



# Ecodiseño de dispositivos electrónicos

## UNIDAD 4: Concepto de diseño para dispositivos electrónicos

Autor: Andrej Sarjaš

4.1. Enfoques generales y conceptos de diseño de dispositivos electrónicos.....	2
4.2. Metodología para el diseño de dispositivos de alta calidad.....	7
4.3. Especificación de análisis y requisitos .....	8
4.4. Determinación y descripción de la especificación de requisitos ...	10
4.5. Enfoque en dos pasos para desarrollar especificaciones funcionales con factores ecológicos .....	13
4.6. Evaluación de circunstancias realistas en el desarrollo y diseño de dispositivos.....	15
4.7. Análisis de las necesidades del cliente y determinación del problema.....	17
4.8. Cuestionario.....	17
4.9. Diferentes necesidades y deseos.....	19
4.10. Determinar las limitaciones del proyecto.....	21
4.11. Análisis de entrada-salida .....	21
4.12. Resumen de la interfaz de usuario .....	22
4.13. Investigación de atributos de diseño.....	23
4.14. Determinación y reconocimiento de situaciones de conflicto ....	25
4.15. Preparación del borrador de instrucciones del usuario .....	26
4.16. Especificación funcional.....	28
4.17. Especificación de los componentes de la interfaz del dispositivo.....	29
4.18. Requisitos excesivos .....	30
4.19. Verificación .....	31

Resumen del capítulo:

- Aproximación al diseño de dispositivos electrónicos
- Análisis funcional



## 4.1. Enfoques generales y conceptos de diseño de dispositivos electrónicos

El diseño de dispositivos electrónicos es un proceso complejo que requiere muchas preparaciones y análisis preliminares. Parte de la preparación es la consideración de los aspectos ambientales del proceso de diseño, la producción y la eficiencia operativa del dispositivo. Los procedimientos básicos de desarrollo y diseño no cambian con los enfoques ecológicos, pero obtienen un nuevo enfoque que también reconoce los aspectos y estándares ambientales. El objetivo del diseño ecológico es mejorar el proceso de diseño que ya está en uso para los dispositivos existentes o diseñar nuevos conceptos que consideren la sostenibilidad y las funcionalidades del producto. En muchos casos, el rediseño es una práctica común en las empresas porque tiene menos riesgos y la implementación del producto en el mercado es más fácil [1]. En la mayoría, estas son mejoras de la eficiencia energética, así como funcionalidades avanzadas del dispositivo. A menudo, el rediseño con el enfoque ecológico está motivado por las nuevas tecnologías y el desarrollo tecnológico. Las tecnologías avanzadas y nuevas traen nuevos componentes al mercado que también cumplen con muchos estándares ecológicos y son, por lo tanto, sustituciones equivalentes para los componentes que están actualmente en uso.

En gran medida, las producciones también se ajustan a los productos rediseñados, lo que significa que los costos de mejora del producto son relativamente bajos [2]. Contrariamente, los enfoques radicales y el desarrollo de productos completamente nuevos están asociados con un mayor riesgo y un buen análisis del mercado. En estos casos, el concepto de dispositivo es completamente nuevo y aún no se ha implementado en el mercado, o incluso no existe. El rediseño es el más importante en la versión piloto del producto [3], donde los fabricantes quieren analizar los procesos de diseño, el proceso de producción y las características del mercado. Los efectos y análisis ambientales están presentes en todas las fases del diseño del producto. La investigación muestra que el 80% de los efectos ambientales se realizan en la fase de diseño inicial. Debido a esto, el desarrollador del producto influye en el ciclo de vida completo del producto y la oportunidad de administrarlo.

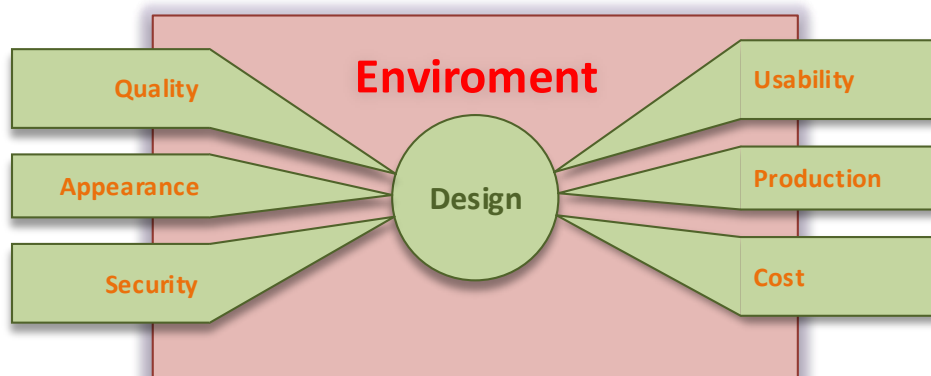


IMAGEN 1: DISEÑO DE PRODUCTO CON CONSIDERACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES



La primera fase incluye la selección de materiales, procesos tecnológicos y el proceso de producción, así como el producto final. Desde este punto de vista, es muy importante diseñar sistemáticamente e incluir los efectos ambientales en el proceso de desarrollo y diseño.

Como ya ha sido mencionado, la base del ecodiseño es la reducción de los efectos ambientales del producto en todos los ciclos de desarrollo y uso. El ciclo de vida incluye diferentes etapas que siguen en orden lógico. El proceso puede comenzar con la adquisición de materiales y el procesamiento de recursos. Los siguientes ciclos incluyen la producción, distribución, uso y eliminación o reciclaje del producto. En todas las fases, podemos ver diferentes cuestiones ambientales y sociales que debemos abordar en el proceso de diseño. Los factores ambientales importantes son recursos y energía usados [3]. Las fuentes son todas fuentes de entrada, como agua, recursos no renovables y energía utilizada durante el ciclo de vida y todas las fuentes de salida, como emisiones, aguas residuales, desechos peligrosos y químicos. Otros factores importantes son la radiación, el ruido, la saturación del tráfico, la contaminación actual y las inclemencias del tiempo no deseadas (niebla, nieve, escarcha). Legisladores nacionales y locales también tienen un gran impacto ya que imponen la manipulación y el almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos. El ciclo de vida también incluye el retiro y el reciclaje de dispositivos que se volvieron más importantes que la producción debido a un número creciente de dispositivos electrónicos en los hogares. Un análisis del ciclo de vida y un diseño sistemático de cuna a tumba o de cuna a cuna conducen a dispositivos ecológicos y eficientes.

Tres grupos de partes interesadas participan en el desarrollo de productos electrónicos. El primer grupo expresa su deseo de desarrollo de productos y presenta problemas que deben ser resueltos. El segundo grupo aprueba el borrador de diseño y produce la solución requerida. El tercer grupo acepta la solución recomendada y la implementa. El último grupo necesita considerar los criterios dados y los clientes potenciales durante el proceso de implementación. La imagen a continuación muestra una conexión entre los interesados en el proceso de diseño.

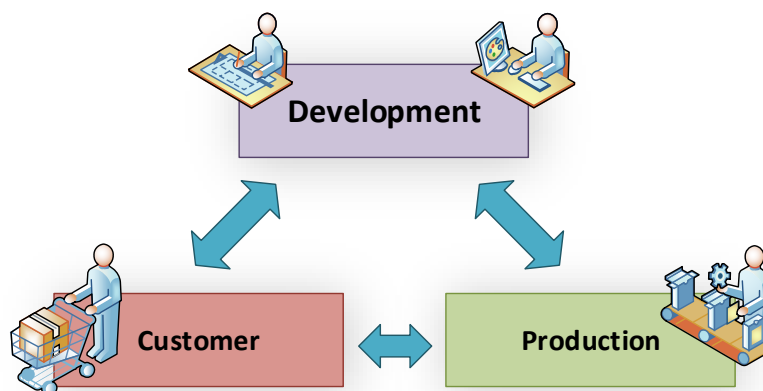


IMAGEN 2: CONEXIONES ENTRE LOS INTERESADOS



El primer grupo que solicita una solución problemática o el desarrollo del dispositivo son clientes o usuarios finales. El segundo grupo que sigue estos deseos del primer grupo, encuentra soluciones y ofrece el concepto de producto final es un grupo de ingenieros y desarrolladores. El tercer grupo que aprueba las soluciones del segundo grupo y las implementa eficientemente en los productos finales con los criterios dados es la producción.

Echemos un vistazo a las relaciones entre tres grupos de partes interesadas en el caso de un distribuidor de programas de televisión que necesita ampliar su área cubierta. Para la solución de este problema, el distribuidor emplea un ingeniero de desarrollo. El ingeniero desarrolla una solución al problema y luego contrata a un contratista. El contratista administra el alquiler y la entrega del equipo que debe cumplir con las especificaciones dadas. En este escenario, el desarrollador es esencial para el acuerdo. Él define el problema en cooperación con el cliente, desarrolla y presenta una solución. El desarrollador actúa en nombre del cliente, gestiona el trabajo de los contratistas y controla si el producto final y la solución satisfacen las necesidades y los requisitos del cliente.

El modelo presentado también se puede aplicar a la industria electrónica que produce en masa grandes cantidades de dispositivos y componentes. En este caso, el marketing en la empresa conoce los deseos y hábitos del cliente. El departamento de marketing está a cargo del análisis de mercado para determinar las necesidades del mercado. Luego, entregan estos resultados de análisis al departamento de investigación y desarrollo (I + D), que está formado por desarrolladores e ingenieros. Dependiendo de las necesidades del mercado, desarrollan sus conceptos y ofrecen soluciones. El tercer grupo en compañías más grandes es la producción que se da cuenta de las soluciones dadas. Los desarrolladores también tienen el papel principal en este grupo. Se comunican con el departamento de marketing para determinar los problemas y deseos, y luego de presentar una solución se comunican con la producción para controlar la calidad y la especificación de los productos.

En la comunicación triangular de los roles del desarrollador se presentan dos tendencias. El primero es la comunicación del desarrollador con los clientes, así como la producción a lo largo de todo el ciclo de desarrollo y producción. Debido a esto, el desarrollador se ve obligado a comunicarse con los clientes y reconocer sus características, así como a comunicarse con la producción para prever el aspecto final y las funcionalidades del producto. La segunda tendencia de la interacción triangular es una migración de la producción de la empresa matriz a los contratistas. En este caso, la comunicación se debilita y, por lo tanto, el control y la calidad del producto están condicionados por una especificación precisa del dispositivo que está garantizada por un contrato legal. Las especificaciones dadas determinan con precisión los métodos de producción y los procesos que se definen de acuerdo con las pautas de desarrollo sostenible y ecológico.



El desarrollo de la tecnología ha llegado al punto donde se pueden producir dispositivos complejos a un precio muy bajo. Aunque la producción es relativamente baja, lo cual es posible debido a los nuevos procesos tecnológicos, la complejidad de los productos, por otro lado, requiere un proceso de desarrollo largo y costoso. Si echamos un vistazo más de cerca a los teléfonos inteligentes, podemos ver que los costos de producción son muy bajos en comparación con el precio del desarrollo. Parte del desarrollo no es solo la perfección tecnológica sino también las funcionalidades y la apariencia que atraen la atención del comprador. Si lo combinamos con ecodiseño, significa que los desarrolladores además de todo lo anterior también consideran los aspectos ecológicos del dispositivo.

A menudo en el diseño, es obligatorio aceptar un compromiso entre los aspectos ecológicos y la eficiencia. Por ejemplo, el teléfono es un dispositivo muy común en la vida cotidiana. Los teléfonos más eficientes con mayor poder de cálculo, pantallas más grandes y más potentes requieren un mayor consumo de energía, que es un mal indicador ecológico. Estos teléfonos también son más pesados, contienen más material, las baterías tienen mayor capacidad, etc., lo que indica poca eficiencia ecológica. Hoy en día, los desarrolladores de dispositivos electrónicos se encuentran bajo una gran presión, ya que las condiciones tecnológicas permiten una producción rápida y, si el desarrollo es lento, el producto puede volverse obsoleto o no competitivo incluso antes de llegar a las tiendas.

El diseño de dispositivos electrónicos requiere un enfoque estructurado que permita el mejor control sobre los segmentos de desarrollo individuales con respecto a las actividades simultáneas.



### 4.1.1 Proceso de diseño

La mayoría de los problemas de diseño son muy complejos, por lo que es difícil predecir el resultado final. Para lograr el objetivo, el desarrollador comienza la resolución de problemas metodológicamente en fases separadas. Este enfoque puede ser útil en diferentes disciplinas de ingeniería. Como se muestra en la imagen 3, el proceso de diseño comienza con las necesidades expresadas y los posibles problemas y síntomas. El desarrollador presenta estas necesidades como definiciones con problemas potenciales y predice la solución final. En esta fase, es muy importante que el desarrollador considere los aspectos ambientales al crear definiciones y predecir soluciones finales. Después de definir el problema, el desarrollador comienza a buscar una solución adecuada que esté directamente condicionada por los efectos ambientales. La búsqueda de una solución en ecodiseño no solo está relacionada con el producto final eficiente, sino también con la elección de la tecnología de producción, los componentes usados, los tipos de materiales que deben ser lo más ecológicamente adecuados posible.

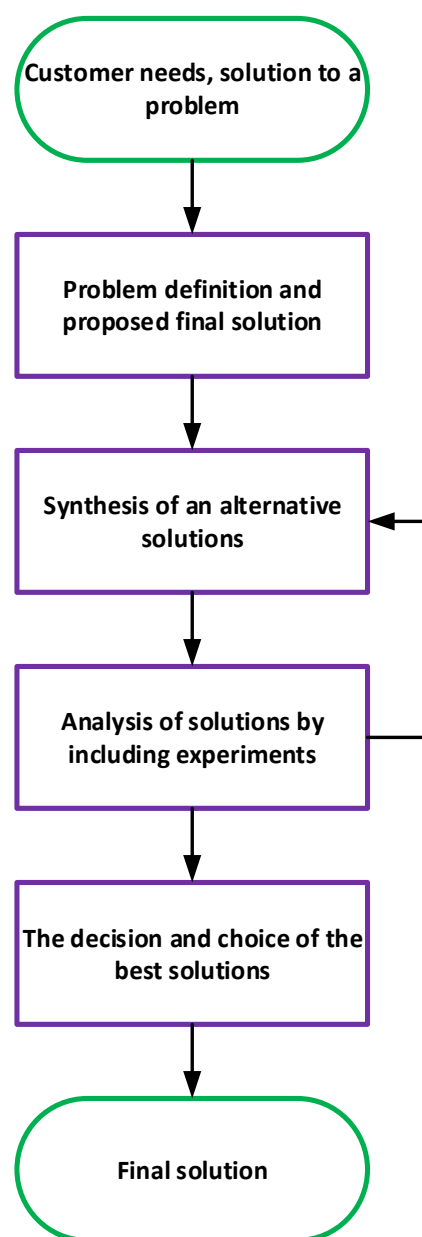


IMAGEN 3: PROCESO DE DISEÑO

Los dispositivos ecológicos no pueden ser de menor calidad o menos eficientes. Al contrario, los dispositivos ecológicos deben ser de mayor calidad y más confiables que los productos de la competencia. Después de buscar la solución sigue el análisis y sus resultados conducen a un producto adecuado. Cuando la solución no conduce a un producto adecuado, el diseño vuelve a la etapa de búsqueda de solución o modificación



del existente. Este proceso se repite hasta que se encuentre una solución aplicable que cumpla con las condiciones dadas. En la mayoría, se recomienda que el diseñador encuentre múltiples soluciones que cumplan con los requisitos. Con este enfoque, es posible evaluar las soluciones y encontrar la más adecuada y óptima. De todos modos, es necesario pensar en el proceso de desarrollo y los costos de búsqueda de soluciones. Por lo tanto, es importante aceptar un compromiso entre el número de soluciones encontradas y la probabilidad de las soluciones mejor seleccionadas. La probabilidad de la mejor solución óptima aumenta con la cantidad de soluciones encontradas.

#### 4.2. Metodología para el diseño de dispositivos de alta calidad

Todos los dispositivos y elementos se pueden evaluar según sus cualidades o precio en la escala de calificación dada. Lamentablemente, no existen criterios para medir la calidad del diseño y su metodología. La eficiencia relativa entre los dos enfoques solo puede darse sobre la base teórica. La comparación subjetiva de los dos enfoques es una tarea muy difícil porque los problemas del ingeniero son multidimensionales. Debido a esto, es mejor enfocarse en evaluar aquellas partes de la metodología que tienen puntos en común. De esto se desprende que es ingenioso evaluar la metodología de diseño de acuerdo con el área del mercado. El área de mercado se puede dividir en mercado industrial y de consumo. Por ejemplo, la solución industrial tiene un precio que está estrechamente relacionado con la calidad y el trabajo de ingeniería. Por el contrario, el mercado de consumo es notable por la producción masiva de dispositivos, lo que conduce a una menor sensibilidad al precio de acuerdo con el tiempo y la calidad del ingeniero invertido. La producción en masa cubre los costos de desarrollo más fácilmente que el entorno industrial. Generalmente, la calidad de los productos es significativamente más importante en el mercado industrial que en el consumidor.

Para un diseño ecológico de calidad, es muy importante que el producto cumpla con altos estándares ambientales tanto en producción como en uso y eliminación. En muchos casos, enfrentamos un dilema entre eficiencia y ahorro al diseñar dispositivos altamente ecológicos. Las propiedades de ahorro son el factor clave de la eficiencia ecológica en su tiempo de operación. Si miramos el ejemplo de sistemas integrados, sistemas informáticos o dispositivos inteligentes (teléfonos, tabletas, etc.). Los dispositivos altamente rentables contienen una unidad de procesamiento central (CPU) que opera a frecuencias más altas que conducen a un mayor consumo de energía. Al diseñar dispositivos con ciertas unidades de CPU, el aspecto ecológico se ve en el software. El software de calidad no solo equivale a proporcionar altas capacidades sino también ahorros y uso racional de la energía. Los últimos logros tecnológicos ofrecen unidades de procesamiento central multinúcleo que constan de núcleos para la operación normal del dispositivo y núcleos que se utilizan para operaciones complejas de cálculo.

Así es como se configura la administración del dispositivo, por lo que ciertas tareas se pueden transmitir a diferentes núcleos. Es importante tener en cuenta que la vida útil



de los productos de calidad es más larga, lo que significa que se utilizaron menos recursos naturales para realizar un determinado proceso o servicio. Podemos echar un vistazo más de cerca al dispositivo A y al dispositivo B, que realizan la misma tarea. Ambos dispositivos están hechos de materiales similares y tienen el mismo peso. El dispositivo A tiene una vida útil más larga que el dispositivo B. En el dispositivo A toda la vida necesitamos cambiar dos dispositivos B. Esto significa que el mismo proceso en el dispositivo B ha utilizado el doble de recursos naturales que el dispositivo A. En esta evaluación, no lo hicimos considere la energía que se necesita para la eliminación y el reciclaje del producto. Una mayor calidad del producto también conduce a una mayor confianza de la marca.

El mercado de consumo es mucho más grande. Por lo tanto, se dedica más esfuerzo al diseño de productos para este mercado. A esto contribuye el hecho de que el mercado de consumo es muy diverso y susceptible a diferentes productos, pero también hay muchas posibilidades para la producción de nuevos dispositivos y soluciones. El mercado industrial es significativamente menos flexible y, en muchos casos, es difícil acceder a nuevas empresas sin reputación. En este entorno, la confianza de la marca juega un papel importante y la confianza en la calidad del producto es incluso más importante que el precio. Debido a esto, podemos decir que se aplica mucho más esfuerzo de ingeniería a los dispositivos industriales que a los dispositivos para el consumo general. En el mercado de consumo, el precio es más importante que la calidad, que generalmente está en el segundo lugar.

Un buen enfoque de diseño incluye enfoques ecológicos y fiabilidad en la fase inicial, incluso si la solución está lejos de haber finalizado. En la fase de diseño inicial, es muy importante que el diseñador evalúe la viabilidad de la solución con el menor tiempo y esfuerzo posible. Solo una de cada diez soluciones sugeridas conduce a un final exitoso y la implementación, lo que significa que los esfuerzos hechos y el tiempo para las nueve soluciones restantes se cubren con un solo proyecto exitoso. La evaluación del tiempo, utilizada para encontrar una solución y una evaluación de viabilidad, es crucial para diseñar dispositivos electrónicos.

### 4.3. Especificación de análisis y requisitos

El diseño de los sistemas electrónicos se puede comparar con viajar. Al igual que al viajar, la tarea principal es determinar el destino y la ruta. Desafortunadamente, esto a menudo se descuida. En muchos casos, los diseñadores de dispositivos electrónicos cometen un error porque no invierten suficiente tiempo y esfuerzo para analizar todo el problema al que se enfrentan. La especificación de requisitos es el primer paso para diseñar el dispositivo y presenta el destino del viaje con las respuestas dadas a las preguntas, como "¿Cuál es el problema que resolvemos diseñando el dispositivo?", "¿Cuál es el propósito del diseño?". La Imagen 4 muestra la especificación de requisitos en el proceso de diseño.





La especificación de los requisitos responde a otras preguntas críticas, por ejemplo, "¿Cómo puede alguien incluido en el proceso de diseño saber qué se hace?". De esta manera, la especificación determina los criterios para la verificación si el diseño cumple los objetivos establecidos. También describe las pruebas que se usarán para verificar el proceso de diseño. La especificación de requisitos también proporciona un punto de control importante para determinar la dirección de diseño factible que es parte del proceso de diseño de principio a fin. También actúa como una filtración temprana que excluye los procesos de diseño que son demasiado ambiciosos en comparación con otros, tienen objetivos contradictorios, resuelven problemas persistentes o inviables o de cualquier otra manera están condenados al fracaso.

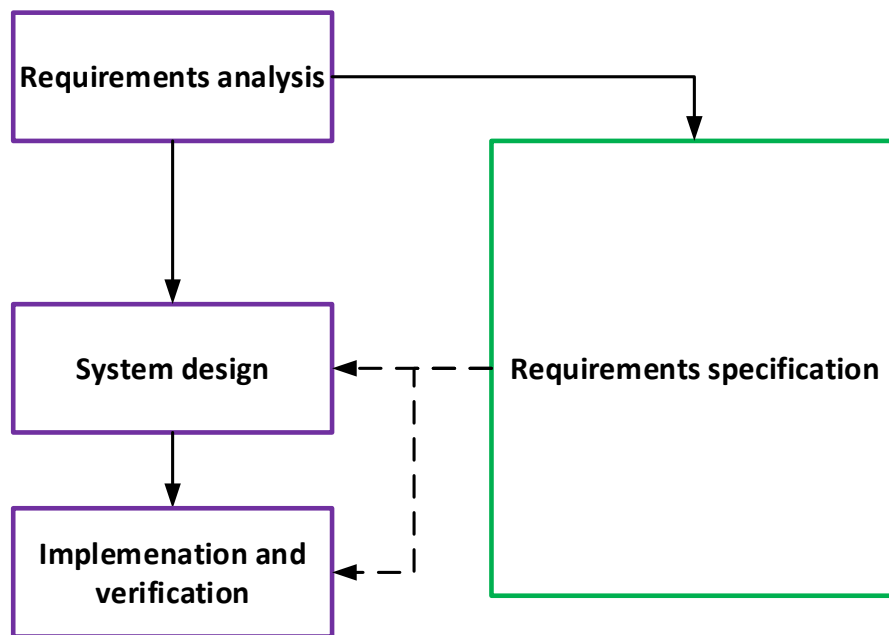
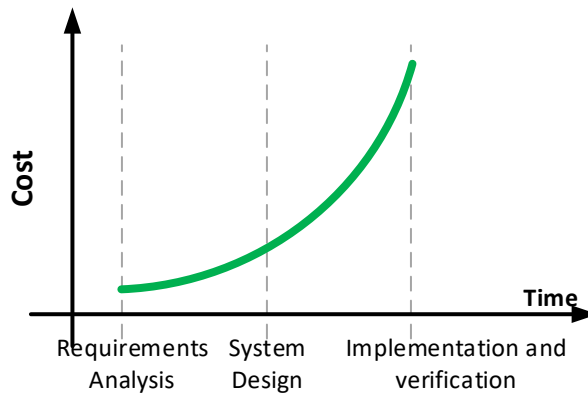


IMAGEN 4: ANÁLISIS DE REQUISITOS - EL PRIMER PASO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA

En muchas compañías, menos de uno de cada diez productos es comercialmente interesante y puede alcanzar el éxito en el mercado. Como muestra la imagen 5, los costos de diseño crecen exponencialmente durante el proceso de diseño del producto. El reconocimiento de los enfoques de diseño en la fase de diseño inicial que tendrá poco



éxito en el futuro o una cuota de mercado insignificante afectará positivamente al negocio.



**IMAGEN 5: COSTOS DE DISEÑO EN RELACIÓN CON EL TIEMPO**

Es interesante, que una gran parte de los dispositivos que están orientados ecológicamente tienen un nivel significativamente más alto de oportunidades para el éxito, en comparación con los dispositivos que no tienen estos factores. Aunque parece irrelevante, el desarrollo de la especificación de requisitos exige tiempo, dinero, conocimiento y, en gran medida, un juicio de ingeniería experimentado. El proceso de determinación de los requisitos también es difícil, porque se requieren ciertas habilidades analíticas que difieren significativamente del currículo de ingeniería clásico que se enseña en la escuela.

#### 4.4. Determinación y descripción de la especificación de requisitos

En este punto del proceso de diseño, el énfasis recae en el cliente que necesita una solución para su problema. La preocupación del ingeniero no es solamente resolver el problema dado sino también comprender la fuente del problema. El objetivo es aclarar, definir y determinar los criterios de diseño que deben indicarse en la especificación de requisitos. Las decisiones importantes de los ingenieros se basan en la experiencia, la experiencia y la información, y no solo en cálculos puramente de ingeniería. Es necesario que las decisiones se tomen en cooperación con el cliente o el comprador. Los datos se recopilan del cliente y muchas otras fuentes. La recopilación de datos está organizada, de modo que se verifica el cumplimiento de las necesidades del cliente y luego se envían los datos. Todas las sugerencias y posibles alternativas deben definirse con respecto al alto cumplimiento del proceso de diseño y deben ser muy claras y precisas. Como ya se ha descrito, el cliente puede aparecer en diferentes fases de diseño. El ingeniero consultor tiene contacto directo con el comprador y el cliente. En las empresas más grandes, el ingeniero consultor también está en contacto con otros



sectores de la empresa, como los departamentos de marketing y desarrollo. No importa quién sea el comprador, el diseñador debe estar dispuesto a trabajar como consultor, mentor, experto y oyente atento. Esta es una tarea compleja. Por lo tanto, generalmente se asigna a los ingenieros más experimentados y maduros en el equipo de diseño.

#### 4.4.1 Dos escenarios para determinar la especificación de requisitos

En el desarrollo de la especificación de requisitos, el papel del ingeniero difiere dependiendo de la naturaleza del problema, la experiencia, las experiencias del comprador y la cantidad de información que se puede usar en la tarea. Para una mejor comprensión del desarrollo de la especificación de requisitos, los procesos pueden presentarse en dos escenarios.

El primer escenario se denomina cliente informado. Un ejemplo es un ingeniero, que es contratado por una empresa de logística de transporte que quiere un sistema de radio de despacho asistido por computadora. Las características del problema se presentan en la tabla 1. En este caso, el cliente consta de varias personas, gerente, operadores y conductores. Todas las partes interesadas tienen mucho conocimiento e información sobre el desarrollo de aplicaciones. Tienen un conocimiento profundo de los negocios y la distribución de vehículos y saben exactamente lo que quieren lograr con esta aplicación. De esta manera, la información es accesible desde diferentes fuentes. En el ejemplo dado, las fuentes de información son gerente, operador y controlador. Pueden entregar datos, como el número de vehículos, la frecuencia y la cantidad de mensajes enviados, informes financieros y pronósticos.

	<b>Comprador informado</b>	<b>Comprador desinformado</b>
<i>Comprensión del problema del comprador</i>	Una comprensión profunda del problema y claras expectativas de desarrollo.	Débil comprensión del problema, sin experiencia en el campo.
<i>Información disponible</i>	Información disponible de inmediato: <ul style="list-style-type: none"> <li>• clientes</li> <li>• competidores</li> <li>• proveedor de equipos</li> <li>• soluciones similares</li> <li>• publicaciones, libros</li> </ul>	Información limitada. Los dispositivos no existen en el mercado. No hay una solución o enfoque similar para resolver el mismo problema.
<i>Desarrollo de la especificación de requisitos</i>	Relativamente simple con un ligero esfuerzo y costos.	Necesidades relativamente altas de esfuerzo y costos. A menudo se necesitan investigaciones adicionales sobre usuarios



	<b>Comprador informado</b>	<b>Comprador desinformado</b>
		potenciales y evaluación de costos.
<i>Probabilidad de transición a la siguiente fase de desarrollo</i>	Coeficiente de transferencia relativamente alto para la próxima fase de desarrollo con riesgo mínimo.	Coeficiente de transferencia relativamente bajo para la siguiente fase. Los riesgos están relacionados con la complicación inesperada y la elegibilidad de precio.

TABLE 1: REQUISITOS FUNCIONALES CARACTERÍSTICAS DEL COMPRADOR INFORMADO Y NO REFORMADO

En este caso, el comprador tendrá expectativas sobre las funcionalidades y el precio de la aplicación. Debido a esto, el comprador puede buscar empresas competitivas que ya usen este sistema. Con este enfoque, el comprador entregará datos sobre las capacidades del sistema, los deseos sobre cómo se debe hacer el sistema, los requisitos de operación y el precio. En este escenario, la escasez de datos no es un problema. Dependiendo del tiempo invertido, el precio y la experiencia del comprador, el desarrollo de la especificación de los requisitos es el más eficiente y el más corto con el cliente informado. A menudo, el problema dado es una variación de las soluciones anteriores, de modo que la especificación de los requisitos puede comenzar en la fase de desarrollo posterior.

El segundo escenario es para clientes completamente desinformados que representan un completo opuesto al cliente informado. El término cliente desinformado significa que la especificación de requisitos es un campo inexplorado. Tal ejemplo es una compañía que diseña terminales para pagos móviles a través de la red móvil. La terminal funciona para todos los teléfonos móviles en todas las redes. Las funcionalidades de diseño, apariencia y terminal deben ser lo más simples posible. Un ejemplo es el diseño de apariencia y funcionalidades. El terminal debe ser pequeño, por lo que se puede montar en diferentes máquinas expendedoras y ser fácilmente comprensible. El mayor problema del diseño de dispositivos es su utilidad y cómo usar este dispositivo correctamente, por lo que el proceso de pago es lo más rápido posible. Los pagos móviles se siguen considerando un método de pago nuevo.

Por lo tanto, es necesario educar a los usuarios sobre cómo usar el sistema o mejorar las instrucciones con imágenes al lado del terminal. Los datos de transferencia de terminal y teléfono a través de un canal de comunicación significa que la terminal puede usarse con todos los teléfonos de diferentes fabricantes, sistema operativo, edad del dispositivo, etc. La parte técnica más importante y el uso de la aplicación son la conexión del micrófono del teléfono a los auriculares de la terminal Jack, y los auriculares del teléfono se conectan con el micrófono de la terminal. En caso de mala



conexión, el proceso de pago debe repetirse, lo que puede provocar la frustración del cliente y extender el período de transacción. La compañía ha invertido mucho esfuerzo y dinero para desarrollar requisitos funcionales con respecto al diseño del terminal, como apariencia y usabilidad, así como la resolución de restricciones técnicas. Se obtuvo mucha información de los clientes que se probaron con diversos medios y métodos. Una gran parte del enfoque de ingeniería también requiere un enfoque ecológico, lo que significa que el dispositivo debe cumplir con las directivas ecológicas que se utilizan actualmente en la Unión Europea.



IMAGEN 6: TERMINAL PARA PAGOS CON MÓVIL

En gran medida, el desarrollo de requisitos funcionales es una combinación de ambos enfoques del comprador informado y desinformado. Es importante definir qué tipo de comprador es nuestro cliente porque los enfoques de desarrollo difieren en intensidad y costos de desarrollo del análisis funcional. También es importante determinar si es posible aplicar soluciones alternativas a los dispositivos nuevos.

#### 4.5. Enfoque en dos pasos para desarrollar especificaciones funcionales con factores ecológicos

El desarrollo de requisitos funcionales requiere un enfoque que difiere significativamente de los enfoques que se enseñan en el proceso educativo. La tarea del diseñador de requisitos funcionales no es proponer soluciones alternativas o rechazar algunos enfoques, ni su tarea es calcular parámetros analíticamente, sino sugerir soluciones óptimas. La solución óptima es aquella que es un compromiso entre los criterios dados. Los criterios dados pueden ser las funcionalidades del dispositivo, la apariencia del dispositivo, las soluciones técnicas, las tecnologías utilizadas, los costos de soluciones finales y los costos de producción. Una perspectiva ecológica es un enfoque clásico. La especificación de los requisitos también incluye materiales



propuestos, ubicación de producción, proveedores de recursos logísticos, alto nivel de reciclaje y la menor huella de carbono posible.

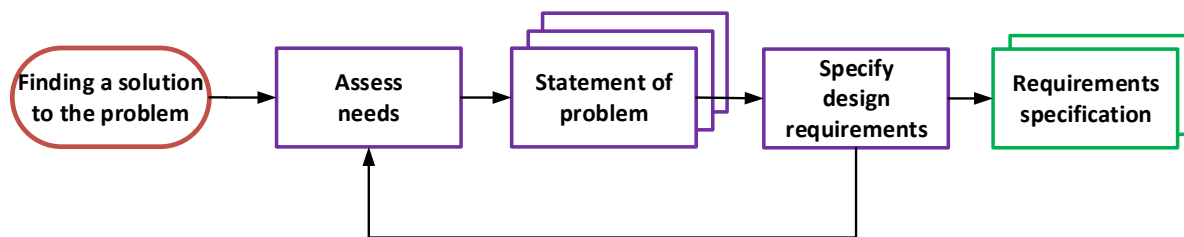


IMAGEN 7: REQUISITOS DE DOS PASOS PARA EL DISEÑO DE ESPECIFICACIONES

La imagen 7 muestra el desarrollo de especificaciones de requisitos que se divide en dos pasos. El primer paso evalúa las necesidades del comprador y define el próximo paso para evaluar las necesidades que necesitamos para resolver el problema. Este informe debe estar preparado en el idioma del comprador, lo que significa que generalmente no contiene terminología técnica y debe ser fácil de entender.

La segunda etapa incluye un informe detallado sobre el problema con tecnicismos adicionales sobre posibles soluciones. Este informe contiene términos técnicos y está destinado al equipo de ingeniería y a los desarrolladores. La segunda etapa determina los criterios para evaluar la aceptabilidad del modelo. Los criterios también se utilizan para elegir las soluciones y diseñar alternativas. Con los criterios, es posible determinar si una solución es aceptable o si sería mejor usar una alternativa. Al final, los criterios se utilizan para evaluar si el diseño cumple con los objetivos establecidos.

Las características clave de la especificación de requisitos en desarrollo, presentada en la imagen 7, es la línea de retroalimentación que devuelve las conclusiones actuales a la etapa de reconsideración y reevaluación. La línea de retroalimentación significa que después de que se define la especificación del problema, se vuelven a abrir las mismas preguntas para ver si cumple con las necesidades de los compradores. Esto es similar a cuando el comprador tiene necesidades adicionales, y debe determinarse si las soluciones se ajustan al problema. Para el desarrollo cíclico de la especificación de requisitos, es necesario que el desarrollador decida libremente, haga acuerdos con el comprador sobre los siguientes pasos y corrija las decisiones previas cuando sea necesario.

El resultado de este proceso en la imagen 7 es un documento de especificación de requisitos funcionales. Este documento es un breve informe sobre cómo se logrará la realización del dispositivo y cómo evaluar el diseño final. Este documento responde dos preguntas clave: "¿Qué hará el equipo de diseño?" Y "¿Cuándo sabemos que el diseño está terminado?". Las formalidades incluidas en la especificación de requisitos varían según las diferentes circunstancias. Esto también puede ser un acuerdo entre el departamento de marketing e ingeniería de la misma empresa. Algunas empresas le dan mayor importancia a los procedimientos formales que se requieren para obligar al equipo de desarrollo a supervisar y desarrollar el diseño del producto. En las empresas que contratan socios externos o contratistas para el diseño de dispositivos, la



especificación de requisitos puede servir como un apéndice oficial del contrato entre ambas partes. Cuando es parte de la documentación formal, es muy importante que ambas partes autentiquen la especificación. Independientemente de si la especificación es formal o informal, presenta un acuerdo entre el fabricante y el comprador del dispositivo electrónico.

#### 4.6. Evaluación de circunstancias realistas en el desarrollo y diseño de dispositivos

Antes de presentar la especificación de los requisitos en detalle, tenemos que examinar la evaluación de las circunstancias realistas en el proceso de diseño. Muy raramente, el equipo de desarrollo se encuentra en circunstancias en las que las pautas de diseño son muy claras y simples. En una situación realista, el equipo de desarrollo tiene un espacio de desarrollo limitado. Todas estas limitaciones deben reconocerse pronto y anotarse desde el principio en los requisitos funcionales, para que puedan abordarse en las siguientes etapas de diseño.

Hasta este paso, solo se tuvieron en cuenta los requisitos de los clientes en el desarrollo de los requisitos funcionales. Una comprensión profunda de otros efectos excedería los requisitos funcionales y tendría muy poco efecto en la comprensión del contenido. Sin embargo, es importante conocer estas limitaciones. La Imagen 7 presenta los efectos

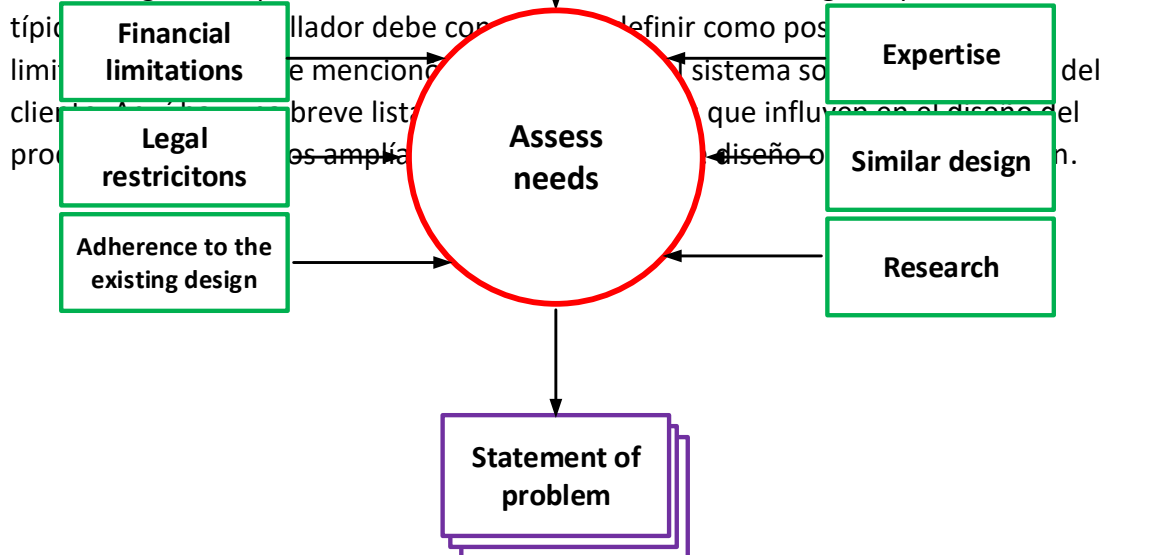


IMAGEN 8: EVALUACIÓN DE CIRCUNSTANCIAS REALISTAS EN EL DISEÑO DE DISPOSITIVOS



1. **Experiencia:** las experiencias se acumulan en gran medida en el equipo de desarrolladores. En muchos casos, también se incluyen fuentes externas o expertos de un área específica. Las fuentes de experiencias son literatura técnica, consultoría, instrucciones de expertos y experiencias del comprador. Especialmente en grandes empresas, los expertos de otros departamentos o consultores de empresas subsidiarias se enumeran como fuentes externas o experiencia.
2. **Soluciones similares:** ejemplos de diseños similares, a veces incluso competidores, muestran viajes de diseño o cómo otros han abordado el problema. Las patentes registradas y su investigación juegan un papel importante en este proceso. Al investigar la patente registrada, el diseñador puede verificar si el problema fue resuelto y cómo. De esta forma, puede obtener mucha información sobre el proceso de desarrollo y la solución del problema.
3. **Investigación:** Parte importante de la investigación es también la investigación principal de las necesidades del cliente y el mercado financiero. El cliente que ordenó el dispositivo y el desarrollador deben estar familiarizados con, al menos, las especificaciones básicas del dispositivo, los usuarios objetivo y el mercado. Esta información se puede obtener con la investigación.
4. **Limitaciones financieras:** dos limitaciones de diseño muy obvias son la capacidad financiera o la disposición del cliente. Sus expectativas sobre los costos de desarrollo pueden limitar o minar significativamente el desarrollo.
5. **Limitaciones legislativas:** además de las limitaciones técnicas y financieras, las influencias legislativas y políticas también pueden limitar el desarrollo de dispositivos. En la Unión Europea, muchas reglas y leyes se utilizan para mejorar la causalidad y la seguridad del dispositivo. Todas las leyes, relacionadas con la protección del medio ambiente, monitorean que los dispositivos electrónicos sean de la más alta calidad, tengan una alta eficiencia y afecten el medio ambiente lo menos posible. Los efectos ambientales están presentes en el proceso de producción, así como también en el uso y en el proceso de reciclaje. Las leyes y restricciones detalladas se presentan en el siguiente capítulo.
6. **Cumplimiento de las capacidades de producción:** principalmente, el diseño está relacionado con la modificación con la intención de mejorar las características existentes del dispositivo. Los productos completamente nuevos deben ser incluidos en las líneas de dispositivos existentes. Es importante considerar que el nuevo producto se fabricará con los dispositivos y procesos actuales. Muchas compañías contratan desarrolladores al mismo tiempo que diseñan productos y preparan procesos tecnológicos. Los departamentos de administración y finanzas afectan significativamente la tecnología y el software usados en el dispositivo desarrollado.





## 4.7. Análisis de las necesidades del cliente y determinación del problema

El análisis de las necesidades del cliente y del comprador es el primer paso para comprender los requisitos y el desarrollo del diseño. El análisis comienza con el cliente y conduce a definiciones de problemas no técnicos que se resolverían con el diseño. La definición del problema debe incluir los siguientes aspectos:

**Aspectos no técnicos:** el problema debe abordarse en el idioma del cliente, lo que significa que no contiene términos técnicos innecesarios ni jerga.

**Definiciones no cuantificables:** las especificaciones, tales como dimensión, cantidad, precio no necesitan presentarse en forma numérica. Las necesidades se pueden presentar cualitativamente.

**Aspectos finales:** en toda medida posible, la definición del problema debe incluir todos los aspectos y problemas que el diseñador pueda encontrar durante el diseño del dispositivo.

**Aspectos identificables:** la definición del problema es subjetiva y debe estar alineada con la especificación precisa de los requisitos cuantitativos. A menudo es posible que los deseos del cliente estén incluidos en la especificación de requisitos cuantitativos.

A continuación, presentaremos técnicas que se pueden usar en la especificación de requisitos. El uso de diferentes técnicas depende de las circunstancias y el modo de diseño del dispositivo. También depende de las experiencias del cliente anterior. Estas técnicas se presentarán como un conjunto de métodos y técnicas que se pueden usar individualmente o en combinación con otras técnicas.

## 4.8. Cuestionario

La articulación de necesidades y deseos depende mucho del conocimiento previo sobre el problema y las experiencias del cliente. El diseñador de dispositivos para el mercado amplio y la producción a gran escala tiene que cooperar con el departamento de marketing, que necesita un estudio e investigación de mercado sobre el lanzamiento del dispositivo. El estudio incluye investigación y experiencias del usuario con la línea de productos. La parte crucial de la cooperación con los usuarios es una investigación cuyos beneficios y novedades deben estar presentes en el dispositivo. El departamento de marketing también ha preparado estimaciones sobre el embalaje y el precio del producto. El desarrollador a menudo tiene que tomar la iniciativa en la comunicación del usuario y responder sus preguntas, para que puedan aumentar la utilidad del producto, aumentar la confiabilidad y simplificar el mantenimiento.



El uso de un conjunto diferente de preguntas y consultas se puede ver en el diseño y desarrollo de hidrogeneradores. Estos proyectos a menudo no tienen ningún contacto con los usuarios promedio en las tareas diarias y la comunicación, y la consulta solo se lleva a cabo entre el desarrollador y el ingeniero que tiene experiencia en la instalación, el mantenimiento y el manejo de generadores hidráulicos. A menudo, las personas que mantienen y controlan el sistema a través de las aplicaciones son una fuente de información abundante para el desarrollo y la actualización del dispositivo.

Aunque las preguntas para los usuarios pueden variar según el problema, el cuestionario para usuarios y compradores es una herramienta básica para el desarrollador. La Tabla 2 muestra algunas preguntas generales que los desarrolladores suelen formular a los usuarios. Las preguntas directas y específicas suelen ser más productivas que las más amplias. Técnicas avanzadas de interrogatorio, como hacer una serie de preguntas en las que ciertas preguntas indagan sobre el problema que el desarrollador desea conocer. Si echamos un vistazo a un diseñador de un dispositivo que se producirá en grandes cantidades. El diseñador desea aprender tanto como sea posible sobre la confiabilidad del dispositivo. Un cuestionario de diseñador directo sería: "¿Qué fiabilidad espera de este dispositivo?". Tales preguntas darían información relativamente pobre sobre la confiabilidad. La pregunta se puede modificar a: "¿Cuál es el porcentaje de productos similares que se han deteriorado durante el período de garantía?". Las siguientes preguntas podrían ser: "¿Es esto aceptable para usted o le gustaría que este dispositivo sea más confiable?". Más precisamente, "somos capaces de mejorar la confiabilidad del dispositivo del 95% al 99% con un doble aumento en los costos de producción. ¿Esto es aceptable para ti?"

#### **Preguntas que definen problemas de diseño:**

- ¿Cuál es el problema que necesita ser resuelto?
- ¿Por qué ocurre este problema?
- ¿Cuál es el papel del diseñador en la resolución de problemas?
- ¿Cómo sé que resolví el problema?

#### **Preguntas que definen aspectos ambientales:**

- ¿Qué aspectos ambientales deben cumplirse con el dispositivo?
- ¿Qué tecnología se usa en producción?
- ¿Proceso de reciclaje y una posible parte del reciclaje del dispositivo?
- Elección de componentes y materiales electrónicos?

#### **Preguntas que definen limitaciones de tiempo y presupuesto:**

- ¿Cuándo se debe resolver el problema?



- ¿Cuál es el precio de diseño más alto permitido?
- ¿Cuál es el precio esperado de la producción en masa?

**Preguntas que definen la fiabilidad y el mantenimiento:**

- ¿Cuáles son las consecuencias de la falla del dispositivo y la probabilidad de que ocurra en el marco de tiempo?
- ¿Cuál es el precio de mantenimiento (personal de servicio, stock de repuestos, almacenaje)?

**Problemas de contrato:**

- ¿Cómo determinar el final del diseño del producto?
- ¿Cuándo los resultados del diseño siguen siendo aceptables?
- ¿Cómo se pagará?
- ¿Es legal el proceso de desarrollo?

TABLA 2: EJEMPLO DE CUESTIONARIO DE USUARIO

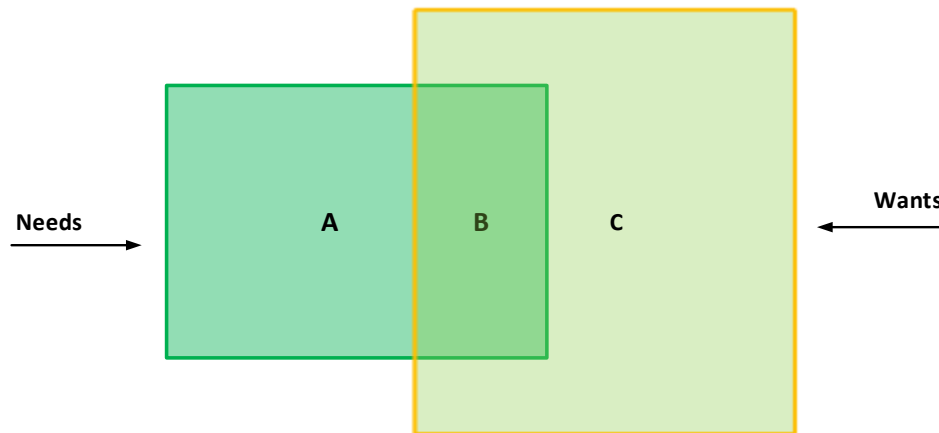
#### 4.9. Diferentes necesidades y deseos

La definición de las necesidades del usuario es una tarea compleja y exigente. La obtención de información requiere muchas iteraciones y cuestionarios repetidos para adquirir un gran número de opciones diferentes. Un rasgo muy importante de los examinadores es la diferenciación entre los deseos y las necesidades del usuario. El desarrollador puede preguntar sobre los deseos del usuario para que el departamento de marketing sepa qué novedades se deben incluir en el nuevo dispositivo. La respuesta es muy simple. El dispositivo tiene que ser más avanzado que la competencia y más barato para la fabricación. Esta es una expresión simple de los deseos del usuario, que a menudo es conflictiva.

Las necesidades y deseos del usuario se presentan en la imagen 9 como dos rectángulos superpuestos. Los campos son de diferentes tamaños y no están alineados (A, C). Los deseos del usuario (C) a menudo se superponen con las necesidades (A). Si la definición del problema está diseñada para que considere solo los deseos del usuario en lugar de las necesidades, entonces el diseño no se corresponderá con las necesidades. En primer lugar, el diseño no satisfaría todas las necesidades, lo que significa que el enfoque sería insuficiente. En segundo lugar, los deseos innecesarios conducirían a un

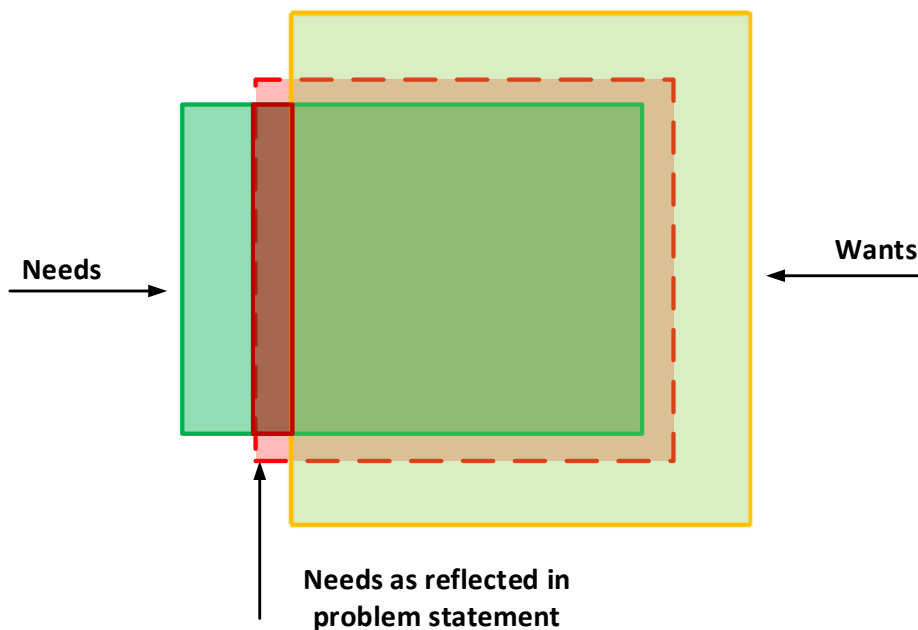


precio de dispositivo más alto. En resumen, el diseño sería un desperdicio y no satisfaría todas las necesidades.



**IMAGEN 8: EL DISEÑO QUE CUMPLE LOS DESEOS EN LUGAR DE LAS NECESIDADES SE REFLEJA EN INSUFICIENCIAS (ÁREA A) Y FUNCIONALIDADES ADICIONALES INNECESARIAS (ÁREA C).**

La tarea del diseñador es traducir los deseos del usuario en definiciones de problemas que reflejen las necesidades reales. Como se muestra en la imagen 10, hay una gran probabilidad de que la definición del problema no cumpla todos los deseos. La tarea del diseñador es acercarse a las necesidades tanto como sea posible. Ser cuidadoso y preciso en la definición del problema se paga en las próximas fases de diseño.



**IMAGEN 9: LA IGUALACIÓN DE LA DEFINICIÓN DE PROBLEMAS CON LAS NECESIDADES REALES CONDUCE AL DISEÑO ÓPTIMO.**



#### 4.10. Determinar las limitaciones del proyecto

Los factores externos pueden influir en las limitaciones de soluciones alternativas que el diseñador predice durante el diseño. Esencialmente, algunas soluciones están fuera de las capacidades del proyecto. La definición de las limitaciones del proyecto es un enfoque efectivo, utilizado para definir lo que el diseño no puede incluir o lo contrario, lo que debe incluirse.

En el capítulo anterior, hemos presentado el término "cliente informado" en el caso de una empresa de logística. En el análisis e investigación de limitaciones, es muy importante que el desarrollador considere el número de vehículos de la empresa, las formas de comunicación con el centro de despacho, la cantidad de mensajes que se deben enviar a cada vehículo, etc. En las limitaciones técnicas, también podemos considerar el mayor desarrollo, crecimiento previsto, cuántos vehículos se pueden agregar al sistema existente como limitaciones del proyecto. Desde la perspectiva de una alta conciencia ecológica y leyes relacionadas cada vez más estrictas y más estrictas en todos los países de la UE, es razonable predecir las tendencias y pautas futuras de la política ecológica. Se deben invertir muchos esfuerzos para garantizar que el sistema se desarrolle de forma modular. La modularidad permite adaptaciones más rápidas y ajustes del sistema con respecto a nuevos estándares y desarrollo tecnológico. Teniendo en cuenta todos los aspectos, los roles clave son el mantenimiento y las opciones para la actualización. La modularidad es muy apreciada en este caso también.

El sistema actual es a menudo la limitación de nuevos proyectos. Muchas veces, el deseo del usuario o del comprador es que el nuevo sistema sea similar al anterior o que esté dentro de ciertos marcos. El sistema completamente nuevo requiere volver a aprender de los usuarios, lo que ralentiza la fase de adaptación y el lanzamiento del sistema con funcionalidades completas. La esencia de la actualización y el rediseño es precisamente el uso de tecnologías más nuevas que a menudo no pueden cumplir con las funcionalidades y similitudes del sistema anterior.

Por último, también hay limitaciones y regulaciones legales. Por ejemplo, una empresa de logística que está intentando establecer un sistema de comunicación inalámbrico tiene limitaciones legalmente prescritas con respecto a la potencia y frecuencias del transmisor. También se define qué tipo de antena se puede usar. La legalización del dispositivo no debe violar ninguna ley sobre derechos de autor y patentes. La tarea del diseñador es considerar todos estos criterios e incluirlos en el desarrollo del producto.

#### 4.11. Análisis de entrada-salida

El problema de diseño se presenta conceptualmente como un bloque funcional con entradas y salidas dadas. Esta presentación del problema le da al diseñador una visión clara de los problemas que deben resolverse durante el diseño y cuál es el propósito del diseño.



Por ejemplo, eche un vistazo al diseño de dispositivos de control de flujo de gas con sistemas de medición de laboratorio multicanal. El gas se transmite desde el tanque de presión a la boquilla de salida para cada canal. Las boquillas están conectadas a las válvulas de control y sensores de flujo. El operador de la máquina regula y ajusta los valores de flujo para canales individuales por separado y la presión del cucharón también. Los valores actuales de flujo y presión en el tanque se muestran en una interfaz gráfica.

La siguiente imagen: la imagen 11 muestra el diagrama de entrada y salida del medidor de flujo del dispositivo de medición. Cuando el diseñador y el cliente crean este diagrama, es muy posible que descubran problemas inesperados. Por ejemplo, pueden profundizar en qué métodos de calibración se usarán, cómo ajustarán los valores, qué tipos de alarma se necesitan, etc.

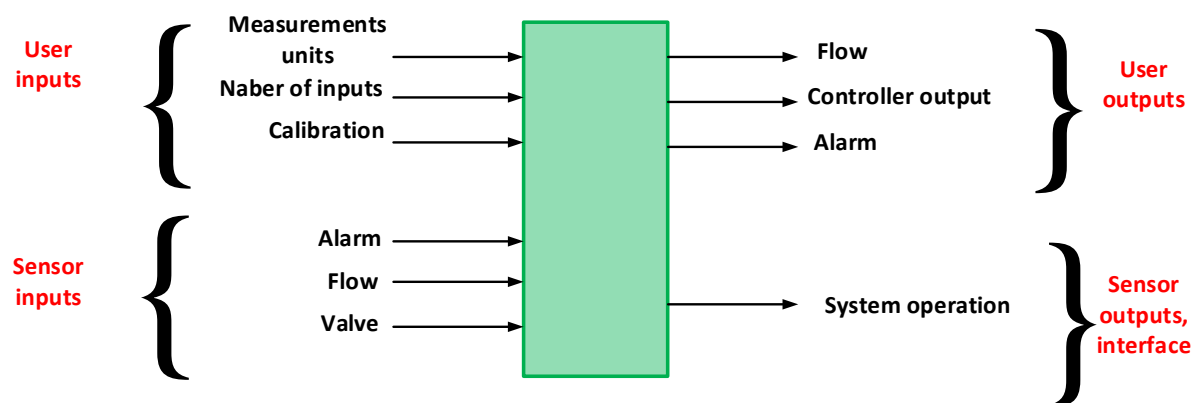


IMAGEN 10: ANÁLISIS DE ENTRADA-SALIDA

El diagrama de entrada-salida también es útil para determinar las funcionalidades en proyectos complejos y exigentes. El diagrama no determina los requisitos no funcionales, como el tamaño y la confiabilidad.

#### 4.12. Resumen de la interfaz de usuario

La mayoría de los productos electrónicos intercambian datos de usuario a través de la interfaz de usuario. El intercambio de datos entre el dispositivo y el usuario se lleva a cabo de diferentes maneras, tales como: a través de un teclado, sonido, pantalla, etc. La interfaz de usuario y el tipo de interacción del dispositivo son clave en la especificación de requisitos de lanzamiento. Por lo tanto, es crucial que la interfaz del usuario determine la especificación de los requisitos. En la mayoría de los casos, el desarrollador debe ponerse en el rol del usuario. Algunos dispositivos requieren más interfaces de usuario o diferentes tipos de interacción del dispositivo.



Por ejemplo, eche un vistazo al desarrollo de un teléfono inteligente. La interacción entre el dispositivo y el usuario se lleva a cabo principalmente a través de la pantalla táctil. En la perspectiva de la alta eficiencia del teléfono (autonomía), el dispositivo debe diseñarse de una manera que ahorre energía. La investigación muestra que una gran parte de la energía es consumida por las pantallas de los teléfonos, por lo tanto, se apagan después de un cierto período de inactividad. La mayoría de los teléfonos en el mercado tienen teclas externas además de la pantalla destinadas a funciones vitales. Las funciones principales son la tecla de encendido / apagado, el sensor de huellas dactilares, las teclas de control de volumen, etc. Todos los teléfonos inteligentes también tienen un parlante que no solo sirve para hablar, sino también como alarma y notificación sobre las condiciones del dispositivo. Todas las funcionalidades y la interfaz de usuario deben anotarse en la especificación de requisitos. Desde la perspectiva de la eficiencia ecológica, el ahorro de energía es clave para reducir la huella de carbono del dispositivo en la fase de operación.

#### 4.13. Investigación de atributos de diseño

Muchos procesos de diseño tienen características similares o idénticas. La investigación de los atributos del diseño puede ayudar a revelar las necesidades adicionales del proyecto. Es muy sensato dividir los atributos en requisitos funcionales y no funcionales. Este enfoque de descripción de atributos lleva al diseñador a una visión más clara de lo que el diseño está tratando de lograr (requisitos funcionales) y cómo debería ser el diseño (requisitos no funcionales).

Por ejemplo, eche un vistazo más de cerca a un diseñador de teléfonos móviles. El mercado de la telefonía móvil es muy saturado y competitivo. Las tecnologías móviles están creciendo rápidamente y debido a esto, los nuevos productos requieren nuevas mejoras, mejores funcionalidades y el uso de nuevas soluciones o avances tecnológicos. El diseñador se enfrenta a la decisión de qué funcionalidades debe haber incluido el teléfono y qué soluciones y enfoques tecnológicos usará.

Al investigar atributos, el diseñador puede descubrir nuevos procedimientos de diseño. Esto desencadena una nueva ola de preguntas sobre las necesidades de diseño. En la siguiente tabla, se presentan las características del dispositivo y las posibles preguntas que se producen sobre ellos.

Requerimientos funcionales	
<b>Funciones estándar</b>	¿Qué estándares debe cumplir el producto? Si el producto debe cumplir múltiples estándares, ¿estos estándares se establecen en la producción, el comercio o en el cliente?



<b>Funciones avanzadas</b>	¿Qué nuevas funcionalidades necesita el producto además de las existentes? ¿Qué funcionalidades tiene que tener el producto para competir con los competidores? ¿Necesitamos nuevas funcionalidades? ¿Pueden categorizarse las funcionalidades según sea necesario y dependen del precio final del dispositivo?
<b>Requerimientos no funcionales</b>	
<b>Interfaz de usuario</b>	¿Utilizaremos una nueva apariencia?
<b>Embalaje</b>	¿El tamaño y el peso seguirán siendo los mismos? ¿Cuáles son los planes de los competidores? ¿Cuáles son los factores ambientales?
<b>Batería</b>	¿Es necesario actualizar la batería para ofrecer una mayor autonomía y tiempo de carga?
<b>Producción</b>	¿Dónde podemos fabricar el dispositivo y qué efectos ambientales causará este proceso? ¿Qué técnicas de producción y pruebas se usarán?
<b>Confiabilidad</b>	¿El período de garantía es aceptable? ¿La confiabilidad del dispositivo se prolonga con un mayor precio de producción?
<b>Servicio</b>	¿Existe la necesidad de nuevos procedimientos y herramientas de servicio? ¿Es posible mantener al personal de servicio?

**TABLA 3: REQUISITOS FUNCIONALES Y NO FUNCIONALES**

La primera fila en la tabla de arriba (funciones estándar) enumera preguntas con respecto a los estándares que deben cumplirse. Los estándares establecidos también influyen en los métodos de diseño y la determinación de los requisitos. Otros requisitos se derivan de los enfoques existentes e influyen en la comparación entre el diseño existente y el nuevo. Esta comparación es útil ya que muestra los puntos de partida para diseñar un nuevo dispositivo. Algunas de estas características son la producción, la confiabilidad y el servicio, que todos deben cumplir los requisitos de diseño en el proceso de diseño. Estos también son útiles como preguntas de ingeniería adicionales y muestran una tendencia a cooperar con otros departamentos o compañías externas.





#### 4.14. Determinación y reconocimiento de situaciones de conflicto

En muchos casos, encontramos situaciones de conflicto en el proceso de diseño del producto, especialmente cuando los requisitos del comprador y del diseñador no se superponen. La resolución de situaciones de conflicto a menudo conduce a un compromiso con diferentes requisitos. Es muy importante que los conflictos entre el cliente y el diseñador se resuelvan. Un acuerdo entre ambas partes conduce a una visión más clara del problema y evita ambigüedades e indecisiones.

Un conflicto común es el precio, las capacidades y el tiempo de ejecución. El cliente generalmente espera capacidades más rápidas, funcionalidades adicionales, precio mínimo y el tiempo de ejecución más corto posible. La comunicación y la notificación al cliente son muy importantes en caso de que no se puedan lograr todos los criterios.

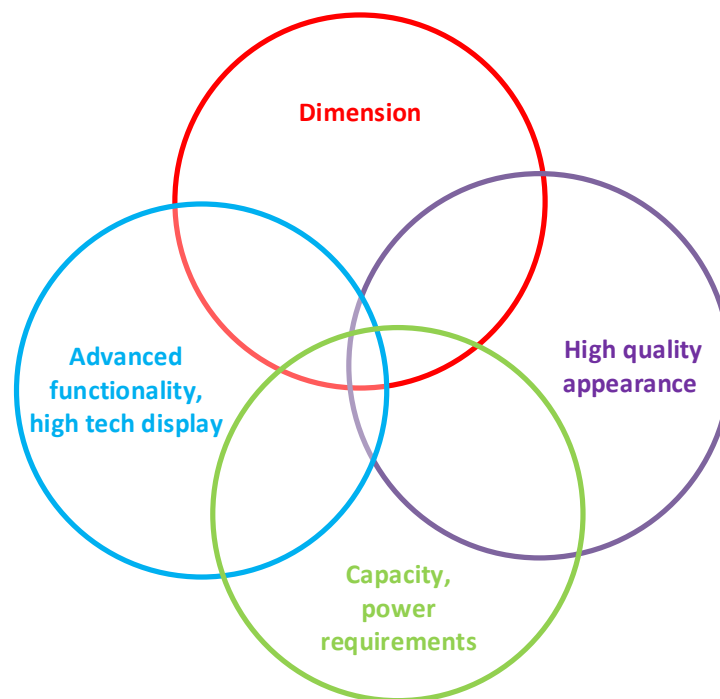


IMAGEN 11: ÁREAS DE CONFLICTOS SITUACIONES Y REQUISITOS

Si volvemos a echar un vistazo al diseño de teléfonos inteligentes, surge el conflicto entre los requisitos funcionales y no funcionales. En el ejemplo dado, podemos ver que el empaque requiere dispositivos más pequeños, mientras que las capacidades más altas requieren mayores capacidades de batería, lo que también significa un mayor peso y mayores dimensiones del dispositivo. El conflicto puede quedar sin resolver hasta que la tecnología progrese y mejore la capacidad de la batería, lo que genera un conflicto en relación con el aumento de los precios. Otros posibles conflictos se presentan en la imagen 12 y 13.



	Size	Battery	Display	Capacity
Size		++	++	-
Battery			+	++
Display				--
Capacity				

++ very correlated  
 +medium correlated  
 - medium uncorrelated  
 -- very uncorrelated

IMAGEN 12: MATRIZ DE CORRELACIÓN DE REQUISITOS DE SOBRECARGA

Las técnicas para detectar posibles conflictos se basan en la matriz de correlación que se muestra en la imagen 13. Con esta matriz, podemos identificar la superposición potencial de requisitos y descubrir sus conexiones. Es muy eficiente si usamos menos atributos en el diseño, ya que la matriz se vuelve compleja y las correlaciones son difíciles de reconocer. En la imagen 13 podemos ver que al aumentar la capacidad de la batería también aumentamos las capacidades e influimos drásticamente en el tamaño del dispositivo. Es posible presentar posibles situaciones de conflicto en la matriz que ocurren durante el diseño. Las situaciones de conflicto también ocurren cuando las especificaciones del problema se superponen, lo que debe resolverse o notarse como limitaciones del diseñador. Es crucial que se notifique al cliente porque puede adquirir una visión general realista del proceso de desarrollo.

#### 4.15. Preparación del borrador de instrucciones del usuario

Cada dispositivo electrónico debe incluir instrucciones para el usuario. Al igual que con todos los métodos de diseño, los borradores de instrucciones del usuario obligan al diseñador y al cliente a determinar las necesidades y los requisitos del diseñador. La siguiente tabla presenta los capítulos del borrador de instrucciones del usuario para



máquinas de prueba de laboratorio para gestionar el flujo de aire de referencia a través de líquidos.

<b>Descripción del producto</b>
<b>Instalación</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sensor de flujo</li><li>2. Válvula lineal</li><li>3. Control de válvulas lineales</li><li>4. Microcontrolador</li><li>5. Interfaz de comunicación</li><li>6. Carga</li></ol>
<b>Primer lanzamiento</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Disposición del sensor</li><li>2. Calibración</li><li>3. Prueba</li><li>4. Conexión del dispositivo</li></ol>
<b>Operando</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Elegir el sistema de matriz</li><li>2. Obtener datos</li><li>3. Alarmas</li><li>4. Interfaz de usuario</li><li>5. Lanzamiento de la gestión</li><li>6. Comunicación</li></ol>
<b>Mantenimiento</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Mantenimiento estándar</li><li>2. Solución de problemas</li></ol>

**TABLA 4: EJEMPLO DE INSTRUCCIONES PARA EL USUARIO DE LA MÁQUINA DE MEDICIÓN DEL LABORATORIO**

La preparación del borrador de instrucciones conduce a nuevas preguntas sobre las necesidades del diseñador. Es muy conveniente si el borrador se prepara junto con el cliente que ya tiene experiencia con un dispositivo similar. Por ejemplo, para diseñar un sensor de flujo, es esencial preparar el protocolo de comunicación y planificar el uso del sistema informático, etc. La descripción de la interfaz de usuario se puede utilizar como concepto o se puede describir en las instrucciones para el usuario.

Como ya se mencionó, el análisis del problema de diseño es principalmente no cuantitativo y no técnico, ya que solo presenta lo que queremos lograr con el diseño. Con el establecimiento de las necesidades del diseñador junto con el cliente, podemos pasar a la siguiente fase. La siguiente fase de diseño describe cómo pasar del análisis de



problemas a especificaciones funcionales que están más orientadas técnicamente y contienen ciertos enfoques y soluciones. Con un buen análisis de problemas de diseño, es relativamente fácil omitir la especificación de requisitos. En algunos casos, pasar de la especificación funcional requiere esfuerzo, experiencia, pruebas subjetivas e investigación. Por ejemplo, eche un vistazo a la máquina de laboratorio para medir el flujo. Del enunciado de análisis de problemas se especifica que la administración debe ser precisa, rápida y confiable. El ingeniero debe convertir estos datos en especificaciones funcionales, lo que significa que el error de gestión no debe superar el 0,5% del valor deseado y el tiempo de carga del sistema debe ser inferior a 2 segundos.

#### 4.16. Especificación funcional

La conversión del análisis de problemas a la especificación funcional es una traducción uno-a-uno. Cada requisito de diseño se traduce a una especificación funcional. El buen análisis de problemas permite una traducción completa y consistente a la especificación funcional. El análisis completo del problema se realiza cuando el diseño se estudia y analiza a fondo. En este análisis no hay contradicciones entre las diferentes necesidades de diseño.

Si el análisis es superficial y se desarrollan especificaciones funcionales, es muy importante que el diseñador lo revise junto con el cliente. En este caso, se pueden eliminar algunas incertidumbres y se pueden determinar otros requisitos del diseñador.

Al traducir los requisitos, el diseñador confía en su experiencia y pericia. No se espera que el diseñador sea un experto en todas las áreas de desarrollo. Por lo tanto, hemos ofrecido diferentes enfoques para la traducción del análisis de problemas a la especificación funcional.

1. Experto externo: estas fuentes incluyen expertos externos, normas industriales y otras fuentes, como libros, revistas o libros de texto. En algunos casos, los expertos externos actúan como consultores o asistentes externos. Por ejemplo, eche un vistazo al sensor de flujo que tiene que operar en una zona determinada y bajo diferentes presiones. En la especificación funcional, la medición y la zona de operación del sensor deben registrarse. Cuando el diseñador principal es un experto en ingeniería eléctrica, necesita un experto externo en neumáticos e hidráulica. La segunda experiencia se origina en el área de estandarización. A menudo, los estándares determinan las funcionalidades y el proceso de diseño del dispositivo.

2. Análisis de sistemas similares: el término ingeniería inversa es un enfoque común. A menudo tiene una connotación negativa, ya que está relacionado con el robo de ideas y el plagio. El hecho es que la mayoría del diseño se basa en diseños anteriores. Hasta que las leyes de patentes no se rompan, o se produzca la duplicación no autorizada o el robo de ideas, este enfoque es completamente aceptable. Por ejemplo, en las baterías de teléfonos inteligentes, la especificación funcional proporciona un tiempo de carga de una batería vacía.



Para determinar el tiempo de carga, el diseñador debe revisar las características de otros dispositivos fabricados por diferentes fabricantes.

3. Realización de pruebas o experimentos: si queremos determinar el tiempo de carga de la batería, es necesario realizar numerosas pruebas experimentales. El diseñador debe realizar múltiples pruebas de diferentes tipos de baterías por diferentes fabricantes, por lo que puede determinar estadísticamente las características de carga. También es importante probar diferentes circuitos eléctricos de carga para determinar el más adecuado. Lo mismo se aplica a otros componentes del sistema. A menudo, el diseñador crea prototipos de dispositivos, circuitos y software que se prueban bajo diferentes condiciones y que a menudo se llevan a cabo en laboratorios de desarrollo.

#### 4.17. Especificación de los componentes de la interfaz del dispositivo

Como se mencionó anteriormente, el usuario y otras interfaces entre el usuario y el dispositivo o entre otros dispositivos deben determinarse de manera completa y precisa en la especificación de requisitos. Todos los interruptores, indicadores, pantallas de la computadora, unidades de entrada, que son necesarios para la interacción con el dispositivo, deben estar claramente definidos. La especificación de los requisitos también debe incluir un borrador o un boceto aproximado de la interfaz de usuario.

Además de la interfaz de usuario, hay otras interfaces que también son muy importantes. Echemos un vistazo a la máquina de laboratorio para nivelar el flujo de aire a través del líquido. La interfaz importante en esta máquina también es un módulo de comunicación que se comunica con la computadora personal. Se debe determinar la velocidad de transferencia y el tipo de comunicación entre los dispositivos. También es necesario definir la sección transversal de las tuberías de aire y las interfaces para la instalación de tuberías para el sensor de flujo. Igual de importante es la elección del sensor de flujo o si tiene salida digital o analógica. Otras partes importantes son: conectar el sensor al microcontrolador, determinar el tipo de gestión para la válvula proporcional, cómo se debe conectar la válvula al sensor y el suministro de aire. Pasos similares se usan con otros dispositivos. En un teléfono móvil, las interfaces son más complejas. Es necesario para definir el tipo de red y la banda de frecuencia para telefonía móvil. Los teléfonos actuales tienen funciones básicas, pero también otras interfaces, como WiFi, NFC, Bluetooth, módulo GPS, diferentes sistemas de medición, como acelerómetro, giroscopio, brújula, sensor de presión y sensor de distancia. Tampoco debemos olvidar las principales características, como el tipo de pantalla y el sitio, la cámara, el lector de huellas digitales, etc.



#### 4.18. Requisitos excesivos

En un análisis de necesidades, es importante que determinemos y analicemos las necesidades reales de los clientes. Cuando el análisis de la necesidad se convierte en una especificación de requisitos, es crucial que nos acerquemos lo más posible a las necesidades y requisitos del cliente. La especificación no debe ser demasiado ambiciosa o demasiado inexacta.

Los requisitos que son excesivos y superan los requisitos reales a menudo conducen a un diseño de dispositivo más costoso. Un diseñador experimentado clasifica los requisitos excesivos en dos grupos. El primer grupo de requisitos son requisitos que no son necesarios. El segundo son requisitos que son demasiado estrictos.

Por lo general, los clientes tienen la idea de que las pequeñas adiciones al dispositivo no aumentan el precio de desarrollo en la medida en que sería demasiado caro, especialmente cuando se trata de software. Aunque el precio del dispositivo no aumenta significativamente debido a los componentes de hardware adicionales, es importante considerar que los costos de diseño sí aumentan. En la imagen 14 se presenta el aumento exponencial del costo de diseño dependiendo de la adición de diferentes funcionalidades del dispositivo.

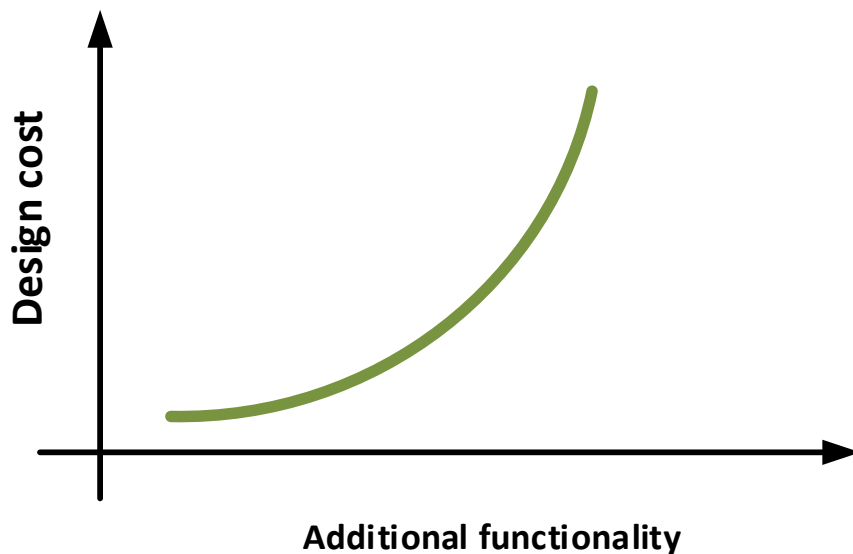


IMAGEN 13: CORRELACIÓN ENTRE COSTES DE DISEÑO Y FUNCIONALIDADES ADICIONALES

Los costos de diseño aumentan no solo por el trabajo adicional del diseñador, sino también por la administración adicional del proyecto, la documentación y las pruebas del dispositivo.

Las especificaciones demasiado estrictas o demasiado flojas también pueden aumentar drásticamente los costos de diseño. Debido a especificaciones inadecuadas, no hay suficiente espacio de maniobra para realizar ajustes adicionales o, por el



contrario, hay demasiado espacio y, por consiguiente, la elección es demasiado indefinida y no óptima. Los requisitos demasiado altos para la confiabilidad del dispositivo también influyen en el precio. En la imagen 15, el crecimiento actual de los precios debido a la confiabilidad es visible como una división entre un aumento drástico y un crecimiento moderado de los costos de desarrollo.

Si el comprador establece un requisito para que el dispositivo sea altamente confiable, entonces debe ser notificado de que los costos de diseño son significativamente más bajos, si los criterios se reducen parcialmente. Se deben tener en cuenta todas las opciones y análisis de diseño al determinar las especificaciones de los requisitos.

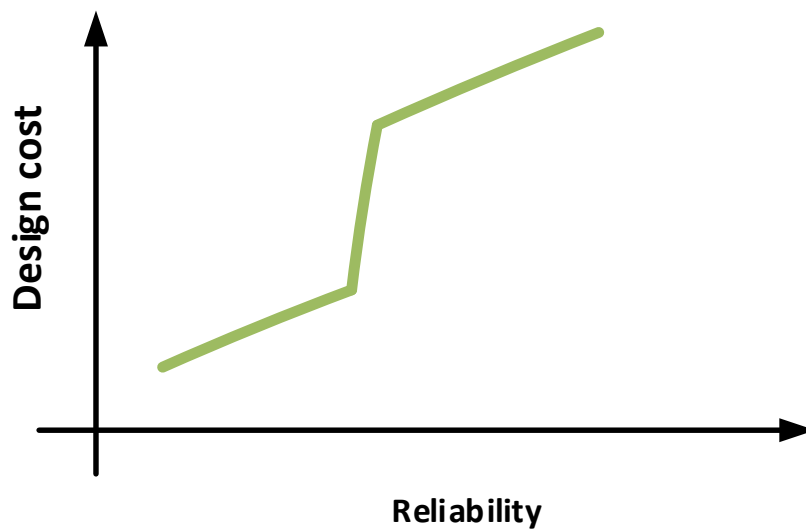


IMAGEN 14: PRECIO DEL DISPOSITIVO EN RELACIÓN CON EL REQUISITO DE FIABILIDAD

#### 4.19. Verificación

En la fase de verificación de necesidades y planificación de objetivos, es crucial que ambas partes implementen el paso. Esta fase se denomina prueba de confirmación. También es sensato que la fase de prueba no comience antes de que se confirme la verificación. Esto se puede lograr con un plan de prueba preliminar junto con las especificaciones de requisitos dadas.

Se usa una regla simple si las necesidades del diseñador no se pueden confirmar, entonces no se pueden anotar en la especificación. Esto significa que si se incluye un requisito no deseado en las necesidades del diseñador, entonces debe excluirse o modificarse durante la verificación. Es crucial que las necesidades de diseño se verifiquen mientras se prepara la especificación de las necesidades. Cuando se



determinan los parámetros individuales en la especificación de las necesidades, el diseñador debe evaluar si es posible realizar la verificación.

#### BIBLIOGRAFÍA:

1. M. Crul in J. Diehl, Design for sustainability, a step-by-step approach, Paris: UNEP, United Nations Publications, 2009.
2. EU project InEDIC - Innovation and Ecodesign in the Ceramic Industry 2009-2011, Ecodesign Manual, European Commission - Lifelong Learning Programme, 2011.
3. D. Krajnc, Eko-dizajn, Operativno program čezmejnega sodelovanja Slovenija-Madžarska 2007-2013, November 2014

