



# **Tarjeta Smart House para una habitación**

**César Andres Tejada Torres**  
**John Alejandro Barahona Pineda**

Universidad del Quindío  
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Electrónica  
Armenia, Colombia  
2018



# Tarjeta Smart House para una habitación

**César Andres Tejada Torres**  
**John Alejandro Barahona Pineda**

Tesis o trabajo de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniero Electrónico**

Director:  
Ing. César Augusto Álvarez Gaspar

Línea de Investigación:  
Internet de las Cosas  
Universidad del Quindío  
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Electrónica  
Armenia, Colombia  
2018



# Agradecimientos

Esta sección es opcional, en ella el autor agradece a las personas o instituciones que colaboraron en la realización de la tesis o trabajo de investigación. Si se incluye esta sección, deben aparecer los nombres completos, los cargos y su aporte al documento.



## Resumen

El resumen es una presentación abreviada y precisa (la NTC 1486 de 2008 recomienda revisar la norma ISO 214 de 1976). Se debe usar una extensión máxima de 12 renglones. Se recomienda que este resumen sea analítico, es decir, que sea completo, con información cuantitativa y cualitativa, generalmente incluyendo los siguientes aspectos: objetivos, diseño, lugar y circunstancias, pacientes (u objetivo del estudio), intervención, mediciones y principales resultados, y conclusiones. Al final del resumen se deben usar palabras claves tomadas del texto (mínimo 3 y máximo 7 palabras), las cuales permiten la recuperación de la información.

**Palabras clave: (máximo 10 palabras, preferiblemente seleccionadas de las listas internacionales que permitan el indizado cruzado).**

A continuación se presentan algunos ejemplos de tesauros que se pueden consultar para asignar las palabras clave, según el área temática:

**Artes:** AAT: Art y Architecture Thesaurus.

**Ciencias agropecuarias:** 1) Agrovoc: Multilingual Agricultural Thesaurus - F.A.O. y 2) GEMET: General Multilingual Environmental Thesaurus.

**Ciencias sociales y humanas:** 1) Tesauro de la UNESCO y 2) Population Multilingual Thesaurus.

**Ciencia y tecnología:** 1) Astronomy Thesaurus Index. 2) Life Sciences Thesaurus, 3) Subject Vocabulary, Chemical Abstracts Service y 4) InterWATER: Tesauro de IRC - Centro Internacional de Agua Potable y Saneamiento.

**Tecnologías y ciencias médicas:** 1) MeSH: Medical Subject Headings (National Library of Medicine's USA) y 2) DECS: Descriptores en ciencias de la Salud (Biblioteca Regional de Medicina BIREME-OPS).

**Multidisciplinarias:** 1) LEMB - Listas de Encabezamientos de Materia y 2) LCSH- Library of Congress Subject Headings.

También se pueden encontrar listas de temas y palabras claves, consultando las distintas bases de datos disponibles a través del Portal del Sistema Nacional de Bibliotecas<sup>1</sup>, en la sección Recursos bibliográficos. opción "Bases de datos".

## Abstract

Es el mismo resumen pero traducido al inglés. Se debe usar una extensión máxima de 12 renglones. Al final del Abstract se deben traducir las anteriores palabras claves tomadas del

---

<sup>1</sup>ver: [www.sinab.unal.edu.co](http://www.sinab.unal.edu.co)

texto (mínimo 3 y máximo 7 palabras), llamadas keywords. Es posible incluir el resumen en otro idioma diferente al español o al inglés, si se considera como importante dentro del tema tratado en la investigación, por ejemplo: un trabajo dedicado a problemas lingüísticos del mandarín seguramente estaría mejor con un resumen en mandarín.

**Keywords: palabras clave en inglés(máximo 10 palabras, preferiblemente seleccionadas de las listas internacionales que permitan el indizado cruzado)**



# **1 Objetivos**

## **1.1. Objetivo General**

Desarrollar una solución IoT para una habitación en un entorno de Smart House.

## **1.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar un prototipo de una tarjeta inalámbrica para una habitación en un entorno Smart House.
- Desarrollar una aplicación web encargada de permitir la interacción del usuario con su habitación.
- Evaluar el desempeño del sistema en una prueba beta.

# Contenido

|   |            |
|---|------------|
| <b>Agradecimientos</b>                                    | <b>v</b>   |
| <b>Resumen</b>  | <b>vii</b> |
| <b>1 Objetivos</b>  | <b>ix</b>  |
| 1.1 Objetivo General . . . . .                            | ix         |
| 1.2 Objetivos Específicos . . . . .                       | ix         |
| <b>Lista de símbolos</b>                                  | <b>xii</b> |
| <b>2 Introducción</b>                                     | <b>1</b>   |
| <b>3 Marco Teórico</b>                                    | <b>2</b>   |
| 3.1 Internet de las Cosas . . . . .                       | 2          |
| 3.2 Smart House . . . . .                                 | 3          |
| 3.3 Hardware . . . . .                                    | 3          |
| 3.3.1 ESP-WROOM-32 . . . . .                              | 3          |
| 3.3.2 Control de potencia AC por ángulo de fase . . . . . | 5          |
| 3.3.3 Switch con transistores . . . . .                   | 5          |
| 3.3.4 I2C . . . . .                                       | 5          |
| 3.3.5 Optoacoplador . . . . .                             | 5          |
| 3.3.6 Sensores . . . . .                                  | 5          |
| 3.3.7 Cargas AC . . . . .                                 | 5          |
| 3.3.8 Cargas DC . . . . .                                 | 5          |
| 3.4 Software . . . . .                                    | 5          |
| 3.4.1 RTOS . . . . .                                      | 5          |
| 3.4.2 ESP-IDF . . . . .                                   | 6          |
| 3.4.3 Heroku . . . . .                                    | 6          |
| 3.4.4 Framework IoT . . . . .                             | 6          |
| 3.4.5 HTTP . . . . .                                      | 6          |
| 3.4.6 JSON . . . . .                                      | 6          |
| 3.4.7 Proteus . . . . .                                   | 6          |
| <b>4 Desarrollo e Implementación</b>                      | <b>7</b>   |
| 4.1 Hardware . . . . .                                    | 7          |

---

|          |                              |           |
|----------|------------------------------|-----------|
| 4.2      | Firmware . . . . .           | 7         |
| 4.3      | Software . . . . .           | 7         |
| 4.3.1    | Servidor Heroku . . . . .    | 7         |
| 4.3.2    | Framework ... . . . .        | 7         |
| <b>5</b> | <b>Resultados y Análisis</b> | <b>8</b>  |
| <b>6</b> | <b>Conclusiones</b>          | <b>9</b>  |
| <b>7</b> | <b>Trabajos Futuros</b>      | <b>10</b> |
| <b>8</b> | <b>Glosario</b>              | <b>11</b> |
|          | <b>Bibliografía</b>          | <b>13</b> |

# Lista de símbolos

## Abreviaturas

| Abreviatura | Término  |
|-------------|--|
| <i>RF</i>   | Radiofrecuencia                                |
| <i>IR</i>   | Infrarrojo                                     |
| <i>SMS</i>  | Servicio de Mensajes Cortos                    |
| <i>GSM</i>  | Sistema Global para las comunicaciones Móviles |
| <i>SBC</i>  | Computadoras de Placa Simple                   |
| <i>IoT</i>  | Internet de las Cosas                          |
| <i>AC</i>   | Corriente alterna                              |
| <i>DC</i>   | Corriente continua                             |

## 2 Introducción

Con el avance de las tecnologías, y el crecimiento exponencial que ha tenido el internet, es posible enlazar comunicaciones con infinidad de dispositivos en múltiples lugares del mundo, accediendo a todo tipo de información, desde series de televisión, hasta datos reales generados por procesos industriales. Para que esto sea posible, se han creado sistemas capaces de enviar datos a la red (internet), con múltiples fines, ya sea para estudios estadísticos o simple información general. Uno de los objetivos principales de IoT, es manejar esta información de manera inteligente, es decir, el proceso de tomar decisiones y acciones significativas con esta información.

IoT puede ser implementado tanto a gran escala, como a una ciudad, o a una escala más reducida, como por ejemplo una habitación, sea una cocina, una pequeña bodega de alimentos, etc., en la cual existen múltiples variables a tener en cuenta. Para el análisis de las múltiples variables presentes en una habitación, se requiere un sistema capaz de, capturar la información, tomar decisiones inteligentes sobre esta información, para posteriormente ejecutar acciones que puedan influir directa o indirectamente con dichas variables.

La gran ventaja de IoT en relación a la toma de decisiones inteligentes sobre la información, es la capacidad de darle a esa información un propósito mayor, ya que puede ser empleado para algún tipo de realimentación con fines de mejorar procesos o como se mencionó anteriormente, con propósitos generales.

## 3 Marco Teórico

### 3.1. Internet de las Cosas

La internet de las cosas es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de transferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora.

IoT ha evolucionado desde la convergencia de tecnologías inalámbricas, sistemas microelectromecánicos, microservicios e internet. La convergencia ha ayudado a derribar las paredes de silos entre la tecnología operativa y la tecnología de la información, permitiendo que los datos no estructurados generados por máquinas sean analizados para obtener información que impulse mejoras. [1]

Kevin Ashton, cofundador y director ejecutivo del Auto-ID Center de MIT, mencionó por primera vez la internet de las cosas en una presentación que hizo a Procter & Gamble en 1999. He aquí cómo Ashton explica el potencial de la internet de las cosas:

“Las computadoras de hoy –y, por lo tanto, la internet– dependen casi totalmente de los seres humanos para obtener información. Casi todos los aproximadamente 50 petabytes (un petabyte son 1.024 terabytes) de datos disponibles en internet fueron capturados y creados por seres humanos escribiendo, presionando un botón de grabación, tomando una imagen digital o escaneando un código de barras.

El problema es que la gente tiene tiempo, atención y precisión limitados, lo que significa que no son muy buenos para capturar datos sobre cosas en el mundo real. Si tuviéramos computadoras que supieran todo lo que hay que saber acerca de las cosas –utilizando datos que recopilamos sin ninguna ayuda de nosotros– podríamos rastrear y contar todo, y reducir en gran medida los desechos, las pérdidas y el costo. Sabríamos cuándo necesitamos reemplazar, reparar o recordar cosas, y si eran frescas o ya pasadas”. [2]

## 3.2. Smart House

El concepto de Smart House implica tres características básicas. En primer lugar, el monitoreo a través de redes de sensores para obtener información sobre la casa y sus residentes. En segundo lugar, los mecanismos que controlan el uso de la comunicación entre dispositivos para permitir la automatización y el acceso remoto. Por último, las interfaces de usuario, como los teléfonos inteligentes y las computadoras que permiten a los usuarios especificar las preferencias, así como presentar información a las personas acerca de estas preferencias.

Smart House es un entorno que tiene sistemas sofisticados a través de los cuales se pueden controlar algunas de las cosas de la casa, como luces, puertas, ventanas, además puede racionalizar el consumo de energía, entre otras funciones mediante el uso de sensores. Básicamente, uno de los beneficios más importantes del uso de la tecnología en las casas, es la prestación de servicios a las personas.[3]

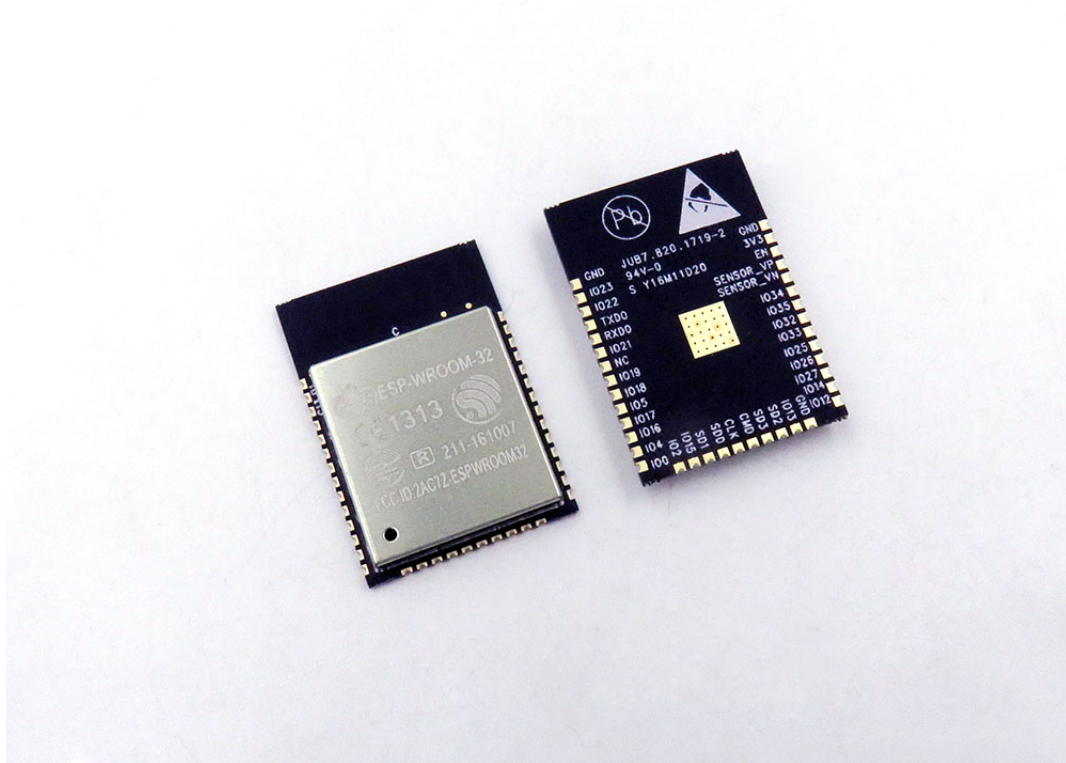
## 3.3. Hardware

### 3.3.1. ESP-WROOM-32

[4] Es un potente módulo MCU Wi-Fi + BT + BLE que se dirige a una amplia variedad de aplicaciones, desde redes de sensores de baja potencia hasta las tareas más exigentes, como codificación de voz, transmisión de música y decodificación de MP3.

En el núcleo de este módulo está el chip ESP32-D0WDQ6. El chip integrado está diseñado para ser escalable y adaptable. Hay dos núcleos de CPU que se pueden controlar individualmente, y la frecuencia del reloj es ajustable de 80 MHz a 240 MHz. El usuario también puede apagar la CPU y utilizar el coprocesador de baja potencia para monitorear constantemente los periféricos en busca de cambios o cruces de umbrales. ESP32 integra un amplio conjunto de periféricos, que van desde sensores táctiles capacitivos, sensores Hall, interfaz de tarjeta SD, Ethernet, SPI de alta velocidad, UART, I2S e I2C.

La integración de Bluetooth, Bluetooth LE y Wi-Fi garantiza que se pueda orientar una amplia gama de aplicaciones, el uso de Wi-Fi permite un gran alcance físico y conexión directa a Internet a través de Wi-Fi, mientras usa Bluetooth, le permite al usuario conectarse convenientemente al teléfono o transmitir balizas de baja energía para su detección. La corriente de reposo del chip ESP32 es inferior a 5 uA, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de electrónica con batería y portátiles. ESP32 admite una velocidad de datos de hasta 150 Mbps y una potencia de salida de 20.5 dBm en la antena para garantizar el rango físico más amplio.

**Figura 3-1:** ESP WROOM 32

El sistema operativo elegido para ESP32 es freeRTOS con LwIP; TLS 1.2 con aceleración de hardware está integrado también. También se admite la actualización segura (cifrada) a través del aire (OTA), de modo que los desarrolladores puedan actualizar continuamente sus productos incluso después de su lanzamiento.



### **3.3.2. Control de potencia AC por ángulo de fase**

### **3.3.3. Switch con transistores**

### **3.3.4. I2C**

### **3.3.5. Optoacoplador**

### **3.3.6. Sensores**

#### **Luminosidad**

### **3.3.7. Cargas AC**

### **3.3.8. Cargas DC**

## **3.4. Software**

### **3.4.1. RTOS**

[5] Los sistemas operativos en tiempo real, tienen como parámetro clave al tiempo, ya que en gran variedad de situaciones, como por ejemplo, un proceso industrial, se requiere recolectar múltiples datos, los cuales son usados para el control de múltiples procesos, los cuales deben ser ejecutados en determinados instantes, de no ser así, podría causar desde la mala ejecución de una tarea, hasta un accidente según la delicadeza del proceso.

Para procesos con nula tolerancia a fallos, se conoce como un sistema en tiempo real duro, muchos de estos sistemas se encuentran en el control de procesos industriales, en aeronáutica, en la milicia y en áreas de aplicación similares. el caso contrario, cuando se tiene cierta tolerancia a que muy ocasionalmente existan fallos, se conoce como sistema en tiempo real suave, los sistemas de audio digital o de multimedia están en esta categoría. Los teléfonos digitales también son ejemplos de sistema en tiempo real suave.

“Como en los sistemas en tiempo real es crucial cumplir con tiempos predeterminados para realizar una acción, algunas veces el sistema operativo es simplemente una biblioteca enlazada con los programas de aplicación, en donde todo está acoplado en forma estrecha y no hay protección entre cada una de las partes del sistema. Un ejemplo de este tipo de sistema en tiempo real es freeRTOS. Las categorías de sistemas para computadoras de bolsillo, sistemas integrados y sistemas en tiempo real se traslapan en forma considerable. Casi todos ellos tienen por lo menos ciertos aspectos de tiempo real suave. Los sistemas integrados y de tiempo real sólo ejecutan software que colocan los diseñadores del sistema; los usuarios no pueden agregar su propio software, lo cual facilita la protección.

Los sistemas de computadoras de bolsillo y los sistemas integrados están diseñados para los consumidores, mientras que los sistemas en tiempo real son más adecuados para el uso industrial. Sin embargo, tienen ciertas características en común”.

### **3.4.2. ESP-IDF**

ESP-IDF es el entorno de desarrollo oficial para el ESP32 desarrollado por Espressif System, el cual mediante una serie de comandos específicos escritos en la terminal (para el caso de linux), permite realizar una configuración del ESP32 en cuanto a su funcionamiento, es decir, permite encender o apagar características como el WiFi, el Bluetooth o realizar particiones de memoria, además de esto, se puede cargar el código por el puerto USB al ESP32, al igual que se puede visualizar la información generada por el ESP32 por este mismo puerto.

#### **Particiones**

#### **Consola**

#### **OTA**

#### **HTTP Request**

#### **Timers**

### **3.4.3. Heroku**

### **3.4.4. Framework IoT**

### **3.4.5. HTTP**

### **3.4.6. JSON**

### **3.4.7. Proteus**

## **4 Desarrollo e Implementación**

### **4.1. Hardware**

El hardware se diseña por medio del software Proteus en dos capas ...

### **4.2. Firmware**

El firmware se desarrolla sobre el framework o SDK oficial de Espressif Systems, ESP-IDF el cual posee una documentación ...

Sobre el firmware se desarrollan los siguientes temas:

**Consola**

**HTTP Request**

**Tareas**

**Timers**

**I2C**

**PWM**

**GPIO**

**Interrupciones**

### **4.3. Software**

**4.3.1. Servidor Heroku**

**4.3.2. Framework ...**

## **5 Resultados y Análisis**

## **6 Conclusiones**

## **7 Trabajos Futuros**

## 8 Glosario

**AC (Corriente alterna):** corriente eléctrica variable en la que las cargas eléctricas (electrones) cambian el sentido del movimiento a través de un conductor de manera periódica.

**DC (Corriente continua):** corriente de intensidad constante en la que el movimiento de las cargas eléctricas (electrones) siempre es en el mismo sentido.

**Internet del todo (IoE):** es un concepto que extiende el énfasis de la internet de las cosas (IoT) en las comunicaciones de máquina a máquina para describir un sistema más complejo que también abarca personas y procesos.[6]

**Internet de las Cosas (IoT):** parte fundamental del internet del todo (IdT), el cual se refiere principalmente a la interacción máquina-máquina, en incluso interacción máquina-persona.

**Software:** conjunto de programas y rutinas que permiten a un sistema realizar determinadas tareas.

**Hardware:** partes físicas que componen un sistema electrónico, como por ejemplo los componentes de un circuito electrónico.

**Firmware:** programa informático que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo, es decir, software que maneja físicamente al hardware.

**Radiofrecuencia:** es la porción del espectro electromagnético (frecuencias) que es empleado en la radiocomunicación.

**Infrarrojo:** se refiere a la radiación electromagnética con longitud de onda mayor (menor energía) a la de la luz visible por el ser humano.

**PIC:** familia de microcontroladores tipo RISC (Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas). [7]

**Zigbee:** es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal. [8]

**HTML5:** siendo la última versión de HTML, contiene elementos, atributos y comportamientos nuevos, además de un conjunto más amplio de tecnologías que proporciona mayor diversidad y alcance a los sitios Web.

**PHP (Preprocesador de hipertexto):** es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

**SQL (lenguaje de consulta estructurado):** es un lenguaje de programación estándar e interactivo para la obtención de información desde una base de datos y para actualizarla.

**VisualBasic .NET:** es un lenguaje de programación orientado a objetos que cuenta con los beneficios que le brinda .NET Framework, el modelo de programación diseñado para simplificar la programación de aplicaciones en un entorno sumamente distribuido como lo es Internet.[9]



# Bibliografía

- [1] TechTarget. Internet de las cosas (iot).
- [2] Kevin Ashton. That 'internet of things' thing. 2009.
- [3] Aadel Howedi and Ali Jwaid. Design and implementation prototype of a smart house system at low cost and multi-functional. 2016.
- [4] Espressif Systems. Esp-wroom-32 datasheet, 2018.
- [5] Andrew S. Tanenbaum. *Sistemas Operativos Modernos*. 3ra edition, 2009.
- [6] Margaret Rouse. Internet de todo (ioe), 2017.
- [7] Wikipedia. Microcontrolador pic, 2017.
- [8] Zigbee. What is zigbee?, 2017.
- [9] Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Lenguaje de programación visual basic .net, 2009.