma es “una colección de elementos comunes (no tienen por qué ser solamente físicos) que son implementados a través de una línea de productos”.

Simpson también da una respuesta general a la definición de plataforma como “un conjunto de parámetros, características y/o componentes que permanecen constantes desde un producto a otro dentro de una familia de productos dada”.

Höltta propone la plataforma como “el conjunto común de módulos físicos o no físicos desde los cuales múltiples productos pueden ser derivados”

5.4.1. METODOLOGÍAS DE PLATAFORMA RECIENTEMENTE PROPUESTAS POR LA ACADEMIA.

Metodología	Autor	Aproximación	Comentarios
Composite Design	Meyer y Lenherd	Parrilla de mercado y benchmarking basado en métodos genéricos.	Líneas guía a nivel de negocios. Supone un sistema estructural y una información competitiva válidas.
DFV	Ishii y Martin	Requerimientos del consumidor → Gvi, Ci → Especificaciones del producto.	Supone los requerimientos del consumidor válidos.
PPCEM & VBPD	Simpson y asociados	Estrategia de influencia → Optimización → Especificaciones del producto.	Medidas cuantitativas y relaciones de las necesidades definidas.

Function based Modularity	Otto y asociados	Estructura funcional → Módulos → Portfolio del producto.	Supone las funcionales estructurales disponibles.
Multiple Platform Selection	Allen y asociados	Estrategia de influencia → Optimización → Iteración → Portfolio del producto	Medidas cuantitativas y relaciones de las necesidades definidas.
Robust Platform	Allada y Jiang	Cambios en los requerimientos del consumidor → Optimización / Simulación → Especificaciones del producto	Supone el mapeado de los módulos funcionales disponibles.
Modular Design Approach to Support Sustainable Design	Bryant y asociados	Representación funcional → 3 heurísticas → módulos potenciales → Mapeado de los módulos funcionales a los módulos físicos → Eliminación del exponente preferente (EPI)	Rediseño high-EPI de módulos y componentes
Customer-needs motivated conceptual design	Kurtdiker y asociados	Aproximación basada en la función → Frecuencia y peso de las necesidades de los consumidores → Plataforma vs. diferenciación de módulos.	Ajustable la fase de diseño conceptual.
Platform and Differentiation element in product design	Van Wei y asociados	Plataforma integrada y diferenciación modular de módulos.	

5.4.2. MÉTODOS PARA LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.

Simpson propone los dos siguientes métodos para el diseño de una plataforma de producto:

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

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

Otra forma de enfocar las plataformas de productos 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.

5.4.3. PLATAFORMA BASADA EN ESCALAS.

Las familias de productos basadas en escalas son desarrolladas mediante la escala de una o más variables para “estirar” o “encoger” la plataforma y crear productos cuya ejecución varíe de acuerdo para satisfacer la variedad de huecos del mercado.

El método de plataformas basadas en escalas es una estrategia muy común empleada en muchas industrias:

- Black & Decker desarrollaron una familia de motores eléctricos universales que fueron escalados a lo largo de un montón de medidas para producir un rango de potencias de salida para cientos de sus herramientas y dispositivos.
- Honda desarrollo una plataforma de automóviles que puede ser encogida en ancho y alto para crear un “mundo de automóviles”, la cual

fue desarrollada despues del fracaso en los mercados americanos y japoneses debido al uso de una única plataforma. (Naughton y asociados, 1997).

- Rolls Royce escaló su motor de avión RTM322 mediante un factor de 1.8 para realizar una familia de motores con diferentes potencias rotativas y empujes. (Rothwell y Gardiner, 1990)
- Boeing desarrolló muchos de sus aeroplanos comerciales, incluyendo el 777, mediante el encogimiento del avión para acomodar a más pasajeros, transportar más carga o incrementar el rango de vuelo. (Sabbagh, 1996)

5.4.4. PLATAFORMA BASADA EN MÓDULOS.

Existen numerosos ejemplos de familias basadas en módulos [8]:

- Sony creo todos sus Walkmans alrededor de módulos claves y plataformas y usa el diseño modular y la fabricación flexible para producir una variedad de productos de calidad a bajo coste, permitiendoles introducir más de 250 modelos en EE.UU. en los 80'. (Sanderson y Uzumery, 1997)
- Nippondenso Co. Ltd. Hace un matriz de los componentes del automovil para una variedad de fabricantes de automóviles usando una estrategia combinatoria que implica diferentes módulos con interfaces estandarizados. (Whitney, 1997)
- Hewlett Packard desarrolló exitosamente varias de sus impresoras ink jet (impresoras de inyección de tinta) e impresoras láser jet alrededor de componentes modulares para obtener beneficios a través del

aplazamiento del punto de diferenciación en su fabricación y en el proceso de ensamblaje. (Feitzenger y Le, 1997)

Estos exitosos ejemplos resultan de la cuidadosa atención a las necesidades del cliente y una bien definida arquitectura de producto dentro de la familia.

5.4.5. BENEFICIOS DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.

Los beneficios de la plataforma son similares a los beneficios de la modularidad en el sentido que los módulos son a menudo usados para crear las mismas plataformas modulares o variantes de productos mediante la adición de un módulo a una plataforma.

Los proyectos de plataforma además permiten proyectos derivados más adelante que son más cortos en duración que los proyectos de plataforma. Los productos derivados tienen más probabilidad de salir bien que la totalidad de nuevos productos. Una buena plataforma puede permitir un conjunto de exitosos productos variantes, ya que como dicen Meltzer una familia de productos y su plataforma pueden ser usados como una herramienta para acelerar el desarrollo del nuevo producto ya que la evolución de un producto derivado basado en una plataforma es más rápida que el desarrollo completo de un nuevo producto.

5.5. DISEÑANDO LA ARQUITECTURA Y LA PLATAFORMA DE PRODUCTO.

Para el diseño de una buena arquitectura de producto se necesita una buena aproximación al diseño modular. La idea es desarrollar unas arquitecturas de familia que permitan la variedad de producto mediante el diseño de una arquitectura consistente en módulos independientes que son definidos en concordancia con la estrategia modular de la empresa para la que se diseña.

La definición y la metodología de la modularidad dependen del propósito de la misma; ya que por ejemplo, variará en función de la fase de diseño en la que queramos obtener beneficios a través de la modularidad.

5.5.1. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL CONSUMIDOR

El primer paso en el desarrollo de la plataforma de producto será la clasificación de las necesidades del consumidor en necesidades esenciales y distintivas. Las necesidades esenciales nos conducirán hacia una plataforma común y las necesidades distintivas hacia la variedad. En otras palabras, las necesidades esenciales formarán la estructura de la plataforma común y las necesidades distintivas formarán los módulos de diferenciación.

5.5.1.1. HIPÓTESIS DE LAS NECESIDADES DEL CONSUMIDOR

Después de reunir los datos de las necesidades del consumidor, la primera tarea es 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 en esenciales y distintivas. Para ello esta hipótesis se basa 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 más pesadas 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 pesadas y con baja frecuencia serán las necesidades que nos llevan hacia la plataforma común. Y ligeras y de alta frecuencia las que nos conducirán a módulos diferenciados.

Para el estudio de las necesidades del consumidor, estas han de ser reunidas a través de entrevistas a grupos de consumidores. A estos se les pregunta que es lo que ellos querrían ver en el producto que se está diseñando para ellos. Se anotan las necesidades que digan los consumidores y una vez acabadas las entrevistas se estudian. Obsérvese que muchas de las necesidades se repiten. De esta forma se hace una lista de necesidades de los consumidores con su frecuencia de repetición anotada. A través de esta recogida de datos nos damos cuenta de que el consumidor tiende a nombrar más necesidades específicas que necesidades básicas requeridas para el funcionamiento del producto. Por lo tanto, habrá que crear un cuestionario adicional en el que se muestran todas las necesidades anteriormente recogidas. La frecuencia de las necesidades no se mostrará en dicho cuestionario. A cada consumidor se le pide puntúe cada necesidad en una escala del 0-5 (0- No importante; 1- Poco importante; 5- Máxima importancia). A las puntuaciones se les calcula la media para averiguar el peso relativo de cada necesidad del consumidor. A continuación, se crea una tabla en el que cada necesidad del consumidor con sus respectivos valores de frecuencia y peso.

5.5.1.2. EVALUACIÓN DE LA INTERACCIÓN ENTRE FRECUENCIA Y PESO

Para examinar cualquier posible interacción entre frecuencia y peso, cada necesidad con su respectiva frecuencia y peso en tabulada dentro de una tabla. A continuación se construye una nube de puntos de las necesidades en la que se enfrentan en el eje x la frecuencia y en el eje y el peso. Estos puntos son más significativos en la planificación de la plataforma de producto ya que identifican las necesidades esenciales y distintivas del

consumidor.

La siguiente tarea consiste en investigar los posibles agrupamientos en necesidades esenciales y distintivas que puedan ayudar a definir la plataforma. Para ello emplearemos lo dicho en H3, las necesidades del consumidor que tengan mucho peso y baja frecuencia serán las necesidades que nos llevan hacia la plataforma común, siendo estas las necesidades esenciales. Y las necesidades ligeras y de alta frecuencia las que nos conducirán a módulos diferenciados, ya que son necesidades distintivas.

Las necesidades esenciales forman la estructura básica del producto, mientras que las distintivas no forman parte de este. Las agrupaciones pequeñas o individuales de las necesidades declaradas por los consumidores forman los módulos diferenciadores. La combinación de las necesidades esenciales (que forman la estructura de la plataforma) con las necesidades distintivas resultan en variantes de productos.

5.5.2. ARQUITECTURA FUNCIONAL Y FÍSICA.

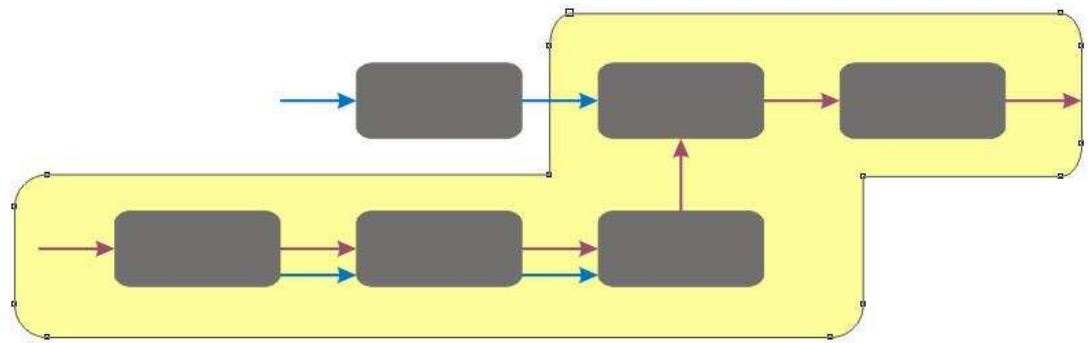
A continuación se expondrán tres métodos distintos para la construcción de una arquitectura modular de producto que finalmente evaluaremos para ver sus mejoras y debilidades.

HEURÍSTICA DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL.

Este método consiste en tres estrategias separadas para identificar módulos a través de la previa confección de un modelo funcional bien refinado.

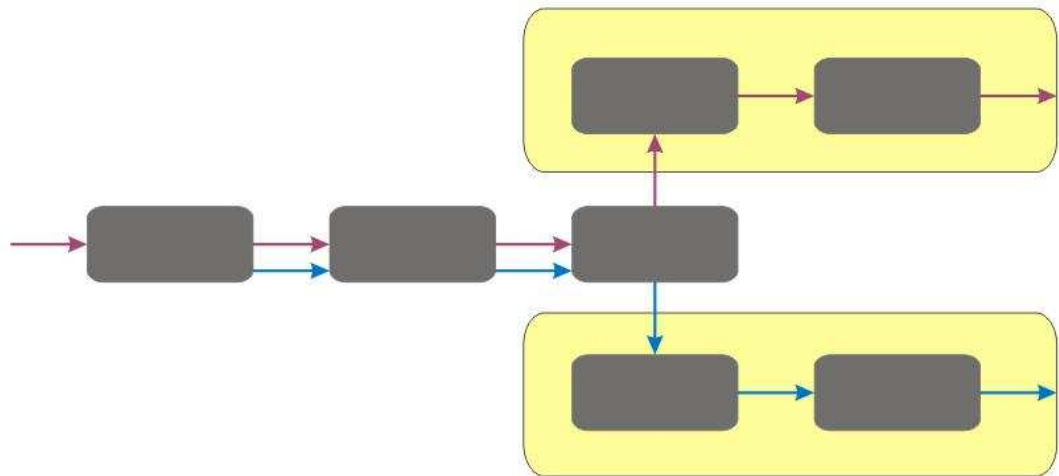
a) Flujo Dominante.

Esta primera heurística examina cada flujo no ramificado de una estructura funcional y agrupa las subfunciones. El flujo viaja a través 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. Las subfunciones identificadas forman la frontera, o interfaz, del módulo. Cualquier otro flujo que atraviese la frontera es una interferencia entre el módulo y el resto del producto.



b) Flujo Ramificado.

La segunda heurística está 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. Todos los flujos que crucen esta interfaz son interacciones entre el resto del producto y el módulo.

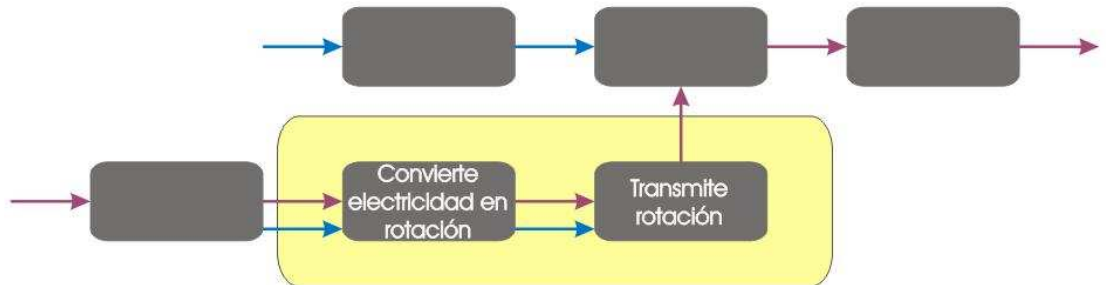


c) Módulos de Conversión-Transmisión.

La tercera heurística esta de acuerdo con la conversión de subfunciones y la conversión a cadenas de transmisión. 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. Si además una subfunción de conversión sale en una cadena con una transmisión o transporte esto se convierte en una oportunidad para formar un módulo.

Las acciones esenciales de esta heurística son las que continúan: identificar las subfunciones de conversión y verificar la transmisión o transporte de subfunciones a través del flujo convertido, Si esto no se produce, el conjunto de subfunciones es el módulo en si. Si el transito o transporte existe sin ninguna otra subfunción entre ellas, entonces la pareja de conversión-transmisión (transporte) representa un módulo. Si otras subfunciones existen entre la conversión y la transmisión, esas

subfunciones intermedias solo operan en el flujo convertido y la conversión-transmisión representa una cadena.



DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN MODULAR (MFD).

Este método también está basado en la descomposición funcional, aunque utiliza otros conductores de la modularidad además de la funcionalidad. El método del despliegue de la función modular está diseñado para modularizar un único producto en una vez. Los conductores que utiliza este sistema son doce, de los cuales elegiremos tantos y cuales nos marque nuestra estrategia corporativa.

Conductores de modularidad	Funciones								
	Función 1	Función 2	Función 3	Función 4	Función 5	Función 6	Función 7	Función 8	
Transferencia al siguiente	3			1					4
Evolución de la tecnología		3	9		3			9	24
Plan del producto		1	3			3		9	16
Especificación técnica	1				3				4
Diseño y estilo		3		9		9		1	22
Unidad común	9		3				9		21
Procesado y/o organización	3	1			3				7
Comprobación por separado	3		3					1	7
Disponibilidad de sustitución									0
Servicio y mantenimiento		9			9				18
Capacidad de desarrollo			1		3			1	5
Reciclado				3					3
	19	17	19	13	21	12	9	21	

MFD es similar a QFD, pero aquí los conductores de la modularidad son comparados en la matriz con las funciones en vez de con los requerimientos del consumidor. La agrupación en módulos comienza con las funciones que han recibido más alta puntuación (funciones dominantes) y las funciones dominadas por el mismo tipo de conductores de modularidad serán buenas candidatas a un mismo módulo de acuerdo con este método. El número de módulos según MFD es igual a la raíz cuadrada del número de piezas o operaciones de ensamblaje.

MATRIZ DE DISEÑO ESTRUCTURAL (DSM).

	1	2	5	4	6	3
1	1	1	1			
2		1				
5	1		1			
4				1	1	
6				1	1	
3						1

	1	2	3	4	5	6
1	1	1			1	
2		1				
3			1			
4				1		1
5	1				1	
6				1		1

DSM es frecuentemente utilizado para organizar las tareas de desarrollo del producto o equipos para minimizar las iteraciones innecesarias de diseño y así ayudar a dirigir y acelerar el proceso de desarrollo. Y además, DSM se puede utilizar para definir módulos sin una única arquitectura de producto. En el DSM basado en la función o el componente (arquitectura DSM), las funciones o componentes son colocadas en las filas y columnas de la matriz. Estos son entonces comparados unos contra otros marcando en la matriz las interacciones que se producen entre las funciones o los componentes. Podemos dividir cada casilla de comparación, si lo deseamos, en interacciones espaciales, energéticas, informacionales y materiales, además de ampliar los coeficientes a -2 , -1 , 0 , 1 , 2 para reflejar la fuerza de la interacción y si es beneficiosa o perjudicial.

Una función o componente y sus interacciones son localizadas en el DSM, un algoritmo de clustering (agrupación) puede ser aplicado al grupo de

funciones o componentes de tal forma que las interacciones dentro de clusters (grupos) son maximizadas y entre clusters minimizadas. La idea básica del algoritmo de clustering es reordenar las filas y columnas de forma que todas las puntuaciones estén tan próximas como sea posible a la diagonal o formar un cluster ajustado con otras puntuaciones.

DSM está especialmente diseñado para una rápida reordenación de la arquitectura basada en las interacciones entre interfaces. Este método se concentra sobre los interfaces de los módulos para simplificar el proceso de diseño y la aparente complejidad de la arquitectura de un producto.

5.5.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE CADA MÉTODO.

El objetivo de la comparación de los tres métodos es crear una perspectiva de cómo de fáciles son los métodos en su uso, como de bien funcionan en casos específicos y como de repetibles son. Además identificaremos sus carencias.

La primera suposición posible es que los métodos darán resultados similares para una arquitectura modular o que al menos identificarán las claves básicas en los mismos campos. Sorpresivamente los métodos, cuando son probados en varios productos, prácticamente no dan soluciones comunes a la hora de dividir una estructura en módulos.

Más allá, cuando los métodos son aplicados en dos familias de dos productos, nos damos cuenta de que los métodos están diseñados para productos únicos, no pueden identificar módulos comunes a lo largo de productos en una familia. De esta manera, suboptimiza la familia ya que optimiza el producto de forma exclusiva. Esto es interesante ya que uno de los objetivos claves de la modularidad es conseguir ventajas de escala y

oportunidad compartiendo componentes y de ese modo creando variedad sin menos componentes en un familia de productos.

- Heurística de la Estructura Funcional:

Ayuda para interfaces simples (Flujo ramificado) y agrupa las funciones claves en módulos (Flujo dominante, par de conversión-transmisión).

- MFD

Este método no mira los interfaces entre las funciones pero se concentra en los aspectos estratégicos, posibles beneficios, de la modularidad como cuanto ayuda al mantenimiento y reutilización, los cuales por otro lado son ignorados por los otros métodos.

- DSM

Es más similar a la heurística de la estructura funcional y, asimismo, ayuda con los interfaces sencillos. El DSM, en cambio, es ejecutado por un ordenador y no puede identificar las funciones claves de un producto. De hecho, DSM puede sugerir solapamiento o soluciones funcionales inviables.

Todos los métodos identifican ciertos grupos de funciones, que podrían ser combinados en un módulo, de una forma en particular, pero ellos no se ponen de acuerdo en cuantas otras funciones esas llamadas esencias modulares deberían tener.

La dificultad de uso y la debilidad en la repetitibilidad son debidas a dos causas principalmente:

1. Los métodos tienen insuficientes reglas sobre como decidir donde un interfaz debería ser localizado.

La definición de la modularidad casi siempre incluye interfaces simples y unidades aislados, pero los métodos, excepto el DSM, no lo aplican de forma suficientemente rigurosa. E incluso el algoritmo DSM trata cada conexión de interfaz como equivalente, lo cual no es siempre deseado según el caso. El método heurístico de la estructura funcional ayuda para los interfaces simples, pero las reglas son demasiado extensas y muchas alternativas de módulos son posibles sin violar ninguna de las heurísticas. MFD tiene un paso para el interfaz de diseño, pero no está detallado y no dirige hacia como realmente decidir como agrupar algunas de las funciones en un módulo.

Claramente, un método mejor es necesitado para el diseño de interfaces.

2. Los métodos están diseñados principalmente para productos únicos.

La mayor parte de los métodos existentes optimizan cada producto de la familia y no la familia o plataforma. La deficiencia principal radica en la identificación de las partes comunes de la familia. DSM no tiene siquiera un paso para esto; MFD tiene solo un conductor de muchos que identifique unidades comunes a través de los productos, aunque este presupone que la modularidad esta predeterminada. Y la heurística de la estructura funcional incluye tres métodos diseñados específicamente para diseño de familia de productos, pero como se ha mostrado, la repetitibilidad es la mas pobre cuando intentamos identificar los elementos comunes entre productos.

Se necesita un método mejor para la identificación de módulos comunes entre productos en una familia de productos o plataforma de diseño.

5.5.4. DISEÑO DE INTERFACES FLEXIBLES

Thomke sugería la modularidad como una herramienta para mejorar la flexibilidad, pero la modularidad por si sola no es suficiente si los interfaces no están adecuadamente diseñados. Existen muchas heurísticas simples, tanto como calcular el numero de conexiones entre módulos, pero como Fixson apuntaba, diferentes interacciones tienen diferentes intensidades.

Existe un método para valorar el grado de complejidad de los diferentes tipos de interfaces. Esta medida es usada además en un método de modularización para determinar las fronteras modulares. Está basada en la minimización del esfuerzo de rediseño si un módulo adyacente fuera cambiado. La robustidad de un módulo para cambiar hace de la arquitectura más flexible en términos de mejora de diseño y otros cambios.

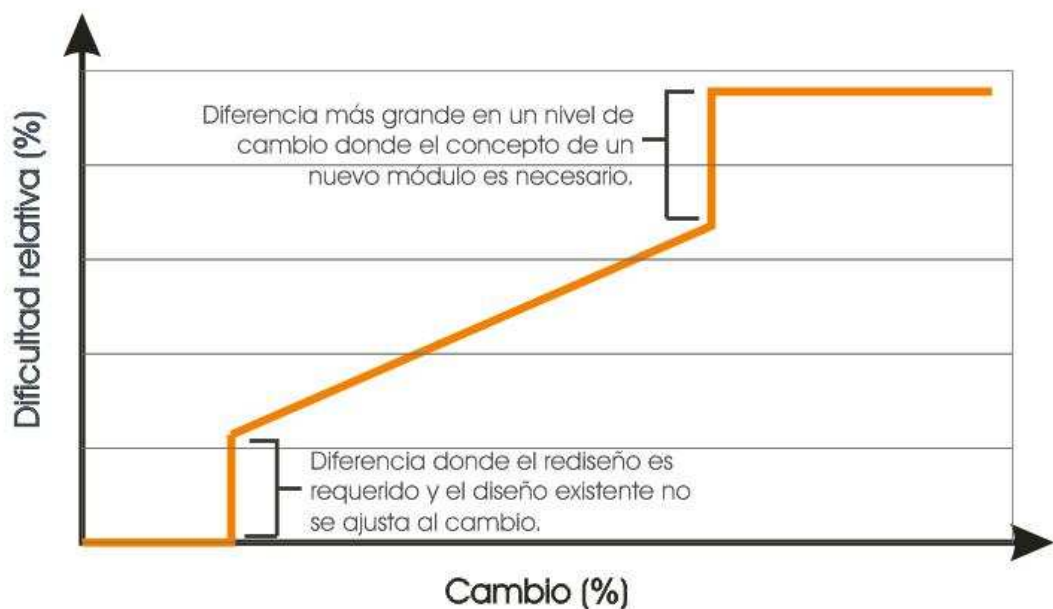
La medida del esfuerzo de rediseño presentada aquí no es significativa para decidir el número o tamaño de un módulo. La medida junto con otras como las ensamblabilidad, los repuestos, el tamaño del equipo, etc. Son importantes criterios de diseño para su uso en decisiones multicriterio. Además, propiedades emergentes como el coste, el peso y el tipo de ejecución deben ser consideradas. El propósito de esta medida es la de ayudar a elegir fronteras modulares tanto como futuros cambios que conlleven el menor esfuerzo de rediseño posible.

Esta medida está basada en dos tipos de interacciones en los interfaces. Las interacciones son los tipos de flujo como material, sólido, gaseoso, energía eléctrica,...

Con todo esto se pretende medir el esfuerzo de rediseño para todas las categorías de flujo. El esfuerzo se mide a través de encuestas a las empresas con una sencilla pregunta: “¿Cuánto rediseño comparado con el esfuerzo original es necesario en este módulo para modificar este flujo de

esta cantidad a otra?" El número que den será un porcentaje, por ejemplo 1.6%, que indicará que si el flujo tuviera que cambiar el 1% la cantidad de esfuerzo necesitado para acomodar el cambio es del 1.6% del esfuerzo original para diseñar el componente en particular.

Los valores serán diferentes para cada tipo de flujo al igual que serán diferentes para cada empresa. Esto es algo esperado ya que se hipotetizan que diferentes interacciones tendrán diferentes efectos en términos de esfuerzo de rediseño.



Los valores de medida del esfuerzo de rediseño son usados para determinar los límites modulares junto con otros criterios como el coste o los conjuntos de recambios. De acuerdo con esto, el producto a continuación es modularizado usando algún método de modularización. Se han mencionado métodos anteriormente que tienden a dar sugerencias pero no respuestas definitivas como donde dibujar las fronteras de modularización. Esta medida es buena para identificar interfaces críticos en una arquitectura de producto. De esta forma la complejidad del esfuerzo de

diseño será mayor los flujos más críticos y será mejor mantener la interfaz dentro de un módulo. E igualmente para los interfaces con el menor esfuerzo de rediseño serán los mejores candidatos para ser un modulo fronterizo.

La medida del esfuerzo de rediseño puede mejorar la flexibilidad en términos de preparación ante los posibles cambios de la arquitectura de producto.

5.5.5. IDENTIFICACIÓN DE MÓDULOS COMUNES

En este apartado se describe un método cuantitativo para evaluar los elementos comunes modulares. Está basado 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. También se pueden usar el clustering y los dendogramas para crear familias de producto, pero esta aproximación esta basada en productos existentes y no es aplicable en la fase de arquitectura de producto.

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.

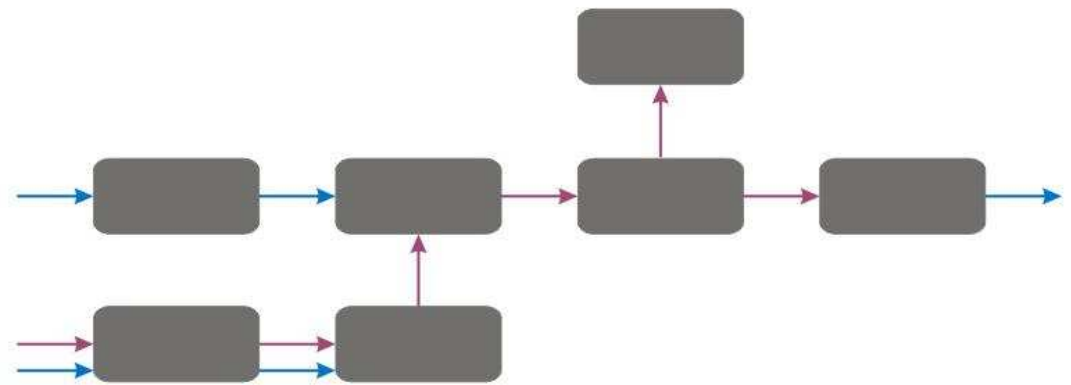
d) Communalty en el dominio funcional.

Comenzaremos creando estructuras funcionales para cada producto que sea considerado para ser 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:

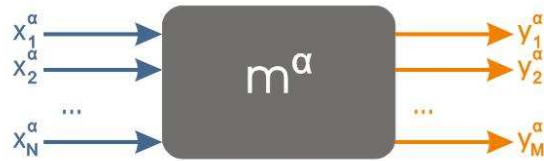
1. Construir estructuras funcionales para todos los productos.



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.



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 a 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) para los tipos de flujo para manipular la naturaleza no-aditiva de la diferencia de flujo como el valor del crecimiento de flujo. Por ejemplo la diferencia de 3V no será lo mismo entre 1V y 4V que entre 2586V y 2589V. 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:

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

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

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

5. Calcular la distancia métrica entre entre cajas negras.

Definimos la pseudo-distancia entre m^α y m^β mediante

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

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

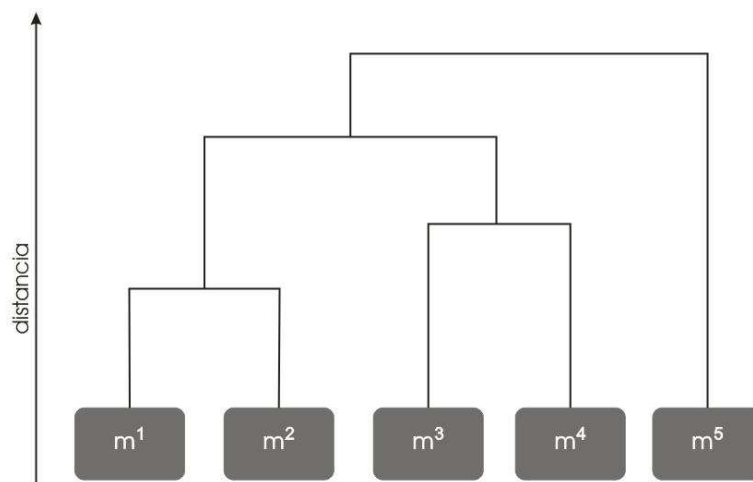
	m1	m2	m3	m4	m5
m1	0	m^{12}	m^{13}	m^{14}	m^{15}
m2		0	m^{23}	m^{24}	m^{25}
m3			0	m^{34}	m^{35}
m4				0	m^{45}
m5					0

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 si en el dendograma a su distancia del grupo de módulos que esté más cerca de él.



e) Communalidad 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. Las funciones 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.

5.6. EVALUACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE PLATAFORMA

La evaluación de la arquitectura de plataforma es una tarea más cambiante que la de la evaluación de una única arquitectura de producto desde el punto de que este soporta variantes multi-producto a lo largo de un periodo prolongado de tiempo.

Distintos autores utilizan distintos métodos para la evaluación de la arquitectura de plataforma, aquí acompañan algunos ejemplos:

De Weck y Chang proponen el uso de una frontera de Pareto para ayudar a la selección de la arquitectura. Su método mejora la ejecución desde el punto de vista del ciclo de vida.

Kota y asociados presentan un método de benchmarking para comparar su plataforma de productos a la de sus competidores. Su método evalúa una plataforma basada en como de bueno son los componentes de valor no añadido que son compartidos en una plataforma.

Kristjansson y Hildre introducen una herramienta de valoración de la plataforma para la evaluación del ajuste estratégico de una plataforma. Ellos incluyen multicriterio, pero la herramienta carece del detalle técnico actualmente necesitado en el desarrollo de la plataforma.

Crawley y asociados discuten sobre como una arquitectura puede ser evaluada basándose en múltiples “ilities” (requerimientos no-funcionales). Una “buena” arquitectura es flexible, escalable, sostenible, reciclable, etc.

Holtä presenta un método que ayuda a valorar una plataforma modular en un contexto basado en múltiples criterios, incluida la modularidad, la ejecución en términos de encuentro con los requerimientos del consumidor o otras muchas “ilities” (requerimientos no-funcionales).

5.7. CONCLUSIONES

Hemos mostrado como definir módulos comunes en una plataforma con un rediseño sencillo de las interfaces al igual que la elección de una plataforma alternativa que esté bien alineada con la estrategia de la compañía.

Los mayores handicaps en el desarrollo del diseño modular de la plataforma hasta la fecha son que los métodos comentados son dirigidos a productos únicos y no por tanto apropiados para permitir la variedad de productos a través de la familia de productos. Además los métodos actuales identifican la “esencia” modular solo en el abandono de los criterios creados como frontera por el diseñador, usando exclusivamente un grupo limitado de criterios de evaluación. A partir de esto concluimos que las dos mayores limitaciones en el estado actual de las investigaciones a cerca de este tema son:

1. Falta de herramientas para el interface de diseño.
2. Falta de reglas de diseño sobre como elegir los componentes comunes de la plataforma y el desarrollo de métodos para rellenar estas limitaciones.

CAPÍTULO 6.- METODOLOGÍA PROPUESTA.

1. Estrategia de la plataforma.

1.1. Segmentación del mercado

2. Análisis de las necesidades del consumidor.

2.1. Reunir las necesidades del consumidor utilizando técnicas de entrevista.

2.2. Medir la frecuencia de ocurrencia de cada necesidad distinta.

2.3. Preparar un cuestionario usando los datos de las entrevistas. Pedir a los consumidores que valoren del 0-5 la importancia de cada necesidad. Calcular el promedio de los pesos de cada necesidad.

2.4. Tabular cada necesidad del consumidor, con sus correspondientes valores de peso y frecuencia.

2.5. Enfrentar la frecuencia de las necesidades del consumidor frente a sus pesos en una gráfica.

2.6. Identificar la plataforma base y los módulos potencialmente distintivos.

3. Arquitectura funcional.

3.1. Modelado funcional de la plataforma base usando las necesidades esenciales identificadas en análisis de necesidades.

3.2. Modelado funcional de los diferentes módulos usando las necesidades distintivas, identificadas en el análisis de necesidades, individualmente o

en pequeños grupos.

3.3. Identificación de módulos comunes. Heurística y Dendogramas.

4. Arquitectura física.

4.1. Modelado físico del producto en la actualidad.

5. Diseño de la plataforma y los módulos de derivación.

6. Conclusiones.

CAPÍTULO 7.- MARCO DE ANÁLISIS.

7.1. ESTRATEGIA DE PLATAFORMA.

Debido al desarrollo de las tecnologías modernas y la globalización, se ha convertido en algo cada vez más difícil para las empresas la distinción de ellas mismas de sus competidoras. Para mantener la ventaja en la competición, las compañías 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.

De esta forma para satisfacer la necesidad de crear una estrategia y posicionarnos en el segmento del mercado que más nos favorezca, inicialmente analizaremos el sector y el perfil de usuario.

7.1.1. EL SECTOR.

En el sector de electrodomésticos se observan una serie de aspectos relevantes [2] en el que destaca:

- La situación de madurez del mercado, donde el 80% de los productos vendidos son de reposición.
- La oferta en el mercado es ampliamente superior a la demanda; es un mercado deflactario, ya que algunos productos han evolucionado por debajo de la inflación.

Este sector está sufriendo un proceso de integración y globalización. Así, se encuentra profundamente ligado a la toma de decisiones de grandes grupos

multinacionales que tienen importantes repercusiones en el mercado nacional.

Bajo la categoría genérica de electrodomésticos, tradicionalmente se distinguen varias líneas de electrodomésticos que habitualmente se clasifican en tres grandes grupos: línea marrón, línea blanca y pequeñas aplicaciones de electrodomésticos como batidoras, cafeteras, freidoras, etc.

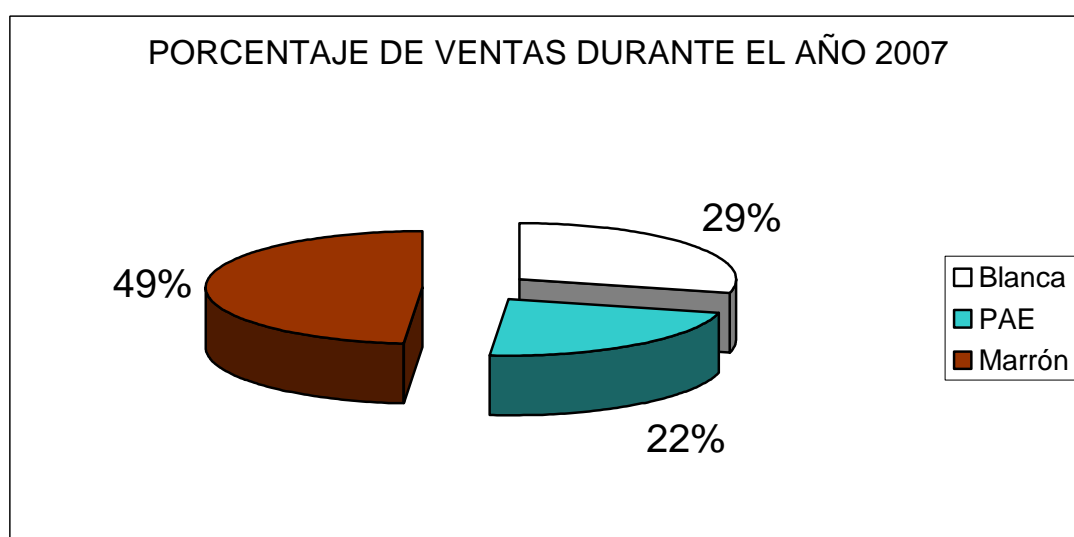


Figura 7.1. Valor de las ventas de electrodomésticos por sectores.

En el año 2007, los españoles compramos electrodomésticos por valor de 8.734 millones de euros, un 4,4% más que el año anterior. De esta cantidad, el 32,2% corresponde a productos de Imagen y Sonido, cuyas ventas crecieron un 7,4%; el 28,9%; a la Gama Blanca, que creció el 1,3%; un 16,4%, a Telefonía, que tuvo un aumento del 3,3%; el 13,1% fueron pequeños electrodomésticos, que subieron un 12,3% en ventas, el mayor porcentaje del sector; y el 9,3% restante fueron los aparatos de aire acondicionado, cuyas ventas bajaron un 4,2%, en su segundo año consecutivo de descenso [3].

LÍNEA MARRÓN:

La línea marrón principalmente esta formada por los electrodomésticos de vídeo y audio, como son los televisores, vídeos, aparatos de música, etc. También incluimos los móviles dentro de esta línea de productos, los cuales han adquirido una gran importancia y dinamismo en la década de los noventa [2].

LÍNEA BLANCA:

La línea blanca se refiere a los principales electrodomésticos vinculados a la cocina y limpieza del hogar como son los lavavajillas, frigoríficos, lavadoras, etc. La positiva coyuntura económica de la segunda mitad de los noventa y la mayor presencia de los cónyuges en el mercado laboral han contribuido de forma decisiva al consumo de este tipo de electrodomésticos. Pero, sin duda ha sido el gran crecimiento de la construcción el que ha permitido que el sector de electrodomésticos de línea blanca se consolide. Se trata, pues, de un sector maduro, con una elevada penetración, con un nivel importante de concentración que con una elevada competencia ya no permite grandes bajadas en precios [2].

PEQUEÑAS APLICACIONES DE ELECTRODOMÉSTICOS:

En el sector del pequeño electrodoméstico, PAE (Pequeña Aplicación de Electrodoméstico), se puede hablar de dos tipos de productos [1]. Por un lado, los productos que gozan de una consolidada presencia en el mercado sin importantes innovaciones tecnológicas que están estancados o creciendo gracias al precio. Por otro lado, los productos que, cada vez, aumentan su penetración en el mercado gracias a la incorporación de innovaciones tecnológicas importantes apreciadas por el consumidor, ya que se trata de productos que ahorran tiempo o ayudan a que las tareas

domésticas se hagan más fácilmente. A ello se suma, además, un diseño atractivo y moderno, que responde a las tendencias del mercado.

Se ha producido un leve incremento de las ventas de las pequeñas aplicaciones eléctricas, tanto en volumen como en valor, gracias a las innovaciones de diseños de productos, incorporando distintos colores, formatos, etc.. Se trata de mejoras orientadas más a aumentar el atractivo al consumidor que a mejorar su funcionalidad, aunque estos atributos también han experimentado mejoras. Todo esto ha permitido el desarrollo y rejuvenecimiento de este mercado durante este período [2].

Los pequeños electrodomésticos más demandados son artículos de cocina como microondas, batidoras, mientras que en productos de belleza ve incrementarse la venta de los rizados de pelo. En los productos más consolidados, están creciendo los segmentos en donde existe aportaciones tecnológicas nuevas. Así, las cafeteras crecen gracias a las nuevas tecnologías (monodosis, automáticas); los sistemas de planchado por el calor textil...

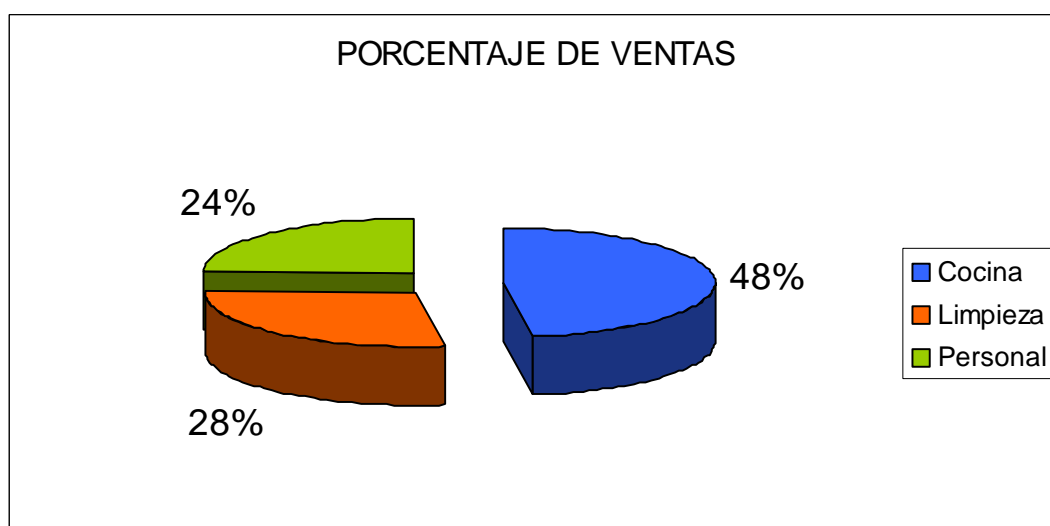


Figura 7.2. Volumen de mercado de pequeñas aplicaciones de electrodoméstico.

El pequeño electrodoméstico, que es aliado en la practicidad de las tareas del hogar, ha registrado este año un crecimiento en torno al 10 %. El sector de calefacción, por otra parte, experimentó un incremento del 42%. Esto último se debe a la tendencia a crear un microclima propio en el hogar.

El binomio diseño-tecnología es un requisito imprescindible en la elección final del comprador para el equipamiento del hogar. Por ello en la elaboración de estos productos se emplean materiales como termoplásticos y aluminio.

Las grandes ferreterías de autoservicio y los Centros de Bricolaje cada vez constituyen canales más importantes para las ventas de PAE. Ello es debido a que existe una tendencia a que el consumidor aprecia los diseños de los artículos y la estética de los establecimientos, dando un aire más moderno. Además, se tiende a que en este tipo de tiendas los espacios son más principales canales de venta del pequeño electrodoméstico y calefacción son centros comerciales, tiendas de electrodomésticos y ferreterías. Además estos productos se pueden conocer más detenidamente en publicaciones destinadas a ello, como revistas especializadas en ferretería y catálogos.

Los estilos de vida cambian y los productos deben adaptarse a las nuevas necesidades creadas. El consumidor de hoy en día demanda nuevos aparatos que le faciliten la vida diaria, ahorrando así tiempo y trabajo. Los fabricantes además de cubrir estas necesidades, intentan fomentar y mejorar en la medida de lo posible el servicio postventa.

La competencia directa que tiene el mercado español son los productos que proceden de Asia, que no cumplen las normas básicas de calidad y tan sólo ofrecen un precio más bajo.

Algunas de las normativas vigentes en este sector son la Ley sobre el Reciclado RAEE, y la normativa Rosh, que prohíbe utilizar determinados materiales tóxicos en la fabricación de los productos. La certificación CE y GS, como garantía de calidad y seguridad para el consumidor avalan la fabricación de los productos. Según F.A.P.E., hay 225 marcas de pequeño electrodoméstico que no cumplen con estas normativas, lo que representa el 43% de las que se encuentran operando en el mercado. Ello implica un riesgo para el usuario.

En España se ha conseguido fomentar una organización que desarrolle y expanda la actividad empresarial de este sector por todo el mundo. La Asociación Española de Fabricantes de Pequeños Electrodomésticos (F.A.P.E.) es una organización que tiene por objeto el estudio, defensa, promoción y representación de los intereses profesionales y colectivos de sus asociados. Las empresas que integran la Asociación, con el más avanzado desarrollo tecnológico, compiten en los mercados internacionales más exigentes como son los países de la Unión Europea y NAFTA.

Según las empresas encuestadas, a corto plazo las tendencias se separarán aún más: habrá una mayor erosión de precios en productos de bajo valor añadido, y un crecimiento de los segmentos con innovaciones tecnológicas importantes. En cuanto a las marcas, desaparecerán todas aquellas que no cumplan con la normativa vigente.

7.1.2. PERFIL DEL USUARIO.

Se han producido importantes cambios en los hábitos de compra debido a la mejora en el nivel de vida en general y al incremento de la oferta de productos por hogar. Actualmente nos encontramos ante un consumidor más informado que busca una mayor calidad de los productos. De manera que, los minoristas no podrán atraer a los clientes sólo por el precio, sino

que son relevantes todas las fuentes de calidad de los servicios, no sólo en el diseño y producción, sino también en la entrega y relación.

El comercio tradicional está sufriendo una pérdida continua de cuota de mercado, esta tendencia se acentúa debido a la mayor preferencia de los jóvenes bien informados por los grandes comercios especializados en detrimento de los pequeños establecimientos.

La primera compra y la compra por sustitución son las principales razones de compra de este tipo de productos [2]. Dentro de cada criterio de segmentación podemos observar los siguientes fenómenos:

- A partir de los 35 años se compra principalmente por razones de sustitución, pero antes de esta edad tienen gran importancia las primeras compras.
- Conforme baja es el estatus socioeconómico incrementan las compras por sustitución, mientras que con las primeras compras sucede lo contrario.
- Las mujeres que trabajan fueran del hogar realizan más compras por razones de primera compra y segunda vivienda que las que no lo hacen, las cuáles realizan principalmente compras por sustitución.
- Hay pocas diferencias, en los motivos de compra, entre las distintas zonas geográficas españolas.

RAZONES DE COMPRA EN EL HOGAR DE PAE POR PERFIL DE COMPRADOR (En porcentajes)					
PERFIL	TIPOS DE COMPRAS				
	SUSTITUCIÓN	MÁS COMPRAS	1º COMPRA	REGALO	2º VIVIENDA
EDAD					
Menos de 35	49	9	39	1	2
35-44	76	7	17	-	-
45-55	69	1	16	-	15
55-64	71	-	13	3	13
Más de 65	69	-	15	-	16
EMPLEADO - DESEMPLEADO					
Empleado	55	6	28	1	11
Desempleado	70	6	21	1	2
NIVEL SOCIOECONÓMICO					
Medio - Alto	57	5	33	-	5
Medio	66	7	21	1	4
Medio - Bajo	74	4	-	-	26
REGIÓN					
Madrid – Centro - Norte	66	4	24	1	4
Madrid – Sur / Este	64	2	25	1	8
Sur / Este	56	7	27	-	9
Norte - Este	52	9	24	-	14
Otros	56	31	13	-	-
MEDIA	63.6	6.5	21.1	0.6	8.6

Figura 7.3. Razones de compra en el hogar de PAE por perfil de comprador.

7.1.3. MERCADO DE LAS CAFETERAS.

La cafetera es un aparato de cocina para preparar café como bebida caliente. En el mercado podemos encontrar distintos tipos [4], a continuación se muestran los más comunes:

- **Cafetera de filtro (de goteo o percolador):** Consiste en un depósito de agua que se calienta y se hace pasar a través del café molido que está depositado sobre un filtro de papel o de malla de aluminio o acero. El agua pasa lentamente a través del café medianamente molido, y cae gota a gota por gravedad hasta una jarra. Usualmente la jarra es de cristal y va sobre una base o placa eléctrica que lo mantiene caliente. Ideal para preparar varias tazas de café. Funciona con energía eléctrica.



Figura 7.4. Cafetera de filtro.

- La **Cafetera Express o Exprés o Espresso** hace pasar agua caliente, regularmente 90° a presión de 8-10 atmósferas por 20 a 30 segundos por café molido muy fino, extrayendo su sabor y esencia. La preparación básica de esta cafetera es el café expreso. Esta máquina nació a principios del siglo XX, gracias al ingeniero Luigi Bezzera, en Italia, de donde se expandió a toda Europa. Hoy en día

existen diferentes categorías como la *manual de palanca*, *hidráulicas* y *automáticas de erogación continua*. Es muy común en restaurantes y cafés, aunque también se ha extendido últimamente al hogar. Usualmente constan de un portafiltro, filtro, boquilla para espumar la leche y lo más importante, la bomba de presión. La presión es la clave y determina la cremosidad del café. La preparación es rápida, menos de 2 minutos (de ahí su nombre *expreso*), y se obtiene un café aromático, con cuerpo y gran sabor. Funciona con energía eléctrica.



Figura 7.5. Cafetera Express.

- La **Cafetera Italiana o Percolador** consta de dos cuerpos que se enroscan por la parte central. La parte inferior es el depósito de agua, que tiene una válvula de seguridad por un lado y donde se pone un filtro con el café, en forma de embudo. La parte superior es el depósito que recibirá el café preparado. El agua al hervir libera vapor, que aumenta la presión dentro del depósito, haciendo que el agua suba por el tubo del filtro hacia arriba a través del café molido extrayendo su esencia y sabor. Al llegar a la parte superior, sale por una pequeña torre perforada en la punta para evitar que se regrese el café preparado y ahí se mantiene hasta que todo el café haya

salido. Normalmente son fabricadas de aluminio o acero inoxidable. Se usa un café más bien fino regular. Es una manera cómoda, rápida y fácil de preparar café espresso. Funciona sobre los quemadores de la cocina o fuego moderado.



Figura 7.6. Cafetera Italiana.

- **La Cafetera Francesa, de pistón** o prensa francesa, permite preparar café en forma sencilla y manteniendo todos los aceites del café, haciéndolo muy suave y delicioso. Esta cafetera pese a que fue una invención italiana, fue popularizada por los franceses, de ahí su nombre. El café requiere ser molido con grano grande para que no traspase el filtro. La preparación es relativamente lenta y sencilla; sólo se vierte agua caliente sobre el café molido y se espera 4 minutos. Luego se comprime lentamente con la prensa o pistón. También sirve para preparar té u otras infusiones de hierbas.



Figura 7.7. Cafetera Francesa.

7.1.4. SEGMENTACIÓN DEL MERCADO.

En el orden de desarrollar una nueva plataforma que triunfe, las compañías deben observar atentamente las necesidades y expectativas de cada segmento del mercado

Cada segmento del mercado ha de ser observado a través de los criterios del precio y de los grados de ejecución, mirando no solo el mercado actual sino también el de los futuros competidores.

De esta forma segmentaremos el mercado de las cafeteras en dos dimensiones, la de la capacidad adquisitiva y la de la edad del usuario.

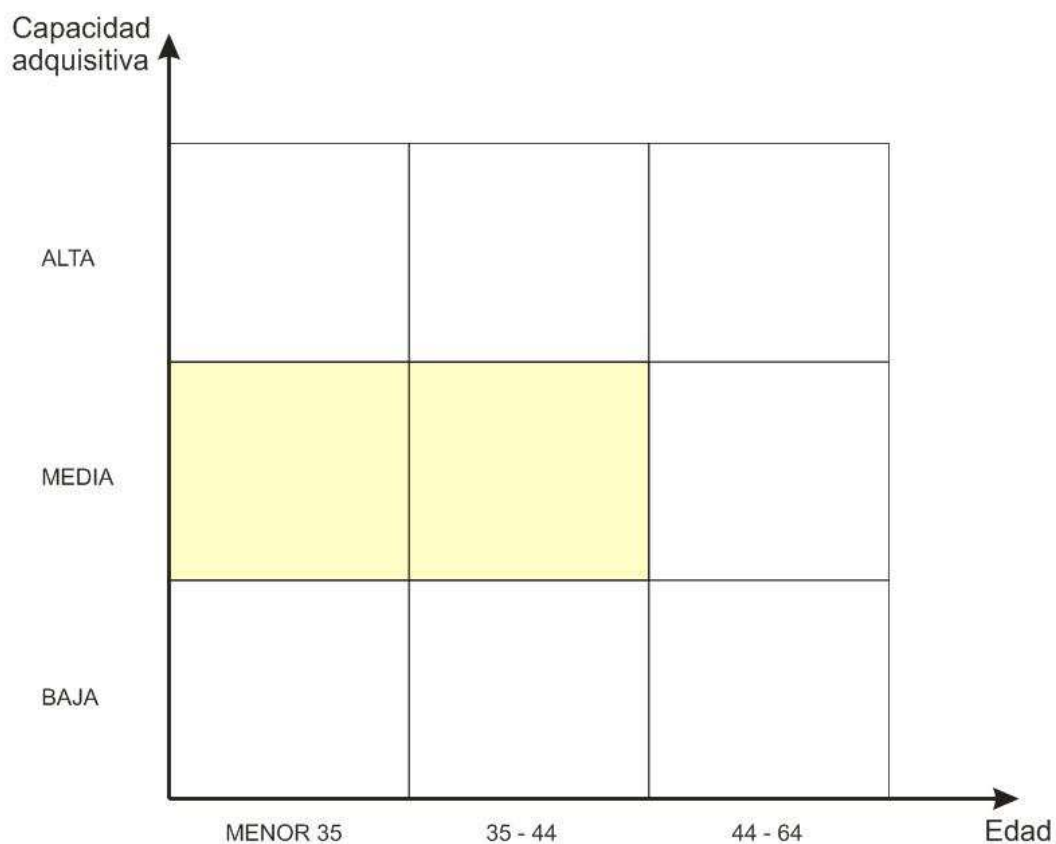


Figura 7.8. Segmentación del mercado.

De esta forma se ha decidido sostener la plataforma en los segmentos de capacidad adquisitiva media con usuarios menores de 35 años y de 35 a 44 años.

Esta decisión se ha tomado debido a los datos observados en el estudio del perfil del consumidor [Memoria, 7.1.2.] Ya que muestra que los tipos de compras más usuales para la adquisición de pequeños electrodomésticos son el de sustitución y el de 1º compra. Los usuarios entre 35 y 44 son los que más compran en relación a la sustitución de un producto estropeado o anticuado. Mientras que los usuarios menores de 35 son los que más compran por primera vez.

Debido a esto y a que los usuarios de capacidad adquisitiva media son el sector más amplio, de esta forma se ha establecido el segmento del mercado en el se basará la plataforma de producto que se va a crear.

7.2. ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL CONSUMIDOR.

La primera tarea a ejecutar en el estudio de las necesidades del consumidor es realizar una observación del segmento del mercado seleccionado acerca de cuales, según su criterio, son las cualidades que debe tener un producto. Para ello se han seguido técnicas de entrevista, concretamente se ha llevado a cabo a través de internet y entrevista personal. Los resultados obtenidos son los que se muestran a continuación.

	NECESIDAD	FRECUENCIA
N1	Elegir cantidad de café	7
N2	Café cremoso	10
N3	Programación de la cafetera	4
N4	Mantener café caliente	3
N5	Precio bajo.	8
N6	Antigoteo	3
N7	Fácil limpieza	5
N8	Estética	9
N9	Moler café	6
N10	Facilidad de uso	3
N11	Rapidez de preparación	5
N12	Transportabilidad	3
N13	Ergonomía	4
N14	Seguridad	2
N15	Protección de superficies	2
N16	Recalentar café	6

Figura 7.9. Resultado de encuestas 1.

Las necesidades que más se han repetido a lo largo del estudio han sido:

- Café cremoso.
- Estética.
- Precio bajo.

Esto confirma que cuando se le pregunta los consumidores siempre tienden a nombrar necesidades específicas y no básicas del producto. Para terminar de

confirmar esto solo tenemos que observar que las necesidades con menos frecuencia han sido:

- Seguridad.
- Protección de superficies.
- Transportabilidad.

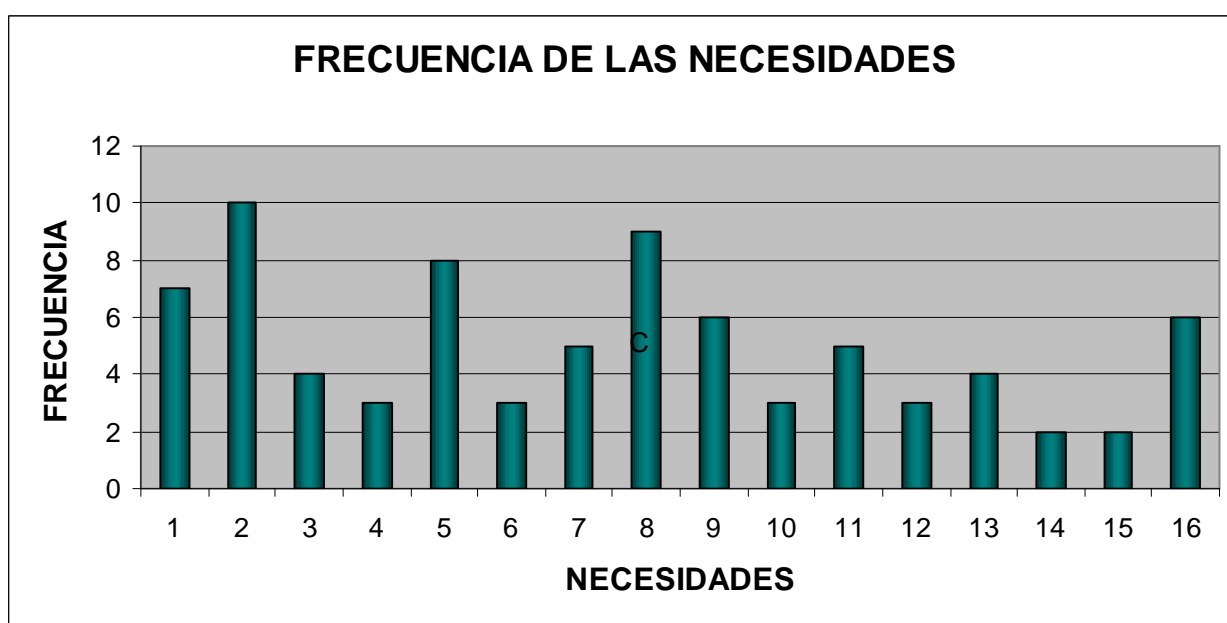


Figura 7.10. Gráfica del resultado de encuestas 1.

En el gráfico podemos observar la comparativa de la frecuencia de las distintas necesidades.

Después de ver observar las necesidades que los usuarios creen que ha de satisfacer una cafetera, se ha realizado un nuevo estudio a través de encuestas para que valoren en relación de 1 a 5 (1.- Muy poco importante, 5.- Muy importante) la relevancia de cada necesidad para los ellos mismos a la hora de la compra y del uso del producto.

	NECESIDAD	PESO
N1	Elegir cantidad de café	2,92857
N2	Café cremoso	3,28571
N3	Programación de la cafetera	1,85714
N4	Mantener café caliente	3,5
N5	Precio bajo.	3,64286
N6	Antigoteo	3
N7	Fácil limpieza	3,64286
N8	Estética	2,35714
N9	Moler café	1,21429
N10	Facilidad de uso	3,64286
N11	Rapidez de preparación	4,28571
N12	Transportabilidad	1,71429
N13	Ergonomía	3,07143
N14	Seguridad	4.42857
N15	Protección de superficies	3.71429
N16	Recalentar café	2,71429

Figura 7.11. Resultado de encuestas 2..

Tras este estudio podemos observar como según los usuarios las necesidades más importantes son:

- Seguridad.
- Rapidez de preparación.
- Protección de superficies.

Y las más irrelevantes por las que ellos no se guiarían a la hora de la compra son:

- Moler café.
- Transportabilidad.
- Programación de la cafetera.

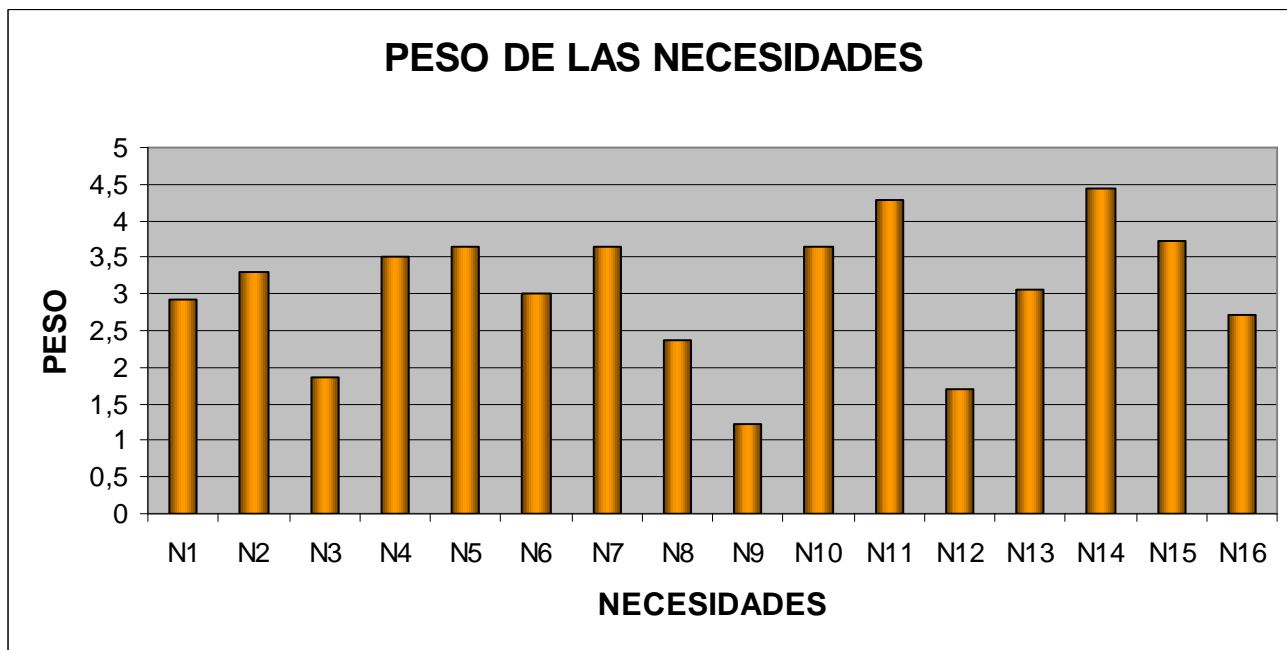


Figura 7.12. Gráfica del resultado de las encuestas 2.

En la gráfica que se muestran se comparan todos los valores obtenidos y se pueden observar la notoria diferencia entre los pesos de unas u otras necesidades.

7.2.1. COMPARATIVA ENTRE FRECUENCIA Y PESO.

A continuación se muestra un análisis comparativo mediante una nube de puntos de la frecuencia y peso de cada necesidad y de esta forma establecer cuales son las necesidades pertenecientes a la plataforma y cuales son necesidades diferenciadoras en la plataforma.

	NECESIDAD	FRECUENCIA	PESO
N1	Elegir cantidad de café	7	2,92857
N2	Café cremoso	10	3,28571
N3	Programación de la cafetera	4	1,85714
N4	Mantener café caliente	3	3,5
N5	Precio bajo.	8	3,64286
N6	Antigoteo	3	3
N7	Fácil limpieza	5	3,64286
N8	Estética	9	2,35714
N9	Moler café	6	1,21429
N10	Facilidad de uso	3	3,64286
N11	Rapidez de preparación	5	4,28571
N12	Transportabilidad	3	1,71429
N13	Ergonomía	4	3,07143
N14	Seguridad	2	4.42857
N15	Protección de superficies	2	3.71429
N16	Recalentar café	6	2,71429

Figura 7.13. Tabla frecuencia-peso de la necesidad.

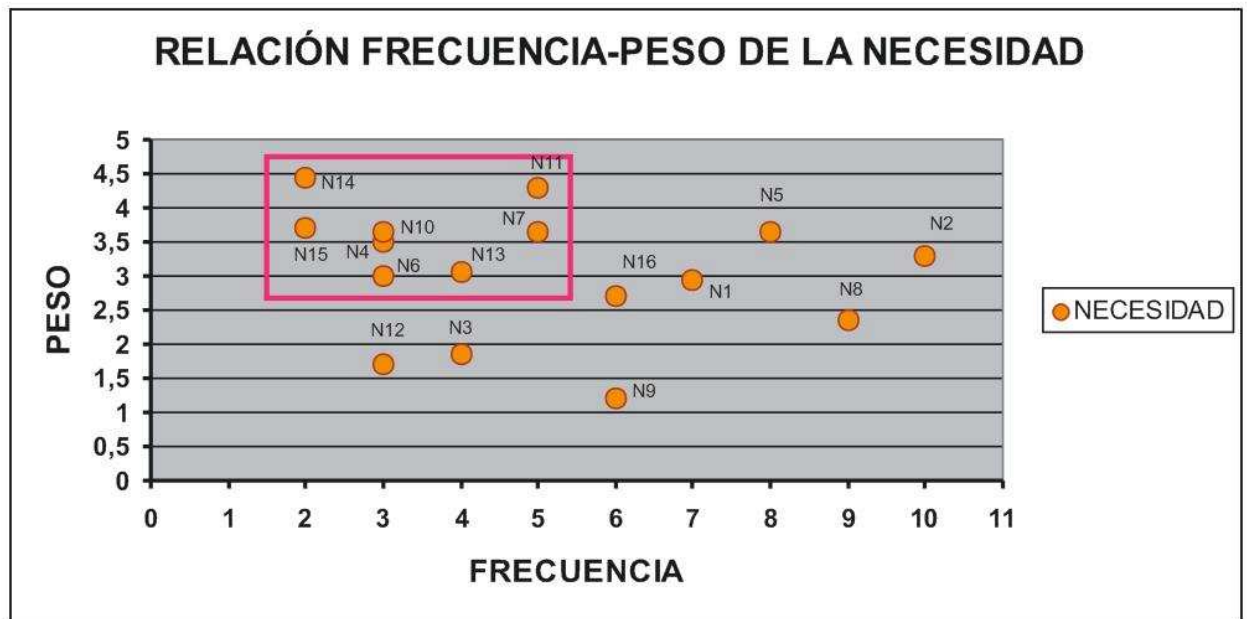


Figura 7.14. Gráfica Relación frecuencia-peso de la necesidad.

De esta forma concluimos que las necesidades de la plataforma serán:

- Antigoteo.
- Fácil limpieza
- Facilidad de uso
- Rapidez de preparación
- Mantener café caliente
- Ergonomía
- Seguridad
- Protección de superficies

Y las necesidades de diferenciación:

- Elegir cantidad de café
- Café cremoso
- Programación de la cafetera
- Precio bajo
- Estética
- Moler café
- Transportabilidad
- Recalentar café

De esta forma concluimos mostrando este cuadro resumen de los resultados obtenidos del estudio de las necesidades del consumidor.

Nº Consumidores entrevistados	Necesidades diferentes	Necesidades de la plataforma	Necesidades diferenciadoras.
13	16	8	8

Figura 7.15. Cuadro resumen del estudio de la necesidad.

7.3. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FUNCIONAL.

En el análisis funcional de la plataforma incluiremos todas las funciones de las cafeteras que ocupan este trabajo:

- Una cafetera por goteo con filtro permanente.
- Una cafetera por goteo con filtro desechable.
- Una cafetera expresso.

En la imagen que se muestra a continuación podemos ver el análisis gráfico funcional de los productos. Para verlo más claramente se puede ver en los anexos en mayor tamaño.

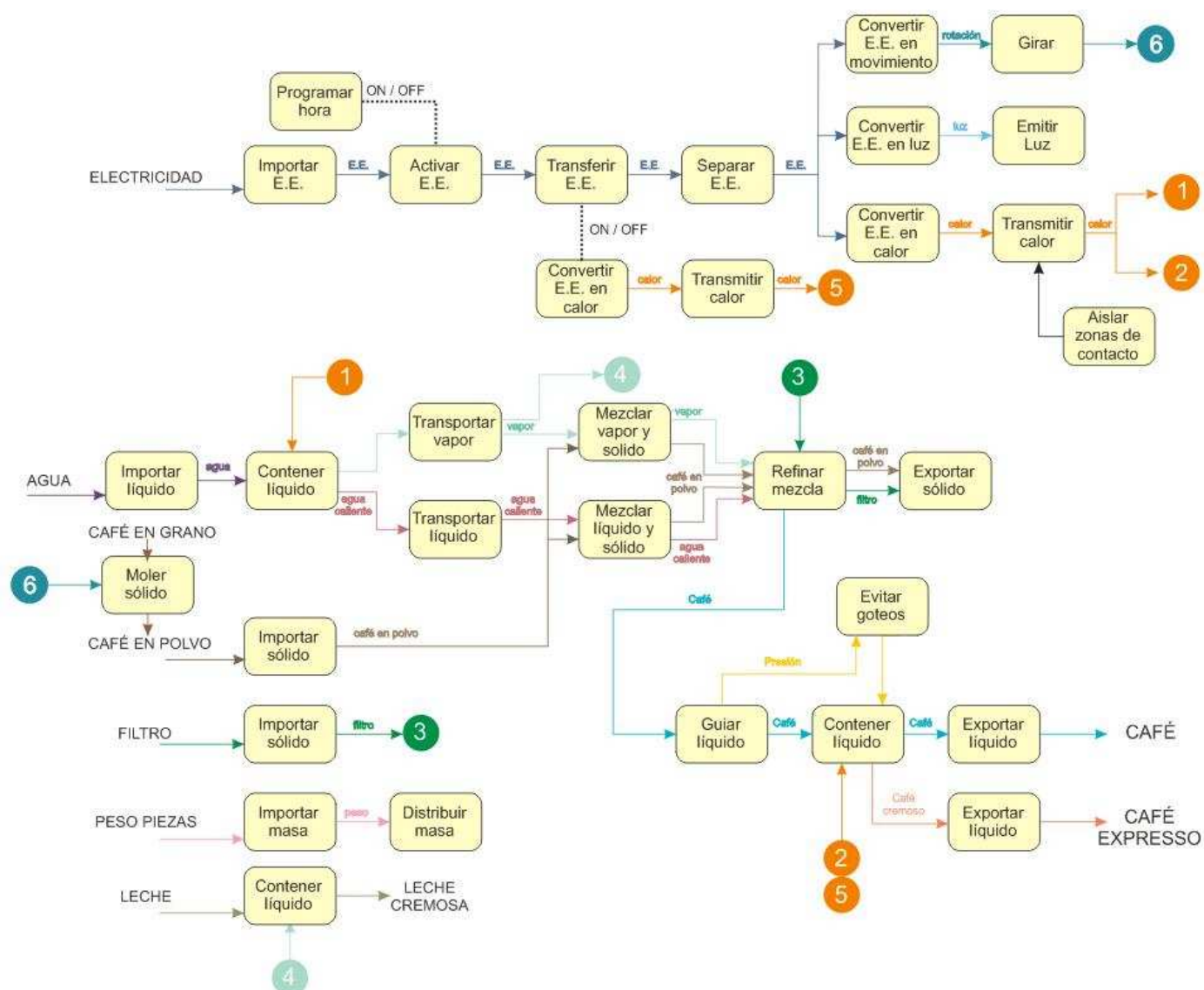


Figura 7.16. Esquema funcional de las funciones de los productos [PLANOS].

7.3.1. ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES BASE.

De acuerdo con el estudio de las necesidades del consumidor la plataforma base se compone de las funciones que se muestran a continuación en este diagrama.

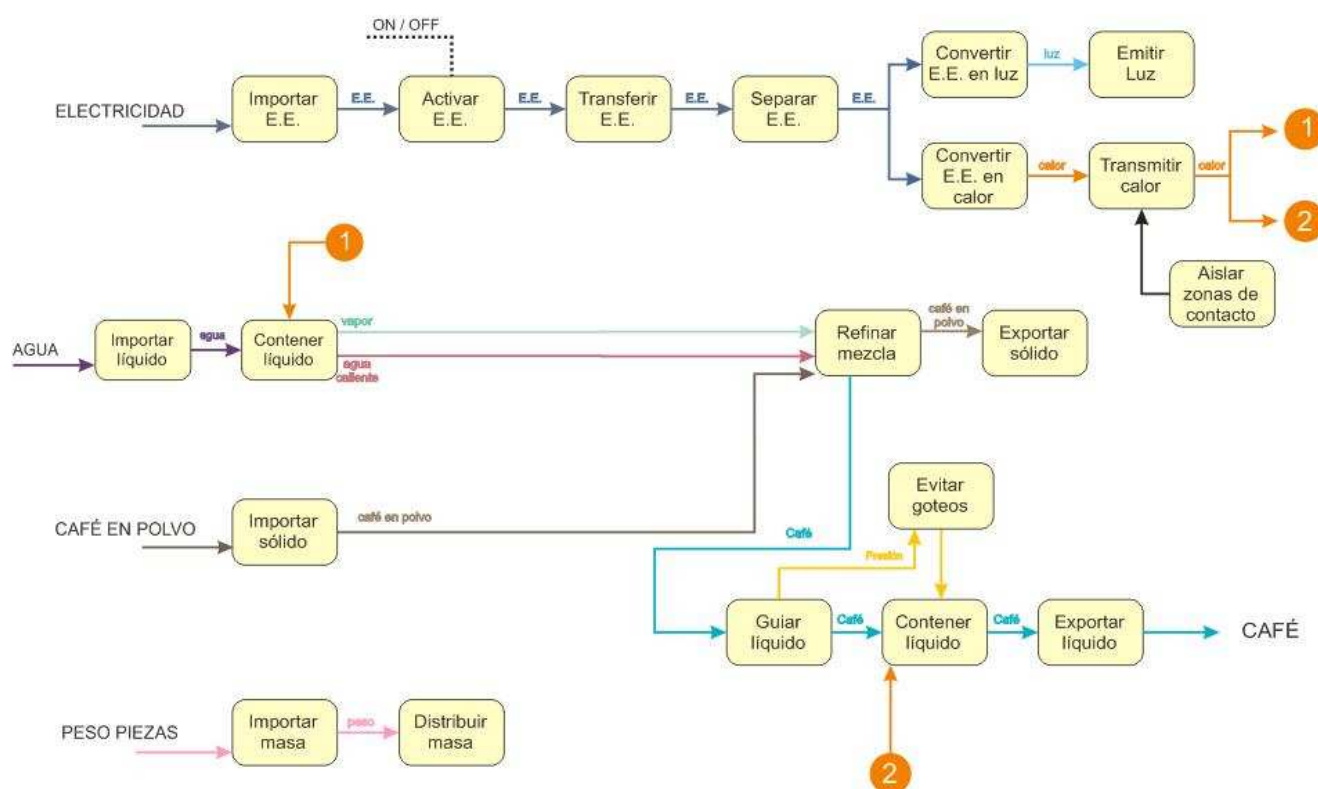


Figura 7.17. Esquema de las funciones base de la plataforma de producto.

Las funciones base serán las que comparten los distintos productos y que más adelante compondrán los módulos de la plataforma base. Entre ellas están:

- Funciones eléctricas.
- Funciones térmicas.
- Funciones de transporte de líquido y sólido.
- Soporte de la masa de la cafetera.

7.3.2. ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES DISTINTIVAS.

Las funciones distintivas son aquellas que conformarán los módulos de derivación de la plataforma de producto. A través de ellas haremos a los productos distintos entre si. En el caso que nos ocupa de las cafeteras, al existir tres tipos de ellas las funciones distintivas serán las que los diferencian entre si funcionalmente.

En el esquema que se puede observar a continuación se muestran las funciones que no están dentro de la arquitectura funcional base de la plataforma y que satisfacen las necesidades diferenciadoras planteadas por los usuarios en el estudio de la necesidad.

- Programación de la cafetera

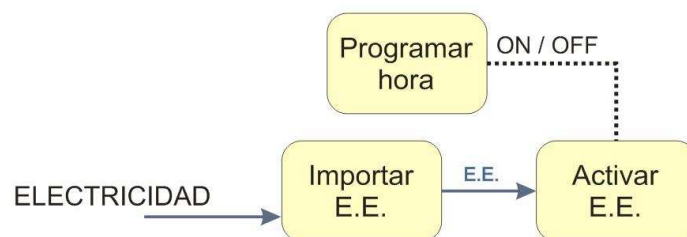


Figura 7.18. Esquema funcional de la función distintiva programación de la cafetera.

- Café cremoso

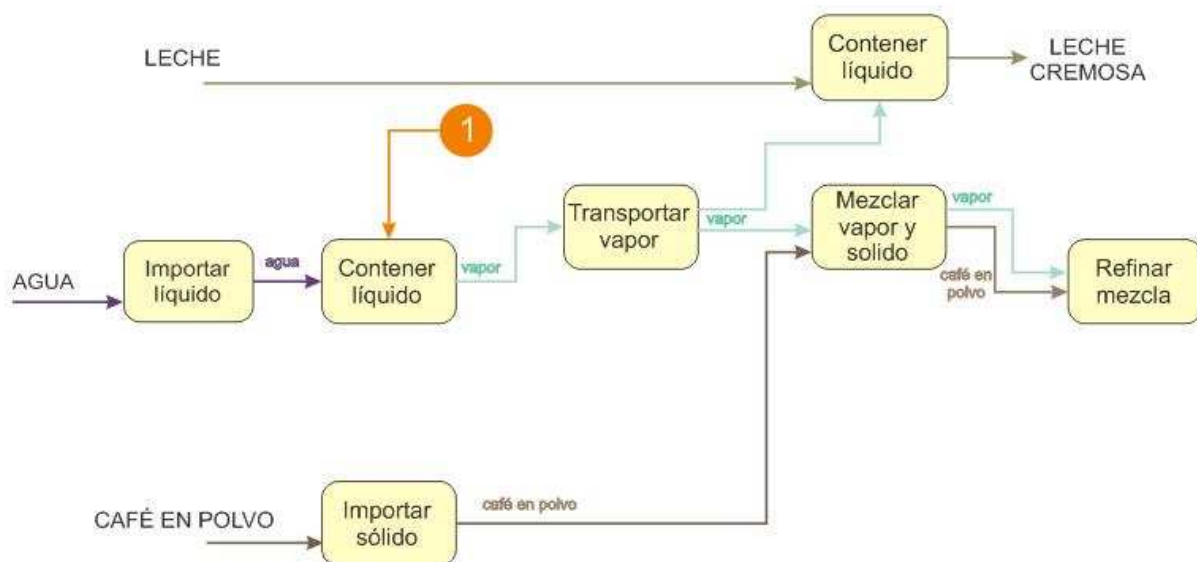


Figura 7.19. Esquema funcional de la función distintiva café cremoso.

- Café por goteo

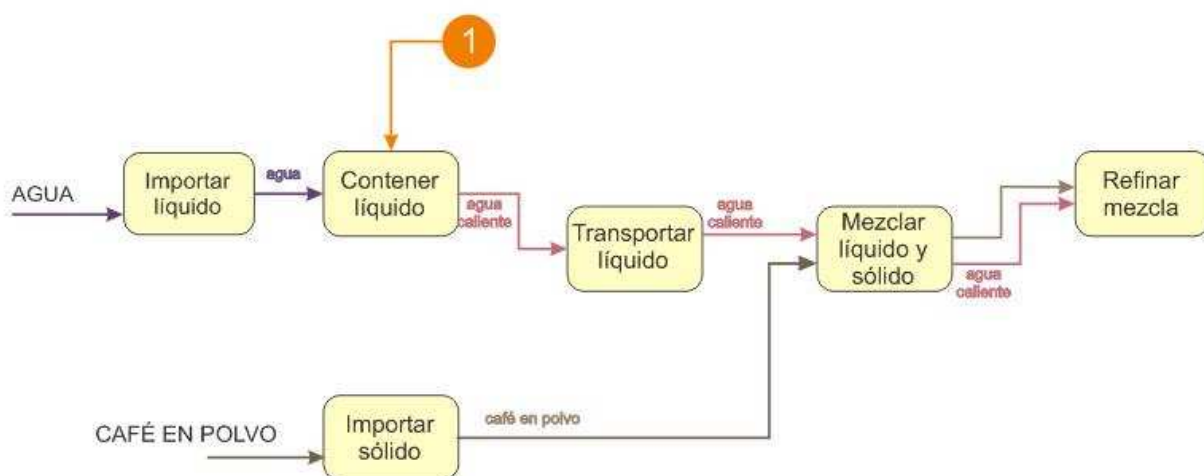


Figura 7.20. Esquema funcional de la función distintiva café por goteo.

- Uso de filtro

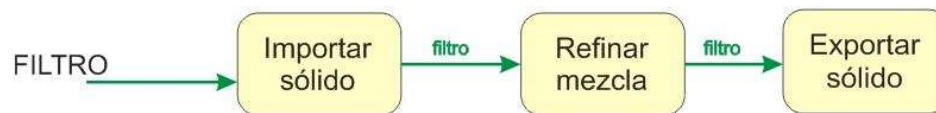


Figura 7.21. Esquema funcional de la función distintiva uso de filtro desechable.

- Moler café

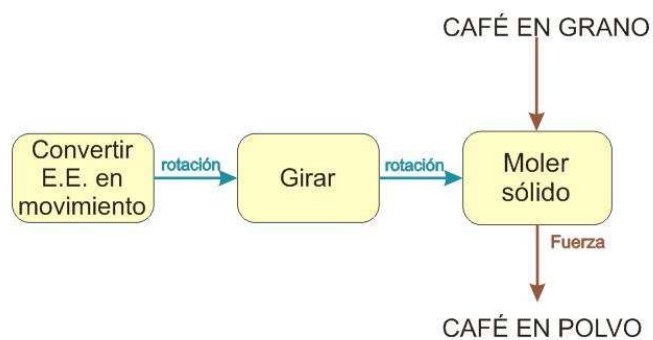


Figura 7.22. Esquema funcional de la función distintiva moler café.

- Recalentar café.

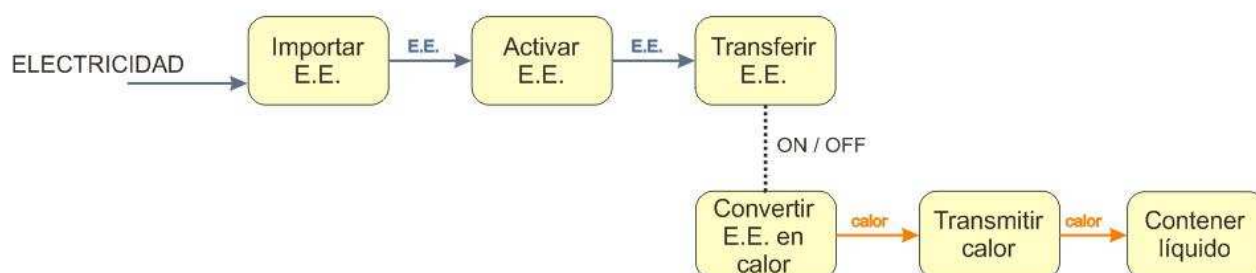


Figura 7.23. Esquema funcional de la función distintiva recalentar café

7.3.3. ANÁLISIS DE LA DISTANCIA ENTRE FUNCIONES. HEURÍSTICA Y DENDOGRAMAS

Para el análisis de la distancia entre funciones primero analizaremos los flujos de los distintos grupos de funciones para hacer una primera aproximación a los posibles módulos potenciales. Para ello utilizaremos la heurística del flujo dominante, flujo ramificado y flujo de conversión-transmisión.

Como se puede observar en la figura 7.16 los flujos han sido identificados mediante el uso de diferentes colores dependiendo del tipo de material, energía o fuerza que se transmita. A continuación se agrupan en las tres heurísticas para hacer un primer análisis de los posibles módulos. Esta información la validaremos a través del uso de dendogramas.

7.3.3.1. FLUJO DOMINANTE.

Como ya se definió [*Memoria. Cap. Nº 4*] esta primera heurística examina cada flujo no ramificado de una estructura funcional y agrupa las subfunciones. El flujo viaja a través hasta que sale del sistema o es transformado en otro flujo.

De esta forma, identificamos las siguientes agrupaciones de funciones dentro de un flujo dominante.

- Flujo eléctrico:
 - Importar energía eléctrica.
 - Activar energía eléctrica.
 - Transferir energía eléctrica.

- Separar energía eléctrica.
- Programación de hora:
 - Programar hora.
- Aislamiento de zonas de contacto:
 - Aislar zonas de contacto.
- Transporte del café:
 - Refinar mezcla.
 - Guiar líquido.
 - Contener líquido.
- Importación del filtro:
 - Importar sólido.
- Sustentación de la masa de la cafetera:
 - Importar masa.
 - Distribuir masa.
- Evitar goteos:
 - Evitar goteos.

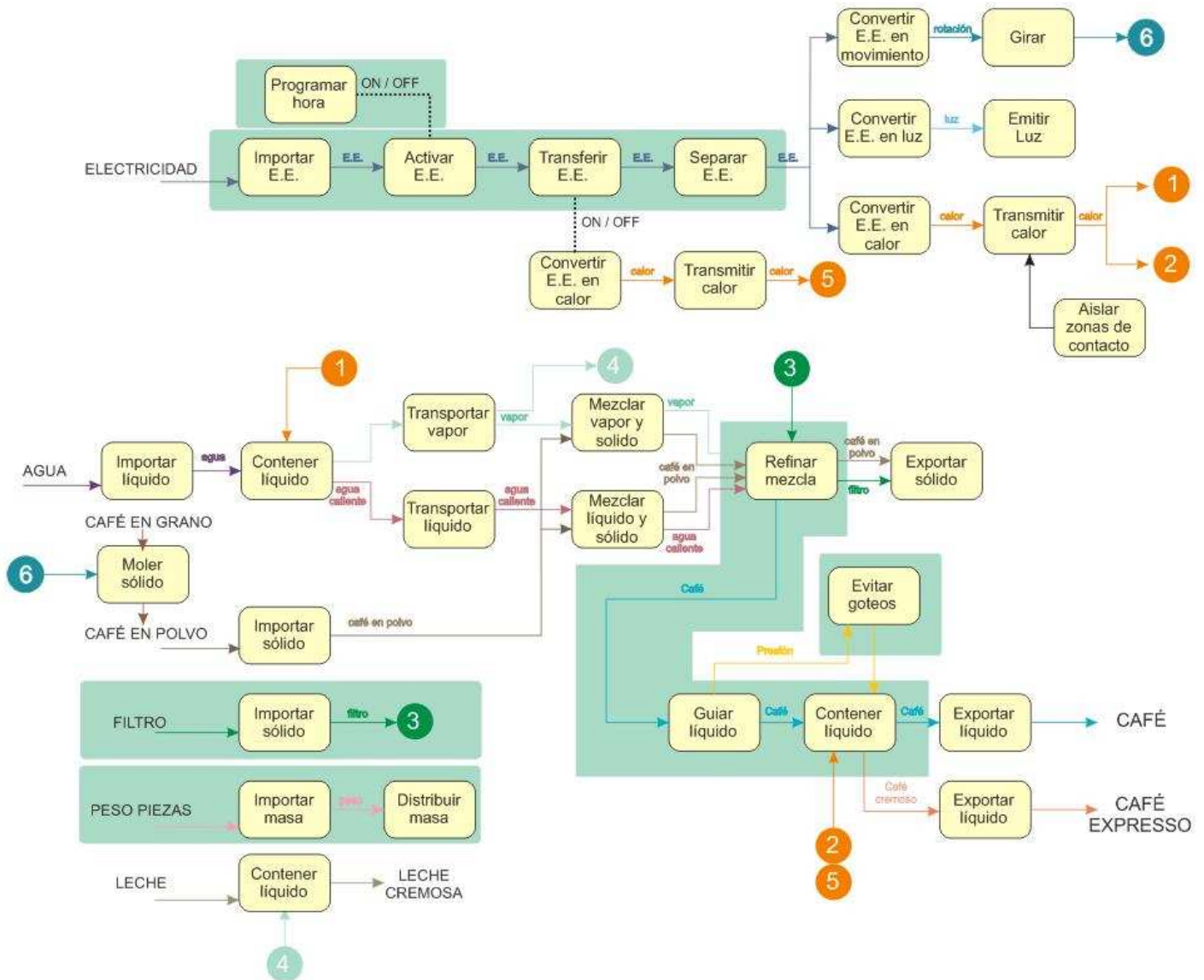


Figura 7.24. Flujos dominantes de la arquitectura funcional.

7.3.3.2. FLUJO RAMIFICADO.

Como ya se definió [*Memoria. Cap. N° 4*] esta 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.

De esta forma, identificamos las siguientes agrupaciones de funciones dentro de un flujo ramificado:.

- Emisión de luz.
 - Convertir energía eléctrica en luz.
 - Emitir luz.
- Transmisión de movimiento:
 - Convertir energía eléctrica en movimiento.
 - Girar.
- Transmisión de calor.
 - Convertir energía eléctrica en calor.
 - Transmitir calor.
- Transporte de vapor
 - Transportar vapor
 - Mezclar vapor y sólido.
- Transporte de agua caliente.
 - Transportar agua caliente
 - Mezclar agua caliente y sólido.

- Exportación de café.
 - Exportar líquido.
- Exportación de café cremoso.
 - Exportar líquido.

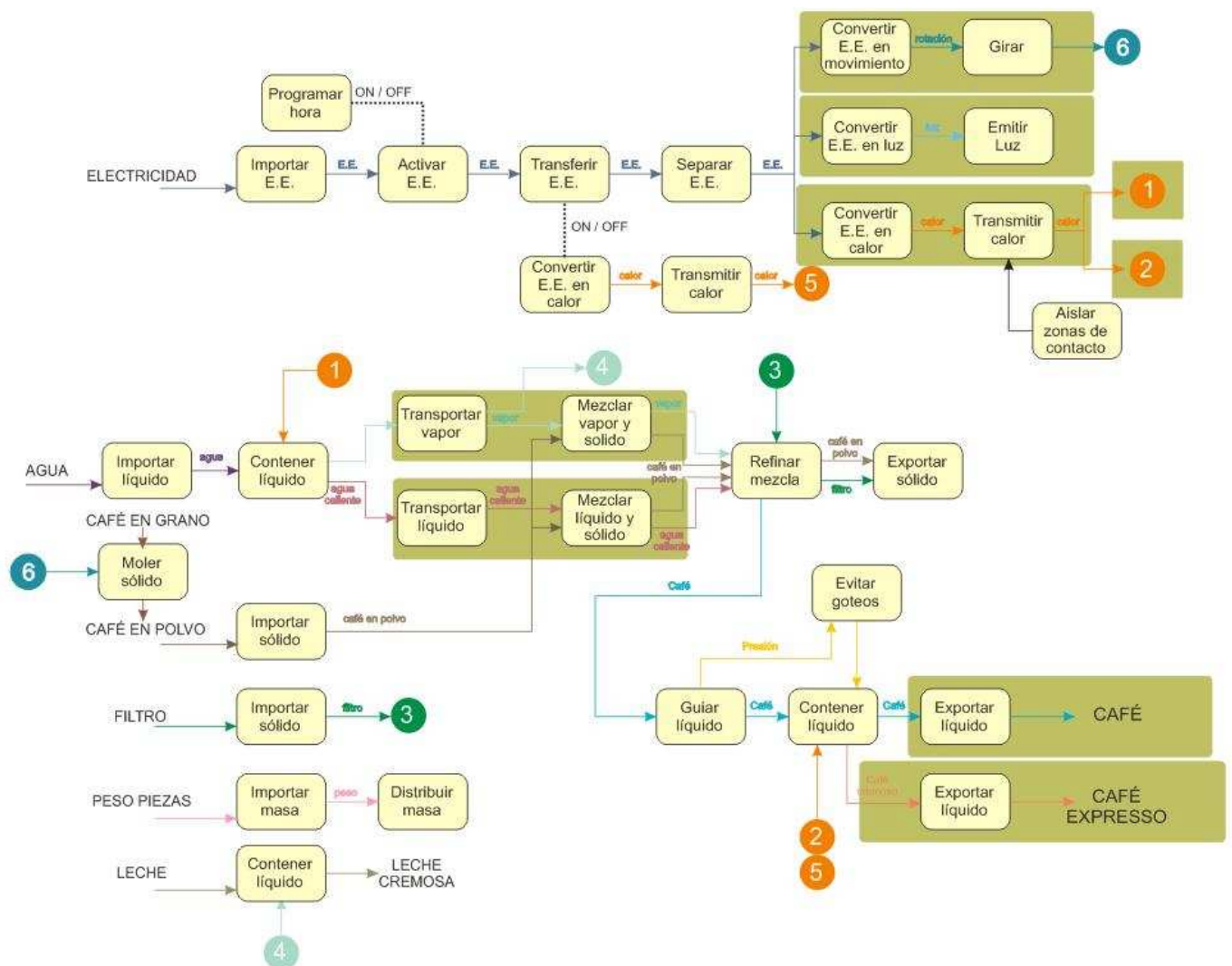


Figura 7.25. Flujos ramificados de la arquitectura funcional.

7.3.3.3. FLUJO CONVERSIÓN-TRANSMISIÓN.

Como ya se definió [*Memoria. Cap. N° 4*] la tercera heurística esta de acuerdo con la conversión de subfunciones y la conversión a cadenas de transmisión. Las subfunciones de conversión aceptan un flujo de materia o energía y convierte el flujo en otra forma de material o energía.

De esta forma, identificamos las siguientes agrupaciones de funciones dentro de un flujo de conversión-transmisión.

- Conversión de la energía eléctrica en movimiento:
 - Convertir energía eléctrica en movimiento.
 - Girar.
- Conversión de la energía eléctrica en luz:
 - Convertir energía eléctrica en luz.
 - Emitir luz.
- Conversión de la energía eléctrica en calor:
 - Convertir energía eléctrica en calor.
 - Transmitir calor
- Conversión del café en grano en café en polvo:
 - Moler sólido.
- Conversión del agua en vapor:

- Importar líquido.
 - Contener líquido.
 - Transmitir calor.
 - Transportar vapor
- Conversión del agua en agua caliente:
 - Importar líquido.
 - Contener líquido.
 - Transmitir calor
 - Transportar agua caliente.
- Conversión de la mezcla líquido-sólido en café:
 - Mezclar líquido y sólido.
 - Refinar mezcla.
- Conversión de la mezcla vapor-sólido en café:
 - Mezclar vapor y sólido.
 - Refinar mezcla.
- Conversión de la leche en leche cremosa:
 - Contener líquido

- Transmitir vapor.

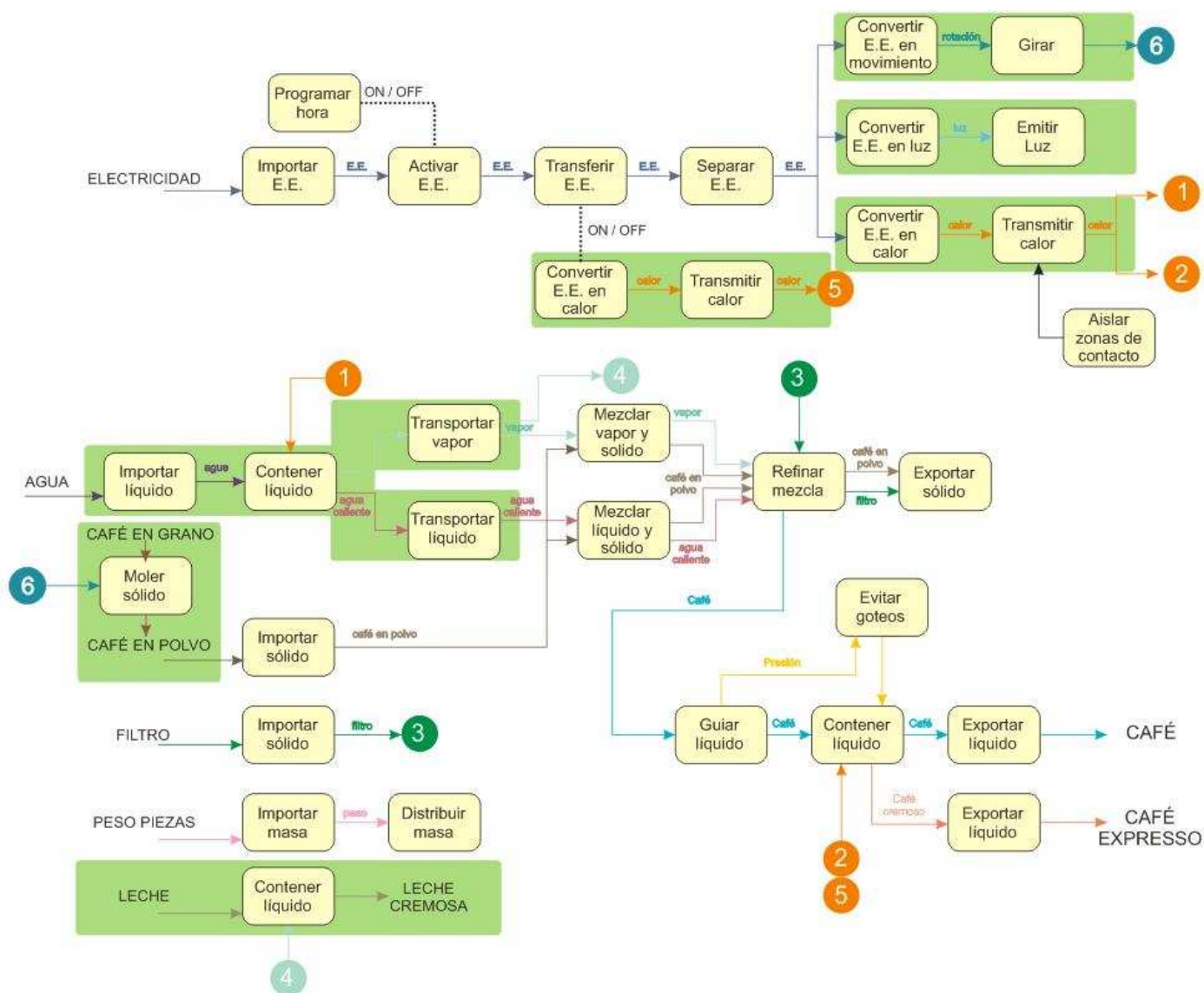


Figura 7.25. Flujos conversión-transmisión de la arquitectura funcional.

7.3.3.4. DENDOGRAMAS.

Los dendogramas [*Memoria. Cap. N° 4*] están basados en la medida de la “distancia”, la cual será definida, entre dos módulos distintos y en la agrupación de módulos dentro de un gráfico jerárquico que nos ayudará a decidir que grupos funcionales son suficientemente similares para ser remplazados por un módulo común

El primer paso a realizar es caracterizar cada función con sus valores de entrada y salida. Y a continuación, compararemos todas las funciones entre sí dentro de una matriz simétrica que nos ayudará a construir el dendograma.

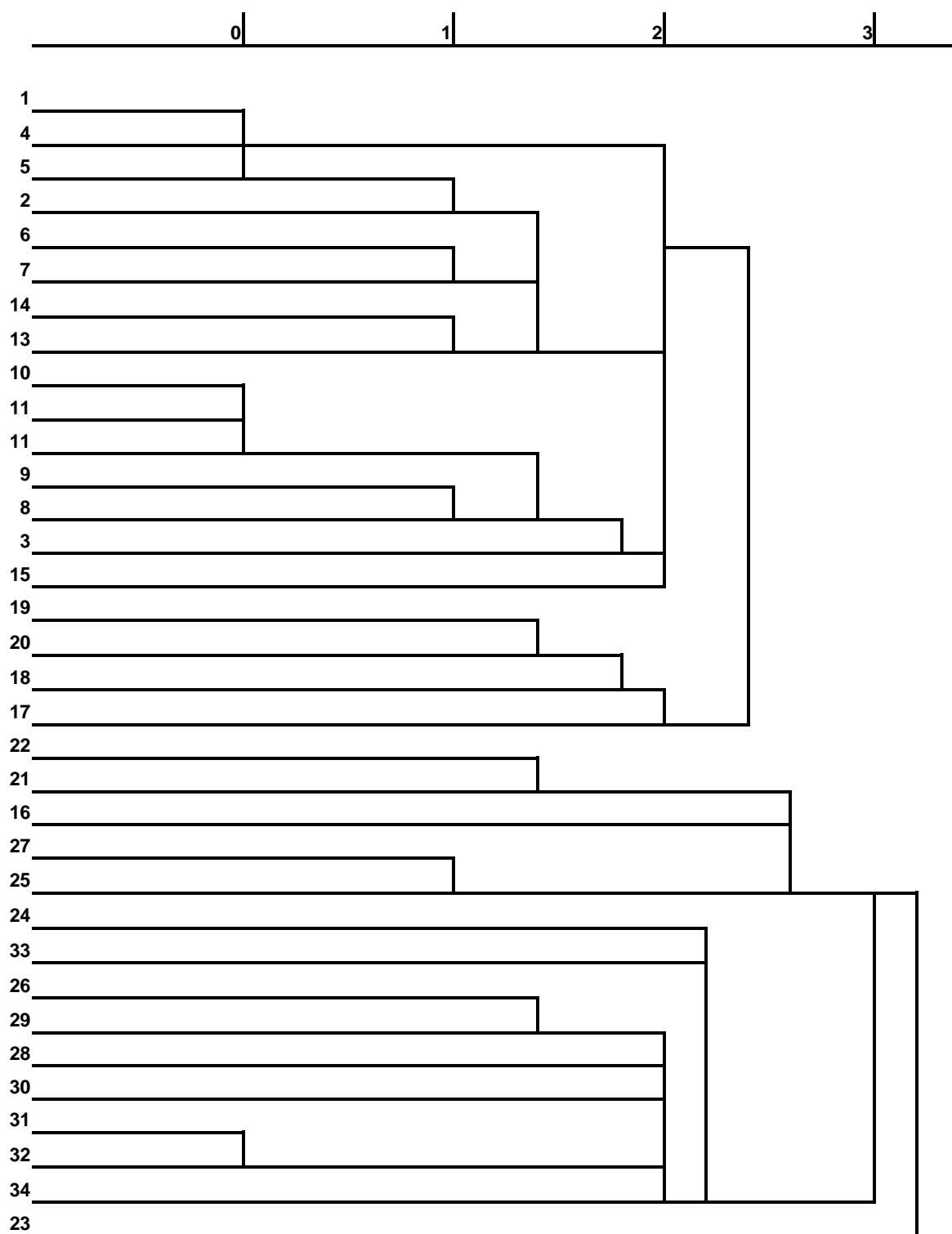


Figura 7.26. Dendrograma de la arquitectura funcional.

Los datos de entrada y salida y la correspondiente matriz para la elaboración de este dendograma se puede encontrar en *[Anexos, Capítulo 2]*.

Se ha estimado un valor máximo de distancia entre funciones ya que las más próximas entre si serán las que formen los módulos que ya hemos estudiado a través de las tres heurísticas.

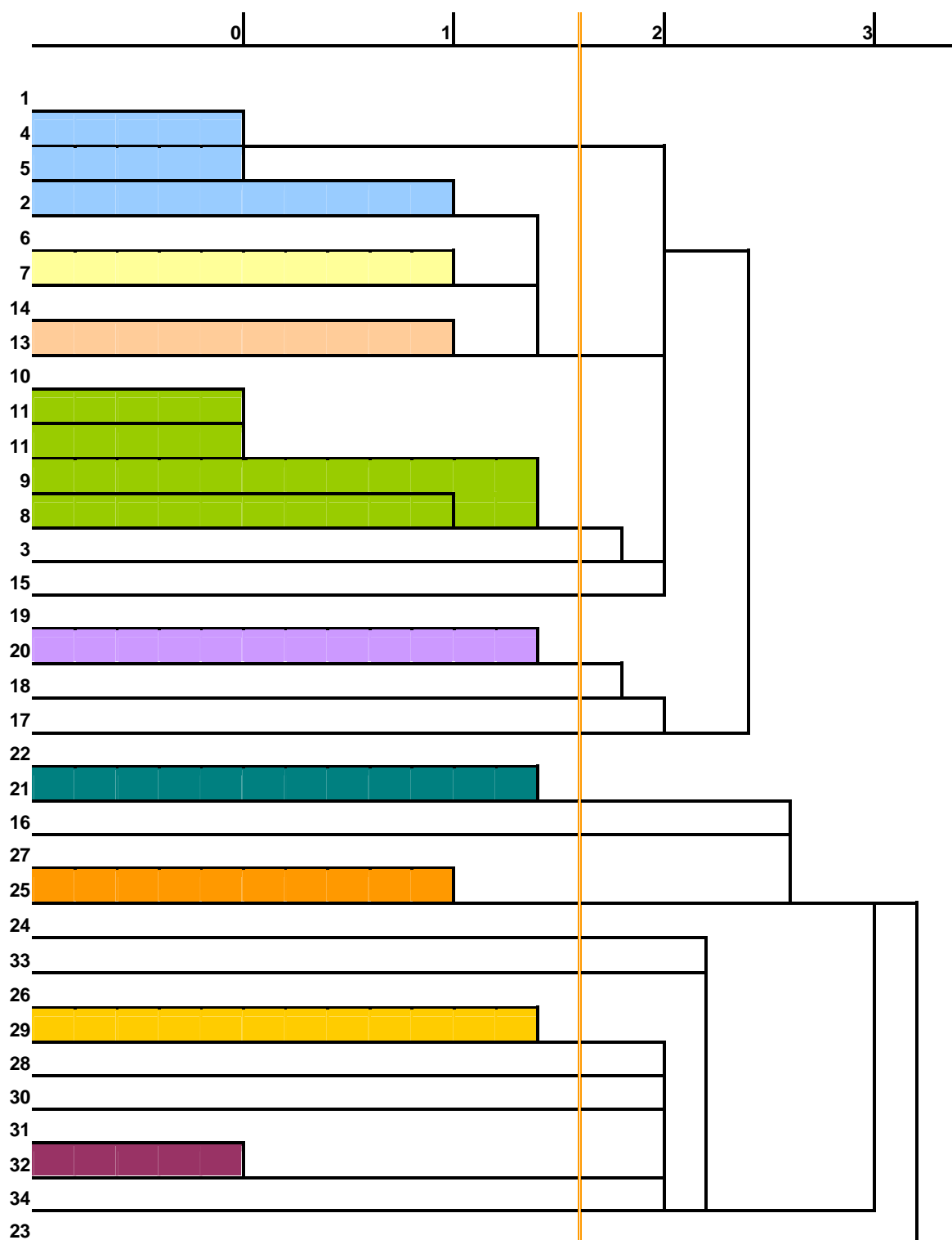


Figura 7.27. Dendrograma de la arquitectura funcional con los módulos potenciales señalados.

En el dendograma se han señalado los módulos potenciales según la distancia entre funciones. Se ha establecido un máximo de distancia de 1'5 unidades y las funciones que han quedado conectadas a una distancia menor que la establecida, serán los posibles módulos ya que como vimos [*Memoria, capítulo 5*], la distancia entre funciones es directamente proporcional al esfuerzo de rediseño.. A continuación se citan cuales son y que funciones de la arquitectura contienen:

- Módulo eléctrico:
 - Importar Energía Eléctrica.
 - Activar Energía Eléctrica.
 - Transferir Energía Eléctrica.
 - Separar Energía Eléctrica.
- Módulo Luz:
 - Convertir Energía Eléctrica en Luz.
 - Emitir Luz.
- Módulo de Calor:
 - Convertir Energía Eléctrica en Calor (1) y (2)
 - Transmitir Calor (1), (2) y (3)
- Módulo de Giro:
 - Convertir E.E. en Movimiento.

- Girar.
- Módulo de Vapor:
 - Transportar vapor.
 - Mezclar vapor y sólido.
- Módulo de Líquido:
 - Transportar Líquido.
 - Mezclar líquido y sólido.
- Módulo de Exportación de Líquido:
 - Guiar líquido
 - Exportar líquido
- Módulo Antigoteos:
 - Contener Líquido.
 - Evitar goteos.
- Módulo de soporte:
 - Importar masa.
 - Distribuir masa.

7.4. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA.

Es importante, además de estudiar las necesidades del consumidor y la arquitectura funcional de las cafeteras que compondrán la plataforma de producto, el estudio del lay-out de los productos para no crear incoherencias e imposibilidades de diseño. Para ello se irán mostrando los lay-out de las diferentes cafeteras.

7.4.1. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA DE LA CAFETERA POR GOTEO CON FILTRO PERMANENTE.

Los componentes de la cafetera por goteo con filtro permanente se distribuyen de la siguiente manera:

Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Tapa superior	PP
2	Tapa deposito	PP
4	Cuerpo Superior	PP.
3	Ducha	PP
5	Soporte portafiltro	PP
6	Filtro permanente	PP
8	Tubo silicona	Silicona
9	Válvula antigoteo	PP
10	Cuerpo Inferior	PP
11	Tubo silicona	Silicona
12	Jarra	PP y vidrio.
13	Interruptor	Material eléctrico
14	Base	PP
15	Placa calorífica	Acero
16	Resistencia	Acero
17	Termofusible	Material eléctrico
18	Conjunto de conexión	Material eléctrico
19	Apoyos de goma	Caucho

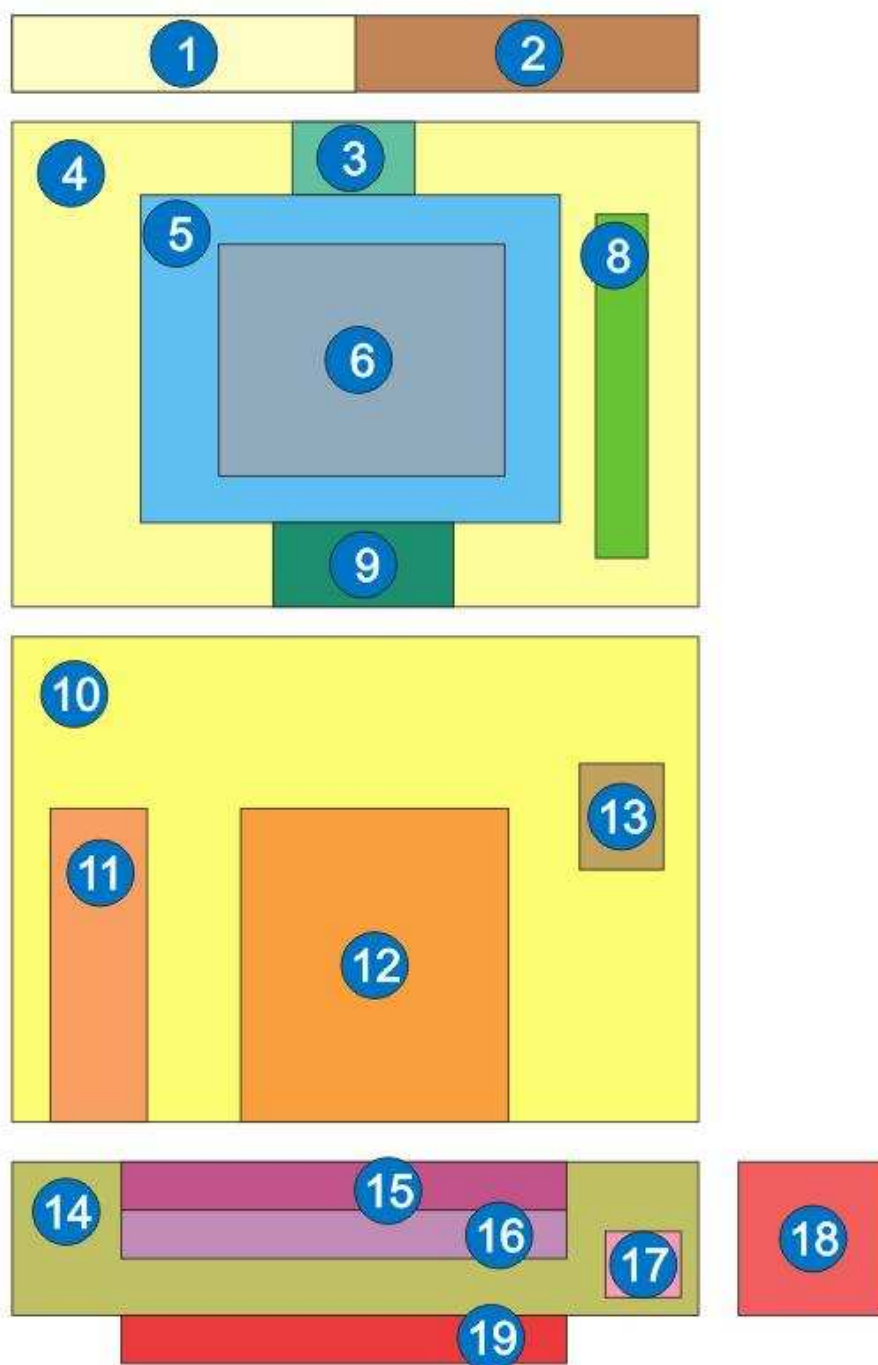


Figura 7.28 . Lay-out de una cafetera con filtro permanente.

7.4.2. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA DE LA CAFETERA POR GOTEO CON FILTRO DESECHABLE.

Los componentes de la cafetera por goteo con filtro desechable se distribuyen de la siguiente manera:

Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Tapa superior	PP
2	Tapa deposito	PP
3	Cuerpo Superior	PP.
4	Ducha	PP
5	Soporte portafiltro	PP
6	Filtro desechable	Papel
7	Tubo silicona	Silicona
8	Válvula antigoteo	PP
9	Cuerpo Inferior	PP
10	Tubo silicona	Silicona
11	Jarra	PP y vidrio.
12	Interruptor	Material eléctrico
13	Base	PP
14	Placa calorífica	Acero
15	Resistencia	Acero
16	Termofusible	Material eléctrico
17	Conjunto de conexión	Material eléctrico
18	Apoyos de goma	Caucho

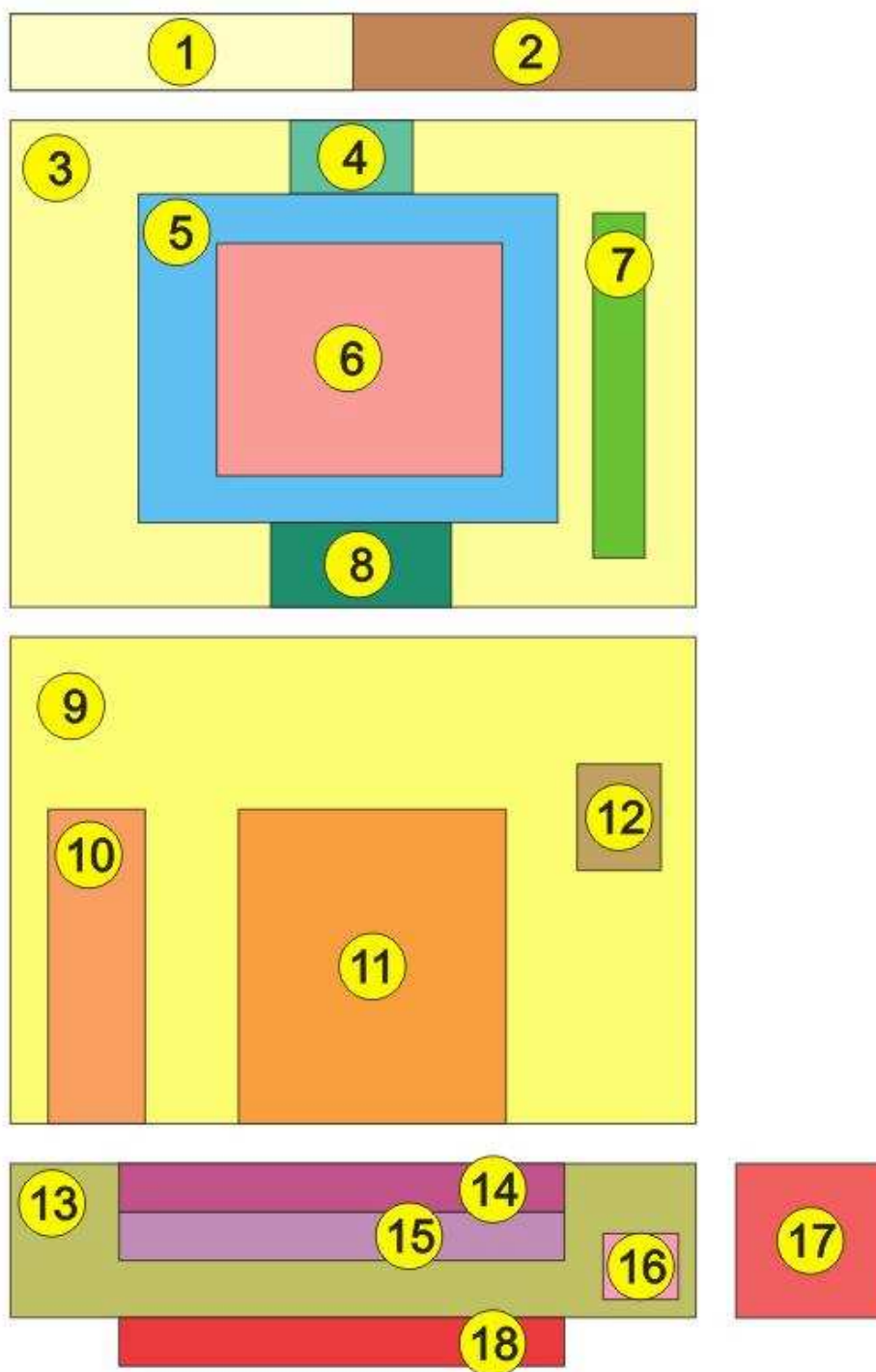


Figura 7.29. Lay-out de una cafetera con filtro desechable.

7.4.3. ANÁLISIS DE LA ARQUITECTURA FÍSICA DE LA CAFETERA EXPRESSO.

Los componentes de la cafetera expresso se distribuyen de la siguiente manera:

Nº	PIEZA	MATERIAL
1	Tapa superior	PP
2	Cuerpo	PP
3	Conjunto tapón de llenado	PP y Acero.
4	Soporte ducha	Acero
5	Difusor ducha	Acero
6	Tapa de la resistencia	Acero
7	Tubo vaporizador	Acero
8	Conjunto resistencia (Caldera)	Acero
9	Termostato	Material eléctrico
10	Cacillo portafiltro	Acero
16	Filtro	Acero
11	Conjunto jarra	PP y vidrio
12	Base	PP
13	Rejilla	PP
14	Patas	Caucho
15	Conjunto de conexión	Material eléctrico

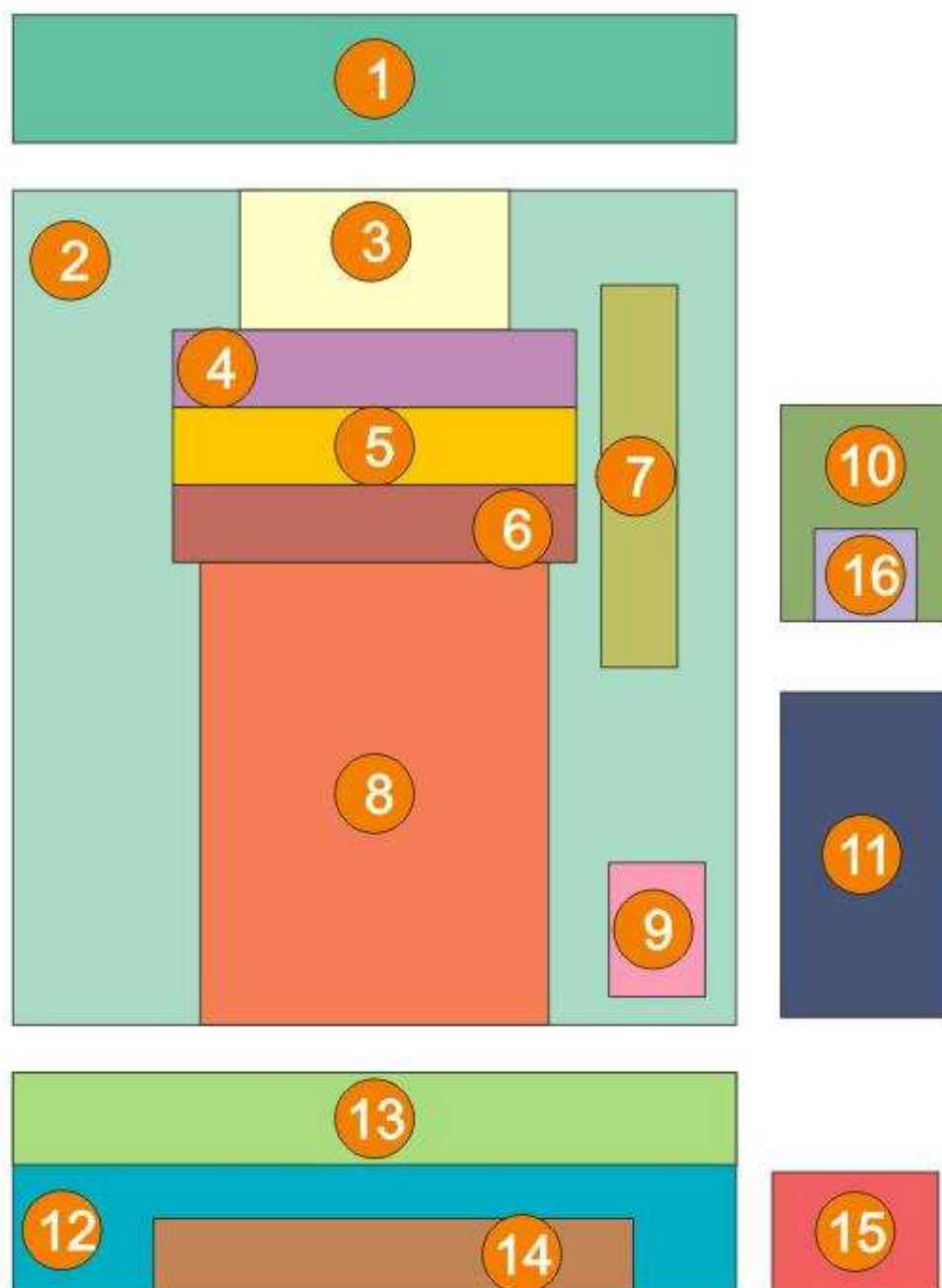


Figura 7.30. Lay-out de una cafetera expresso.

CAPÍTULO 8.- MARCO DE DISEÑO.

8.1. DISEÑO FUNCIONAL DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO. MODULARIZACIÓN DE FUNCIONES.

Los elementos que componen una plataforma de producto [*Memoria, Capítulo 2*] son los que comparten todos los productos. Además de estos existen otros que hacen a cada producto distinto entre si, 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 a la creación de la plataforma. A modo de resumen a continuación se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los estudios.

Análisis de las necesidades del consumidor	<u>Necesidades de la plataforma base:</u> <ul style="list-style-type: none">• Antigoteo.• Fácil limpieza• Facilidad de uso• Rapidez de preparación• Mantener café caliente• Ergonomía• Seguridad• Protección de superficies		<u>Necesidades distintivas:</u> <ul style="list-style-type: none">• Elegir cantidad de café• Café cremoso• Programación de la cafetera• Precio bajo• Estética• Moler café• Transportabilidad• Recalentar café
	<u>Funciones de flujo dominante:</u> <ul style="list-style-type: none">• Flujo eléctrico• Programación de hora• Aislamiento de zonas de contacto• Transporte del café• Importación de filtro.• Sustentación de la masa de la cafetera• Evitar goteos	<u>Funciones de flujo ramificado:</u> <ul style="list-style-type: none">• Emisión de luz.• Transmisión de calor• Transmisión de movimiento.• Transporte de vapor• Transporte de agua caliente.• Exportación de café.• Exportación de café cremoso.	<u>Funciones de flujo conversión-transmisión:</u> <ul style="list-style-type: none">• Conversión de la energía eléctrica en movimiento• Conversión de la energía eléctrica en luz• Conversión de la energía eléctrica en calor• Conversión del café en grano en café en polvo• Conversión del agua en vapor• Conversión del agua en agua caliente• Conversión de la mezcla líquido-sólido en café• Conversión de la mezcla vapor-sólido en café.• Conversión de la
Análisis de la arquitectura funcional funcional a través de la Heurística			

			leche en leche cremosa
Análisis de la arquitectura funcional funcional a través de dendogramas	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo Eléctrico. • Módulo Luz. • Módulo de Calor. • Módulo de Giro. • Módulo de Vapor. • Módulo de Líquido. • Módulo de Exportación de Líquido • Módulo Antigoteo. • Módulo de Soporte. 		

Figura 8.1. Tabla comparativa de los resultados obtenidos en el análisis funcional y de la necesidad.

Si contrastamos los datos obtenidos en ambos estudios funcionales obtenemos vemos como se reafirman los resultados entre sí excepto para el caso del módulo, obtenido en el estudio mediante dendogramas, de exportación de líquidos. A continuación se muestran la tabla con los datos cruzados de ambos estudios:

Módulo eléctrico.	H1 Flujo eléctrico
Módulo Luz.	H2 Emisión de luz
	H3 Conversión de la energía eléctrica en luz
Módulo de Calor.	H2 Transmisión de calor
	H3 Conversión de la energía eléctrica en calor
Módulo de Giro.	H2 Transmisión de movimiento
	H3 Conversión de la energía eléctrica en movimiento
Módulo de Vapor.	H2 Transmisión de vapor
Módulo de Líquido.	H2 Transmisión de líquido
Módulo de Exportación de líquidos.	No coincide con ningún flujo.
Módulo Antigoteo.	H1 Evitar goteos
Módulo de soporte.	H1 Sustentación.

Figura 8.2. Resultado del cruce de datos del estudio funcional.

Además de estos módulos formados por conjuntos de funciones próximas funcionalmente entre si, existe otro criterio para designar módulos y este es la independencia de las funciones unas respecto a otras. Ya que si no comparten nada con las otras, podrán ser separadas e incluidas cuando sea necesario. Según esto, los posibles módulos a formar serán:

- Módulo de aislamiento.
- Módulo de filtro.
- Módulo de leche cremosa.

8.2. DISEÑO FÍSICO DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO. MODULARIZACIÓN FÍSICA.

Para la modularización de piezas en la plataforma habrá que ver que piezas comparten entre si los productos y cuales podrían llegar a compartir a través del rediseño.

A continuación se muestran las piezas actuales de cada una de las cafeteras:

Cafetera por goteo con filtro desechable.	Cafetera por goteo con filtro desechable.	Cafetera express.
Tapa superior	Tapa superior	Tapa superior
Tapa deposito	Tapa deposito	Conjunto tapón de llenado
Cuerpo Superior	Cuerpo Superior	Cuerpo
Ducha	Ducha	Soporte ducha
Soporte portafiltro	Soporte portafiltro	Cacillo portafiltro
Filtro permanente	Filtro desechable	Filtro
Tubo silicona	Tubo silicona	Tubo vaporizador
Válvula antigoteo	Válvula antigoteo	Tapa de la resistencia
Cuerpo Inferior	Cuerpo Inferior	Difusor ducha
Tubo silicona	Tubo silicona	
Jarra	Jarra	Conjunto jarra
Interruptor	Interruptor	
Base	Base	Base
Placa calorífica	Placa calorífica	Rejilla
Resistencia	Resistencia	Conjunto resistencia (Caldera)
Termofusible	Termofusible	Termostato
Conjunto de conexión	Conjunto de conexión	Conjunto de conexión
Apoyos de goma	Apoyos de goma	Patas

Figura 8.3. Piezas que componen cada una de las cafeteras objeto de rediseño.

Se han cotejado 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.

8.3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE PRODUCTO. MODULARIZACIÓN.

En la modularización física y en la funcional hemos 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
<ul style="list-style-type: none"> • Módulo Eléctrico. • Módulo Luz. • Módulo de Calor. • Módulo de Giro. • Módulo de Vapor. • Módulo de 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. • Resistencia.

Figura 8.4. Resultados de la modularización física y funcional..

8.3.1. PLATAFORMA DE PRODUCTO.

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

- Tapa
- Tapa depósito
- Válvula Antigoteo
- Resistencia
- Tapa depósito
- Interruptor
- Termofusible
- Cuerpo superior
- Jarra
- Conjunto de conexión
- Base
- Apoyos de goma
- Placa calorífica

Siendo los módulos de diferenciación:

- Temporizador
- Caldera
- Tubo vaporizador

- Caldera
- Cacillo portafiltro
- Difusor ducha
- Soporte ducha
- Filtro permanente
- Filtro desechable
- Tubo silicona
- Soporte portafiltro
- Molinillo de café

A continuación en la (Figura 8.5) se puede apreciar como los módulos se combinan para construir los distintos productos. Se ha decidido que en vez de tres productos como se tenían al inicio ahora se fabricarán los tres mismos modelos más otros tres que serán estos mismos con el molinillo y el temporizador de funcionamiento dándole a los productos iniciales un valor añadido. Estos dos accesorios satisfacen unas necesidades diferenciadoras con muy bajo valor en peso respecto a las otras. De esta forma los consumidores podrán decidir si prefieren comprar las cafeteras con o sin estas funciones.

Los productos quedarían compuestos de la siguiente forma (los colores de los rótulos corresponden con el esquema):

CAFETERA POR GOTEO CON FILTRO DESECHABLE	
Piezas de la plataforma	Módulos diferenciadores
Tapa	Filtro desechable
Tapa depósito	Tubo silicona
Cuerpo superior	Soporte portafiltro
Válvula Antigoteo	Ducha
Interruptor	
Jarra	
Base	
Cuerpo Inferior	
Placa Calorífica	
Resistencia	
Termofusible	
Conjunto Conexión	
Apoyos de Goma	
Placa Calorífica	

Figura 8.5. Rediseño cafetera por goteo con filtro desechable.

CAFETERA POR GOTEIO CON FILTRO DESECHABLE Y EXTRAS	
Piezas de la plataforma	Módulos diferenciadores
Tapa	Filtro desechable
Tapa depósito	Tubo silicona
Cuerpo superior	Soporte portafiltro
Válvula Antigoteo	Temporizador
Interruptor	Molinillo
Jarra	Ducha
Base	
Cuerpo Inferior	
Placa Calorífica	
Resistencia	
Termofusible	
Conjunto Conexión	
Apoyos de Goma	
Placa Calorífica	

Figura 8.6. Rediseño cafetera por goteo con filtro desechable y extras.

CAFETERA POR GOTEIO CON FILTRO PERMANENTE	
Piezas de la plataforma	Módulos diferenciadores
Tapa	Filtro permanente
Tapa depósito	Tubo silicona
Cuerpo superior	Soporte portafiltro
Válvula Antigoteo	Ducha
Interruptor	
Jarra	
Base	
Cuerpo Inferior	
Placa Calorífica	
Resistencia	
Termofusible	
Conjunto Conexión	
Apoyos de Goma	
Placa Calorífica	

Figura 8.7. Rediseño cafetera por goteo con filtro permanente.

CAFETERA POR GOTEIO CON FILTRO PERMANENTE Y EXTRAS	
Piezas de la plataforma	Módulos diferenciadores
Tapa	Filtro permanente
Tapa depósito	Tubo silicona
Cuerpo superior	Soporte portafiltro
Válvula Antigoteo	Temporizador
Interruptor	Molinillo
Jarra	Ducha
Base	
Placa Calorífica	
Cuerpo Inferior	
Resistencia	
Termofusible	
Conjunto Conexión	
Apoyos de Goma	
Placa Calorífica	

Figura 8.8. Rediseño cafetera por goteo con filtro permanente y extras.

CAFETERA EXPRESSO	
Piezas de la plataforma	Módulos diferenciadores
Tapa	Tubo vaporizador
Tapa depósito	Caldera
Cuerpo superior	Cacillo portafiltro
Válvula Antigoteo	Portafiltro
Interruptor	Difusor ducha
Jarra	Soporte ducha
Base	
Cuerpo Inferior	
Placa Calorífica	
Resistencia	
Termofusible	
Conjunto Conexión	
Apoyos de Goma	
Placa Calorífica	

Figura 8.9. Rediseño cafetera expresso.

CAFETERA EXPRESSO Y EXTRAS	
Piezas de la plataforma	Módulos diferenciadores
Tapa	Tubo vaporizador
Tapa depósito	Caldera
Cuerpo superior	Cacillo portafiltro
Válvula Antigoteo	Portafiltro
Interruptor	Difusor ducha
Jarra	Soporte ducha
Base	Temporizador
Placa Calorífica	Molinillo
Cuerpo Inferior	
Resistencia	
Termofusible	
Conjunto Conexión	
Apoyos de Goma	
Placa Calorífica	

Figura 8.10. Rediseño cafetera expresso y extras.

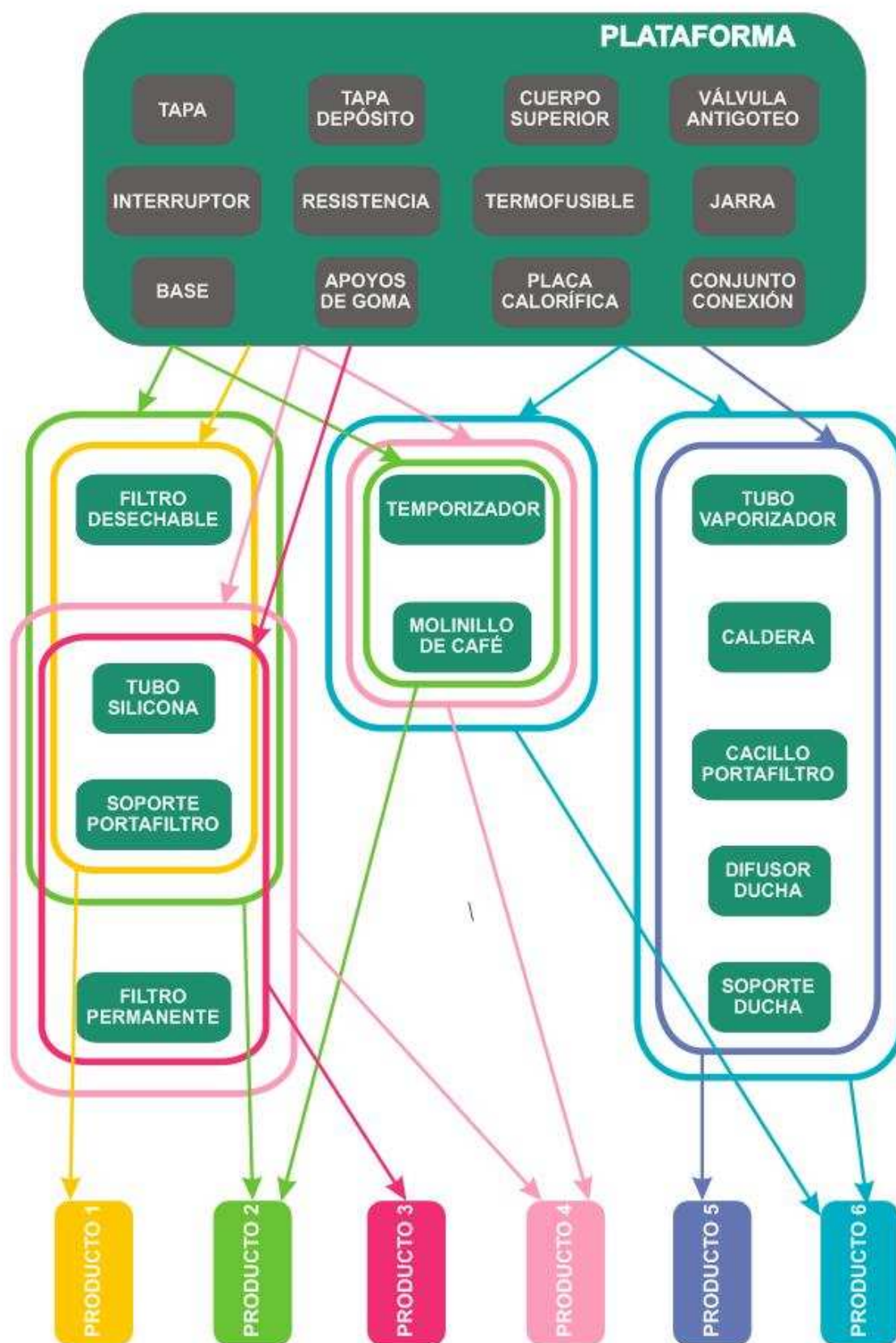


Figura 8.11. Esquema de la plataforma de producto y los módulos de derivación.

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES.

Para satisfacer el problema objeto del presente proyecto se han diseñado 6 cafeteras que satisfacen las necesidades planteadas por los consumidores encuestados y que integra la tecnología de plataforma de producto.

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 [*Anexo, Capítulo 1*] 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.

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

Se estudió mediante técnicas heurísticas del flujo cuales eran los posibles flujos dominantes, ramificados o de transmisión-con versión. Mediante estas técnicas se pretendía 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 la distancia entre funciones.

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

- Módulo eléctrico.
- Módulo Luz
- Módulo de Calor.
- Módulo de Giro.
- Módulo de Vapor.
- Módulo de Líquido.
- Módulo Antigoteo.
- Módulo de soporte.

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.

Algunas piezas han necesitado un rediseño para poder modularizarse mientras que otras no ha sido necesario y simplemente se ha tomado el diseño del modelo anterior.

Finalmente se realizó una diseño basado en formas orgánicas con una estética vistosa que atraiga al usuario a la hora de la compra. Fue muy importante también el criterio de la seguridad tanto del usuario como de las zonas de contacto. Se colocaron apoyos y asas de material aislante para conseguir la protección adecuada.

Los nuevos diseños obtenidos de una plataforma de producto mediante modularización pueden verse en más detalle en el documento *[Planos]*.

Blanca de la Peña Herrador
Ingeniera Técnica en Diseño Industrial
18 de Junio de 2008

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS.

[1] Info Magazine. www.info-magazine.net

[2] Distribución y consumo de electrodomésticos en España. Manuel Sánchez Pérez, María Luisa Giménez Torres y José Antonio Pérez Torres. Dpto. de Dirección y Gestión de Empresas. Universidad de Almería.

[3] Nielsen España. es.nielsen.com

[4] Wikipedia. www.wikipedia.com

[5] A Function Based and Customer Needs Motivated Conceptual Design Methodology for Design of Product Platform and Product Portfolio, Ravindra Murlidhar Kurtadikar.

[6] Modular Product Platform Design Doctoral Dissertation, Katja Hölttä-Otto.

[7] Product Platform Development: Considering Product Maturity And Morphology, Tae G. Yang, Kurt A. Beiter, Kosuke Ishii. Department Of Mechanical Engineering. Stanford University

[8] Product Platform Design: Method and Application, Timothy W. Simpson.

[9] Modularizing Product Architectures Using Dendrograms, Katja Hölttä, Victor Tang, and Warren P. Seering.

[10] An Inductive Approach To Product Design Based On Modular Product Architecture, Balaji Chandrasekaran.

[11] A Genetic Algorithm Based Method For Product Family Design Optimization, Bryan D'souza And Timothy W. Simpson

[12] Webster (www.m-w.com)

[13] Ulrich, K. The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research policy*. Vol 24. pp. 419-440. 1995.

[14] Crawley, E., de Weck, O., Eppinger, S., Magee, C., Moses, J., Seering, J., Seering, W., Schindall, J., Wallace, D., & Whitney, D. The influence of architecture in engineering systems.. Paper presented at *the MIT Engineering Systems Symposium*. Cambridge, MA. March 29-31, 2004. [http// : esd.mit.edu/symposium/monograph](http://esd.mit.edu/symposium/monograph).

[15] O'Grady Peter. *The age of modularity*. Adams and Steele. 1999. ISBN 0-9670289-0-6.

[16] Matton, C. A. & Magleby, S.P. The influence of product modularity during concept selection of consumer products. *In Proc of ASME Design Engineering Technical Conferences*. Pittsburgh, PA. 2001.

[17] Hubka,V. & Eder, E.W. *Theory of technical systems*. 2^a ed. Springer-Verlag. 1998

[18] Salhieh, S.M. & Kamrani, A. K. Macro level product development using design for modularity. *Robotics and Computer integrated manufacturing*. 15. pp. 319-329. 1999.

[19] Otto, K. & Wood K. *Product Design: techniques in reverse engineering and new product development*. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ. 2001. ISBN 0-13-021271-7.

[20] Ericson, A. & Erixon, G. *Controlling design variants: Modular product platforms*. ASME press, New York, NY. Pp 145. 1999. ISBN 0-87263-514-7.

- [21] Simon, H. A. The architecture of complexity. Proceedings of the American Philosophical Society. 106. pp. 467-482, Dec 1962.
- [22] Meyer, M. H. & Lehnerd, A. P. *The power of product platforms*. The Free Press. 2000. New York, NY. ISBN 0-648-82580-5.
- [23] Muffato, M. Introducing a platform strategy in product development. *International Journal of Production Economics*. 60-61. pp 145-153. 1999.
- [24] McGrath, M. E., Anthony, Michael, T., & Shapiro, Amram R. *Product development: succes through produtc and cycle time excellence*. Butteworth-Heinemann. 1992. ISBN 0-7506-9289-8.
- [25] Simpson, T. W. Product platform design and customization: Status and promise *AIESAM*, Special issue: Platform product development for mass customization. Vol 10. N° 1. Jan 2004.
- [26] Meltzer, R. J. Accelerating neo product development. In: The PDMA handbook of new product development. Rosenau M., Griffin A., Castellion G., & Anschuets N. (eds). John Wiley & sons. 1996.
- [27] Kristjansson, A.H & Hildre H-P. PAMatrix: A Method to Assess Platforms in Product Developing Companies. *NordDesign*. Tampere, Finland. 2004.
- [28] Kota, S., Sethuraman, K., & Miller, R. A Metric for Evaluating Desing Commonality in Product Families. *Journal of Mechanical Design*. Vol. 122. pp. 403-410. 2000

