



**Apellidos, nome /Apellidos,
nombre:** Blanco Novoa, Oscar

Título:
Sistema de Domótica para la gestión energética inteligente

Resumo / Resumen:

Con la nueva normativa para la regulación del coste de la energía que entró en vigor en España el 1 de abril de 2014 los consumidores con una potencia contratada no superior a 10 KW pueden acogerse al precio voluntario para el pequeño consumidor (PVPC) ¹. Con este nuevo sistema de tarificación, el precio se fija por franjas horarias y se factura por la energía consumida en cada una de las franjas haciendo uso de los contadores inteligentes.

Este sistema de tarificación beneficia a los usuarios finales permitiéndoles reducir los costes pero también a las centrales de generación eléctrica ya que ayuda a reducir los picos de demanda y estabilizar la curva de consumo haciendo que aumente la eficiencia a la hora de generar energía. La mayor parte de países del mundo tienen ya pilotos funcionando con este tipo de tarificación, aunque la aceptación por parte de los usuarios es todavía reducida (menor al 23% en Estados Unidos), debido en parte a la falta de alicientes para acogerse a este tipo de programas, por lo que un sistema que incentive su adopción sería muy deseable.

Este proyecto presenta un sistema domótico para la gestión energética inteligente del hogar, haciendo uso de los datos de coste horario publicados diariamente por Red Eléctrica Española y un algoritmo de planificación del consumo que permite aprovechar los valles y reducir los costes.

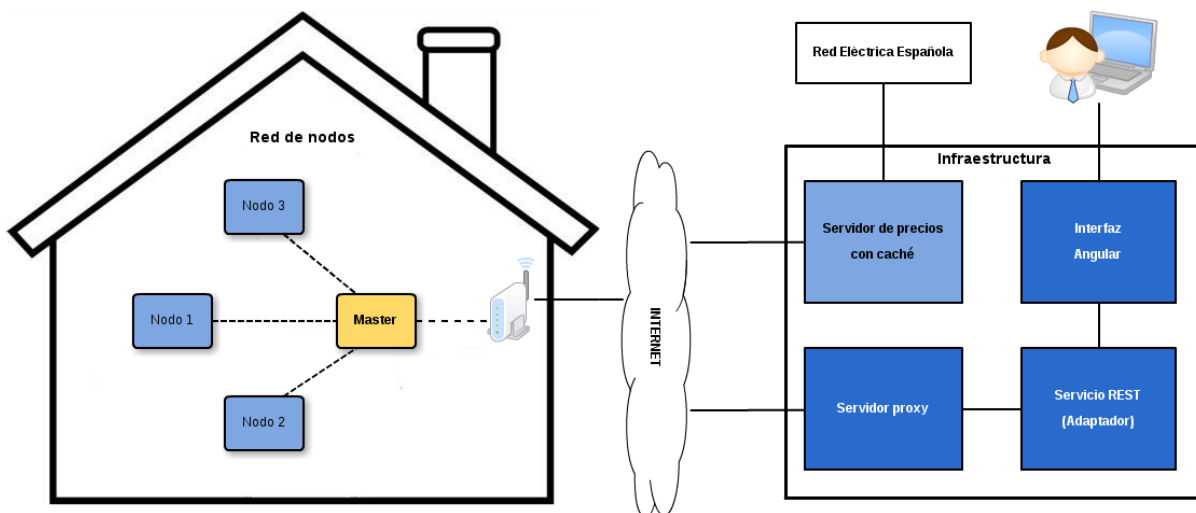
Para ello, se ha desarrollado un sistema autoconfigurable de fácil implantación basado en una serie de enchufes inteligentes conectados entre sí mediante una red WiFi compartida.

¹ <http://www.ree.es/es/actividades/operacion-del-sistema-electrico/precio-voluntario-pequeno-consumidor-pvpc>

Estos enchufes realizarán mediciones de corriente del aparato conectado a cada uno de ellos mediante un sensor de intensidad conectado directamente a la red eléctrica y enviarán estos datos al control central para generar estadísticas y realizar acciones en función de los datos obtenidos. Para ello, cada enchufe dispondrá de un relé que hará de actuador y podrá permitir o denegar el paso de corriente al aparato conectado en función de las órdenes del control central.

El sistema permite monitorizar el consumo de cada aparato conectado en tiempo real y el histórico del mismo. A su vez, también hace posible controlar de forma remota el apagado y encendido de cada uno de los enchufes y planificar el periodo de funcionamiento de cada aparato en las franjas horarias adecuadas para minimizar el coste del consumo energético en función de los datos de tarificación diaria.

Aprovecharemos el hecho de que muchos aparatos tienen cierta flexibilidad respecto a cuándo deben operar. Por ejemplo, al usuario normalmente le dará igual cuando funcione la lavadora siempre y cuando lo haga durante un periodo de tiempo acotado y la ropa esté lista antes de un tiempo límite. Teniendo en cuenta estos parámetros junto con el coste horario de la energía, podemos coordinar todos los aparatos para que funcionen dentro de los rangos de preferencia del usuario, seleccionando de forma automática el momento de encendido y apagado de forma que se minimice el coste.





A la izquierda del esquema, podemos ver la red de enchufes localizada en el hogar. Esta red está formada por nodos homogéneos formados por el hardware diseñado en este proyecto, el cual está compuesto por un **microcontrolador ESP8266**² que actúa como cerebro del sistema y tiene con conectividad WiFi, un **sensor de corriente ACS712**³, que nos permite realizar una monitorización del consumo a tiempo real del aparato que está enchufado al enchufe en cada momento, y un **relé electromecánico**, que nos permite interrumpir o permitir el paso de corriente en demanda desde el microcontrolador.

En la parte derecha del esquema podemos ver los servicios desarrollados para dar soporte a nuestra red.

El **servidor de precios con caché** actúa de intermediario entre Red Eléctrica Española, que nos provee los precios diarios de la energía, y nuestra red, cacheando las peticiones y pre-procesándolas para reducir la carga de los dispositivos integrados.

El **servidor proxy** recibe y almacena conexiones persistentes abiertas desde la red de nodos y las mantiene en memoria de forma que podamos realizar peticiones desde los clientes hacia el interior de una red protegida por un cortafuegos o detrás de un router con NAT.

El **servicio REST** expone una API REST completamente estándar de forma que clientes heterogéneos puedan comunicarse con el sistema sin necesidad de implementar el protocolo propio que utiliza el servidor proxy, además optimiza las peticiones para reducir la carga de los dispositivos integrados

La **interfaz web** permite visualizar la información relativa a los nodos de la red y realizar todas las acciones de control necesarias abstrayendo la complejidad subyacente al usuario.

² <http://www.esp8266.com/>

³ <http://www.allegromicro.com/~media/files/datasheets/acs712-datasheet.ashx>

**Posibles aplicaciones / Posibles aplicaciones:**

El trabajo desarrollado en este proyecto es una solución integral que incluye el hardware, los servicios de red necesarios para dar soporte al sistema y la aplicación de visualización y control pensada para abstraer completamente toda la complejidad del sistema al usuario final.

Además todos los componentes han sido desarrollados de modo que puedan ser instalados y configurados de forma sencilla directamente por el usuario. Para ello, todos los módulos publican una red WiFi la primera vez que se enchufan a la red. Conectándonos a dicha red, tenemos acceso a un formulario desde el que podemos configurar gráficamente los parámetros básicos que el nodo necesita para conectarse a un punto de acceso. A partir de este momento toda la gestión puede realizarse desde el panel de control de la aplicación web desarrollada.

La principal aplicación para la que se ha desarrollado este proyecto ya se ha mencionado anteriormente, y consiste en permitir la planificación del funcionamiento de diferentes aparatos de forma automática teniendo en cuenta los datos de coste horario de la energía de manera que se minimice el coste. Sin embargo la infraestructura desarrollada para este sistema da soporte a numerosas funcionalidades útiles para otras aplicaciones.

Debido a que el proyecto utiliza un sistema de conexiones inversas, podemos enviar peticiones desde el exterior de la red (p. ej. desde un smartphone) para encender o apagar aparatos de forma remota, así como conocer su estado en tiempo real y cuánta energía están consumiendo en cada momento.

Nos permite monitorizar el consumo de múltiples aparatos de forma independiente y compararlos entre sí para ofrecer al usuario datos cualificados que le permiten conocer qué porcentaje del consumo total y coste supone cada aparato, lo que facilitaría la aplicación de medidas correctivas y de ahorro energético especialmente en el mundo empresarial e industrial.



Permite detectar en tiempo real anomalías en la red monitorizando el consumo, localizar aparatos que han dejado de funcionar o aquellos con un consumo inusual pudiendo identificar cortocircuitos y cortar la corriente antes de que puedan producirse incendios.

El sistema de planificación aunque no ha sido desarrollado con este objetivo, permite planificar el encendido y apagado de luces y aparatos de forma periódica, para simular presencia en el hogar con el objetivo de disuadir a ladrones.

Ofrece la posibilidad de enviar estadísticas anónimas de gasto energético en tiempo real a las distribuidoras de energía de forma que puedan realizarse estudios de los patrones de consumo así como para poder adecuar la producción energética a la demanda.

A mayores de estas funcionalidades, con pequeñas modificaciones el sistema podría detectar consumos residuales de los aparatos basándonos en el consumo instantáneo del mismo y apagarlos de forma automática cuando se detecta que se encuentran en estado de *stand by*.

Por otro lado, añadiendo más sensores podrían realizarse mediciones de otras variables como agua o gas, para ofrecer una visión global del consumo energético de una vivienda o negocio, así como datos ecológicos y de emisiones.

Etapas para o seu desenvolvemento futuro / Etapas para su desarrollo futuro:

En este momento el proyecto es funcional y el prototipo cumple con todas las características mencionadas anteriormente, sin embargo, sería deseable añadir otros parámetros al algoritmo de planificación como la potencia máxima contratada, de forma que el sistema pueda tenerlo en cuenta para que la suma del consumo de todos los aparatos conectados no supere nunca la potencia contratada. También sería interesante, como comentamos anteriormente, añadir datos de más sensores al sistema.

Antes de pasar a la fase de producción habría que realizar mejoras de seguridad en las comunicaciones, todos los módulos desarrollados han sido diseñados para soportar cifrado, por lo tanto podría

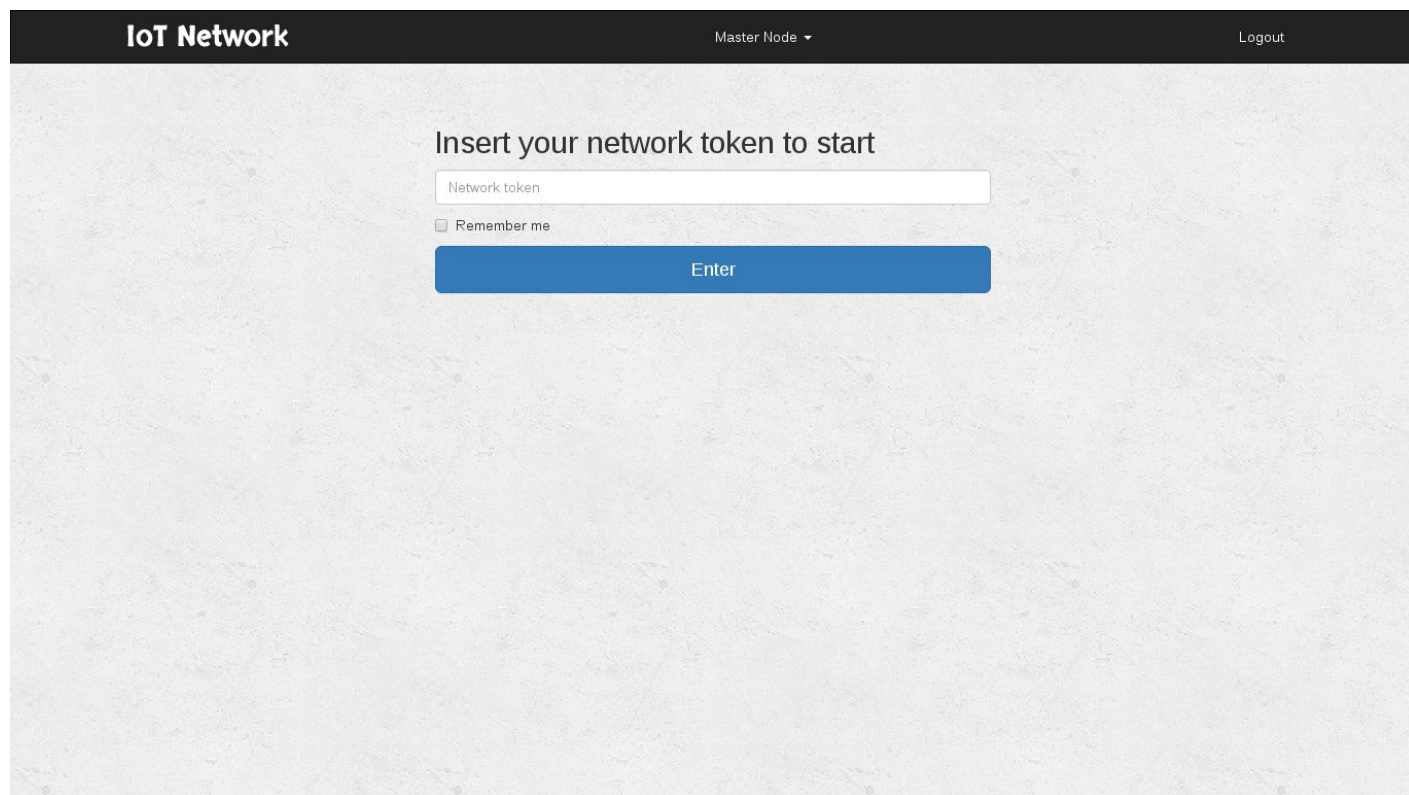


implementarse de forma sencilla. Además es necesario realizar pruebas más exhaustivas para determinar cuál es el impacto que pueden producir las interferencias en los sensores de corriente en entornos reales, así como en el sistema de comunicaciones.

A mayores habría que sustituir las placas de desarrollo y módulos utilizados, diseñados para prototipos, por sus versiones finales y diseñar una placa de circuito impreso a medida que sirva de soporte para el resto de componentes.

Por último sería necesario estudiar más a fondo el mercado para determinar cuáles de las aplicaciones mencionadas tienen un mayor interés comercial y desarrollar un plan de negocio acorde con ellas.

Imaxes representativas / Imágenes representativas:



\$ Energy price



i Module info

Local time: **0:06:44**

Node Status: ON

Node mode: Inteligent ▾
Inteligent
Real time

⌚ Power consumption



📅 Schedules

Start	End	Duration	Repeat
02-09-2016 19:57	22:58	2h	Daily
04-09-2016 18:00	17:59 (next day)	4h 5m	Weekly

+

\$ Energy price



⌚ Power consumption



Schedule

Interval: ⌚

From:

To: septiembre de 2016

Duration:

Repeat:

DELETE
Send

📅 Schedules

Start	End	Duration	Repeat
03-09-2016 12:00	15:30	2h 20m	Daily
08-09-2016 21:54	08:06 (next day)	1h	Don't repeat

+

