

Proceso de diseño

Diseño de dispositivos para el IoT



Marco Teran
Universidad Sergio Arboleda

Contenido

- 1 Introducción al IoT
- 2 Modelo básico IoT
- 3 Diseño de productos electrónicos para el IoT
 - Fases comunes del proceso de diseño de ingeniería
- 4 Definición Etapas
 - Ingeniería inversa
- 5 Requerimientos de diseño
- 6 Diseño preliminar
- 7 Diseño detallado

Introducción al Internet de las Cosas

Introducción

- **Internet of Things** es un nuevo paradigma tecnológico:
 - *"Red de cosas que contienen tecnología incorporada para comunicarse y sensar o interactuar"*
- Los sistemas basados en el IoT pueden aplicarse en diferentes sectores

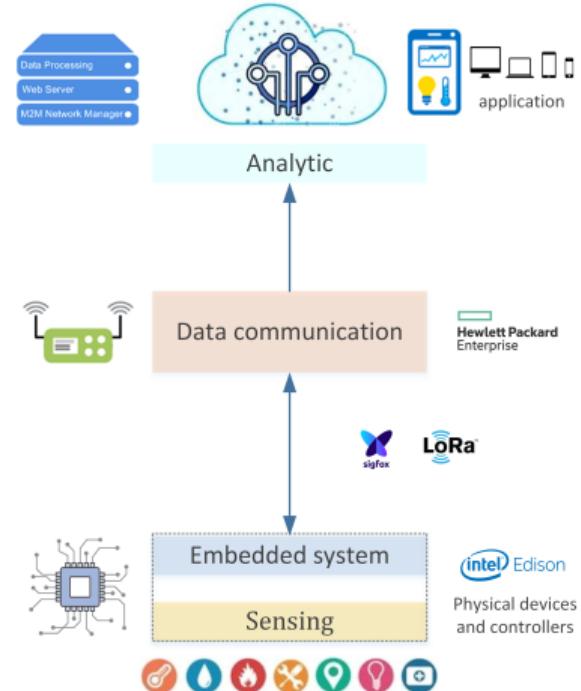


Figure 1: Sistema basado en el IoT.

Internet de las Cosas

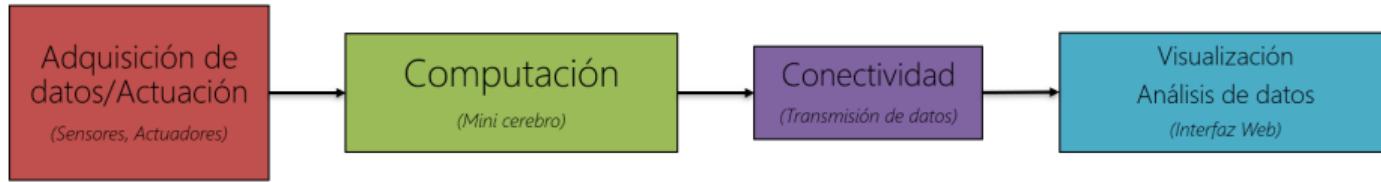
El Internet de las Cosas (IoT) es la **interconexión** de dispositivos electrónicos **embebidos** identificables de manera única dentro de la infraestructura de **Internet** existente.

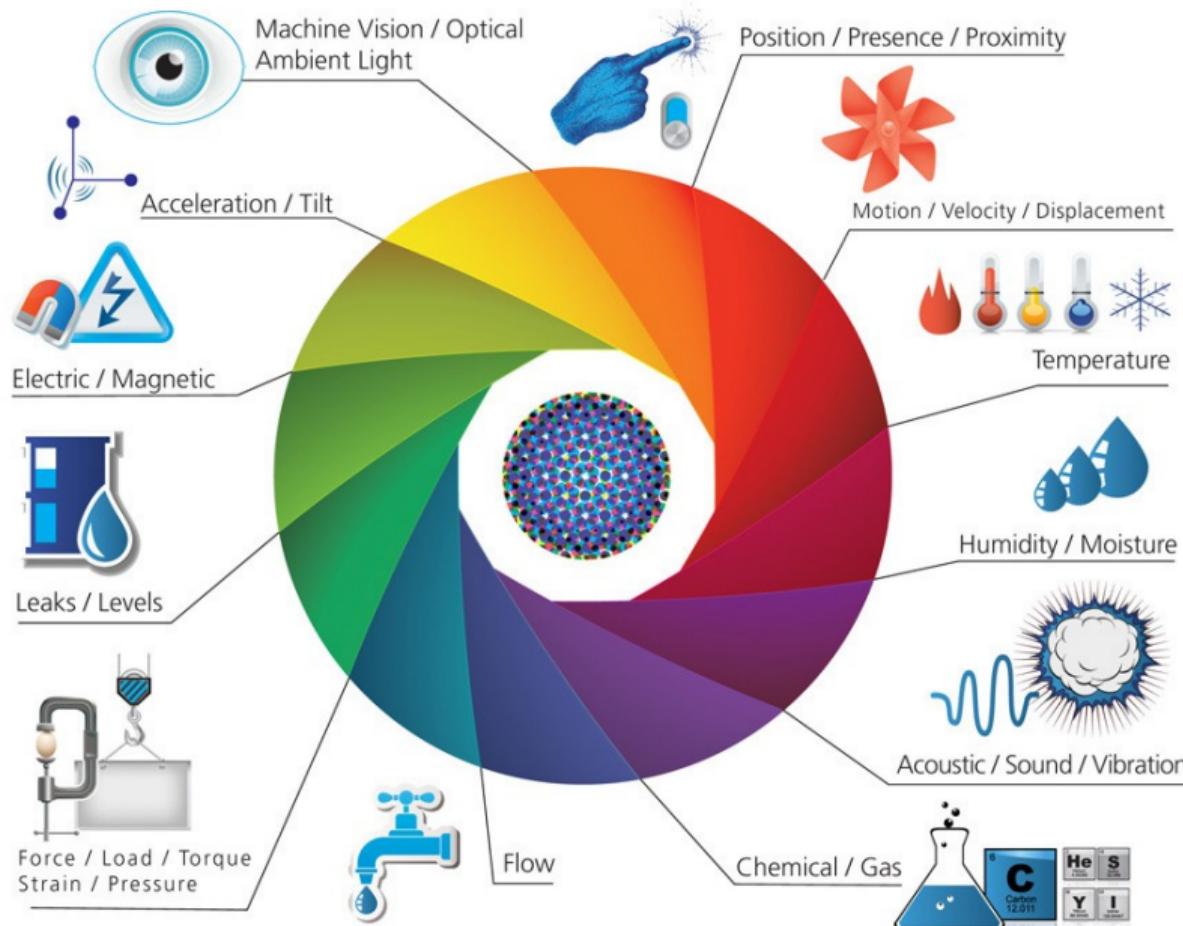
- "Interconexión" se refiere a la red (principalmente inalámbrica)
- "Identifiable de forma única" se recuerda la dirección (IPv6)
- "Computación embebida" capacidad de procesamiento, tamaño reducido e integración completa de los componentes
- "Internet" el IoT como la próxima evolución de la Internet actual

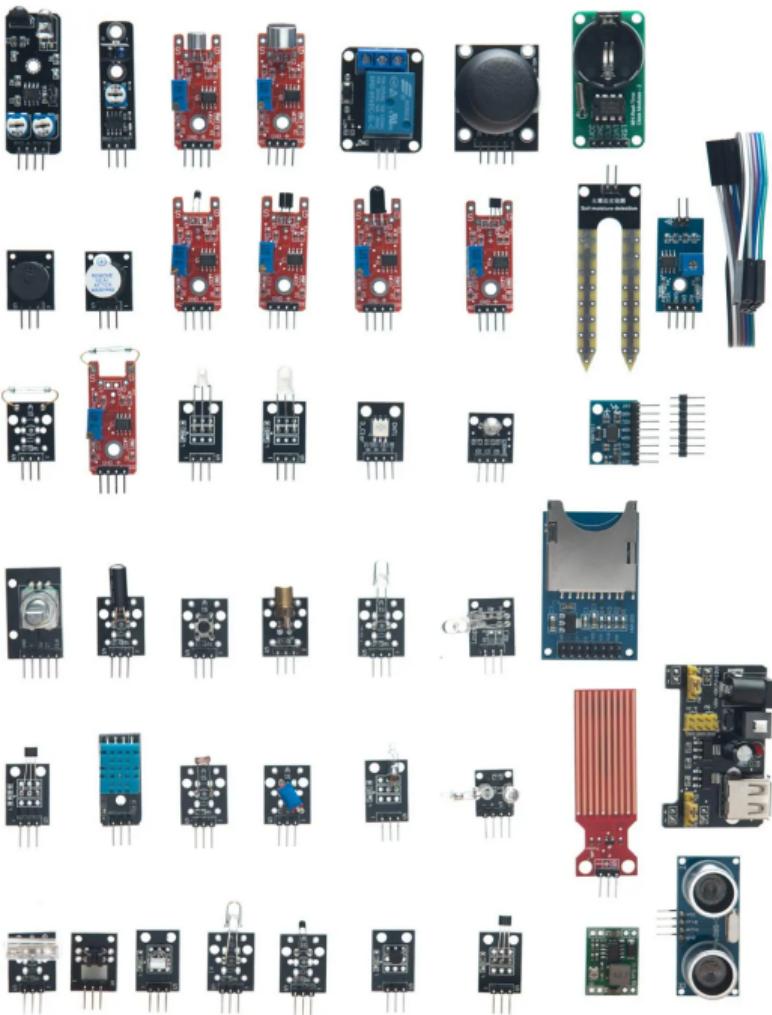
Modelo básico de una solución IoT

Modelo básico de una solución IoT

Un modelo simple IoT contemplaría los siguientes módulos:



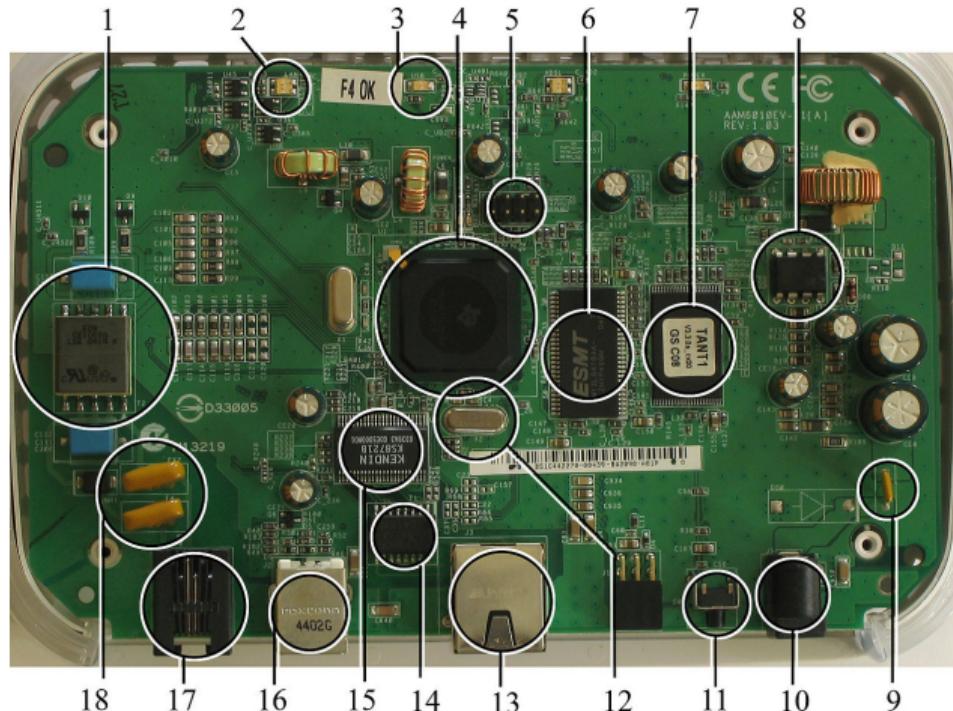






Sistemas embebidos

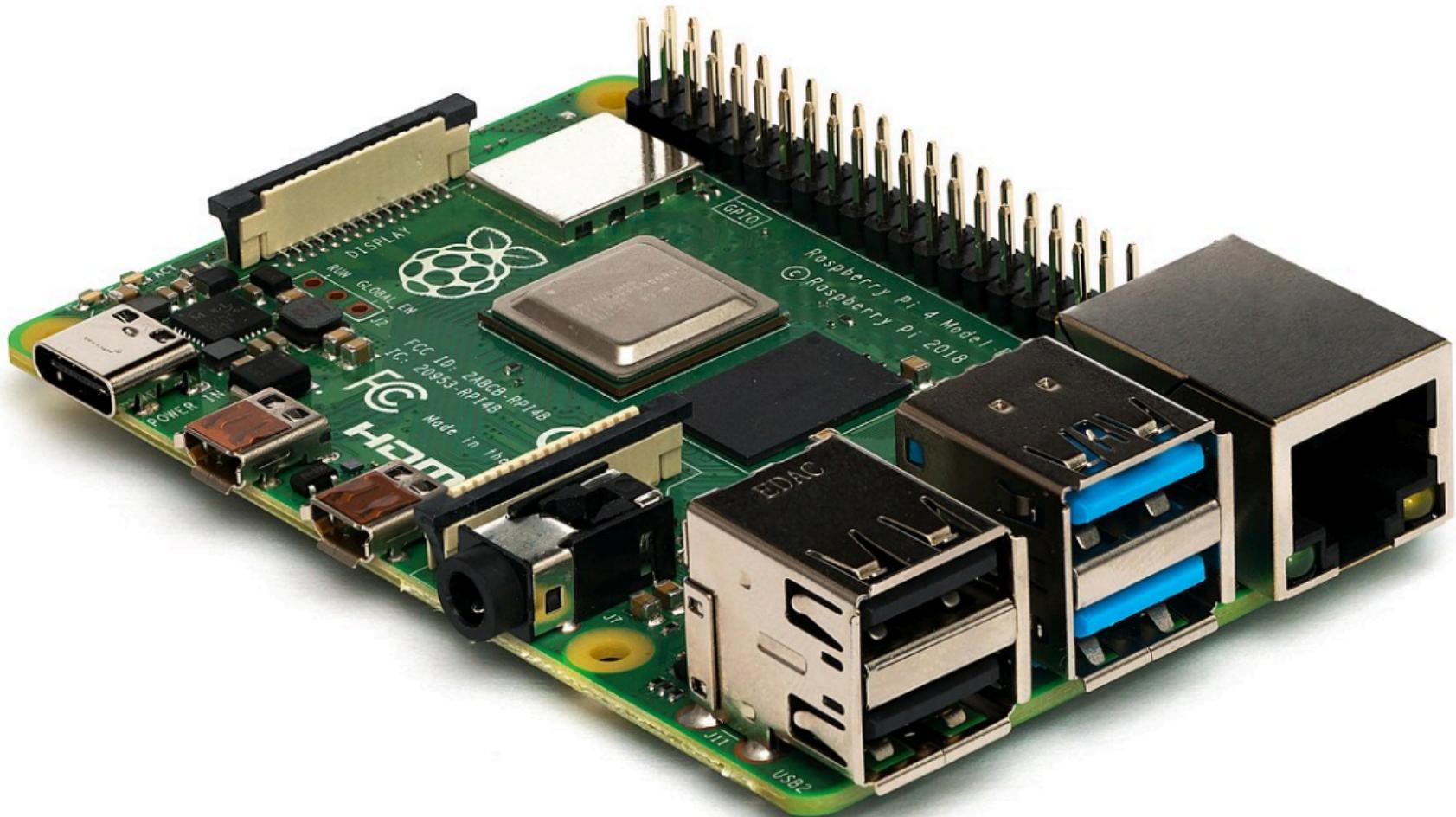
- Embebido: oculto dentro (empotrado), no se puede ver
- Sistema: multiples componentes interconectados para un proposito común.

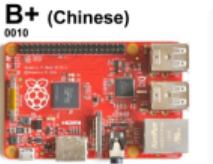


Sistemas embebidos

Características de los Sistemas embebidos:

- Aplicación específica
- Fiabilidad
- Con una sola función (sistema dedicado)
- Con restricciones estrictas (eficiente)
- A menudo se interconectan con sensores para obtener información de los parámetros del proceso
- Diseñado para funcionar en entornos difíciles
- Reactivo y en tiempo real





Raspberry Pi® Family
December 8 2018
RasPi.TV





Arduino Uno



Arduino Leonardo



Arduino Due



Arduino Yún



Arduino Tre



Arduino Micro



Arduino Robot



Arduino Esplora



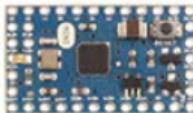
Arduino Mega ADK



Arduino Ethernet



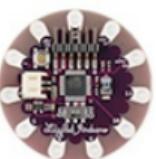
Arduino Mega 2560



Arduino Mini



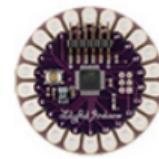
LilyPad Arduino USB



LilyPad Arduino Simple



LilyPad Arduino SimpleSnap



LilyPad Arduino

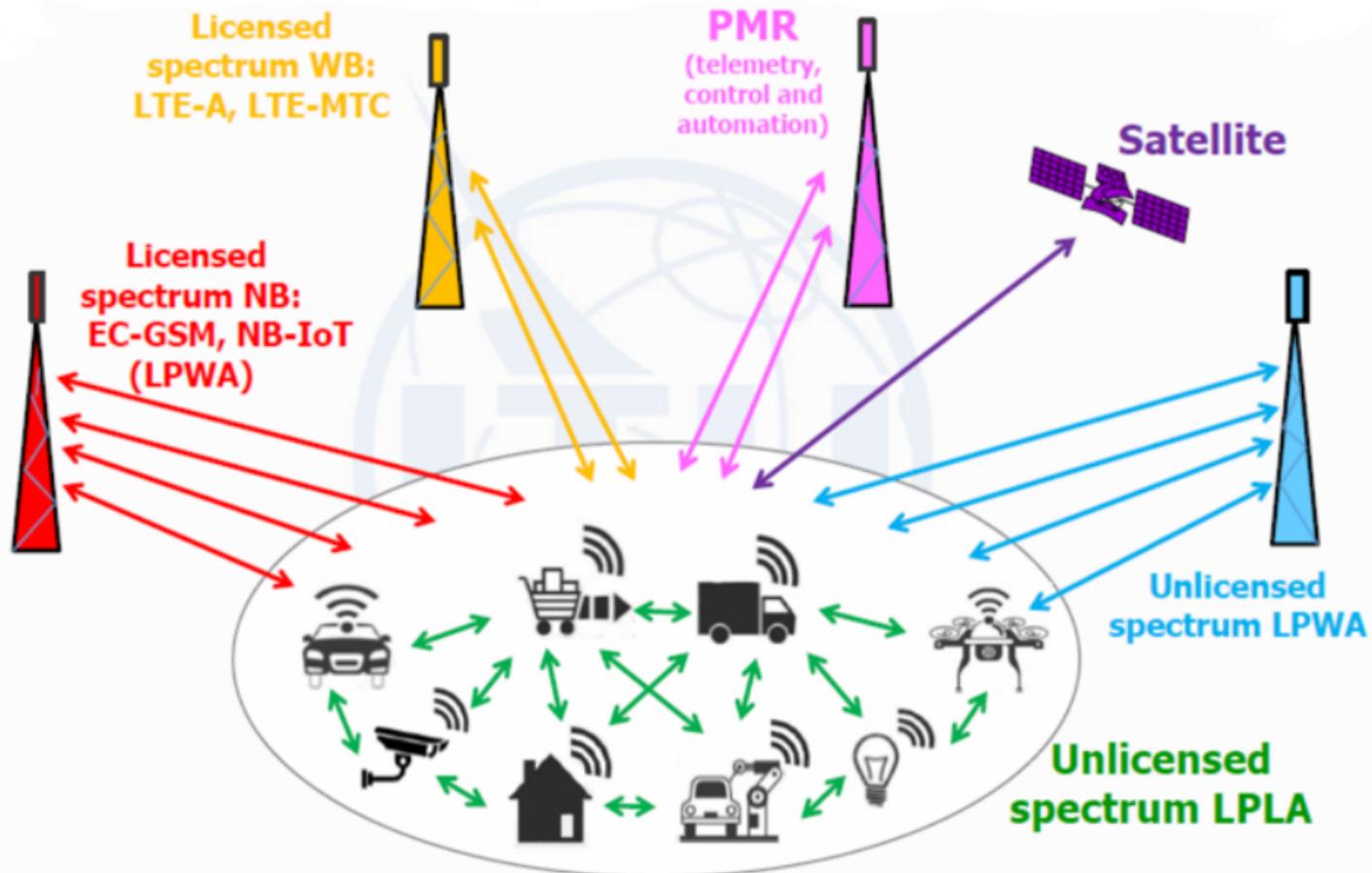


Arduino Nano



Arduino Pro Mini

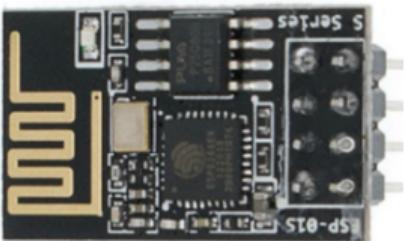




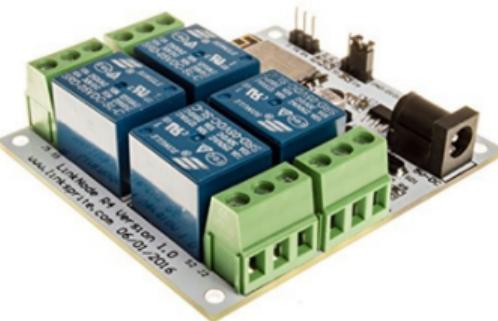
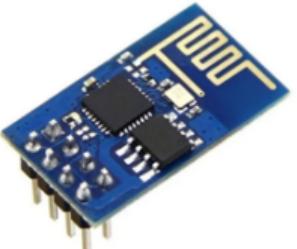
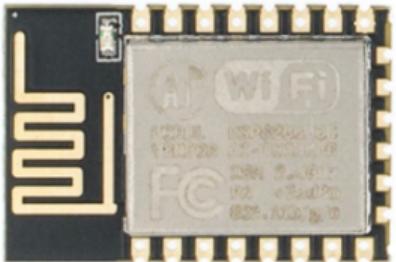
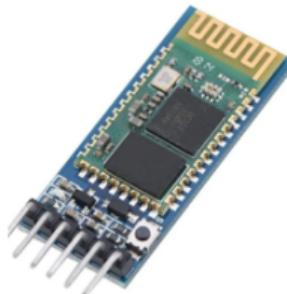
LPLA: Low Power Local Area
LPWA: Low Power Wide Area

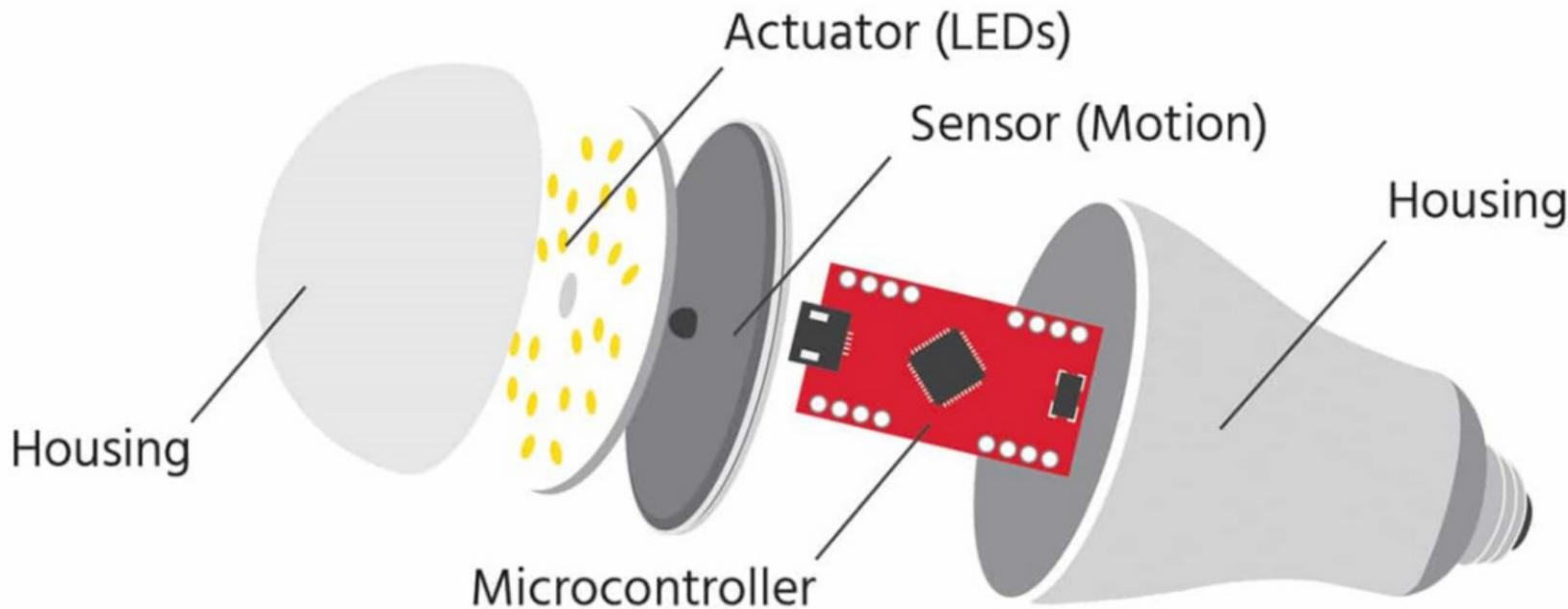


Standard	ZigBee (WPAN)	Low Power Wi-Fi (WLAN)	LoWPAN (LPWAN)	LoRaWAN (LPWAN)	NB-IoT (LPWAN - cellular)	LTE-M (LPWAN - cellular)	5G (cellular)	Wi-SUN (WNAN)
Nominal range	10 -100 m	70 m - 225 m	25 - 50 m	2 - 15 Km	1 - 15 Km	1 - 11 Km	up to 100 km	5 - 10 km
Max Data Rate (Kbit/s)	250 Kbps	15 Mbps	250 Kbps	50 Kbps	250 Kbps	1 Mbps	599 Mbps	300 Kbps
Power consumption	Medium	Low to medium	Low	Low to medium	Low	Low	Low to medium	Medium to high



0.5 inch
10mm











Main Dashboard

WATER USAGE

The WATER USAGE today was

23.85

litre

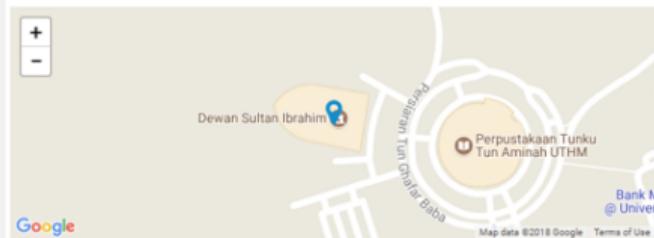
ALERT INDICATOR

ALERT INDICATOR



Off

SYSTEM LOCATION



DISTANCE APPROXIMATE

Pipe Leakage **Detected**

0.00

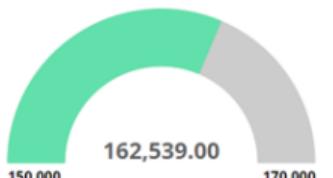
meter

from **System Node 1**

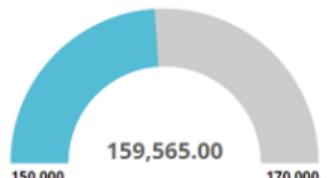
WATER FLOW SENSOR 1 , WATER FLOW SENSOR 2



WATER PRESSURE SENSOR 1



WATER PRESSURE SENSOR 2



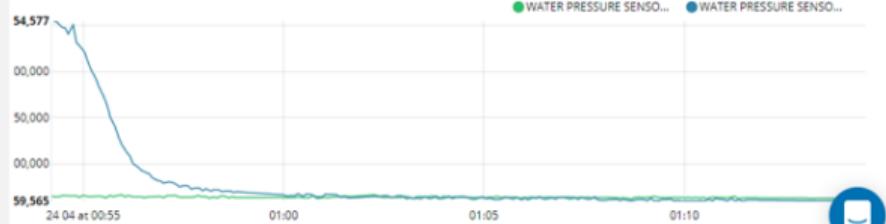
WATER FLOW SENSOR 1

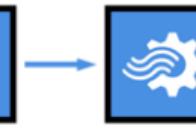
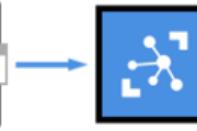
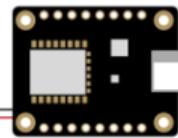
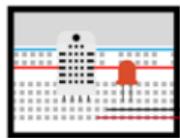


WATER FLOW SENSOR 2



WATER PRESSURE SENSOR 1 , WATER PRESSURE SENSOR 2





Device

Azure IoT Hub

Stream Analytics

Power BI



IOT ANALYTICS

STORE COUNT
14

4.45K
VOLUME TOTAL

63.91K
WEIGHT TOTAL

DURATION (TOTAL MINS) by ADDR_NAME

Starbucks #360	28
Starbucks #361	21
Starbucks #8138	19
Starbucks #3342	17
Starbucks #10477	13

NOT DELIVERED

DEL_SEQ	CURRENT_STATUS	ETA_DELIVERY	ADJUSTED_ETA
6	Next Delivery	6/8/2016 2:05:19 AM	6/8/2016 4:41:46 AM
7	On It's Way	6/8/2016 2:43:27 AM	6/8/2016 5:08:46 AM
8	On It's Way	6/8/2016 2:52:17 AM	6/8/2016 5:40:46 AM
9	On It's Way	6/8/2016 3:28:45 AM	6/8/2016 6:02:46 AM
10	On It's Way	6/7/2016 9:54:52 PM	6/8/2016 6:26:46 AM

DELIVERY COMPLETED

DEL_S...	ETA_DELIVERY	ARRIVE_DATETIME	DEPART_DATETIME	DURATION (TOTAL ...
5	6/8/2016 1:28:57 AM	6/8/2016 1:06:11 AM	6/8/2016 1:33:46 AM	27.58
4	6/8/2016 12:52:49 AM	6/8/2016 12:30:16 AM	6/8/2016 12:51:06 AM	20.83
2	6/8/2016 12:02:22 AM	6/7/2016 11:40:50 PM	6/7/2016 11:59:32 PM	18.70
3	6/8/2016 12:26:57 AM	6/8/2016 12:03:41 AM	6/8/2016 12:20:26 AM	16.75
1	6/7/2016 11:31:50 PM	6/7/2016 11:10:21 PM	6/7/2016 11:23:23 PM	13.03

ROUTE NUMBER & VEHICLE ID

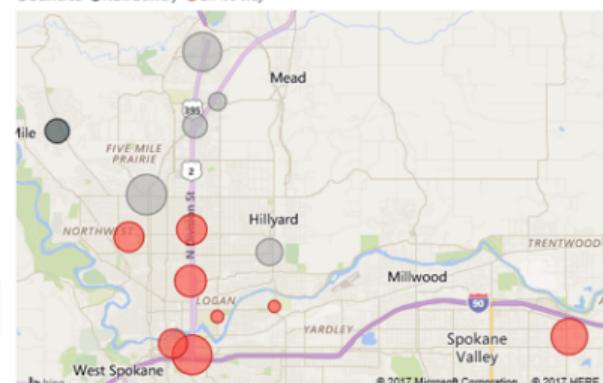
42 - 844787

CURRENT_STATUS

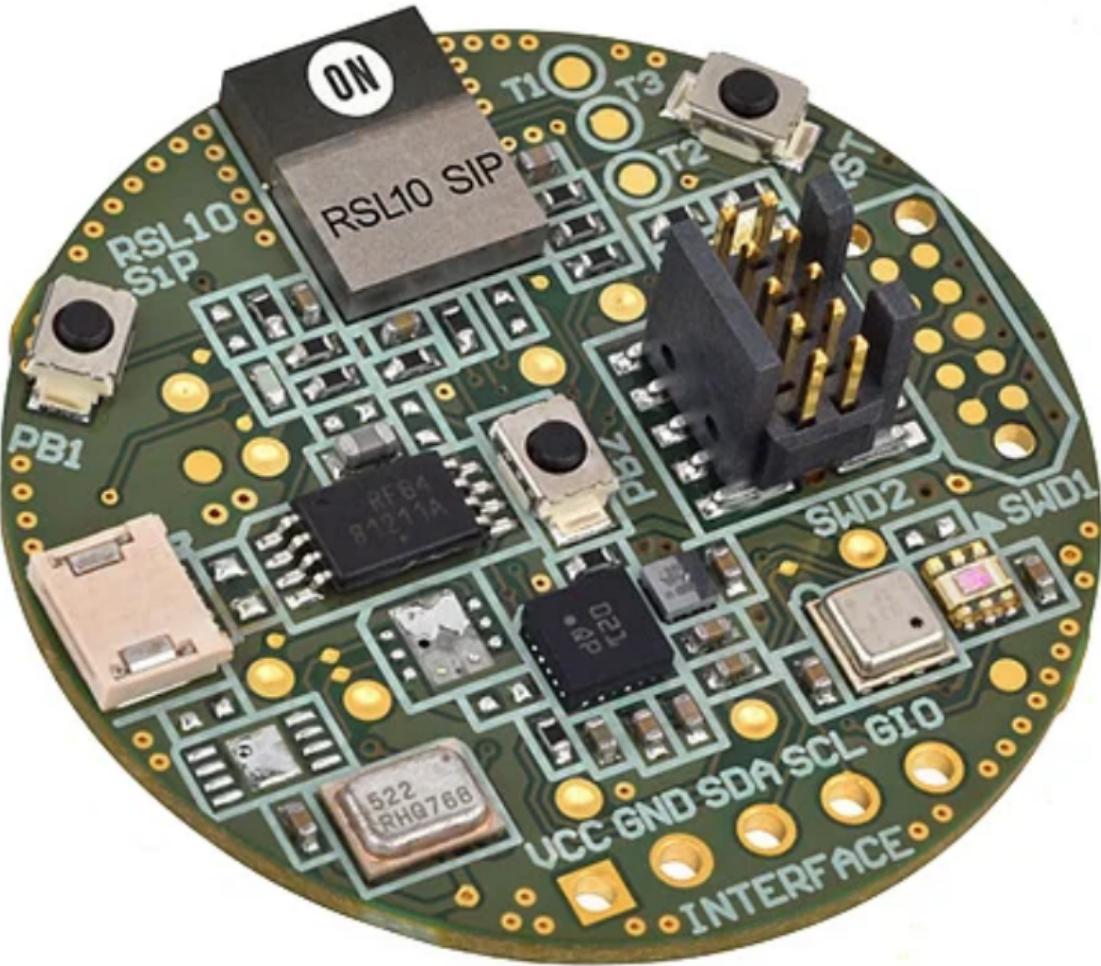
All

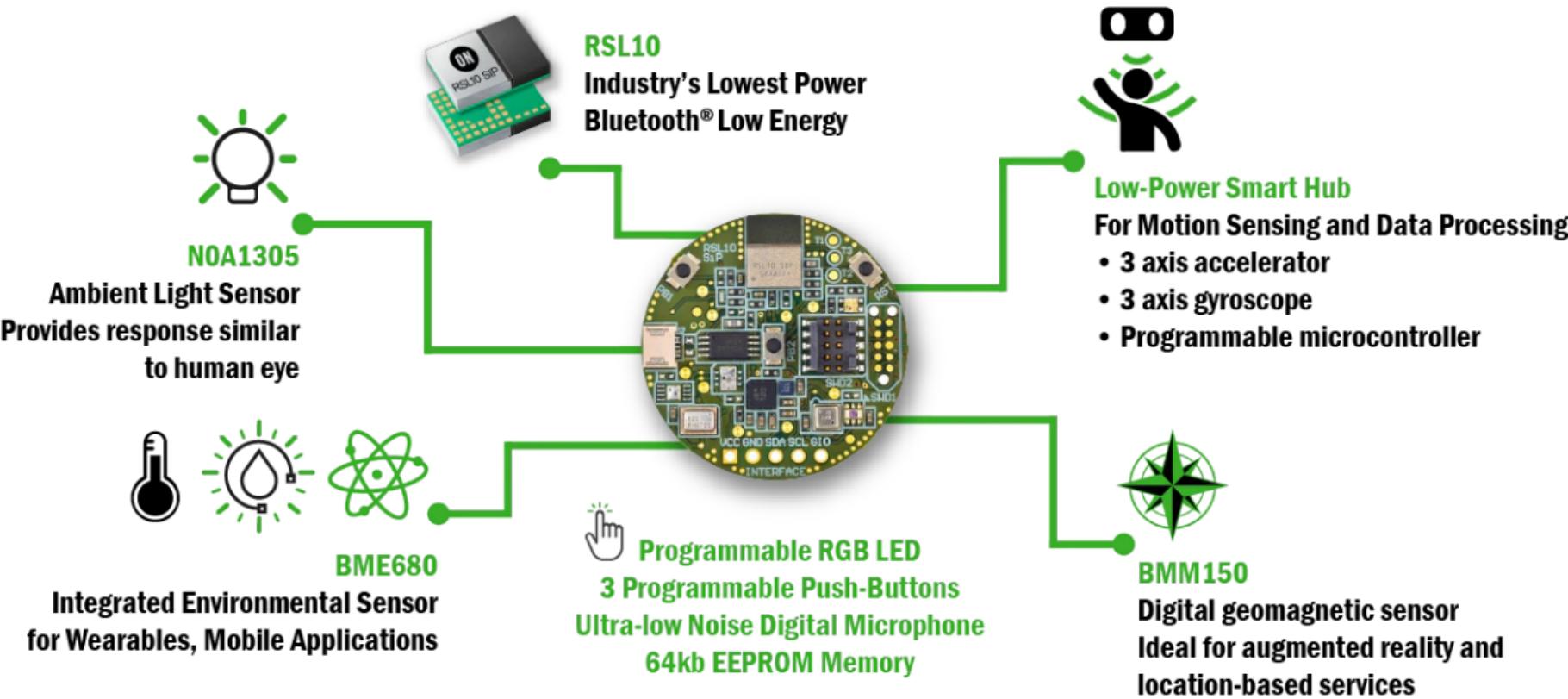
Cases by Region

● Delivered ● Next Delivery ● On It's Way



ADDR_NAME	ADDRESS_L1	STOP_NUM
Starbucks #3284	506 N. SULLIVAN	114
Starbucks #27399	1605 N GREENE STREET	113
Starbucks #3200	1217 N. HAMILTON	112
Starbucks #8655	170 S. DIVISION ST	111
Starbucks #3269	721 W. MAIN	110
Starbucks #3450	2703 N. DIVISION STREET	109
Starbucks #14719	NORTHTOWN SQUARE 4727 N. DIVISION ST	108





Diseño de productos electrónicos para el IoT

Engineering design process

Engineering design process

El Engineering design process (*proceso de diseño técnico*) es una serie de pasos comunes que los ingenieros utilizan para crear productos y procesos funcionales.

- Se trata de un proceso muy iterativo (a menudo hay que repetir varias veces una parte del proceso antes de iniciar otra)
- Puede variar la parte o partes que se repiten y el número de ciclos en un proyecto determinado.
- Es un proceso de toma de decisiones (a menudo iterativo):
 - Se aplican las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería para convertir los recursos de forma óptima a fin de cumplir un objetivo establecido - **STEM**.

Engineering design process

Entre los elementos fundamentales del proceso de diseño están:

- Establecimiento de objetivos y criterios
- Síntesis y análisis
- Construcción/Fabricación
- Ensayo
- Evaluación

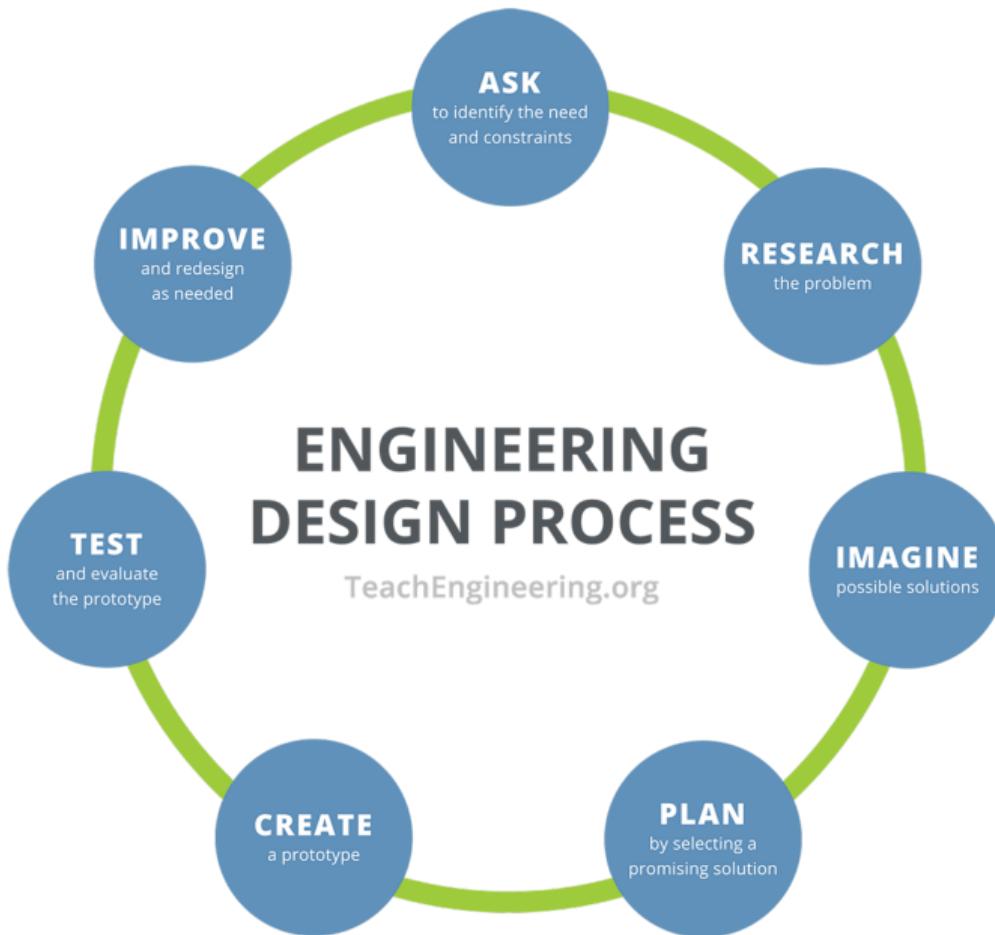
Etapas comunes del proceso de diseño de ingeniería (EDP)

- Es importante entender que hay varios marcos/articulaciones del proceso de diseño de ingeniería
- La diferente terminología empleada puede tener diversos grados de coincidencia
 - Afecta a los pasos que se declaran explícitamente o que se consideran de "alto nivel" frente a los subordinados en un modelo determinado
- Iterativo - Repetitivo
- Los pasos del EDP pueden llevarse a cabo muchas veces, lo que da lugar a la generación de muchos diseños y prototipos.

Fases comunes del proceso de diseño de ingeniería

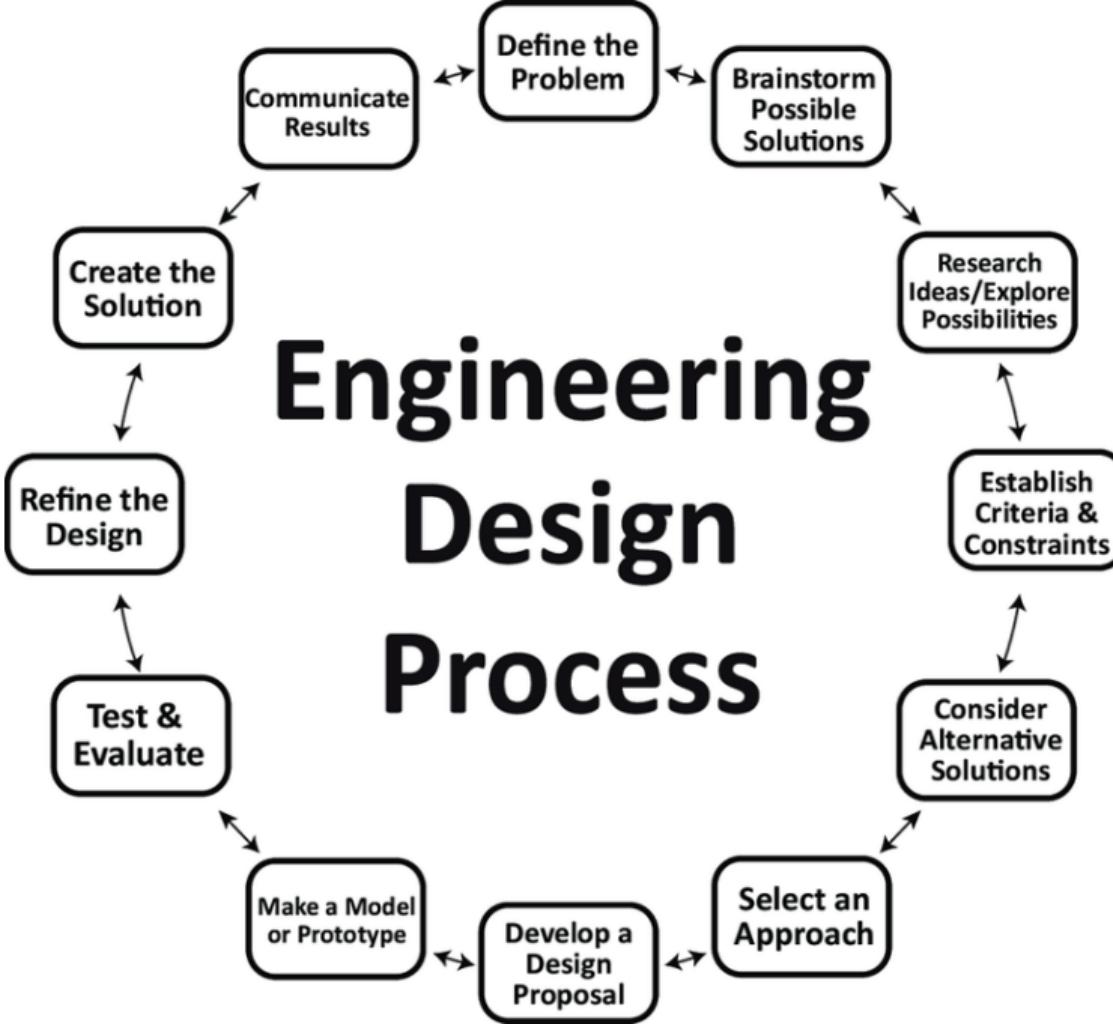
Fases comunes del proceso de diseño de ingeniería

- 1 Definir el problema/Identificar la necesidad
- 2 Investigar el problema
- 3 Lluvia de ideas/desarrollo de soluciones
- 4 Seleccionar la solución
- 5 Construir el prototipo
- 6 Probar y evaluar el prototipo
- 7 Comunicar el diseño
- 8 Rediseñar (si es necesario)



TeachEngineering.org

Engineering Design Process



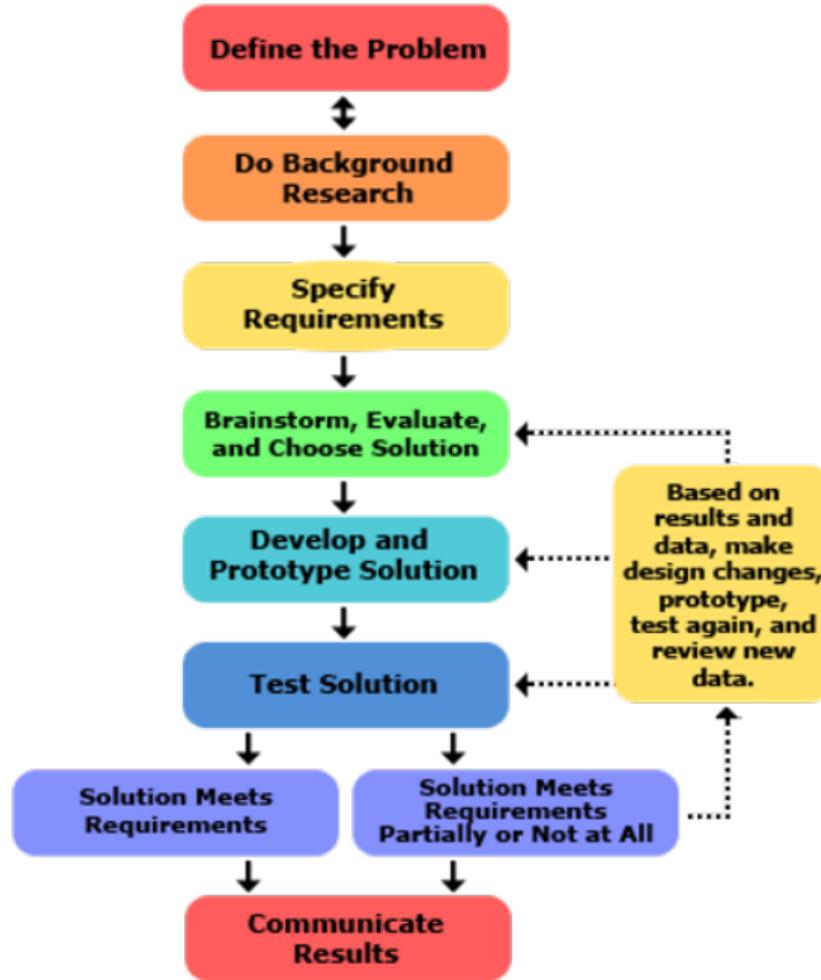


Diagrama de Gantt

Diagrama de Gantt

Diagrama de Gantt

Un tipo de gráfico de barras usado en proyectos de gestión para visualizar y planificar el tiempo y el progreso de las tareas en un proyecto.

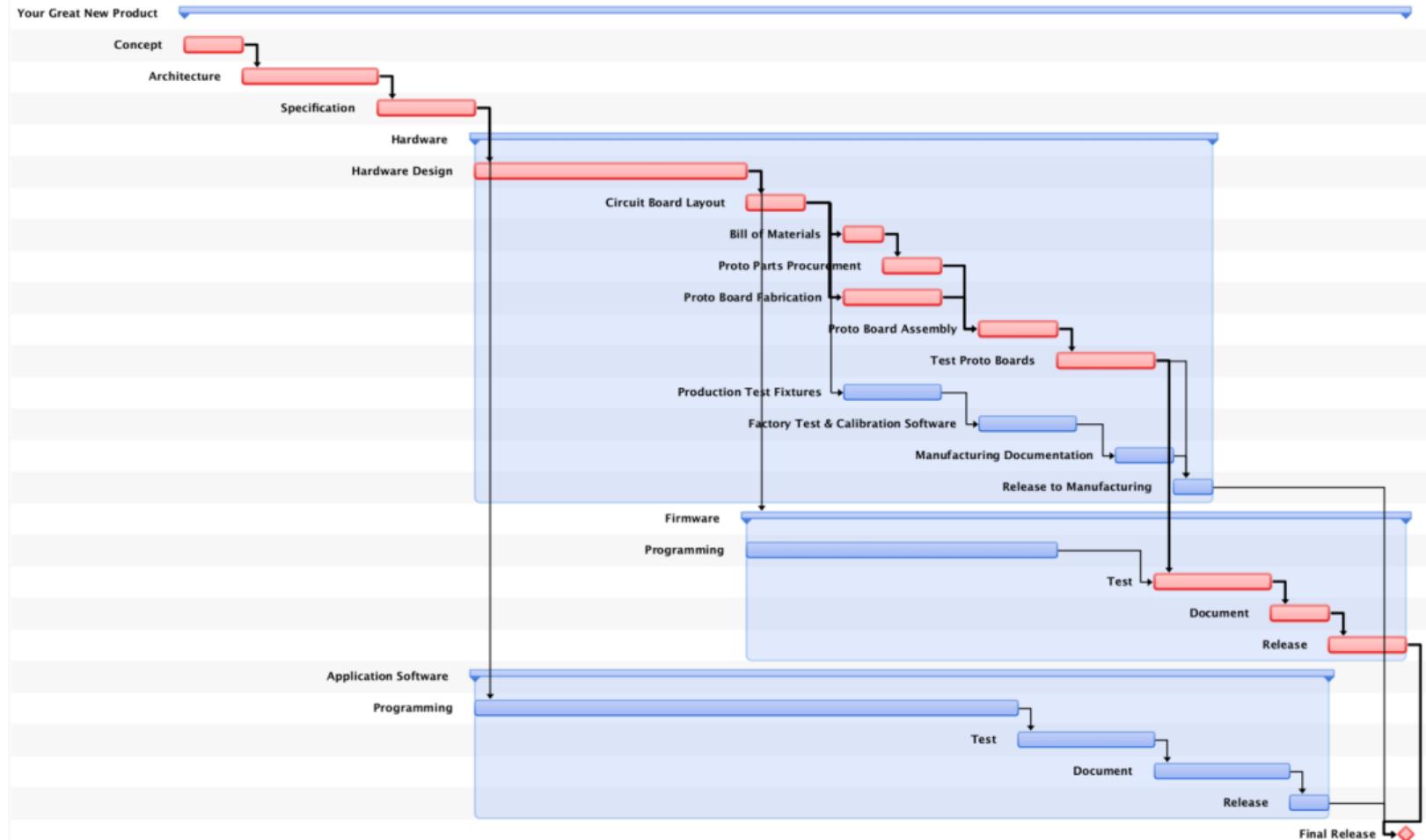
En un proyecto de ingeniería, un diagrama de Gantt puede ser utilizado para:

- Mostrar la secuencia de tareas necesarias para completar el proyecto, incluyendo fechas de inicio y de finalización previstas
- Mostrar las dependencias entre las tareas
- Es una herramienta útil para ayudar a mantener el control y la coordinación del proyecto, y para asegurar que se cumplan los plazos y presupuestos establecidos.

Características de un Diagrama de Gantt

- **Visualiza secuencia de tareas:** Muestra la secuencia en la que se deben realizar las tareas para completar el proyecto de ingeniería.
- **Fechas de inicio y finalización:** Permite planificar y seguir el progreso de cada tarea, con fechas de inicio y finalización previstas.
- **Dependencias entre tareas:** Ilustra las relaciones y dependencias entre las tareas para garantizar la ejecución adecuada y eficiente del proyecto.
- **Control y coordinación:** Ayuda a mantener el control y la coordinación de todas las tareas y responsabilidades involucradas en el proyecto.
- **Presupuesto y plazos:** Mantiene un seguimiento del presupuesto y plazos establecidos para el proyecto de ingeniería.
- **Facilita la comunicación:** Proporciona una visualización clara y comprensible de la planificación y el progreso del proyecto, facilitando la comunicación entre los miembros del equipo y los interesados.
- **Flexibilidad:** Permite realizar ajustes y modificaciones en el proyecto a medida que se desarrolla, garantizando la adaptación a los cambios y una ejecución eficiente.

December 2018		January 2019				February 2019				March 2019
WK 52, 12/23	WK 1, 12/30	WK 2, 1/6	WK 3, 1/13	WK 4, 1/20	WK 5, 1/27	WK 6, 2/3	WK 7, 2/10	WK 8, 2/17	WK 9, 2/24	WK 10, 3/3



Cómo hacer un Diagrama de Gantt

- 1 Define el objetivo y los requisitos del proyecto IoT de ingeniería.
- 2 Identifica las tareas necesarias para completar el proyecto, incluyendo el diseño de *hardware*, *firmware* y *software*.
- 3 Establece las fechas de inicio y finalización previstas para cada tarea.
- 4 Definir las dependencias entre las tareas, es decir, qué tareas deben completarse antes de que puedan iniciar otras.
- 5 Asigna responsabilidades a los miembros del equipo para cada tarea.
- 6 Crea el diagrama de Gantt, incluyendo las tareas, fechas de inicio y finalización, y dependencias entre ellas.
- 7 Revise y ajuste el diagrama de Gantt a medida que el proyecto avanza para asegurar la precisión y relevancia de la información.
- 8 Utiliza el diagrama de Gantt como una herramienta de seguimiento y gestión para mantener el control y la coordinación del proyecto IoT de ingeniería.

Fases comunes del proceso de diseño de ingeniería

Definición Etapas



- Muchos equipos de ingeniería y de software se saltan estos pasos y lo resuelven sobre la marcha
- Cuando el calendario es apretado (como suele ocurrir), están ansiosos por lanzarse a la piscina y comenzar el trabajo "real" de diseño y codificación.
- Cambiar de opinión en las fases de definición es barato
- Cambiar de opinión o tener que corregir decisiones arquitectónicas erróneas más adelante en el proyecto puede ser costoso.
- Para minimizar las posibilidades de tener que desechar herramientas y hardware caros, hay que pensar todo con más detenimiento desde el principio.
- Esto no quiere decir que no quieras hacer algunos diseños exploratorios y prototipos por adelantado para probar algunas ideas

Investigación

- Varias etapas del proceso de diseño (e incluso antes) pueden implicar una cantidad significativa de tiempo dedicado a la localización de información e investigación.
- Hay que tener en cuenta la bibliografía aplicable existente, los problemas y éxitos asociados a las soluciones existentes, los costes y las necesidades del mercado.
- La fuente de información debe ser relevante:
 - La **ingeniería inversa** puede ser una técnica eficaz si existen **otras soluciones** en el mercado.
 - Otras fuentes de información son Internet, los foros, los documentos disponibles y los expertos disponibles.
- Recopilar información sobre conceptos relevantes para el planteamiento del problema.
- Tomar notas (con sus propias palabras) de fuentes válidas.

Ingeniería inversa

Ingeniería inversa

Ingeniería inversa

Proceso de investigación sobre el funcionamiento de una solución (objeto o proceso) para comprender qué funciona bien y qué no. Mediante analizar y descomponer dispositivos electrónicos o productos IoT para comprender su diseño, funcionamiento y propósito original.

- Esto puede incluir la revisión de esquemas y diagramas electrónicos, la descodificación de software y la inspección de componentes para determinar su función y cómo se integran en el dispositivo o producto.





Ingeniería inversa

La ingeniería inversa puede ser útil en un proyecto de electrónica e IoT para:

- Identificar puntos débiles en la seguridad
- Mejorar la eficiencia de los productos existentes
- Desarrollar nuevos productos o resolver problemas técnicos
- Puede ser utilizada con fines malintencionados, como la piratería de software o la copia no autorizada de productos electrónicos e IoT.

Pasos para hacer ingeniería inversa en un proyecto IoT de electrónica

- 1 Definir objetivo
- 2 Obtener acceso al dispositivo
- 3 Descomponer y analizar dispositivo
- 4 Revisar electrónica y software
- 5 Identificar puntos débiles
- 6 Documentar análisis
- 7 Aplicar resultados
- 8 Considerar aspectos éticos y legales

Ingeniería inversa: Definir objetivo

Identificar el objetivo: Definir el propósito y los requisitos del proyecto de ingeniería inversa, incluyendo el análisis de un dispositivo o producto IoT específico.

Ingeniería inversa: Obtener acceso al dispositivo

Obtener acceso físico al dispositivo o producto IoT que se desea analizar, ya sea a través de la compra, la prestación de servicios o la obtención de una muestra.

Ingeniería inversa: Descomponer y analizar dispositivo

Descomponer el dispositivo: Descomponer el dispositivo o producto IoT en sus componentes individuales y analizar su diseño y funcionamiento.

Ingeniería inversa: Revisar electrónica y software

- **Analizar la electrónica:** Analizar los circuitos electrónicos, incluyendo la revisión de esquemas y diagramas, y la identificación de componentes individuales y su función.
- **Analizar el software:** Analizar el software asociado al dispositivo o producto IoT, incluyendo la descodificación de software y la revisión de código fuente.

Ingeniería inversa: Identificar puntos débiles

Identificar posibles puntos débiles en la seguridad del dispositivo o producto IoT, incluyendo la evaluación de las vulnerabilidades potenciales.

Ingeniería inversa: Documentar el análisis

Documentar los resultados del análisis de ingeniería inversa en un formato claro y accesible para futuros desarrollos.

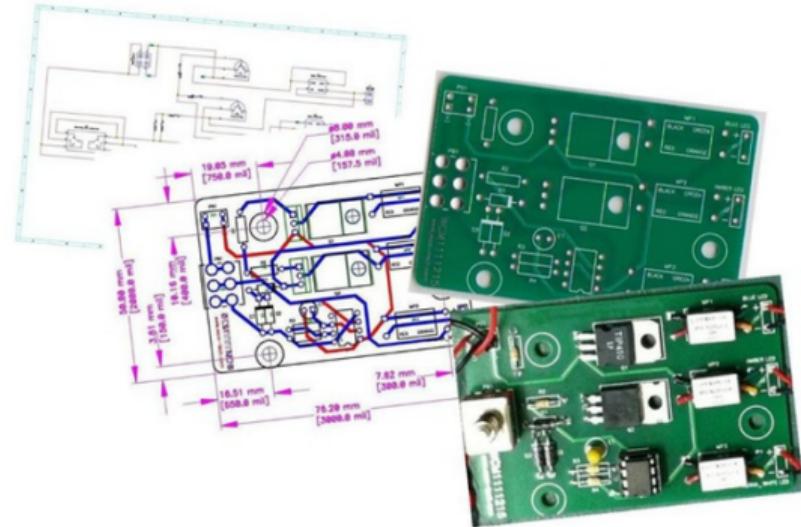
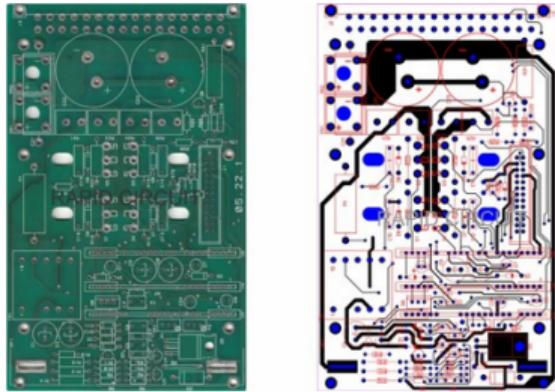
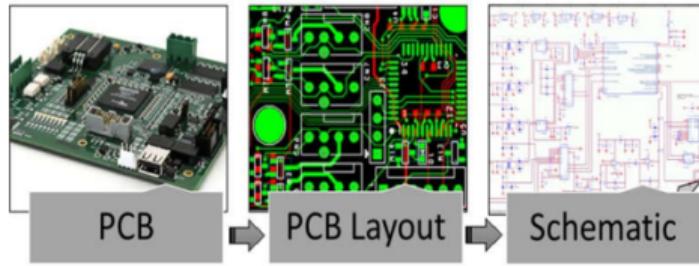
Ingeniería inversa: Aplicar los resultados

Aplicar los resultados del análisis de ingeniería inversa para mejorar la eficiencia y la seguridad de productos existentes o desarrollar nuevos productos IoT.

Ingeniería inversa: Consideraciones ética

Tener en cuenta las consideraciones éticas y legales relacionadas con la ingeniería inversa, incluyendo la protección de la propiedad intelectual y la privacidad de los usuarios.

Ingeniería inversa



Requerimientos de diseño

Requerimientos de diseño

- El establecimiento de los requerimientos de diseño y la realización de un análisis de requerimientos, a veces denominado **definición del problema**, es uno de los elementos más importantes del proceso de diseño
- Los requerimientos de diseño **controlan** el diseño del producto o proceso que se está desarrollando

Requerimientos de diseño

Incluyen aspectos básicos, determinados tras evaluar las necesidades del usuario:

- Las funciones
- Los atributos
- Las especificaciones

Requerimientos de diseño

Los requerimientos de diseño incluyen los parámetros de hardware y software, la capacidad de mantenimiento, la disponibilidad y la comprobabilidad.

Requerimientos de diseño

- Criterios (Criteria) - Una limitación o restricción
- Condiciones (Constraint) - Normas/estándares con las que se debe juzgar algo
 - Expectativas mínimas asignadas a un diseño

Definir el problema/identificar la necesidad

- Dejar clara la necesidad de una solución.
- Identificar los criterios y las posibles limitaciones

Tipos de requerimientos de diseño

- Requerimientos funcionales
- Requerimientos no funcionales

Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales son una descripción detallada de las funcionalidades que un producto, sistema o servicio debe proporcionar a los usuarios para cumplir con sus objetivos y necesidades.

- Estos requerimientos son esenciales para el diseño y desarrollo del producto, ya que definen los límites y alcances del mismo
- Sirven como base para su evaluación y verificación.

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son aquellos que describen características y propiedades que un producto electrónico con hardware y firmware debe cumplir que no se refieren directamente a una funcionalidad específica.

Requerimientos no funcionales

En el caso de un producto electrónico, los requerimientos no funcionales pueden incluir:

- **Desempeño:** Tiempo de respuesta, velocidad de procesamiento, capacidad de procesamiento, etc.
- **Confiabilidad:** Tiempo de funcionamiento sin fallas, fiabilidad en condiciones adversas, etc.
- **Seguridad:** Protección contra accesos no autorizados, protección de datos confidenciales, etc.
- **Usabilidad:** Facilidad de uso, accesibilidad, comprensibilidad, etc.
- **Compatibilidad:** Capacidad de trabajar con otros productos y sistemas, compatibilidad con normas y estándares, etc.

Requerimientos no funcionales

- **Mantenibilidad:** Facilidad de mantenimiento y reparación, disponibilidad de piezas de repuesto, etc.
- Documentación y manuales de operación
- Garantía y acuerdos de soporte

Requerimientos no funcionales

Estos requerimientos no funcionales son importantes para garantizar que el producto sea eficaz, seguro y fácil de usar para los usuarios y también para asegurarse de que cumpla con los requisitos legales y de seguridad aplicables.

Aspectos de los requerimientos de diseño

- Hardware (Diseño general y detallado del producto)
 - Energéticos
 - Interfaz/Experiencia de usuario
 - Almacenamiento
 - Comunicación
- Diseño mecánico (carcasas)
- *Firmware*
- Software

Requerimientos funcionales de un producto IoT

- Conectividad a Internet.
- Monitoreo de datos en tiempo real.
- Envío de alertas por correo electrónico o mensaje de texto.
- Acceso remoto a la configuración y control del dispositivo.
- Integración con servicios en la nube.
- Compatibilidad con diferentes sistemas operativos móviles.
- Autonomía energética
- Integración con otros dispositivos IoT.
- Almacenamiento de datos históricos.
- Interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar.

Requerimientos no funcionales de un producto IoT

- Latencia de comunicación aceptable.
- Disponibilidad del servicio 99,9
- Seguridad de la información y protección contra intrusiones.
- Consumo de energía reducido.
- Compatibilidad con diferentes tipos de redes inalámbricas.
- Durabilidad y resistencia a condiciones adversas.
- Protección contra desconexiones no intencionales.
- Tamaño compacto y portabilidad.
- Costo asequible.
- Certificación con estándares industriales aplicables.

Concepto

Concepto

- Qué es el producto y no cómo diseñarlo y fabricarlo
- Concentrarse en las características y los objetivos
 - Lluvia de ideas
 - Construye algunas maquetas rápidas
- Piensa en quién es el público objetivo y en sus necesidades
- Obtén información de marketing o de los propios clientes

Concepto

Una vez definido el concepto, deberías ser capaz de plasmarlo en unos cuantos diagramas, una breve descripción, una lista de características o lo que consideres oportuno.

Generación de concepto

- Un estudio conceptual (conceptualización, diseño conceptual) suele ser una fase de la planificación de un proyecto que incluye la elaboración de ideas y la consideración de los pros y los contras de ponerlas en práctica.
- Esta fase de un proyecto se realiza para minimizar la probabilidad de error, gestionar los costes, evaluar los riesgos y valorar el éxito potencial del proyecto previsto.

Generación de concepto

- En cualquier caso, una vez definida una cuestión o problema de ingeniería, hay que identificar posibles soluciones.
- Estas soluciones pueden encontrarse recurriendo a la *ideación*, el proceso mental por el que se generan las ideas. De hecho, este paso suele denominarse ideación o "generación de conceptos".

Generación de concepto

Las siguientes son técnicas muy utilizadas:

- **Palabra desencadenante** (trigger word) - se enuncia una palabra o frase asociada al tema en cuestión y se evocan las palabras y frases subsiguientes.

Generación de concepto

Las siguientes son técnicas muy utilizadas:

- **Análisis morfológico:** se enumeran en un gráfico las características independientes del diseño y se proponen distintas soluciones de ingeniería para cada una de ellas.
 - Normalmente, el cuadro morfológico va acompañado de un boceto preliminar y un breve informe.

Generación de concepto

Las siguientes son técnicas muy utilizadas:

■ **Sinéctica** - el ingeniero se imagina a sí mismo como el objeto y se pregunta: "¿Qué haría yo si fuera el sistema?".

- Este método de pensamiento poco convencional puede encontrar una solución al problema planteado.
- El aspecto vital del paso de conceptualización es la síntesis.
- La síntesis es el proceso de tomar los elementos del concepto y ordenarlos de la forma adecuada.
- El proceso creativo de síntesis está presente en todo diseño.

Generación de concepto

Las siguientes son técnicas muy utilizadas:

- **Lluvia de ideas:** este popular método consiste en pensar en diferentes ideas, normalmente en el seno de un pequeño grupo, y adoptarlas de alguna forma como solución al problema.

Lluvia de ideas

Lluvia de ideas

- Genere tantas ideas como sea posible.
- No juzgues y sé respetuoso.
- Fomente las ideas locas.
- Aprovechar al máximo las ideas de los demás.

Diseño preliminar

El diseño preliminar, o diseño de alto nivel, sirve de puente entre la concepción del diseño y el diseño detallado

- Especialmente en los casos en que el nivel de conceptualización alcanzado durante la ideación no es suficiente para una evaluación completa.

Diseño preliminar

- Se define la configuración general del sistema: los esquemas, diagramas y diseños del proyecto pueden proporcionar la configuración inicial del proyecto.
- Durante el diseño detallado y la optimización, los parámetros de la pieza que se está creando cambiarán, pero el diseño preliminar se centra en crear el marco general sobre el que construir el proyecto
- Objetivos
- Requerimientos: funcionales y no funcionales
 - lista

Diseño detallado

- Fase de diseño detallado (ingeniería de detalle), que puede consistir también en la adquisición de materiales.
- En esta fase se profundiza en cada aspecto del proyecto/producto mediante una descripción completa a través del modelado sólido, los dibujos y las especificaciones.
- Los programas de diseño asistido por ordenador (CAD) han hecho más eficiente la fase de diseño detallado.

Diseño preliminar

Arquitectura

- Empezando a armar un diseño, pero sólo a grandes rasgos.
- Todas las piezas encajarán a un nivel muy alto
- Concéntrese en las piezas clave de la tecnología que necesitará
 - Módulos de software especiales
 - Comunicaciones (hardware y protocolos)
 - Almacenamiento de datos, sensores
 - Investiga las ventajas y desventajas de las distintas opciones con vistas a crear una solución sencilla y elegante.

Arquitectura

Un arquitecto de sistemas o productos debe tener una amplia gama de conocimientos o experiencia, la capacidad de ver varios pasos por delante y una buena dosis de creatividad.

- Ver rápidamente los pros y los contras de los diferentes enfoques
- Ver fuera de la caja y aportar ideas diferentes a la forma estándar de hacer las cosas
- Los métodos tradicionales suelen ser los mejores, pero a veces un cambio sencillo pero clave en el enfoque puede dar lugar a grandes avances.

Arquitectura

- Empezando a armar un diseño, pero sólo a grandes rasgos.
- Todas las piezas encajarán a un nivel muy alto
- Concéntrese en las piezas clave de la tecnología que necesitará
 - Módulos de software especiales
 - Comunicaciones (hardware y protocolos)
 - Almacenamiento de datos, sensores
 - Investiga las ventajas y desventajas de las distintas opciones con vistas a crear una solución sencilla y elegante.
- Los documentos de arquitectura explican a todos cómo encajan las piezas principales

Especificaciones de diseño

- La especificación del diseño profundiza mucho más en los detalles, normalmente en un documento más formal.
- Algunas de las especificaciones de diseño pueden ser útiles en una especificación del cliente o del producto más adelante, pero el objetivo principal en este momento es guiar a los desarrolladores.
- La especificación del diseño indica a los ingenieros y programadores cómo hacer que funcione y sus requisitos y limitaciones.

Especificaciones de diseño

Elementos que deben incluirse en las especificaciones de diseño:

- Requisitos de la fuente de alimentación
- Precisión y exactitud de las mediciones
- Temperaturas de funcionamiento y almacenamiento
- Tiempos de respuesta del sistema
- Seguridad
- Protocolos de comunicación (personalizados y/o estándares industriales)
- Almacenamiento de datos
- Mecánicas: dimensiones y peso

Especificaciones de diseño

- Permitirá a los programadores trabajar de forma más independiente y eficiente: eso ahorra tiempo y dinero
- Una de las partes más importantes de este documento es la especificación funcional
 - Debe describir cómo se espera que el producto funcione y responda a diversas condiciones y entradas del usuario o del resto del sistema
 - Aborda las posibles condiciones de error y cómo manejarlas.
- La especificación del diseño suele ser un documento vivo, con adiciones y cambios a medida que avanza el proyecto.
 - Asegúrate de que todo el mundo tiene acceso a la última copia y es consciente de los cambios que pueden afectarle.
 - Un sistema de control de versiones puede resaltar automáticamente lo que se ha cambiado y cuándo.
 - Póngalo por escrito en lugar de confiar en las comunicaciones verbales para asegurarse de que todo el mundo trabaja con los mismos objetivos.

Diseño detallado

Diseño de hardware

- El ingeniero de hardware creará esquemas (diagramas de circuito) para plasmar el diseño.
- Los esquemas especifican qué componentes (transistores, chips, etc.) se utilizan y cómo están conectados lógicamente.
- En esta fase, el ingeniero también puede utilizar simulaciones de circuitos para comprobar y ajustar el diseño, especialmente en el caso de circuitos analógicos como fuentes de alimentación, amplificadores y filtros.

Diseño de la PCB

Un esquemático representa las conexiones lógicas de un circuito. El diseño de la placa lo convierte en un diseño físico que especifica las dimensiones de la placa, dónde van todas las piezas en la placa y el trazado de las pistas del circuito que hacen las conexiones físicas entre los pines de los diferentes chips y componentes.

- Una placa de circuito impreso está formada por capas de trazas de cobre grabadas separadas por capas de sustrato aislante.
- El ingeniero de hardware especificará las restricciones para guiar el proceso de diseño.

Diseño de la PCB

Estas limitaciones son importantes para:

- Aislamiento de señales sensibles
- Minimizar el ruido
- Cumplir los requisitos de temporización
- Proporcionar una capacidad de corriente adecuada
- Aislamiento de tierras analógicas y digitales
- Proporcionar protecciones de circuito adecuadas, contra ESD (ElectroStatic Discharge, EMI (Electromagnetic interference) y EMC (Electromagnetic compatibility).

Diseño de la PCB

- El ingeniero de hardware trabaja en estrecha colaboración con la persona que realiza el diseño y comprueba y aprueba su trabajo una vez terminado.
- También puede intervenir un diseñador industrial o ingeniero mecánico para asegurarse de que los puntos de montaje, los tamaños de los agujeros y otras dimensiones coinciden con la carcasa donde se instalará la placa.
- Pueden surgir problemas de diseño que requieran cambios en los esquemas, como el cambio de puertas o pines en un chip para mejorar el enrutamiento de las señales.
 - Esta estrecha interacción entre las dos funciones suele facilitar y mejorar el manejo por parte de la misma persona.
- Un buen software de CAD une los diseños de los esquemas y de los trazados
 - El manejo de ambas funciones permite ver rápidamente los problemas, tomar decisiones y realizar cambios tanto en el esquema como en el trazado y mantener el proyecto en marcha.

BILL OF MATERIALS (BOM)

- El ingeniero de hardware creará una lista de materiales:
 - Una lista de todas las piezas que se montarán en la placa de circuito y de los cables de conexión y otros dispositivos.
- Para una tirada de prototipos, crearán una lista rápida para pedir las piezas para los prototipos.
- En el caso de la producción, se dedica más tiempo a hacer coincidir las piezas con el sistema de gestión de piezas y los números de pieza del cliente.
- También se comprueban y aprueban las piezas alternativas y las opciones de múltiples fuentes para dar más flexibilidad a los departamentos de compras y fabricación.

Factibilidad

- En algunos casos, se realiza un estudio de viabilidad tras el cual se elaboran calendarios, planes de recursos y estimaciones para la siguiente fase.
- El estudio de factibilidad es una evaluación y análisis del potencial de un proyecto propuesto para apoyar el proceso de toma de decisiones.
- En él se esbozan y analizan alternativas o métodos para lograr el resultado deseado.
- El estudio de factibilidad ayuda a reducir el alcance del proyecto para identificar el mejor escenario.

Retos de diseño

- **Tiempo hasta el prototipo:** el tiempo necesario para construir una versión funcional del sistema
- **Tiempo de comercialización:** el tiempo necesario para desarrollar un sistema hasta el punto de que pueda ser lanzado y vendido a los clientes
- **Coste NRE (Non-Recurring Engineering cost):** El coste monetario único del diseño del sistema
- **Flexibilidad:** la capacidad de cambiar la funcionalidad del sistema sin incurrir en grandes costes de ingeniería no recurrente.

Retos de diseño - optimizando métricas de diseño

- **Objetivo de diseño evidente:** Construir una implementación con la funcionalidad deseada
- **Reto de diseño clave:** Optimizar simultáneamente numerosas métricas de diseño
- **Métrica de diseño**
 - Una característica medible de la implementación de un sistema
 - La optimización de las métricas de diseño es un reto clave

¡Muchas gracias por su atención!

¿Preguntas?



Contacto: Marco Teran
webpage: marcoteran.github.io/
e-mail: marco.teran@usa.edu.co

