



**SISTEMA DE MONITOREO INTELIGENTE PARA EL AHORRO DE ENERGÍA  
USANDO ELECTRÓNICA EMBEBIDA DE BAJO COSTO**

**AUTORES**

**VALENTINA ORTEGA HINCAPIÉ**

**JORGE ANDRES YARCE**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

**MEDELLÍN**

**2022**

**SISTEMA DE MONITOREO INTELIGENTE PARA EL AHORRO DE ENERGÍA  
USANDO ELECTRÓNICA EMBEBIDA DE BAJO COSTO**

**AUTORES**

**VALENTINA ORTEGA HINCAPIÉ**

**JORGE ANDRES YARCE**

**ASESORES**

**MATEO RICO GARCÍA**

**GUILDA VIVIANA DAVILA DURAN**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

**MEDELLÍN**

**2023**

## **Agradecimientos**

### **Yo Jorge Andres Yarce**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi amada madre, María Gladis Marín, y a mi querido hermano mayor y docente en la Institución Universitaria Pascual Bravo, Omar Antonio Yarce Marin, por su apoyo incondicional y emocional en mi trabajo de grado. También agradezco al jefe del departamento de producción en la Institución Universitaria Pascual Bravo, José Alejandro Durango Marín, por su invaluable orientación. Además, no puedo dejar de mencionar el apoyo constante de mi amiga y compañera de estudio, Valentina Ortega Hincapié. Este logro no sería posible sin el respaldo y la creencia de estas personas tan importantes en mi vida. Agradezco también a la profesora Guilda Viviana Dávila y Mateo Rico García por su guía y orientación durante todo el proceso. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para mi crecimiento académico. Gracias a todos por estar a mi lado en este camino académico y por creer en mí.

### **Yo Valentina Ortega Hincapié**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre por su apoyo incondicional durante mi proyecto de grado. Tu amor, paciencia y dedicación han sido fundamentales para que hoy pueda obtener este logro, también quiero agradecer a la institución universitaria Pascual Bravo por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y de llevar a cabo nuestro proyecto de grado. A mi familia, quiero darles las gracias por sus palabras de aliento y respaldo emocional, han significado un mundo para mí, a mi compañero Jorge Andrés Yarce, quiero expresar mi más sincero agradecimiento. Su colaboración, dedicación y espíritu de equipo han sido fundamentales en la culminación exitosa de este proyecto.

Por último, pero no menos importante, quiero agradecer a los docentes de apoyo, Mateo Rico y Viviana Dávila. Su guía, conocimientos y asesoramientos han sido invaluable. Estoy llena de gratitud y eternamente agradecida.

## Contenido

Introducción	10
1. Planteamiento del problema	11
1.1 Descripción	11
1.2 Formulación	12
2. Justificación	13
3. Objetivos	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. Marco teórico	16
4.1 Consumo vampiro :	16
4.2 Ahorro de energía	17
4.2.1. Ahorro de energía en el hogar:	17
4.3 El internet de las cosas	18
4.3.1 Aplicaciones de la IoT en el hogar	19
4.4 Cloud and Big-Data	20
4.5 Inteligencia artificial	20
4.6 Automatización	21
4.7 Aplicaciones de Automatización con IoT	22
5. Metodología	23
5.1 Tipo de proyecto	23
5.2 Método	24
5.3 Instrumentos de recolección de información	25
5.3.1 Fuentes primarias	25
5.3.2 Fuentes secundarias	25
6. Resultados del Proyecto	26
6.1 Diseño de dispositivo :	26
6.2 Construcción y sus partes	28
6.2.1 Características de las piezas :	29
6.3 Gráficas y descripciones	30
6.3.1 Medición de un horno microondas	30
6.3.2 Medición de una cafetera	32
6.3.3 Medición de un TV	33
6.3.4 Medición de un cargador de celular	34
6.5 Discusión de los resultados	35
7. Conclusiones	38
8 .Recomendaciones.	39
9. Referencias bibliográficas	42

## Índice de figuras

Figura 1: Esquema de un Circuito Residencial con Monitoreo de Voltaje y Corriente .....	27
Figura 2: Esquema de un Circuito Residencial con Monitoreo de Voltaje y Corriente.....	28
Figura 3: Representación en 3D de Arduino Uno con Sensores de Voltaje y Corriente para Monitoreo de un Bombillo.....	28
Figura 4: Ensamblaje e Integración del Prototipo: Arduino Uno, Conexiones de Sensores y Cableado al Tomacorriente.....	29
Figura 5: Microcontrolador Arduino uno.....	30
Figura 6: Sensor de voltaje ZMPT101B.....	30
Figura 7: Sensor de corriente ACS712-20.....	31
Figura 8: Gráfica de Consumo de Energía de un Horno Microondas 1200W en el tiempo.....	32
Figura 9: Gráfica de Consumo de Energía de una cafetera 500W en el tiempo.....	33
Figura 10: Gráfica de Consumo de Energía de un TV inteligente de la marca LG en el tiempo.....	34
Figura 11: Gráfica de Consumo de Energía de un cargador inteligente de la marca Huawei en el tiempo.....	35

## Resumen

# IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO INTELIGENTE PARA EL AHORRO DE ENERGÍA USANDO ELECTRÓNICA EMBEBIDA DE BAJO COSTO

VALENTINA ORTEGA HINCAPIÉ  
JORGE ANDRES YARCE MARIN

En el presente estudio se desarrolló un sistema de monitoreo de consumo de energía mediante la utilización de la plataforma Arduino y sus diversos sensores. El objetivo de este trabajo fue presentar e implementar un dispositivo que permitiera realizar mediciones en una red eléctrica residencial e identificar consumos vampiros, empleando electrónica embebida para adquirir datos a través de un prototipo de monitoreo. Para ello, se utilizaron los módulos ZMPT101b, ACS712-20A y una conexión serial con el microcontrolador Arduino Uno, el cual se comunicaba con su software de programación IDE para la lectura de datos y recepción de datos en tiempo real.

El prototipo desarrollado permitió recopilar lecturas de voltaje y corriente, así como calcular la potencia activa de las cargas eléctricas de mayor consumo seleccionadas en el hogar, abarcando desde equipos de calefacción hasta cargadores de celulares. Esto se logró mediante una conexión USB, junto con los módulos sensoriales antes mencionados, los cuales se encontraban conectados al microcontrolador Arduino Uno.

**Palabras clave:** electrónica embebida, consumos eléctricos, eficiencia energética, Microcontrolador Arduino Uno

## **Abstract**

### **IMPLEMENTING AN INTELLIGENT ENERGY-SAVING MONITORING SYSTEM USING LOW-COST EMBEDDED ELECTRONICS**

**VALENTINA ORTEGA EMPHASIZES  
JORGE ANDRES YARCE MARIN**

In this study, an energy consumption monitoring system was developed using the Arduino platform and its various sensors. The aim of this work was to present and implement a device that would allow measurements to be made on a residential electrical network and identify vampire consumption, using embedded electronics to acquire data through a monitoring prototype. To do this, the modules were used ZMPT101b, ACS712-20A and a serial connection with the Arduino Uno microcontroller, which communicated with its IDE programming software for the reading of data and receiving data in real time.

The prototype developed made it possible to collect voltage and current readings, as well as to calculate the active power of the highest consumption electrical charges selected in the home, ranging from heating equipment to cellular chargers. This was achieved through a USB connection, along with the above-mentioned sensory modules, which were connected to the Arduino Uno microcontroller.

**Keywords:** embedded electronics, electrical consumption, energy efficiency, Arduino Microcontroller

One



## Glosario

**Consumo:** Es el proceso mediante el cual los individuos, los hogares, industria utilizan bienes y servicios para satisfacer sus necesidades

**Consumos vampiros:** se refiere al uso de energía eléctrica por parte de los dispositivos electrónicos cuando están aparentemente apagados

**Energía eléctrica:** La energía eléctrica es un tipo de energía que consiste en el movimiento de los electrones entre dos puntos cuando existe una diferencia de potencial entre ellos, lo cual permite generar la llamada corriente eléctrica.

**Sector domiciliario:** Se refiere a la parte que ocupa los hogares o viviendas donde residen las personas en su domicilio o lugar de trabajo y sirven para satisfacer las necesidades básicas de bienestar y salubridad de la población.

**Big data:** es un término que hace referencia a conjuntos de datos tan grandes y complejos que precisan de aplicaciones informáticas no tradicionales de procesamiento de datos para tratarlos adecuadamente.

**Inteligencia artificial:** La inteligencia artificial o IA es la simulación de la inteligencia humana en máquinas creadas para pensar como los humanos e imitar sus acciones. La inteligencia artificial puede aprender, tomar decisiones y resolver problemas como un humano.

**Automatización:** La automatización es un componente imprescindible en todo modelo que implique la implantación de cualquier tipo de elementos vinculados a robots, que funcionan adecuadamente mediante sensores y actuadores que ejecutan diferentes procesos, ya sean mecánicos, industriales, informáticos y de máquinas mediante una programación establecida.

**Potencia eléctrica:** Es un parámetro que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente generadora a un elemento consumidor por unidad de tiempo.

**Sistema embebido:** Es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real.

**Internet de las cosas:** Es el proceso que permite conectar los elementos físicos cotidianos al Internet: desde los objetos domésticos comunes, como las bombillas de luz, hasta los recursos para la atención de la salud, como los dispositivos médicos; las prendas y los accesorios personales inteligentes; e incluso los sistemas de las ciudades inteligentes.

**Microprocesador:** Es un dispositivo que realiza las funciones de la CPU en un único circuito integrado. Se pone en marcha cuando inicias tu ordenador y se encarga de activar el sistema operativo y los programas correspondientes. También realiza operaciones de diversa índole.

**Potencia consumida:** Es la potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc.

**Redes eléctricas:** Son un conjunto de líneas de interconexión eléctrica que se conectan entre sí a las centrales de distribución.

**Protocolo de comunicación:** Son descripciones de mensajes digitales que se requieren para obtener mensajes entre varios sistemas informáticos.

**Consumos Standby:** consumo de electricidad que hacen los aparatos cuando no están en funcionamiento, pero permanecen conectados a la red.

## Introducción

La energía eléctrica se ha convertido en una de las fuentes energéticas más importantes, está directamente asociada al desarrollo de las diferentes actividades productivas que se realizan en el diario vivir, ya que con el transcurrir del tiempo controlar el consumo de energía eléctrica se ha convertido en un factor fundamental para los hogares y las pequeñas empresas, basándose en estudios, la tasa de consumo para el sector domiciliario e industrial ha presentado un crecimiento exponencial en los últimos años.

En la actualidad para monitorear el consumo de energía eléctrica, y los consumos vampiros en el sector domiciliario se han implementado sistemas de monitoreo de diversos parámetros eléctricos por medio de analizadores de energía. Estos dispositivos de alto costo han brindado la facilidad de que se tenga una versatilidad en el estado de los consumos eléctricos. Tener control de los parámetros eléctricos es de vital importancia para un correcto funcionamiento. Por ende, para los hogares y pequeñas empresas comprender el seguimiento de los consumos en las redes eléctricas trae beneficios de orden económico. Esto garantiza el mejor rendimiento para los electrodomésticos en el hogar y pequeña maquinaria industrial. Ahora bien, este proyecto de investigación se planteó el objetivo de identificación de consumos vampiros. Implementando un sistema de monitoreo de bajo costo que permitiera registrar un histórico de parámetros eléctricos mediante el protocolo de comunicación Arduino y un sensor de corriente con la finalidad de dar un diagnóstico del estado de la instalación eléctrica, cabe resaltar que este proyecto se empleó el método investigativo, ya que se busca dar soluciones tecnológicas de bajo costo a problemas operacionales, solucionando aspectos operacionales.

## **1. Planteamiento del problema**

### **1.1 Descripción**

Este trabajo se enfocó en el problema y reto de diagnosticar los consumos energéticos vampiros en los sectores residencial e industrial formado por pequeñas empresas, como estudiantes y formados en tecnología eléctrica de la Institución Universitaria Pascual Bravo se pensó en dicho reto de manera que se buscará una solución de bajo costo que se pudiera implementar, para que se pueda contribuir al seguimiento de las redes eléctricas de uso domésticos.

En consecuencia, de lo anterior se implementó el uso de los diferentes dispositivos electrónicos existentes en el mercado que prometen un sondeo o ahorro del consumo energético y disminuir los gastos operativos, con elementos eléctricos tan comunes como lo son televisores, computadores, microondas, equipos de música, DVD, cargador del celular. Y sumando a lo antes mencionado. Se consiguió contar en tiempo real con la información detallada sobre una de las variables del sistema eléctrico de potencia. Asimismo, se propuso un medio de control con electrónica embebida, que usó herramientas tecnológicas que pueden monitorear el consumo eléctrico en diferentes entornos domiciliarios, basándonos en conocimientos técnicos, tecnológicos y eléctricos, con el fin de optimizar la instalación eléctrica, principalmente enfocada en el control automático de iluminación.

## 1.2 Formulación

Por definición los consumos *vampiros* son aquellos consumos que pueden llegar a durar las 24 horas del día. Aunque se tenga la percepción aparentemente de que los electrodomésticos se encuentren apagados. Para lograr un control sobre estas cargas eléctricas se aplicó un sistema de electrónica embebida que permitió obtener una medición de una de las variables eléctricas tales como corrientes y voltajes, para diagnosticar el consumo de energía general del lugar donde el usuario desea tener un mayor control. Para tomar decisiones referentes al consumo eléctrico y analizar medidas en cuanto a su uso final. En consecuencia, de lo anterior se planteó como pregunta problema: *¿Se podrá identificar los consumos vampiros en una red eléctrica residencial mediante electrónica embebida y sensores que permitan el almacenamiento y análisis de los datos obtenidos para la toma de decisiones en el control de consumo por parte del usuario?*

## 2. Justificación

Para dar solución al problema de los consumos vampiros se indago en el Plan Energético Nacional colombiano 2020-2050 que tiene como uno de sus objetivos la reducción de los consumos vampiros o los consumos standby, que se refiere al consumo de energía que ocurre cuando los dispositivos electrónicos están en modo de espera o apagados, pero aún están conectados a la red eléctrica. Este tipo de consumo innecesario de energía puede representar una cantidad significativa del consumo total de energía en un hogar o edificio, lo que aumenta los costos operativos.

En el Plan Energético Nacional 2020-2050 “las cifras del el Balance Energético Colombiano, el consumo final de energía del país en el año 2018 fue de 1.308 PJ, con la mayor participación por parte del sector de transporte con un 40% (524 PJ); un 22% del sector industrial (293 PJ); un 20 % del sector residencial (263 PJ); un 6% del sector comercial y público (71 PJ) y otros sectores con un 12% (157 PJ). Además, el **consumo mensual de electricidad de un hogar promedio** colombiano es de 157 kWh, que multiplicado por 13.314.305 de hogares se obtiene un total de 2.085.522.453 kWh mes, este valor supera bastante al presentado en el BECO 2015 1.864.747.038 kWh mes.” (**Plan energético nacional, 2019, p. 12**).

Por lo tanto, dada la importancia a nivel nacional del uso de la energía, y en vista de la notable necesidad de disminuir los altos costos operativos asumidos por los consumidores, el Plan Energético Nacional establece medidas para promover la eficiencia energética en los hogares y edificios.

Una de las medidas es la promoción de dispositivos electrónicos de bajo consumo energético, que reducen el consumo de energía en modo de espera o apagado.

Otra medida es la promoción de la educación y la conciencia pública sobre el problema de los consumos vampiros y la forma de reducirlos. En virtud de lo anterior se propuso la implementación de un prototipo de bajo costo, que permita caracterizar los consumos vampiros en el sector domiciliario en Colombia, abarcando diferentes entornos desde restaurantes, viviendas, locales comerciales hasta pequeñas empresas. Con el propósito de brindar una opción para la toma de decisiones de los consumidores, y que le permita interesarse en aumentos de la eficiencia energética en sus procesos productivos a fin de que al tomar las decisiones de desconectar las cargas eléctricas se elimine los consumos vampiros y puedan disminuir los costos de la factura.

## **3.Objetivos**

### **3.1 Objetivo general**

- Identificar los consumos vampiro en una red eléctrica residencial mediante electrónica embebida y sensores que permitan el almacenamiento y análisis de los datos obtenidos para la toma de decisiones en el control de consumo por parte del usuario.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Implementar un dispositivo para realizar mediciones en una red eléctrica residencial basado en electrónica embebida para adquirir datos.
- Almacenar los datos obtenidos en bases de datos que permita su posterior análisis.
- Aplicar análisis de datos mediante el estudio teórico para la toma de decisiones en el control de consumo por parte del usuario.



## 4. Marco teórico

El desarrollo de este proyecto requirió la comprensión de conceptos fundamentales y definiciones claves para ser relacionados con el tema de estudio. En este sentido, fue necesario realizar una investigación exhaustiva para seleccionar los conceptos y antecedentes sobre los cuales se sustenta este trabajo. Durante esta revisión bibliográfica se identificaron y analizaron diversos conceptos teóricos, tales como:

### 4.1 Consumo vampiro:

Según Hans (2010) en su trabajo de grado “*Optimización y prototipado de mejoras de consumo energético para aparatos electrónicos*” El consumo vampiro es el consumo que tienen los aparatos eléctricos cuando están apagados. Este consumo ha sido estudiado numerosas veces y generalmente es causal de campañas publicitarias que le incrementan su popularidad como el principal elemento de gasto innecesario de energía por los usuarios de la red eléctrica. Numerosos informes estiman que al menos es responsable de hasta un consumo constante de 60W en los países desarrollados. (p. 20)

Asimismo, el consumo vampiro en un circuito de monitoreo inteligente para el ahorro de energía usando electrónica embebida de bajo costo se refiere a la energía que se consume de manera innecesaria por los dispositivos electrónicos que están conectados a la red eléctrica y que no están en uso activo, sino que se encuentran en modo de espera o en reposo.

No obstante, el consumo de energía de estos dispositivos en modo de espera es relativamente bajo, y el consumo de varios dispositivos conectados en conjunto puede ser significativo. Por lo que se concluye que el concepto de consumo vampiro es relevante junto con la aplicación de los de sistema de monitoreo inteligente para el control del consumo energético buscando beneficios económicos y energéticos para los usuarios.

## **4.2 Ahorro de energía**

El ahorro de energía, a lo largo de los años, se ha entendido como el uso racional de la energía eléctrica en todos los sectores, sea industrial o doméstico, es decir, es el consumo estrictamente necesario, utilizando de forma correcta la energía para no malgastar un recurso que es indispensable, el cual ha generado una dependencia y el aumento progresivo del mismo en la cotidianidad de la vida, obligando a establecer unos programas que garanticen la disponibilidad del recurso eléctrico.

Según Tobón (2017), *el* ahorro de energía lo define como "*la reducción en la cantidad de energía utilizada en la realización de una actividad o proceso, manteniendo el mismo nivel de producción o calidad de servicio*"; así mismo, explica que el ahorro de energía puede lograrse mediante la implementación de medidas de eficiencia energética, como la optimización de los sistemas de iluminación, la utilización de tecnologías más eficientes y la adopción de prácticas de gestión de la energía.

#### **4.2.1. Ahorro de energía en el hogar:**

Se define como la reducción del consumo de energía en la residencia sin afectar la calidad de vida y las necesidades básicas de sus habitantes en dicho lugar. Este ahorro de energía se puede lograr mediante la adopción de tecnologías eficientes como las bombillas LED, la implementación de hábitos sostenibles y la utilización de fuentes renovables como los paneles solares.

En consecuencia, el ahorro de energía en el hogar es un tema cada vez más importante debido a su impacto en sector domiciliario , como se ilustra en el trabajo de grado de Gómez (2020), quien se enfoca en la eficiencia energética en el sector domiciliario, incluyendo oficinas, hoteles, apartamentos y viviendas , Gómez Diaz analiza diversos aspectos relacionados con el comportamiento de los sistemas, la eficiencia de los electrodomésticos y la iluminación, y propone la implementación de diversas tecnologías, sensores y actuadores para mejorar la eficiencia energética en los hogares y reducir los costos de energía para los hogares de bajos ingresos.

Sumando a lo anterior Gómez (2020) presenta el diseño de un sistema de monitoreo y control que mide el gasto de energía y agua, permitiendo que se determine en tiempo real el perfil de consumo de los sistemas donde estos son implementados, fomentando así una mejor utilización de los servicios domiciliarios. (p.9). Allí, una de las tecnologías que se analiza en el trabajo de grado es la aplicación de sensores de corriente, como el ACS712, para medir el consumo de corriente en los hogares. Además, se propone la implementación de prácticas educativas para fomentar el ahorro en los usuarios

### **4.3 El internet de las cosas**

El Internet de las cosas o Iota hace referencia a la expansión de los productos de consumo cotidianos, incluyendo componentes eléctricos y electrónicos enlazados con un sistema computarizado y conectados a una red de comunicación Wi-Fi, lo que permite una manipulación remota. Entre los más comunes se encuentran los microprocesadores y las plataformas electrónicas de Arduino, sensores y otros objetos con conectividad a Internet, ofreciendo funciones como la adquisición de datos que prometen transformar el modo en que trabajamos.

Según Internet Society (2016), se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no se consideran computadoras, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana. Sin embargo, no existe una definición única y universal.

#### **4.3.1 Aplicaciones de la IoT en el hogar**

En las últimas décadas, ha surgido la necesidad de integrar sistemas que permitan mejorar los métodos convencionales de medición de cargas eléctricas en hogares y edificios a través de la combinación de sensores con la capacidad de transmitir datos a Internet. Este enfoque ha dado lugar a la creación de sistemas de monitoreo y control que procesan y transmiten información recolectada mediante dispositivos IoT.

Según Borgia (2014) “Al poner inteligencia en los objetos cotidianos, se convierten en objetos inteligentes capaces no sólo de recopilar información del entorno e interactuar y controlar el mundo físico, sino también de interconectarse entre sí a través de Internet para intercambiar datos e información.

La gran cantidad esperada de dispositivos interconectados y la cantidad significativa de datos disponibles abren nuevas oportunidades para crear servicios que traerán beneficios tangibles a la sociedad”. (p.1)

En otras palabras, la aplicación **de la IoT en el hogar** se refiere a los electrodomésticos inteligentes que se pueden controlar mediante electrónica que incorpora un hardware y un software con aplicación en línea. Algunos ejemplos incluyen las neveras inteligentes, los hornos inteligentes, los TV inteligentes o SMART TV y los robots de limpieza. Estos dispositivos permiten que los usuarios controlen la temperatura, la humedad, el consumo de energía, y el tiempo de funcionamiento.

En efecto en Borgia (2014) se menciona que: “esta nueva generación de dispositivos es *inteligente* gracias a la electrónica integrada que les permite detectar, calcular, comunicarse e integrarse perfectamente con el entorno circundante” (p.1).

Aunque las IoT ofrecen numerosas oportunidades para mejorar la conectividad y la automatización en la vida cotidiana de los hogares, es importante tener en cuenta que su implementación exitosa también implica desafíos significativos. En particular, la implementación de prototipos que representan la implementación de las tecnologías IoT, lo cual debe ser considerado cuidadosamente, ya que es un factor clave que debe ser abordado para asegurar el éxito del proyecto.

#### **4.4 Cloud and Big-Data**

Con el creciente desarrollo de dispositivos conectados a Internet, se está produciendo un aumento inimaginable en la cantidad de datos que pueden generar y recopilar. Por esta razón, surge la necesidad de gestionar eficientemente estos datos, desde su recolección hasta su procesamiento y análisis. Es aquí donde aparecen conceptos como el almacenamiento en la nube (Cloud en inglés) que permite almacenar los datos recopilados por dispositivos IoT con conexión a Internet, y el análisis de grandes datos (Big Data en inglés) que se encarga de procesar inteligentemente dichos datos. Esto permite a usuarios, hogares y empresas aumentar su operatividad de manera más rápida y eficiente, reducir costos de producción y consumo energético, y tomar decisiones más informadas para resolver problemas.

Por lo tanto, la capacidad de estos dispositivos para generar y recopilar información en tiempo real ofrece un enorme potencial para la toma de decisiones en diversos campos, desde el sector industrial hasta el hogar inteligente.

Por último, Según Gómez y Montoya (2018), en su trabajo de grado titulado "Análisis de eficiencia energética en hogares inteligentes basado en técnicas de Big Data", se analiza el impacto de la gestión de datos en la eficiencia energética de los hogares inteligentes. Los autores concluyen que la gestión eficiente de datos a través de herramientas como la nube y el análisis de Big Data puede contribuir significativamente a la reducción del consumo energético y los costos asociados.

## **4.5 Inteligencia artificial**

La inteligencia artificial (IA) puede ser un tema complejo y difícil de definir. Según Rouhiainen (2018), la IA se puede definir como "la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano. Sin embargo, a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez" (p. 17). En otras palabras, la IA es la capacidad de una máquina para aprender de su entorno o de una tarea específica y usar dicho aprendizaje para resolver problemas o llegar a un objetivo por sí misma.

Las tecnologías basadas en la IA ya están siendo utilizadas para ayudar a los humanos a beneficiarse de mejoras significativas y disfrutar de una mayor eficiencia en casi todos los ámbitos de la vida. Por lo tanto, es importante entender el concepto de la IA y cómo se puede aplicar en diferentes áreas para maximizar su potencial.

## **4.6 Automatización**

“el concepto de automatización (del griego autos que significa “ por sí mismo” y maiomai que significa “ lanzar)” corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción, vale decir, ahorrar esfuerzo laboral” (Gutiérrez, 1994 , p.120 , como se citó en Córdoba, 2006 ); por lo anterior se entiende que la automatización es definida como el uso de sistemas y elementos computarizados para controlar procesos lógicos y maquinarias en la industria sin la intervención humana.

Este concepto es ampliamente conocido y se utiliza en diferentes niveles de educación, tales como las tecnologías y la ingeniería, de manera que, se pone en práctica dentro de las empresas debido a su versatilidad en comparación con los controles convencionales. Además, Acuña (1990) menciona una definición más técnica, donde define que “la automatización industrial es la tecnología basada en la aplicación de complejos sistemas mecánicos, electrónicos y computacionales a la operación y control de la producción”. (p.27). Entendiendo el concepto a profundidad, se logra percibir que las principales ventajas de la automatización están alineadas al uso de los microcontroladores por su capacidad de simplificar la complejidad de automatizar un proceso, lo que incluye a su vez a los ordenadores.

En otras palabras, la automatización puede integrar el uso de microprocesadores y sistemas computarizados que controlan procesos y maquinarias en la industria. Esto se utiliza en la ingeniería debido a su versatilidad en comparación con los sistemas convencionales de control eléctrico. Es importante mencionar que la automatización ha evolucionado en gran medida gracias a la incorporación de dispositivos embebidos de bajo costo, tales como el Arduino, Raspberry Pi, y otras placas similares. Estos dispositivos permiten el control y monitoreo de procesos de manera más sencilla y económica que los sistemas tradicionales de automatización.

#### **4.7 Aplicaciones de Automatización con IoT**

La automatización en la industria moderna ha evolucionado constantemente gracias a la implementación de nuevas tecnologías que permiten mejorar la eficiencia y productividad de los procesos. En este sentido, la integración del internet de las cosas (IoT) en la automatización industrial ha revolucionado el campo de la manufactura y producción.



En un artículo publicado por la Revista CINTEX, Ramírez (2018) analiza cómo la integración del IoT en los procesos logísticos de máquinas dispensadoras puede mejorar la eficiencia de las operaciones, disminuyendo los tiempos de espera de los clientes y optimizando la gestión de inventario.

Por lo tanto, la combinación de sensores, actuadores y dispositivos de IoT permiten aplicaciones orientadas hacia los hogares avanzando hacia hogares inteligentes capaces de recolectar información sobre los hábitos de consumo de energía de sus habitantes, y mediante algoritmos de análisis de datos, se puedan tomar decisiones para mejorar la eficiencia energética. Por ejemplo, la iluminación inteligente puede ajustarse de acuerdo con la cantidad de luz natural disponible en la habitación, y la temperatura del aire acondicionado puede ajustarse en función del clima y las preferencias del usuario.

Otro ejemplo es el uso de enchufes inteligentes que permiten encender y apagar los dispositivos según la demanda de energía en el hogar, de esta manera se evita el consumo innecesario de energía en momentos de baja demanda. Asimismo, los sistemas de automatización pueden alertar al usuario sobre el consumo excesivo de energía eléctrica, con el fin de tomar medidas para reducirlo.

En conclusión, la automatización de los sistemas eléctricos del hogar es una solución efectiva para el uso racional de la energía eléctrica. La implementación de sistemas de IoT en el hogar puede reducir el consumo de energía eléctrica hasta en un 20%, lo que se traduce en ahorros significativos en la factura de energía eléctrica.

## **5. Metodología**

### **5.1 Tipo de proyecto**

Este proyecto es una investigación aplicada y experimental que tiene como objetivo recolectar datos de consumo eléctrico mediante el uso de un microcontrolador y electrónica embebida. Una vez obtenidos los datos, se analizan y caracterizan para desarrollar e implementar un prototipo y modelo de medición, control y monitoreo de cargas eléctricas en hogares, pequeños locales o pequeñas empresas. La finalidad de este monitoreo es limitar el consumo de energía para no superar un límite preestablecido y estimar el costo de la factura eléctrica al final del mes.

Según López y Margni (2003) “un microcontrolador es un circuito integrado que contiene todos los componentes de un computador y se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada” (p.5). Por lo que se concluyó que los microcontroladores son funcionales para prototipos electrónicos con la finalidad de facilitar el diseño de hardware y software de una gran cantidad de circuitos electrónicos, para determinadas tareas en los diversos proyectos.

Además, los microprocesadores y los microcontroladores son muy comerciales y son de bajo costo, de altas prestaciones y difundidos en toda Colombia, debido a su versatilidad y disponibilidad.

Para las pruebas de funcionamiento del equipo, se planteó usar una placa de desarrollo como analizador de red para las variables eléctricas como: corriente, potencia y consumo eléctrico (kWh). Además, se aplicó los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el plan de estudio de tecnología eléctrica, como

- Circuitos I, II y III
- Sistemas de potencia
- Energías Alternativas
- Instalaciones eléctricas e iluminación,
- Internet de las cosas
- Circuitos lógicos
- Instrumentación industrial
- Uso racional de la energía.

## **5.2 Método**

Para el logro de los objetivos del proyecto se implementó la siguiente estrategia: Se efectuó la construcción e instalación de un prototipo que contiene un microcontrolador con sensores, con el objetivo de adquirir los datos y parámetros eléctricos en las cargas eléctricas seleccionadas del Sistema eléctrico a monitorear, el monitoreo se realizará durante un cierto periodo de tiempo. Para determinar la potencia y la energía consumida por el usuario. El prototipo desarrollado e implementado inicia realizando una adquisición de datos referente a la corriente y voltaje que circula a través de los conductores del circuito eléctrico , siempre y cuando las cargas eléctricas o electrodomésticos estén conectados y en funcionamiento , permitiendo calcular las potencias consumidas por los equipos, los equipos seleccionados fueron una nevera, una cafetera , un televisor y unas luminarias y diferentes equipos de oficina, además herramientas de trabajo tales como taladros , pulidoras de corte que se usan en pequeñas empresas .

Todos estos ejemplos podrían estar disponibles en cualquier hogar, hotel, oficina o empresa donde se podría implementar el prototipo.

### **5.3 Instrumentos de recolección de información**

Para la recolección de la información se usaran planos eléctricos proporcionados por el dueño del establecimiento, registros en los cambios del sistema eléctrico o se realizará un levantamiento del sistema eléctrico a optimizar, consulta de la factura de los servicios públicos para estimar el valor promedio de la energía consumida por mes y manuales de los equipos presentes del establecimiento.

#### **5.3.1 Fuentes primarias**

Se realizó un censo de las cargas eléctricas en el sistema eléctrico de un hogar familiar el cual se dispondrá a optimizar, se encontró electrodomésticos comunes como cafetera, nevera, olla de arroz y focos incandescentes, luego se documentó en una tabla donde los equipos y demás cargas eléctricas se clasifican en función de su uso; como cargas de iluminación, cargas resistivas: ducha eléctrica, estufa, cafetera, computador de mesa, portátil, equipos de sonido de uso común y equipos de menor consumo. Mostrando su consumo de energía, voltaje y potencia.

#### **5.3.2 Fuentes secundarias**

Documentación técnica suministrada por el establecimiento como planos arquitectónicos de la vivienda, se consultó en revistas, libros, folletos, trabajos de grado y las normas vigentes en Colombia como la NTC 2050 y el RETIE.

## 6. Resultados del Proyecto

Se diseñó y construyó un prototipo que lograra los objetivos planteados, luego se implantó en una instalación eléctrica interna de uso residencial que permitiera la medición de variables eléctricas como corriente, voltaje y cálculo de la potencia activa de diferentes electrodomésticos, para realizar la gestión del Uso Racional de la Energía de acuerdo con las necesidades del usuario.

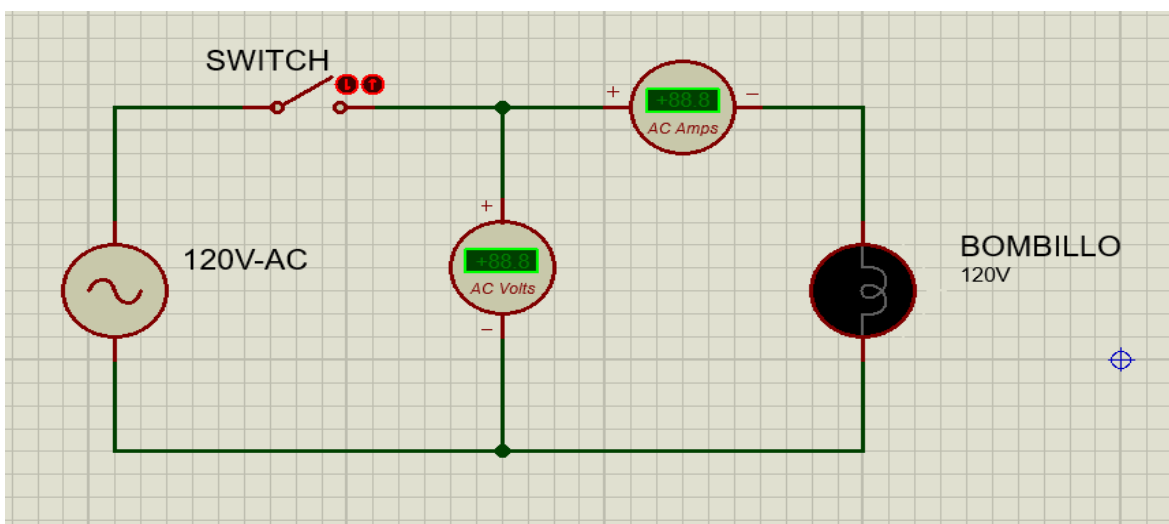
por lo que se plantean cuatro actividades principales: diseño, construcción, instalación, y discusión de los resultados y análisis de los datos obtenidos.

### 6.1 Diseño de dispositivo:

En el diseño se planteó un esquema eléctrico que nos permitiera lograr los objetivos de medición de corriente y voltaje y la adquisición de los datos utilizando sensores voltaje y corriente, para ello se realizó un gráfico utilizando el software de proteos como se muestra en las siguientes imágenes a continuación:

**Figura 1**

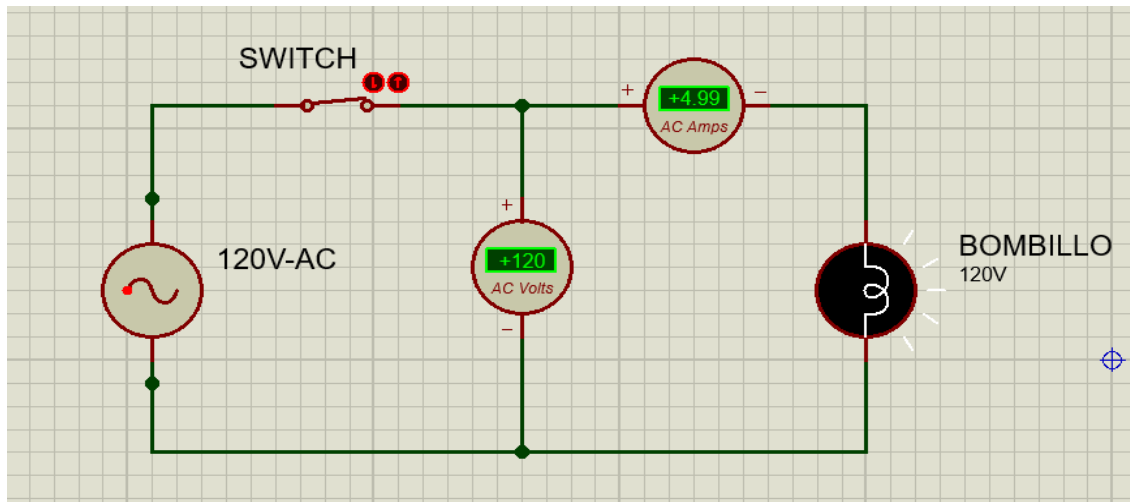
*Esquema de un Circuito Residencial con Monitoreo de Voltaje y Corriente*



*Nota.* La figura 1 representa un esquema simplificado del circuito eléctrico utilizado para encender un bombillo. En este esquema, se muestran los componentes básicos. Fuente elaboración propia

**Figura 2**

*Esquema de un Circuito Residencial con Monitoreo de Voltaje y Corriente*

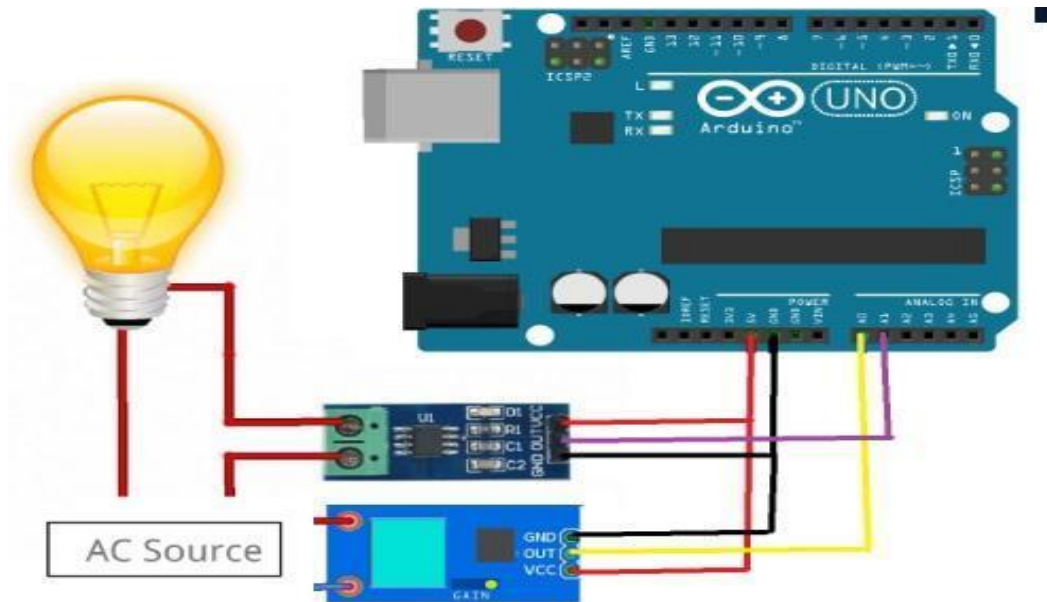


Nota. Fuente elaboración propia

luego nos ayudamos con otra herramienta virtual para un bosquejo 3D como se muestra a continuación:

**Figura 3**

*Representación en 3D de Arduino Uno con Sensores de Voltaje y Corriente para Monitoreo de un Bombillo*



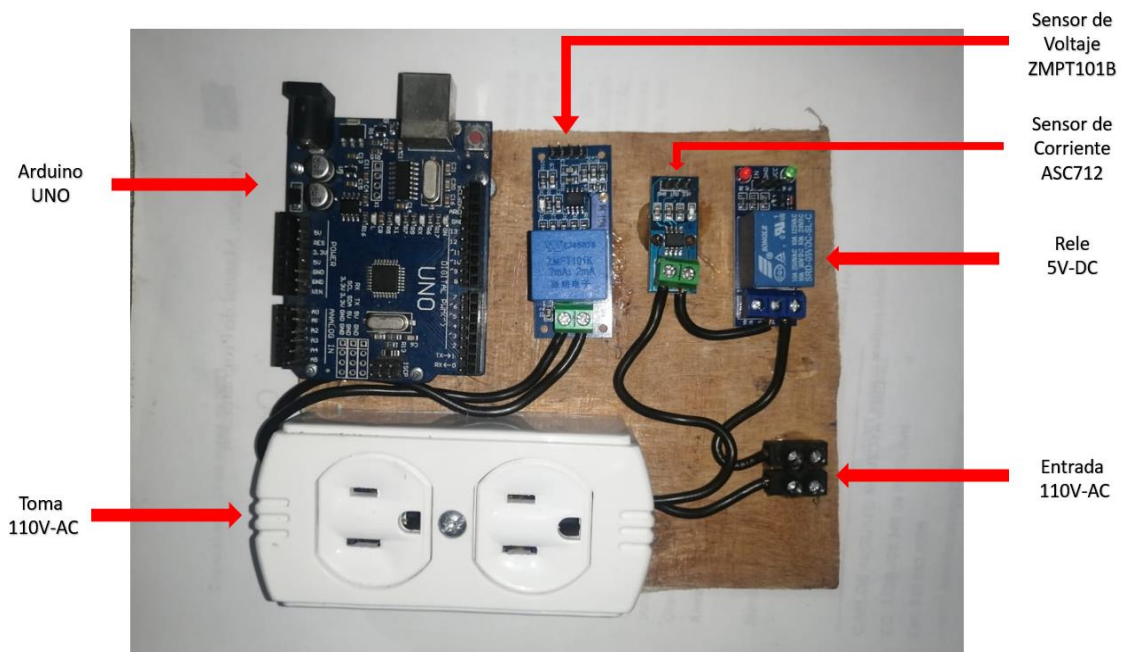
*Nota:* La figura ilustra las conexiones de los sensores con Arduino Uno, donde se representan los cables mediante diferentes colores para una mejor identificación. Fuente elaboración propia

## 6.2 Construcción y sus partes

La construcción se realizó mediante un montaje superficial de los componentes, los cuales son los sensores, un controlador, un tomacorriente para la parte de potencia, cables de conexión y relé de desconexión como se ilustra en la siguiente imagen:

**Figura 4**

*Ensamblaje e Integración del Prototipo: Arduino Uno, Conexiones de Sensores y Cableado al Tomacorriente*



*Nota.* La figura muestra de manera clara las conexiones eléctricas para la conexión del tomacorriente e indica de manera precisa la ubicación de los sensores y el Arduino Uno en el montaje del prototipo. Fuente elaboración propia

## 6.2.1 Características de las piezas:

Arduino Uno

**Figura 5**

Microcontrolador ATmega328P



Nota. Tomado de: <https://arduino-spain.site/>

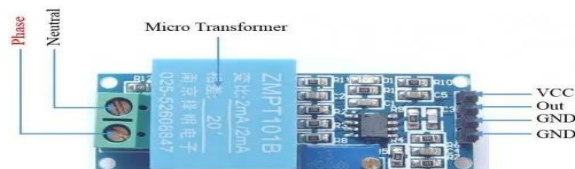
### Características:

- Microcontrolador: ATmega328P.
- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Voltaje de trabajo: 5V.
- Voltaje de entrada: 7,5 a 12 voltios.
- Pinote: 14 pines digitales (6 PWM) y 6 pines analógicos.
- 1 puerto serie por hardware.
- Memoria: 32 KB Flash (0,5 para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom.

### Sensor de Voltaje

**Figura 6**

Sensor de voltaje ZMPT101B



Nota. Tomado de: <https://arduino-spain.site/zmpt101b-arduino>

### Características:

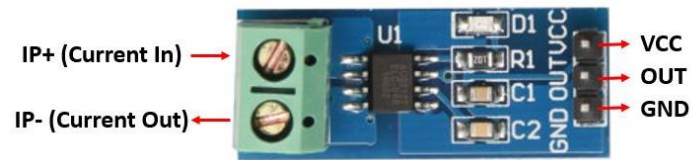
- Voltaje de alimentación: 3.3V – 5VDC.
- Voltaje alterno de entrada: 250VAC máx.
- Voltaje alterno de salida: Onda senoidal 5VAC máx.
- Señal de salida: analógica senoidal.
- Dimensiones: 5 cm x 2 cm x 2.4 cm.
- Propiedades del transformador:
- Corriente nominal de entrada y salida: 2mA.
- Ratio entrada-salida 1000:1000.
- Diferencia de fase: <math><30^\circ</math> (a 50ohm).



## Sensor de corriente

Figura 7

Sensor de corriente ACS712-20A



Nota. Tomado de <https://arduino-spain.site/sensor-ac712>

Características:

- Voltaje de Operación: 5V.
- Corriente máx.: 20A.
- Sensibilidad: 100 mV/A.
- Señal analógica de bajo ruido.
- Ancho de banda configurable mediante el pin FILTER.
- Tiempo de respuesta de la salida: 5 $\mu$ s.
- Ancho de banda máximo: 80kHz.
- Error:  $\pm 1.5\%$  (@25 °C) ajustado en fábrica.
- Resistencia del conductor: 1.2mOhm.
- Mide tanto corrientes AC como DC.

### 6.3 Gráficas y descripciones

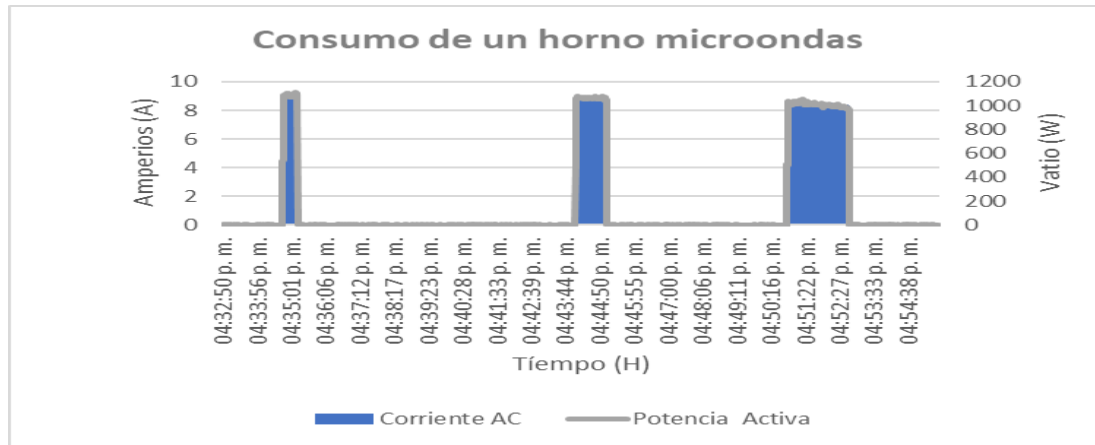
#### ● 6.3.1 Medición de un horno microondas

Se llevó a cabo la medición de la potencia de un horno microondas mediante la utilización de un microcontrolador Arduino Uno. Los datos fueron recopilados por los sensores: sensor de corriente ACS712-20A y el sensor de voltaje ZMPT101B. los cuales fueron conectados al Arduino Uno para la lectura. Una vez que se adquirieron los datos, se creó una gráfica de la potencia con la ayuda del software de Excel para poder visualizar los resultados de manera clara y concisa.

El gráfico de corriente y el cálculo de la potencia demandada en el tiempo se ilustra en la siguiente figura

## Figura 8

Gráfica de Consumo de Energía de un Horno Microondas 1200W en el tiempo



*Nota.* La medición del consumo de energía de un horno microondas se realizó en rango de 30 minutos. Fuente elaboración propia

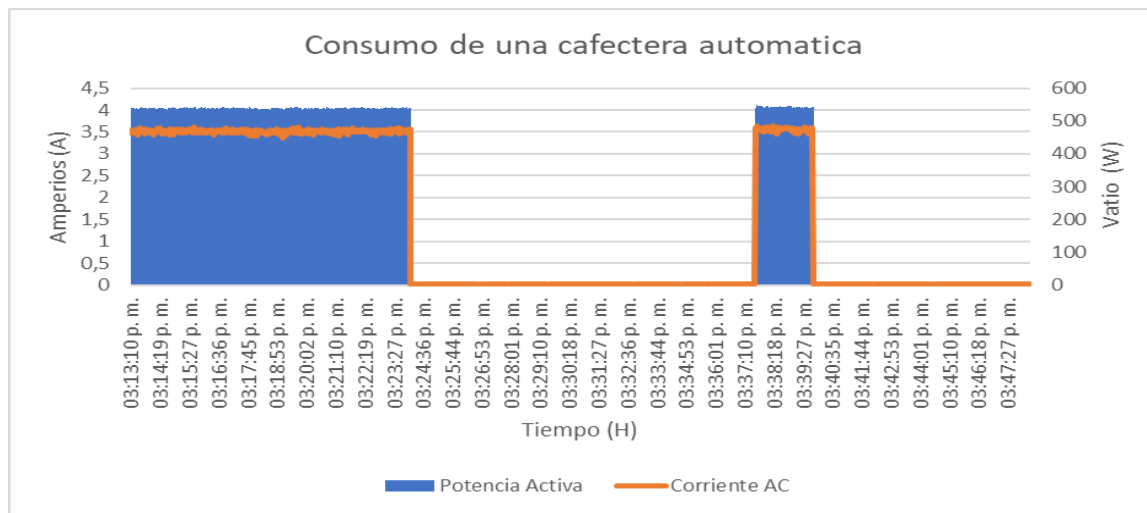
La gráfica representa la relación entre dos variables importantes: la potencia en Watt y la corriente en Amps. En ella se pueden apreciar tres momentos en el tiempo en los que se utilizó el horno microondas, cada uno con una duración de 30 segundos, 1 minuto y 2 minutos respectivamente. El horno tiene una potencia nominal de 1200W, pero la gráfica muestra un consumo promedio de alrededor de 1000W. Además, se puede observar que el consumo de corriente oscila alrededor de los 10A, siendo alimentado por una fuente de 120V-AC. En resumen, la gráfica representa de manera clara y detallada el comportamiento del consumo de energía del horno microondas, logrando así una mejor comprensión de su funcionamiento

### • 6.3.2 Medición de una cafetera

Para medir la potencia de una cafetera automática de 600W, se empleó el microcontrolador Arduino Uno en combinación con los sensores de corriente ACS712-20A y el sensor de voltaje ZMPT101B, los cuales fueron conectados al microcontrolador para la adquisición de datos. Una vez recopilados los datos, se creó la gráfica que muestra la variación de la corriente y la potencia demandada en el tiempo, lo que pudo visualizar de manera clara y concisa el consumo de energía de la cafetera automática. En resumen, la utilización de estas herramientas tecnológicas permitió la medición y análisis del consumo de energía de la cafetera.

**Figura 9**

*Gráfica de Consumo de Energía de una cafetera 500W en el tiempo*



*Nota.* La medición del consumo de energía de la cafetera se realizó en rango de 30 minutos.

Fuente elaboración propia

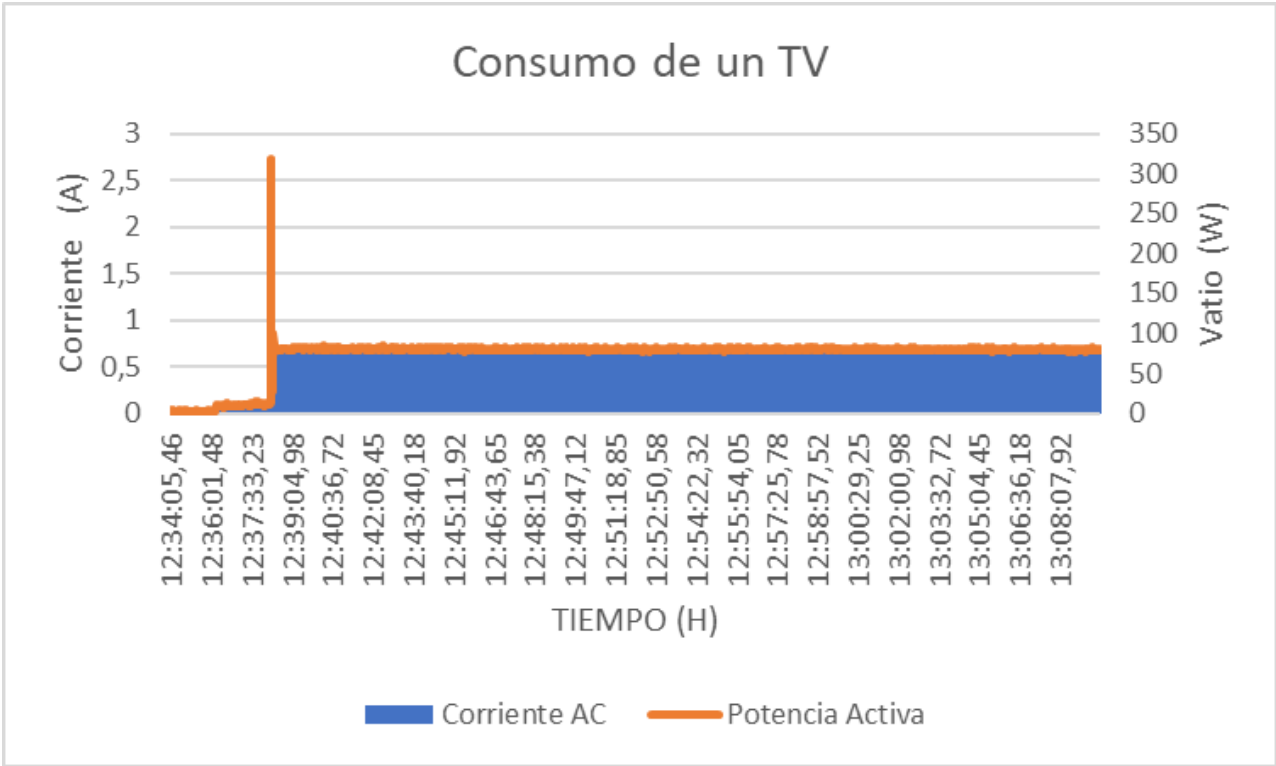
La gráfica muestra la relación entre la potencia y la corriente demandada en el tiempo de una cafetera automática. En ella se puede observar que inicialmente el consumo de potencia es alto y sostenido durante un período de tiempo prolongado, tras lo cual la cafetera se apaga por unos minutos. Posteriormente, se inicia un nuevo ciclo de consumo de energía, pero esta vez la potencia y la corriente demandada es menor que la del ciclo anterior.

En resumen, la gráfica muestra claramente la variación en el consumo de energía de la cafetera automática a lo largo del tiempo, lo que es útil para entender su comportamiento y optimizar su funcionamiento en términos de eficiencia energética

- **6.3.3 Medición de un TV**

**Figura 10**

*Gráfica de Consumo de Energía de un TV inteligente de la marca LG en el tiempo*



*Nota.* La medición del consumo de energía del TV se realizó en rango de 30 minutos. Fuente elaboración propia

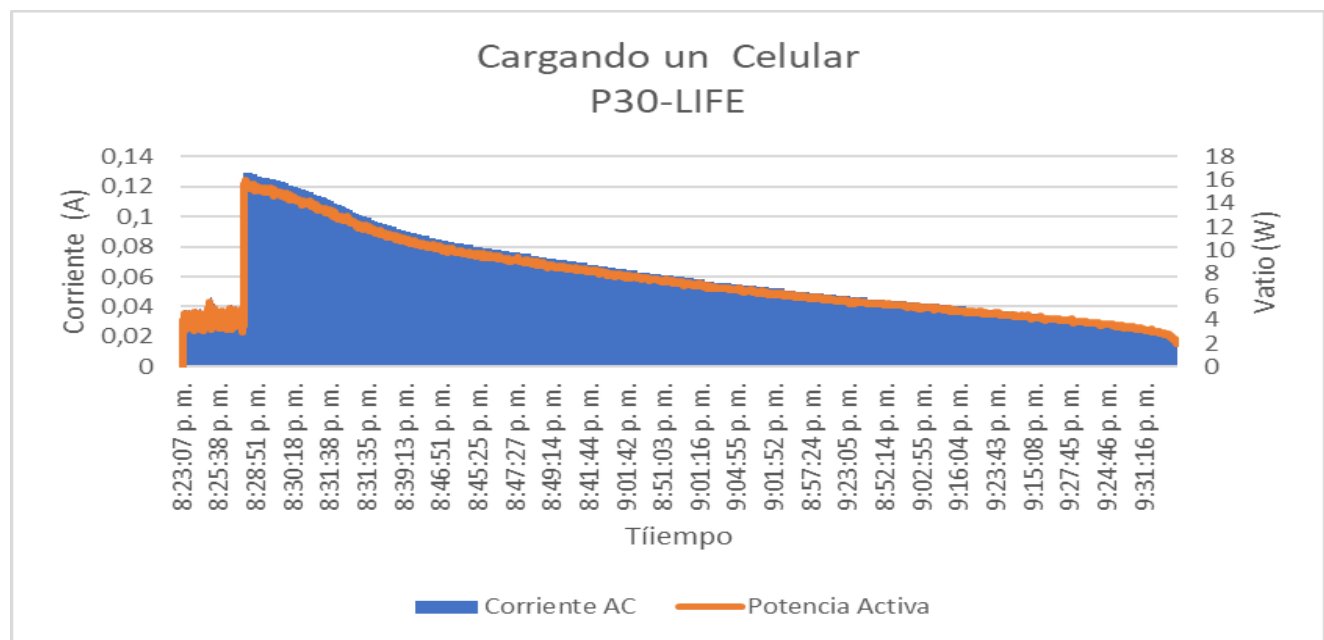
La gráfica muestra el consumo de energía de un televisor conectado a una fuente de alimentación de 120V - AC. En la gráfica se puede apreciar que, inicialmente, la medición de la corriente y la potencia es cercana a cero, ya que el televisor está apagado y el LED indicador se encuentra en rojo. Luego, al encender el televisor, se observa un pico alto en el consumo de potencia y corriente, seguido de una rápida regulación de ambas variables.

Una vez reguladas, la corriente mantiene una constante de 0.6 amperios y la potencia se mantiene alrededor de 70W. Es importante destacar que la fuente de alimentación no se desconecta en ningún momento, solo se mide el consumo de energía del televisor en su estado apagado y encendido. En resumen, la gráfica muestra de manera clara y detallada el consumo de energía del televisor y cómo este varía en función de su estado de encendido o apagado.

- **6.3.4 Medición de un cargador de celular**

**Figura 11**

*Gráfica de Consumo de Energía de un cargador inteligente de la marca huawei en el tiempo*



*Nota.* La medición del consumo de energía del cargador inteligente se realizó en rango de 90 minutos.  
Fuente elaboración propia

La gráfica representa la relación entre dos variables eléctricas, potencia y corriente, en un cargador de celular. El cargador sin estar conectado al celular muestra un consumo de potencia y corriente bajos, en el rango de 2 a 4 W y una corriente de aproximadamente 0.02 A. Sin embargo, cuando el usuario conecta el celular al cargador, se produce un aumento brusco en ambas variables, alcanzando un consumo de casi 18 W y 0.13 A.

Con el transcurso del tiempo, la demanda de potencia y corriente por parte del celular disminuye de manera gradual y se estabiliza, volviendo a los niveles iniciales del cargador sin el celular conectado. Esto indica que el cargador es capaz de regular y ajustar la potencia y la corriente necesarias para cargar la batería del celular de manera eficiente.

En este caso, la gráfica refleja que se trata de un cargador inteligente o de carga rápida, ya que es capaz de suministrar una mayor potencia y corriente para cargar rápidamente la batería del celular.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el pico momentáneo en la corriente, supera la potencia disponible puede ser atribuido a un mal manejo del cargador por parte del usuario al conectar el celular. Esto implica que el problema no radica en el cargador en sí, sino en una acción incorrecta durante la conexión.

En conclusión, la gráfica muestra las características de un cargador inteligente o de carga rápida durante la carga de la batería del celular. El cargador es capaz de adaptarse a las necesidades de potencia demandada por la batería del celular, proporcionando la energía adecuada para cargar eficientemente la batería. Sin embargo, se debe tener precaución al conectar el celular para evitar picos momentáneos de corriente que superen la potencia disponible y así garantizar un funcionamiento seguro.

## 6.5 Discusión de los resultados

La medición del consumo de energía de los electrodomésticos es importante para conocer su impacto en la factura eléctrica. En los casos se usó el microcontrolador Arduino Uno en combinación con sensores de corriente y voltaje para obtener los datos necesarios para graficar la potencia y corriente demandada en el tiempo.

En el caso del horno microondas, la gráfica muestra tres periodos de consumo, uno de 30 segundos, otro de 1 minuto y el último de 2 minutos, lo que indica que el consumo de energía, potencia y corriente aumenta drásticamente a medida que se utiliza el electrodoméstico durante más tiempo. Es importante señalar que, una vez finalizada la medición, el horno microondas fue desconectado.

En el caso de la cafetera automática, la gráfica muestra un consumo de potencia, corriente y energía durante un período prolongado de tiempo similar al del horno microondas, lo que indica que este electrodoméstico consume una gran cantidad de energía durante su uso, pero contrario al horno microondas, su consumo disminuirá durante un segundo ciclo y así sucesivamente hasta que se desconecte manualmente.

En el caso del televisor, la gráfica muestra claramente el consumo de energía durante su estado apagado y encendido. En el estado apagado, el consumo de energía cercano es a cero, mientras que, en el estado encendido, el consumo se dispara inicialmente y luego se estabiliza en niveles constantes de potencia y corriente.

En conclusión, la medición del consumo de energía de los electrodomésticos mediante el uso de herramientas tecnológicas como el microcontrolador Arduino Uno y los sensores de corriente y voltaje es una forma efectiva de conocer su impacto en la factura eléctrica. Las gráficas obtenidas permiten visualizar de manera clara y concisa cómo varía el consumo de energía en función del tiempo y del estado de encendido o apagado del electrodoméstico. Esto puede ayudar a los usuarios a tomar decisiones más conscientes y responsables sobre el uso de la energía eléctrica.

En segundo lugar, al analizar los resultados de las mediciones de consumo de energía de los electrodomésticos, podemos concluir con tres tipos de consumos en los electrodomésticos seleccionados puesto que muestran diferentes patrones de consumo eléctrico.

El televisor, como se observa en la gráfica, muestra un consumo constante de energía una vez que se enciende, con una corriente constante de 0.6 A y una potencia cercana a 70W. Esto indica que el televisor consume una cantidad constante de energía mientras está en funcionamiento, lo que puede ser útil para calcular su consumo diario, semanal o mensual.

Por otro lado, el horno microondas exhibe un patrón de consumo de energía que aumenta con el paso del tiempo. En la gráfica se muestra que cuanto más tiempo se utiliza el horno, mayor es el consumo de energía. Esto puede ser debido al funcionamiento continuo del microondas y al calentamiento de los alimentos. Es importante tener en cuenta este aumento en el consumo de energía al estimar su impacto en el consumo total de electricidad.



En el caso de la cafetera automática, y el cargador inteligente, la gráfica muestra que el consumo de energía disminuye a medida que pasa el tiempo. Esto puede ser atribuido a su diseño y funciones integradas. Es posible que la cafetera y el cargador inteligente, alcancen su máximo consumo de energía al principio para preparar el café, y recargar la batería respectivamente y luego, su consumo disminuye a medida que realizan sus funciones de manera más eficiente. Esta información puede ser útil para entender cómo se comporta la cafetera y el cargador en términos de consumo de energía y para tomar decisiones sobre su uso eficiente.

En resumen, la selección de estos electrodomésticos en las mediciones de consumo de energía nos permite observar diferentes patrones de consumo eléctrico. El televisor muestra un consumo constante, el horno microondas exhibe un aumento gradual con el tiempo y la cafetera automática y el cargador inteligente de una celular muestra una disminución en el consumo con el paso del tiempo. Estas conclusiones resaltan la importancia de considerar las características individuales de cada electrodoméstico al estimar y gestionar el consumo de energía en el hogar.

## 7. Conclusiones

En conclusión, a pesar de los desafíos encontrados en el desarrollo de un prototipo y la selección de los módulos sensoriales adecuados para medir los consumos vampiros, así como nuestra limitada experiencia en el campo de la electrónica, hemos asumido con determinación el reto de investigar, adquirir conocimientos y encontrar soluciones a cada obstáculo.

Al analizar los resultados, hemos descubierto que los dispositivos eléctricos seleccionados tienen un impacto significativo en el consumo de energía cuando no están en uso pero que permanecen conectados a la red eléctrica, lo cual puede resultar en un aumento innecesario en la factura de servicios públicos. Por tanto, la implementación de un dispositivo de monitoreo inteligente en instalaciones residenciales o comerciales puede brindar claridad al usuario sobre el comportamiento de las cargas eléctricas, permitiéndole gestionar de manera más efectiva su consumo energético y tomar decisiones informadas sobre el uso de los dispositivos. Esto es especialmente relevante considerando que la mayoría de las personas carecen de conocimientos especializados en electricidad, lo cual puede conducir a una interpretación errónea de los datos y una gestión ineficiente.

En resumen, el monitoreo inteligente de los consumos eléctricos proporciona una herramienta valiosa para una gestión eficiente de la energía y una mejor comprensión del uso de los electrodomésticos en beneficio del usuario. Además, es importante tener en cuenta que en la actualidad los electrodomésticos se están volviendo cada vez más inteligentes, lo que se traduce en un consumo de energía más eficiente en algunos casos, como por ejemplo la cafetera automática. Sin embargo, es necesario destacar que también existen electrodomésticos que pueden presentar un consumo muy alto de energía.

Por lo tanto, el monitoreo inteligente de los consumos eléctricos se vuelve aún más relevante, ya que permite identificar aquellos dispositivos que están optimizando su eficiencia energética y aquellos que podrían estar generando un consumo excesivo.

De esta manera, los usuarios pueden tomar decisiones más informadas para maximizar el ahorro energético y reducir los costos asociados.

En resumen, el proyecto de sistema de monitoreo inteligente para el monitoreo de energía utilizando electrónica embebida de bajo costo tiene varias conclusiones importantes:

- 1. Eficiencia energética mejorada:** El sistema permite identificar patrones de consumo y detectar ineficiencias, lo que permite a los usuarios optimizar su consumo de energía y lograr ahorros efectivos.
- 2. Accesibilidad y costo:** El uso de electrónica embebida de bajo costo hace que el sistema sea más accesible y asequible, lo que facilita su adopción en diferentes contextos, incluso en áreas con recursos limitados.
- 3. Versatilidad:** El sistema se puede implementar en diferentes escalas, desde hogares hasta aplicaciones industriales, lo que lo hace adaptable a diversas necesidades y contextos.
- 4. Potencial de escalabilidad:** El sistema es escalable en términos de funcionalidad y capacidad de mejora, lo que abre oportunidades para futuras aplicaciones más innovadoras y eficientes.

En general, este proyecto tiene el potencial de mejorar la eficiencia energética, hacer que la tecnología sea más accesible, y contribuir a la sostenibilidad y conservación de recursos. Sin embargo, es necesario abordar los desafíos potenciales y seguir mejorando la tecnología para maximizar su impacto en la promoción de la eficiencia energética y la sostenibilidad.

## 8. Recomendaciones.

1. **Definir objetivos claros:** Antes de comenzar el proyecto, es importante definir claramente los objetivos que se desean lograr con el sistema de monitoreo inteligente. Esto puede incluir la reducción del consumo de energía en un porcentaje específico, identificar áreas de mejora en la eficiencia energética.
2. **Selección adecuada de controladores y sensores:** Existen varias opciones de controladores y sensores de bajo costo en el mercado, por lo que es importante investigar y seleccionar aquellos que mejor se adapten a los requisitos y necesidades del proyecto. Es importante considerar factores como la precisión, la confiabilidad, la compatibilidad y la facilidad de uso de los controladores y sensores seleccionados.
3. **Diseño eficiente del sistema:** El diseño del sistema debe ser eficiente en términos de consumo de energía, costo y funcionalidad. Se debe tener en cuenta aspectos como la ubicación óptima de los sensores para obtener resultados precisos, la selección adecuada de los controladores y la arquitectura del sistema para minimizar el consumo de energía en la medida de lo posible.
4. **Implementación y calibración adecuada de sensores:** Los sensores utilizados en el sistema de monitoreo deben ser implementados y calibrados adecuadamente para garantizar la precisión y la confiabilidad de las mediciones. Esto puede implicar la calibración periódica de los sensores según las especificaciones del fabricante y la verificación de las medidas con medida de referencia.

5. **Monitoreo del rendimiento del sistema:** Monitoreo periódico en el rendimiento del sistema para evaluar si está cumpliendo con los objetivos importantes establecidos. Esto puede incluir la revisión de datos de consumo de energía, análisis de tendencias, identificación de patrones y anomalías, comparación con los resultados esperados. Si se identifican áreas a mejorar, se deben de tomar medidas adecuadas para corregir cualquier desviación.
  
6. **Evaluación de la calidad de los datos:** Los datos recopilados por el sistema de monitoreo son fundamentales para tomar decisiones informadas sobre el ahorro de energía. Por lo tanto, es importante evaluar la calidad de los datos para garantizar que sean precisos, completos y confiables.
  
7. **Capacitación y concientización:** Es importante capacitar a los usuarios del sistema y concientizarlos sobre la importancia del ahorro de energía y la eficiencia energética. Esto puede incluir la capacitación en el uso del sistema de monitoreo, la interpretación de datos y la adopción de hábitos de consumo de energía más eficiente.
  
8. **Actualización tecnológica:** La tecnología de electrónica embebida está en constante evolución, es importante ser constante con su actualización con las últimas tendencias y avances tecnológicos en el campo. Esto puede implicar la actualización del hardware o software utilizado en el proyecto, para asegurar tecnología eficiente y actualizada.

9. **Optimización de costos:** Dado que el proyecto se basa en electrónica embebida de bajo costo, es importante optimizar los costos en todas las etapas del proyecto. Esto puede implicar la búsqueda de alternativas de menor costo de producción y operación, también la identificación de oportunidades de ahorro en el consumo de energía propia del sistema.

## 10. Referencias bibliográficas

- RIED REYES, E. H. (2010, septiembre). *Estudio, optimización y prototipado de mejoras de consumo energético para aparatos electrónicos en tiempos de consumo vampiro*. Chile.  
<https://documentcloud.adobe.com/gsuiteintegration/index.html?state=%7B%22ids%22%3A%5B%221ba0chk2dR8DMOW43JgAxOQjb8tMVMNL2%22%5D%2C%22action%22%3A%22open%22%2C%22userId%22%3A%22108687389349721293559%22%2C%22resourceKeys%22%3A%7B%7D%7D>
- Unidad de Planeación Minero-Energética & Camacho Ahumada, G. L. (2019, diciembre). *PLAN ENERGÉTICO NACIONAL*. UPME. Retrieved May 21, 2022, from [https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/PEN\\_documento\\_para\\_consulta.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/PEN_documento_para_consulta.pdf)
- Marín Tobón, J. D. (2017). Diseño y análisis de sistemas de iluminación natural y artificial para el ahorro de energía eléctrica en una empresa del sector industrial. *Revista Técnica De La Facultad De Ingeniería Universidad Del Zulia*, 40(3), 43-51.
- Gómez Díaz, L. (2020). Sistema de gestión y monitoreo de consumo de servicios públicos domiciliarios [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79724>
- LA INTERNET DE LAS COSAS— UNA BREVE RESEÑA. (2015). Internet Society. Retrieved May 21, 2022, from <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Borgia, E. (2014, octubre 14). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. *Computer Communications*, 54, 1-31.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366414003168?via%3Dihub>

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Gómez, A., & Montoya, F. (2018). Análisis de eficiencia energética en hogares inteligentes basado en técnicas de Big Data (Trabajo de grado). Universidad Pascual Bravo, Medellín, Colombia
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial*. Ediciones Paidós
- [https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros\\_contenido\\_extra/40/39308\\_Inteligencia\\_artificial.pdf](https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf)
- Díaz, A. (2021). *Fundamentos de la Automatización Industrial*. Editorial Alfaomega. Acuña
- Acuña, Jorge. *Automatización industrial: definiciones y conceptos*. *Tecnología en marcha*. Vol. 10. no 1. 1990. p 27-30. recuperado de: [Dialnet-AutomatizacionIndustrial-5678813.pdf](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5678813)
- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5678813>
- Automatización Industrial. (2016). *Arduino, Sensores, Relé, Temporizadores y Automatización Industrial*. Recuperado el 7 de abril de 2023 <https://automatizacionindustrial.info/arduino-sensores-rele-temporizadores-automatizacion-industrial/>
- Ramírez, D. (2018, octubre 19). *Integración del internet de las cosas en los procesos logísticos de máquinas dispensadoras*. *Revista CINTEX*. Retrieved May 21, 2022, from <https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/309>
- López, G. & Margni, S. (2003). *Construcción de Robots a Bajo Costo: Funcionamiento de Microcontroladores: Introducción al funcionamiento básico de microcontroladores PIC*. Proyecto de Grado, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Facultad de Ingeniería. Recuperado de <http://www.fing.edu.uy/~pgconro>
- Alberto. (2016, February 20). *Características de las mediciones | Albertoibqsiau*. Albertoibqsiau. Retrieved May 25, 2022, from <https://albertoibq.wordpress.com/2016/02/20/actividad203-1/>



“The role of big data analytics in Internet of Things,” Comput. Networks, jun. 2017. Big data analytics in Internet of Things. (2017, June). Computers and Networks. doi: 10.1016/j.comnet.2017.02.00

Villajulca, J. C. (24 de 04 de 2014). Instrumentación y control.net. Obtenido de Instrumentación y control.net: <https://instrumentacionycontrol.net/botoneras-y-interruptores-de-posiciono-de-final-de-carrera-o-limit-switch/>

SmartGrids. (2021). Todo sobre redes eléctricas inteligentes. Obtenido de Todo sobre redes eléctricas inteligentes: <https://www.smartgridsinfo.es/consumo-energia-electrica>

MOTOR BLDC SENSORED. Obtenido de MOTOR BLDC SENSORED:

<https://www.zikodrive.com/es/ufags/sensored-blcdc-motor-brushless-motor-controladorbrushless-esc-can-i-use/>

UPME. (abril de 2019). Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética. Obtenido de Primer balance de Energía Útil para Colombia y Cuantificación de las Perdidas energéticas relacionadas y la brecha de eficiencia energética: [https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Balance\\_energia\\_util/BEUResidencial.pdf](https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Balance_energia_util/BEUResidencial.pdf)



