

Trabajo fin de grado

Analizador inteligente de consumo energético

Esther Gascó Marco

Grado en Tecnologías de Telecomunicaciones

Consultor: Jordi Bécares Ferrés

Junio 2019



CONTENIDO

2

- » Introducción
- » Propósito
- » Objetivos
- » Estado del arte
- » Análisis de Mercado
- » Comunicaciones
- » Diseño de Hardware
- » Diseño de Software
- » Diseño Web
- » Caso de uso
- » Análisis económico
- » Conclusiones
- » Trabajo futuro

- El ahorro energético es fundamental para hacer frente a los cambios que está sufriendo el planeta.

El calentamiento global, los problemas ambientales y la contaminación hacen que se requiera una actuación urgente frente a ellos: **mejorar la eficiencia energética.**

- Este trabajo fin de grado pretende contribuir a este fin a través del desarrollo de un **analizador inteligente de consumo energético.**

Solo si se conoce dónde se usa realmente la energía se pueden idear soluciones para reducir el uso y los costes asociados así como disminuir el impacto ambiental.



Conocer

- » Objetivos principales del trabajo y líneas futuras.
- » Funcionalidades ofrecidas por el analizador inteligente de consumo.

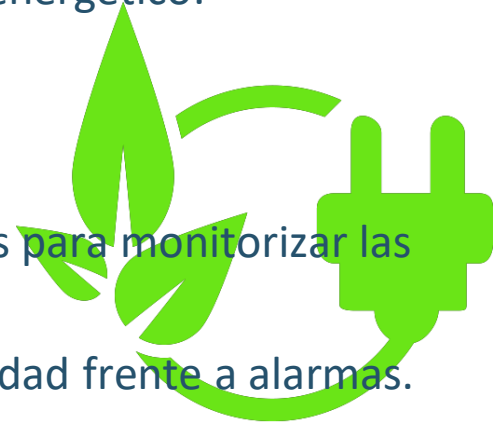
Evaluar y diseñar

- » Solución de hardware para contribuir a una mejora del consumo energético.
- » Solución de software para controlar las mediciones en tiempo real.

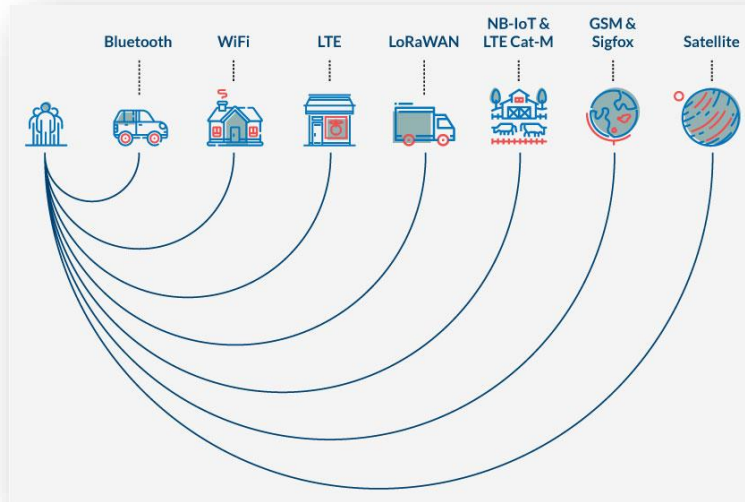
Describir

- » Sensores y actuadores que forman parte del proyecto.
- » Comunicaciones.

- Desarrollar un dispositivo capaz de obtener mediante el uso de sensores de todos los parámetros relacionados con el consumo energético:
 - Voltaje
 - Tensión
 - Potencia
 - Consumo instantáneo
- Establecer comunicación con el Internet de las Cosas para monitorizar las mediciones.
- Hacer de este dispositivo una herramienta de seguridad frente a alarmas.
- Competir con los sistemas comerciales actuales en términos de calidad, funcionalidad e interfaz gráfica.



➤ Tecnologías inalámbricas IoT



➤ ¿Por qué **WiFi**?

- ✓ Proporciona conectividad inalámbrica de corto alcance
- ✓ Fácil de implementar y de usar
- ✓ Interoperabilidad entre proveedores

Además... El consumo del propio dispositivo no es importante en este proyecto ya que para medir energía **¡siempre tiene que estar conectado!**

➤ Microcontroladores

Arduino

Plataforma de desarrollo sólida, donde **no destaca en el hardware**, sino en el software, haciendo que su lenguaje de programación sea un estándar.

Destaca Arduino Due:

- 😊 CPU ARM Cortex-M3
- 😞 La tensión máxima que los pines de E/S pueden tolerar es 3.3V.
- 😞 ADC 12 bits

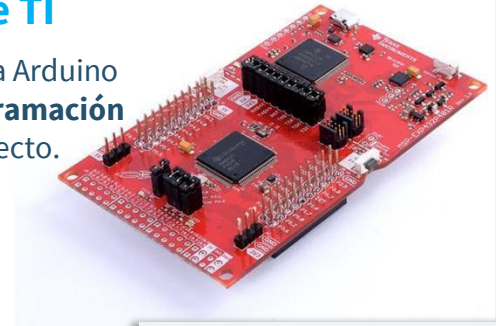


LaunchPad MSP432 de TI

Mejora el hardware respecto a Arduino y **adopta su lenguaje de programación** el cuál se utilizará en este proyecto.

Comparación:

- 😊 CPU ARM Cortex-M4F
- 😊 La tensión máxima que los pines de E/S pueden tolerar es 5V.
- 😊 Posibilidad de trabajar con 3.3V
- 😊 ADC 14 bits



➤ Sensor de corriente

Invasivo: no está aislado del circuito lo que puede producir problemas ante subidas de tensión, etc.

No invasivo: proporciona **seguridad** ya que está aislado.

Se elige el sensor de corriente no invasivo **CST-1020** para realizar el proyecto

TP-Link HS110

Analiza el consumo de potencia en tiempo real e históricos.

Posibilidad de programar tareas de encendido y apagado.

Control de voz Google Home.



Wattio POD

Analiza el consumo de potencia en tiempo real e históricos.

Posibilidad de programar tareas de encendido y apagado.

Recepción de alertas ante consumos anómalos



Analizador inteligente ⁸ de consumo energético

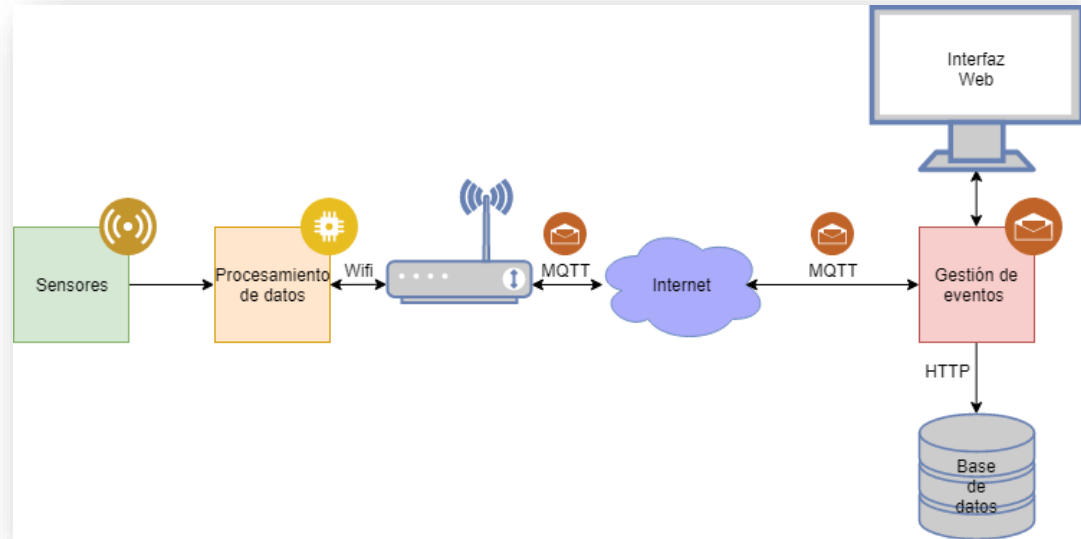
Analiza el consumo de potencia en tiempo real.

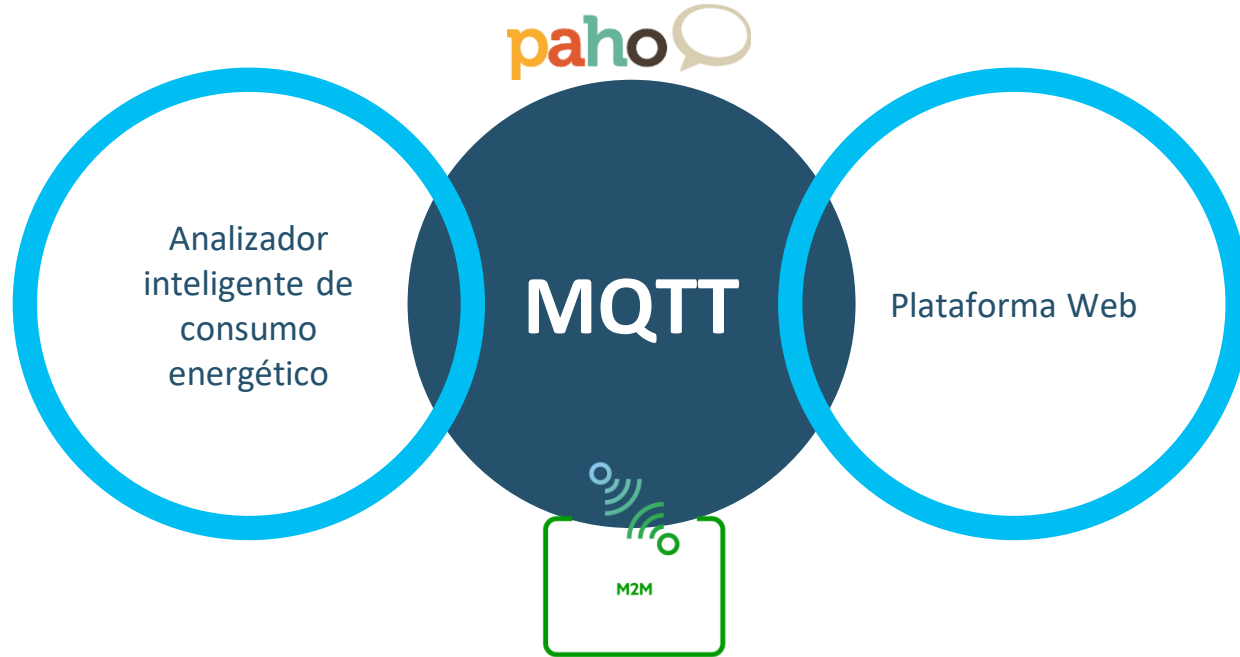
Posibilidad de apagar remotamente por seguridad el dispositivo conectado.

Posibilidad de programar alarmas y notificarlas.

ANÁLISIS DE MERCADO

Diagrama general del sistema:





DISEÑO DE HARDWARE

11

❑ Control del sistema:

MSP432P401R de Texas Instruments

❑ Componentes:

Sensores

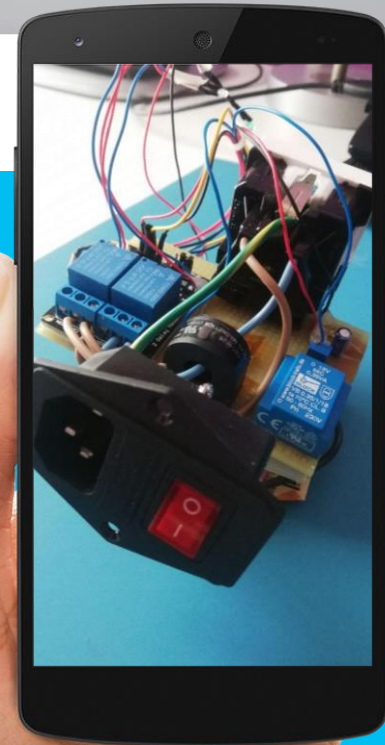
Relés

Diodos LED

Fuente de alimentación 220/5VDC

❑ Conectividad con IoT:

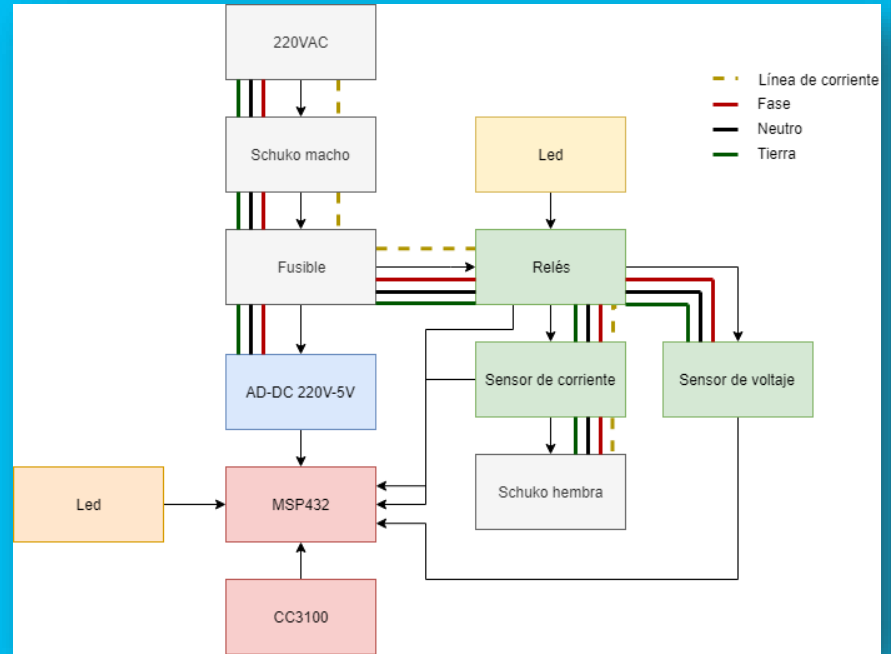
Módulo Wifi CC3100



DISEÑO DE HARDWARE

12

□ Diagrama de bloques del dispositivo:



❑ Objetivos cumplidos:

- ✓ Diseñar un dispositivo capaz de recoger las mediciones de los distintos sensores.
- ✓ Proporcionar mecanismo de seguridad mediante la incorporación de un fusible a la entrada y dos relés para cortar tanto fase como neutro.



❑ Herramienta de programación:

Code Composer Studio de TI

❑ Lenguaje de programación:

Arduino gracias a Energia IDE

❑ Multitarea:

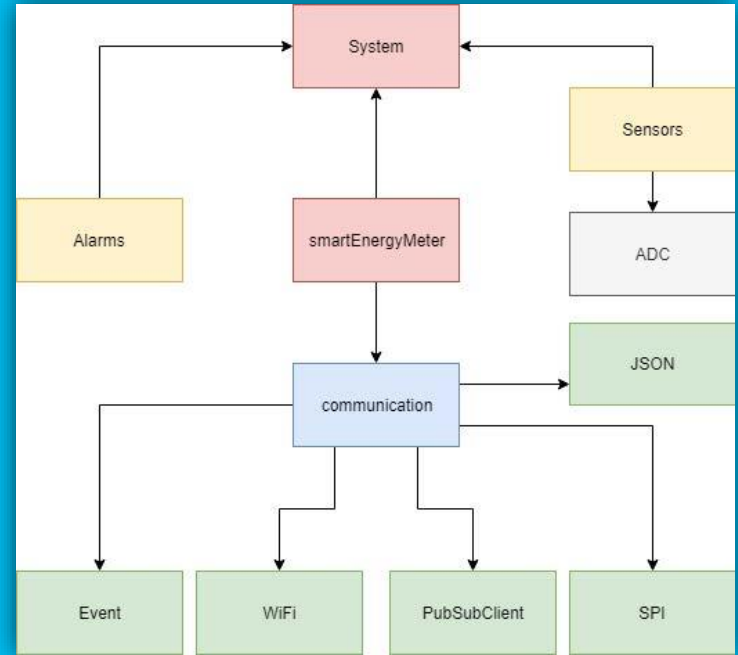
Sensores

Alarmas

Comunicaciones

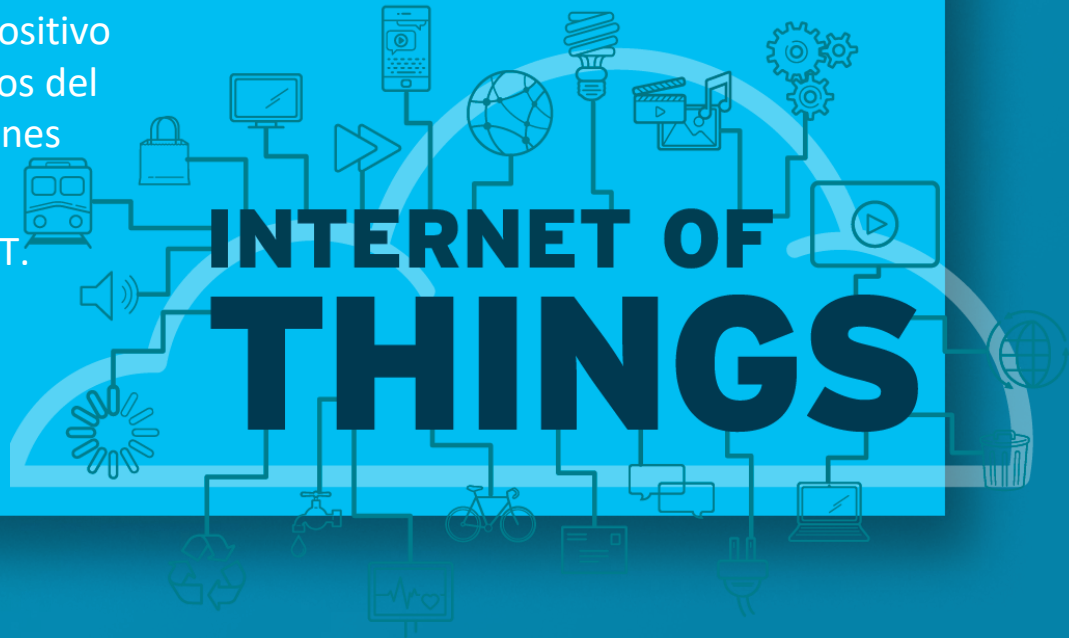


❑ Diagrama de bloques del software:



❑ **Objetivos cumplidos:**

- ✓ Realizar la programación del dispositivo para procesar los valores recogidos del ADC y convertirlos en las mediciones que se visualizarán.
- ✓ Proporcionar conectividad con IoT.
- ✓ Publicación y suscripción de mensajes.



DISEÑO WEB

17

❑ Broker MQTT:

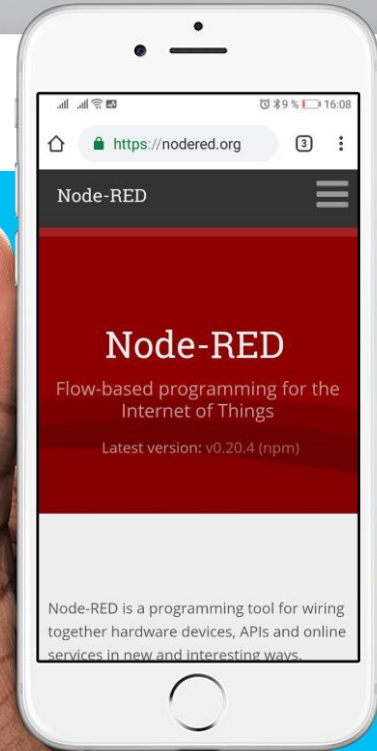
Eclipse Paho: Encargado de recibir todos los mensajes, filtrarlos y determinar quién está suscrito a cada uno de ellos.

❑ Plataforma de desarrollo:

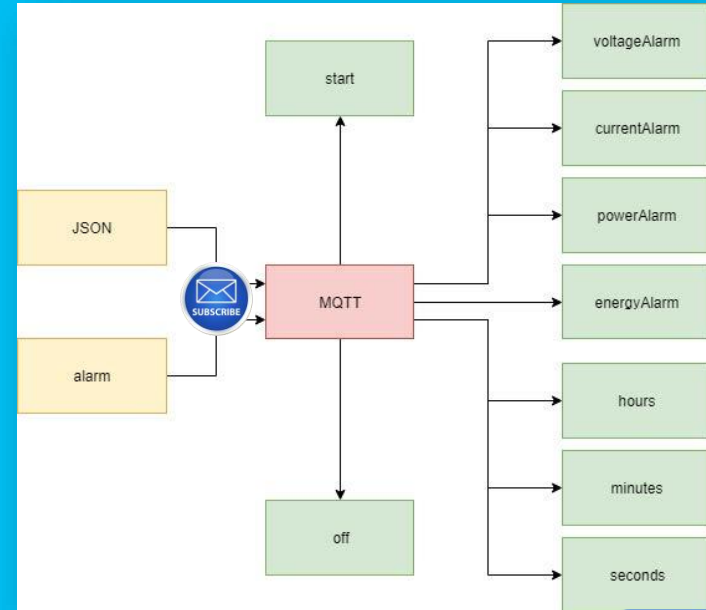
Node-Red: herramienta de desarrollo basada en flujos.

❑ Interfaz gráfica:

Node-Red Dashboard: permite la visualización de datos en tiempo real.



- Estructura de Publicación/Subscripción de mensajes (*topics*).
- Se subscribe a los mensajes que publica el analizador y los muestra a través de la interfaz visual.
- Publica los mensajes a los que el analizador se subscribe.

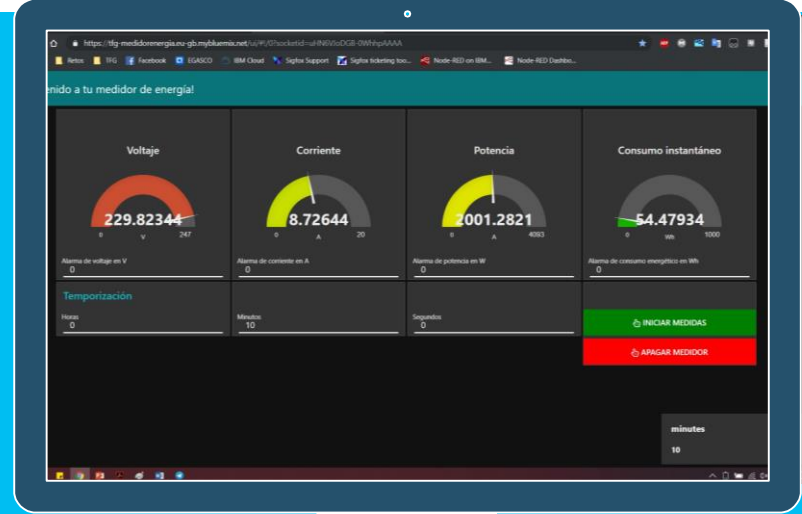
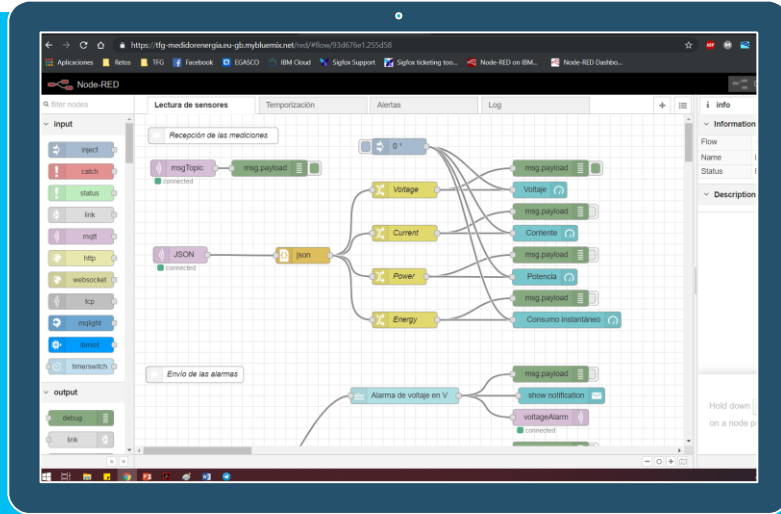


Publish



DISEÑO WEB

19



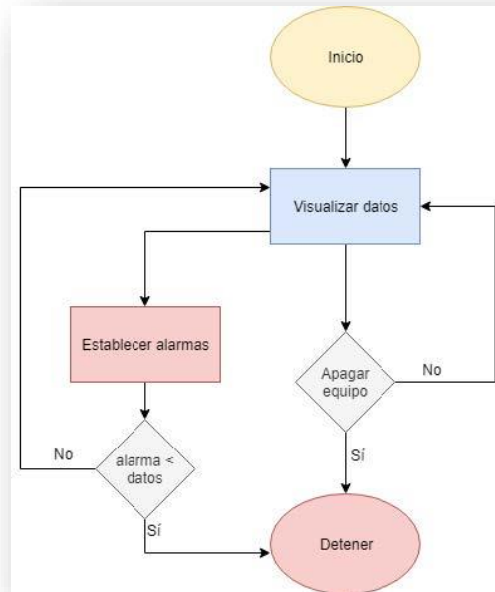
❑ **Objetivos cumplidos:**

- ✓ Recoger el mensaje JSON recibido del analizador y filtrarlo para mostrar detalladamente cada medida en tiempo real.
- ✓ Proporcionar una interfaz gráfica para visualizar las mediciones.
- ✓ Interacción con el usuario a través de la interfaz gráfica para el establecimiento de parámetros.

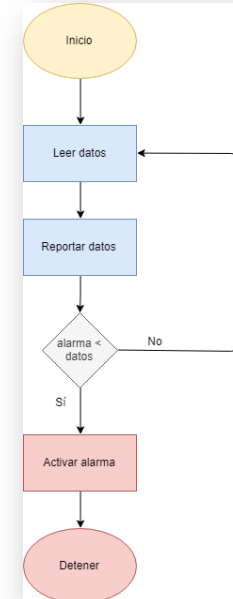
CASO DE USO

21

- Configuración de una alarma:



Configuración en aplicación Web



Flujo de ejecución de Software

COSTE DEL PROTOTIPO

Componentes:	92,69 €
Desarrollo:	24h 1080 €
Programación:	112h 5040 €
Diseño 3D:	1h 25€
Montaje:	4h 100€

Total: **6312,69 €**

COSTE DE INDUSTRIALIZAR 1,000,000 uds.

Componentes:	177.910.000€
Certificación CE:	10.000€
Desarrollo:	28h 1260€
Programación:	112h 2040€

Total: **17,80 €**



ANÁLISIS ECONÓMICO

CONCLUSIÓN

Tras la realización de este trabajo se ha conseguido diseñar un dispositivo que cumple con el propósito principal: medir energía en tiempo real a través de IoT. De esta forma se contribuirá a mejorar la eficiencia energética.

Se trata de un producto viable técnica y económicamente: puede competir con la mayoría de los sistemas comerciales actuales aunque requiere incluir nuevas funcionalidades para llegar a ser un dispositivo completo.

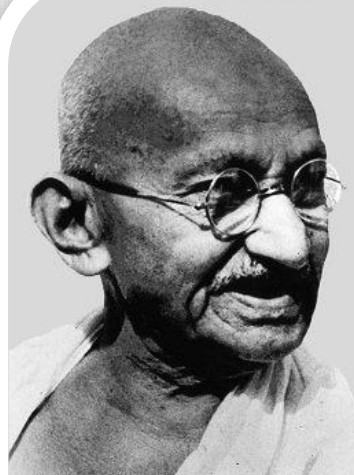
Incorporar la función de interruptor inteligente

Persistencia de datos: Almacenamiento de alarmas en flash

Interfaz Web con más funciones: históricos y posibilidad de descargas

Incorporación de una pantalla para la visualización e interacción en local

¡Gracias!



**«Sé el cambio que
quieres ver en el
mundo».**

Mahatma Gandhi (1869-1948). Abogado, político y activista indio.