



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Electrica

**EFICIENCIA ENERGETICA
MEDIANTE LA INSTALACION DE UN
MEDIDOR INTELIGENTE EN UN
LOCAL DESTINADO A LA
RESTAURACION**

Autor: Enrique Rivera González de Gor
Director: Mauro Schwanke da Silva

Madrid
Julio 2017

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. ENRIQUE RIVERA GONZÁLEZ DE GOR

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

EFICIENCIA ENERGETICA MEDIANTE LA INSTALACION DE UN MEDIDOR INTELIGENTE EN UN LOCAL DESTINADO A LA RESTAURACION, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.

- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 18 de Julio de 2017

ACEPTA

ENRIQUE RIVERA GONZÁLEZ DE GOR

Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
EFICIENCIA ENERGETICA MEDIANTE LA INSTALACION DE UN
MEDIDOR INTELIGENTE EN UN LOCAL DESTINADO A LA RESTAURACION
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2016-2017 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro,
ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Proyecto realizado por el alumno
Enrique Rivera González de Gor

Fdo.:

Fecha://

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Mauro Schwanke da Silva

Fdo.:

Fecha://

Vº Bº del Coordinador de Proyectos
Fernando de Cuadra García

Fdo.:

Fecha://



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Electrica

EFICIENCIA ENERGETICA MEDIANTE LA INSTALACION DE UN MEDIDOR INTELIGENTE EN UN LOCAL DESTINADO A LA RESTAURACION

Autor: Enrique Rivera González de Gor
Director: Mauro Schwanke da Silva

Madrid
Julio 2017

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer tanto a GreenAnt como a Mauro Schwanke la oportunidad de realizar este proyecto junto a ellos. Dándome la posibilidad de realizar mi proyecto fin de grado en un país como Brasil; donde no solo he aprendido como profesional, sino que personalmente me ha dado una percepción de la vida diferente.

Acordarme de todos y cada uno de los profesores que han ayudado a convertirme en la persona que hoy está defendiendo este proyecto.

Agradecimiento a toda mi familia y amigos que durante estos años han estado presente en todo momento y han hecho que este camino sea más ameno y divertidos.

Por último, y más importante agradecimiento muy especial a mis padres por el esfuerzo económico y moral que han hecho durante estos años para que todo esto sea posible.

EFICIENCIA ENERGETICA MEDIANTE LA INSTALACION DE UN MEDIDOR INTELIGENTE EN UN LOCAL DEDICADO A LA RESTAURACION.

Autor: Rivera González de Gor, Enrique.

Director: Schwanke da Silva, Mauro.

Entidades Colaboradoras: PUC Rio de Janeiro, GreenAnt y ICAI - Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

El Desarrollo sostenible [1] consiste en el desarrollo que “satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. WCED, 1987: Our common future.

De una forma diferente, se podría interpretar como la búsqueda de un mundo mejor donde hay dos componentes básicas:

- Tener más recursos
- Distribuirlos de forma más justa

Tres componentes básicas de la sostenibilidad son: Ecológico, social y económico.

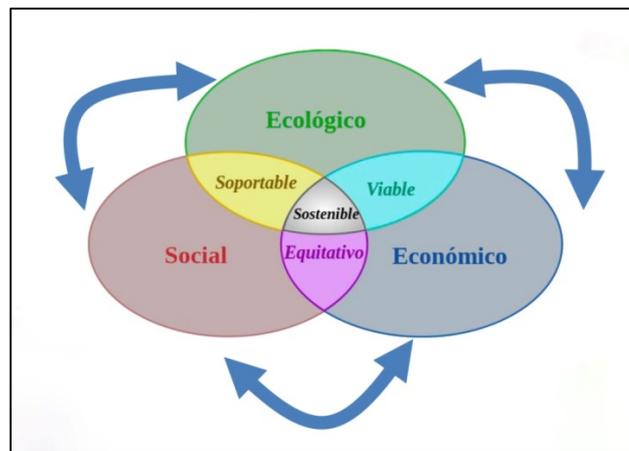


Imagen 1. Relación de los tres aspectos básicos del desarrollo sostenible

Solo la interconexión de estos tres aspectos hace posible que el desarrollo sea sostenible. Teniendo en cuenta el medio ambiente, la economía y la sociedad; nuestro desarrollo será sostenible.

La eficiencia energética no consiste en el simple hecho de reducir el consumo de energía. Sino que ésta sea de manera más óptima en el proceso productivo y utilizar la misma o menos para satisfacer las mismas necesidades. Por eso, la eficiencia energética se basa en reducir la necesidad de la misma ya que con menos energía seríamos capaces de cubrir todas nuestras necesidades.

Una amplia rama de la ingeniería se dedica al desarrollo de tecnologías que ayuden a disminuir el impacto medio ambiental que crea el hombre sobre nuestro planeta. En este aspecto en la ingeniería eléctrica se destacan dos formas de actuación. La primera está basada en la reducción del consumo eléctrico; desarrollando tecnologías que reduzcan las pérdidas lo máximo posible. La segunda afecta a la generación de energía eléctrica; mejorando el rendimiento de las energías limpias ya existente como pueden ser la eólica y la solar y desarrollando nuevas formas de extracción de energía sin emisiones de gases de efectos invernadero.

Con el proyecto se busca la estimulación del uso eficiente de la energía. Conscientes que la forma más barata, limpia y sustentable de generar energía es no consumiéndola. Se prioriza la motivación de incentivar una práctica de consumo consciente, utilizando la información y el conocimiento para ayudar a construir un modelo de vida más sustentable. Por eso se ha estudiado el consumo realizado en un negocio de restauración en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil. Trabajando junto a GreenAnt en el desarrollo e instalación de un medidor del consumo de energía con un algoritmo innovador para la gestión de la misma.

En este proyecto se ha utilizado un medidor inteligente desarrollado por GreenAnt basándose en una tecnología no intrusiva de medición de carga denominada NALM “Nonintrusive Appliance Load Monitor” [2]. Debido a esta colaboración con la ya mencionada empresa brasileña GreenAnt, se ha utilizado tecnología y productos desarrollados por ellos mismos.

Los primeros pasos que hemos llevado a cabo en la realización de este proyecto han consistido en una familiarización tanto de la tecnología que se tenía entre manos como de la realidad energética que se tiene en Brasil; ya que es un país donde la principal preocupación de una gran mayoría de su población, a efectos eléctricos, es el acceso a la misma de cualquier forma. Incluso si es necesario robándola, por lo que el contexto de nuestro proyecto de eficiencia energética no es el ideal ya que es una situación de tal pobreza que hace que el desarrollo sostenible no este entre las preocupaciones de un sector mayoritario de la población. Esto no quita utilidad a nuestra tecnología que puede ir destinada a otros mercados más desarrollados y tampoco excluye que haya una parte de la población brasileña que si esté concienciada con el medio ambiente y el ahorro energético.

A continuación, se ha procedido al estudio energético del local donde se va a basar el proyecto. Realizando un pre estudio del consumo de la energía, utilizando las facturas; auditando los diferentes aparatos eléctricos que funcionan en el establecimiento y por último con la instalación del medidor inteligente.

Con este medidor inteligente se ha sido capaz de identificar el consumo individual de cada aparato conectado. Quedando toda la información disponible en un panel de control en la web de la empresa donde se puede consultar su consumo en tiempo real.

El siguiente paso a seguir una vez con el medidor en funcionamiento ha sido nombrar cada aparato identificado por el medidor en la aplicación; ya que este identifica aparatos según el tipo de consumo, potencia requerida, periodicidad, fase en la que se encuentra... Pero no le da un nombre reconocible, solo enumera los diferentes aparatos eléctricos. Este proceso del proyecto ha sido complicado ya que hemos visto de primera mano el funcionamiento de la aplicación y las limitaciones que esta tiene cuando el local a estudiar tiene numerosos electrodomésticos de funcionamiento parecido.

Los problemas encontrados en la identificación de cada aparato no han sido pocos y no todos técnicos; se ha podido comprobar de primera mano cual es la realidad en el trabajo junto personas de escaso nivel académico. Concretamente con tres cocineros que no sabían leer ni escribir, lo que ha implicado una presencia constante para la recopilación de datos y no pudiendo delegar nada en esta simple tarea. Al mismo tiempo la relación con estas tres personas nos ha dado una satisfacción personal, ya que ha sido posible enseñarle algunas cosas básicas de eficiencia energética, pero sobretodo me han enseñado una realidad desconocida para mí. Su fuerza de voluntad en aprender y salir hacia adelante a pesar de las dificultades que te puede presentar la vida y no escogiendo el camino fácil que en su caso pasa por la delincuencia en el entorno de un país subdesarrollado.

Una vez superadas estas dificultades y con los datos obtenidos suministrados por el medidor inteligente se comenzó su análisis con el fin de disminuir pérdidas y desperdicio de energía. También se ha realizado un estudio del horario de funcionamiento de los electrodomésticos con el fin de mejorar la rutina de funcionamiento de los mismos. Intentando realizar un uso de los electrodomésticos con mayor consumo de energía en las horas donde ésta es más barata.

Como conclusión final, se han presentado las conclusiones obtenidas a Luiz Svaiter, propietario del negocio del que se ha realizado el estudio de eficiencia energética. Dándole a conocer datos de consumo medio del establecimiento cuando este se encuentra cerrado, y así tenga un control del mismo y evite perdidas no deseadas. Además de algunas recomendaciones de horario de usos de aparatos. También se ha presentado en GreenAnt algunos errores que se han detectado en la aplicación como la hora que marcaba el reloj en la medición del tiempo real, la posibilidad de modificar el nombre dado a los aparatos o algunos fallos de carga en los datos de consumo; para que fueran corregidos. Además, han sido propuestas algunas mejoras para mejorar el funcionamiento de la misma como la posibilidad de nombrar los aparatos directamente en el medidor en tiempo real o la falta de algunos aparatos predeterminados para su identificación como puede ser el caso del aire acondicionado de 58.000 btus. Esto se realizó con el fin de poder ayudar en el desarrollo de la aplicación una vez que se ha cogido experiencia en el uso de la misma.

ENERGY EFFICIENCY THROUGH THE INSTALLATION OF A SMART METER IN A LOCATION DEDICATED TO RESTORATION.

Author: Rivera González de Gor, Enrique.

Director: Schwanke da Silva, Mauro.

Collaborative Entities: PUC Rio de Janeiro, GreenAnt, ICAI - Universidad Pontificia Comillas.

PROJECT SUMMARY

Sustainable development [1] consists of development that "meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet theirs." WCED, 1987: Our common future.

In a different way, it could be interpreted as the search for a better world where there are two basic components:

- Have more resources
- Distribute them fairer

Three basic components of sustainability are: Ecological, social and economic.

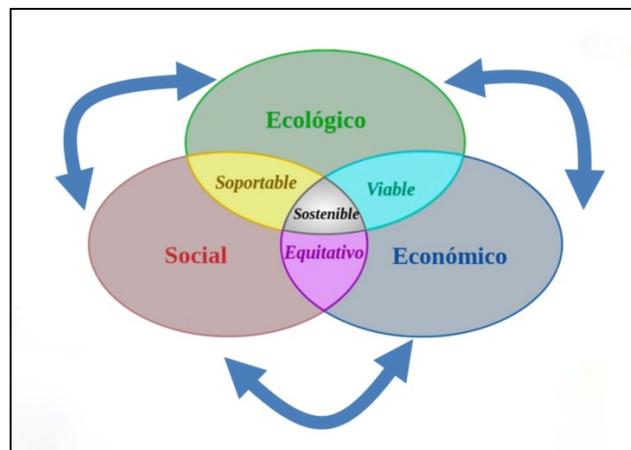


Image 1. Relationship of the three basic aspects of sustainable development

Only the interconnection of these three aspects make sustainable development possible. Considering the environment, the economy and society; Our development will be sustainable.

Energy efficiency is not simply a matter of reducing energy consumption. But this is more efficient in the production process and use the same or less, to meet the same needs. Therefore, energy efficiency is based on reducing the need for it because with less energy we would be able to cover all our needs.

A broad branch of engineering is dedicated to the development of technologies that help to diminish the environmental impact that man creates on our planet. In this aspect in the electrical engineering stand out two forms of action. The first is based on the reduction of electricity consumption; Developing technologies that reduce losses as much as possible. The second affects the generation of electrical energy; Improving the performance of existing clean energy such as wind and solar and developing new forms of energy extraction without emissions of greenhouse gases.

The project seeks to stimulate the efficient use of energy. Conscious that the cheapest, clean and sustainable way to generate energy is not consuming it. The motivation is to prioritize a practice of conscious consumption, using information and knowledge to help build a more sustainable model of life. That is why we have studied consumption in a restaurant business in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Working together with GreenAnt in the development and installation of a meter of energy consumption with an innovative algorithm for the management of the same.

In this project, an intelligent meter developed by GreenAnt based on a non-intrusive load measurement technology called NALM "Nonintrusive Appliance Load Monitor" [2] was used. Due to this collaboration with the Brazilian company GreenAnt, technology and products developed by them have been used.

The first steps that we have taken in the development of this project have consisted in a familiarization of both, the technology that was in the hands of the energy reality in Brazil; Since it is a country where the main concern of a large majority of its population, for electrical purposes, is access to it anyway. Even if it is necessary to steal it, so the context of our energy efficiency project is not ideal since it is a situation of such poverty that makes sustainable development not among the concerns of a majority sector of the population. This does not detract from our technology that can go to other more developed markets and does not exclude that there is a part of the Brazilian population that is aware of the environment and energy saving.

Next, the energy study of the place where the project will be based has been carried out. Performing a pre-study of energy consumption, using invoices; Auditing the different electrical devices that work in the establishment and finally with the installation of the smart meter.

With this smart meter, you have been able to identify the individual consumption of each connected device. With all the information, available in a control panel on the company website where you can check your consumption in real time.

The next step to follow once with the meter in operation has been to name each device identified by the meter in the application; Since it identifies devices according to the type of consumption, power required, periodicity, phase in which it is ... But it does not give a recognizable name, only lists the different electrical devices. This process of the project has been complicated since we have seen firsthand the operation of the application and the limitations that this has when the premises to study has numerous similarly functioning appliances.

The problems encountered in the identification of each apparatus have not been few and not all technical; It has been possible to verify firsthand what is the reality in the work together people of low academic level. Specifically, with three cooks who could not read or write, which has involved a constant presence for the collection of data and cannot delegate anything in this simple task. At the same time the relationship with these three-people given us a personal satisfaction, since it has been possible to teach some basic things about energy efficiency, but above all I have been taught a reality unknown to me. Your determination to learn and move forward despite the difficulties that life may present you and not choosing the easy path that in your case goes through the crime in the surroundings of an underdeveloped country.

Once these difficulties were overcome and with the data obtained by the intelligent meter, its analysis was started to reduce losses and waste energy. A study has also been made from the hours of operation of the household appliances to improve the routine of the same. Trying to make use of the most energy consuming appliances in the hours when it is cheaper.

As a conclusion, the conclusions obtained were presented to Luiz Svaiter, owner of the business of which the energy efficiency study has been carried out. Providing information about average consumption of the establishment when it is closed, and thus have a control of the same and avoid undesired losses. In addition to some recommendations of hours of use of devices. GreenAnt has also presented some mistakes that have been detected in the application such as the time that the clock ticked in the measurement of real time, the possibility of changing the name given to the devices or some failures of loading in the consumption data; To be corrected. In addition, some improvements have been proposed to improve the operation of the same as the possibility of naming the devices directly on the meter in real time or the lack of some predetermined devices for identification such as can be the case of air conditioning of 58,000 btus. This was done to help in the development of the application once it has gained experience in the use of it.

Índice

1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	21
1.1 Antecedentes.....	21
1.2 Motivación.....	23
1.3 Metodología	24
2 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS. ESTADO DE LA TÉCNICA	27
2.1 Antecedentes. Introducción a la tecnología NALM	27
2.2 Tipos de medidores.....	29
2.3 Visión del mercado actual	31
3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DESARROLLADO	33
3.1 Identificación de cargas en una red trifásica a partir de la medición de potencia activa y reactiva.	33
3.2 Proyecto	38
3.2.1 Instalación del medidor.....	39
3.2.2 Auditoria de electrodomésticos.	42
4 Análisis	47
4.1 Descripción de la aplicación de GreenAnt.....	47
4.2 Presentación de los aparatos identificados	49
4.3 Comparación de factura con lo medido por el medidor	51
4.4 Dificultades y contratiempo	54
5 Presupuesto.....	57
5.1 Crowdfunding	57
5.2 Tipos de clientes	58
5.3 Presupuesto de nuestro proyecto	59
5.4 Otros presupuestos.....	62
6 Conclusiones.....	63
Anexos	67
Ficha técnica del medidor GreenAnt Smart Meter	69
Fotografías “Armazém do chopp”	73
Tabla de imágenes.....	79
Referencias	81

1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

- 1.1 Antecedentes.
- 1.2 Motivación.
- 1.3 Metodología.
- 1.4 Objetivo.

1.1 Antecedentes

Uno de los retos ante los que se encuentra la eficiencia energética es la adaptación de las instalaciones que quedan obsoletas debido a su uso y a la innovación en nuevas tecnologías que favorecen la reducción de energía.

La satisfacción de las necesidades de los clientes en lo relativo a su bienestar y su confort ha conllevado la incorporación de nuevos equipamientos, fundamentalmente en el área de iluminación y climatización, lo que ha provocado un aumento importante del consumo energético. El crecimiento del consumo y el consiguiente deterioro que produce al medio ambiente a través de la emisión de gases de efecto invernadero, está reorientando las políticas energéticas de la Administración hacia el ahorro y la eficiencia energética acordes con el desarrollo sostenible, fomentando las inversiones encaminadas a una disminución de los costes energéticos y la reducción del impacto ambiental originado por el uso de la energía. Una disminución de la intensidad energética de los establecimientos redundaría en beneficios económicos, y a su vez en contribuir al sostenimiento de nuestro entorno natural y, en definitiva, en una mayor calidad de vida.

Una de las funciones de la arquitectura es la de crear espacios que brinden condiciones de confort y funcionalidad a los usuarios. A su vez, estas condiciones deben ser eficientes y sostenibles, que redunden en un beneficio para el que las disfruta. En el proyecto de nuevos edificios y la rehabilitación de los existentes se tiene que tener en cuenta, la sostenibilidad energética. El correcto aprovechamiento de los recursos energéticos, el control de las necesidades y la eficacia en los rendimientos son claves en el funcionamiento de los edificios. Es por esto que nos interesa dar una amplia visión de lo importante que es rehabilitar y construir que cumplan con ciertos cánones de sustentabilidad energética, ya que esto se transforma en un beneficio directo en el mejoramiento de la calidad de vida tanto de quienes están a diario en estos edificios, como del resto de las personas que transitan en ellos. Además, promoviendo y gestionando una intervención responsable con el medio ambiente para las generaciones futuras.

Los aspectos vinculados con la eficiencia energética que se toman en cuenta en un proyecto arquitectónico son los siguientes:

- Las condiciones de confort, en relación con el consumo de energía requerida por el acondicionamiento térmico, lumínico, eléctrico y de otros servicios electromecánicos.
- Consumo de energía en edificaciones durante su vida útil en función de sus características constructivas y su uso.

La idea es estimar el ahorro de energía desde las primeras decisiones del proyecto, mediante el análisis de diferentes opciones constructivas, soluciones de acondicionamiento, opciones de nivel de confort o la aplicación de sistemas de control automático.

Pre estudio energético

Evaluación del estado actual de los consumos energéticos del establecimiento y sugerencia de mejoras y efecto económico.

Evaluación breve, pero bien presentada, del estado de consumos energéticos del establecimiento del cliente, conocida la tipología de instalaciones que tiene, basada en la facturación de los servicios energéticos actuales, con unas sugerencias sobre posibles alternativas y evaluación económica de “número gordo”.

Si definimos un buen modelo para este pre estudio, podremos con los datos que nos suministre el cliente y con información de equipos y precios dados por suministradores hacerlo muy rápido. La idea sería poder hacer unas estimaciones sin tener que hacer una visita del establecimiento, o en su defecto, que dicha visita no sea exhaustiva, que para eso ya estará la auditoría energética.

Auditoría energética

Proceso de toma de información del local y las instalaciones, análisis, clasificación de los consumos, establecimiento de la línea de base energética, propuesta de alternativas, definición de indicadores de desempeño energético, cuantificación de ahorros, y establecimiento de conclusiones para la toma de decisiones.

Implantación de Sistemas de Gestión de Energía ISO 50001

Implantación de Sistemas de Gestión de Energía según la norma internacional ISO 50001, siguiendo las siguientes etapas:

- Compromiso de la alta dirección
- Constitución del equipo de trabajo
- Revisión energética
- Planificación de la estrategia a seguir
- Definición de la política energética
- Identificación de oportunidades o potenciales de ahorro energético
- Registro de requisitos legales y otros requisitos
- Establecimiento de objetivos, metas y programas energéticos
- Elaboración de la documentación
- Implantación, generación de registros
- Control del sistema y corrección de sus desviaciones
- Validación del funcionamiento del sistema
- Auditoría interna del sistema
- Preparación de la auditoría de certificación (en su caso)

La norma ISO 50001 [3] facilita a las organizaciones una herramienta a través de la cual puede definirse un sistema de gestión del desempeño energético, orientado a la reducción de los consumos de energía, los costos asociados y, en consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero. El sistema de Gestión de Energía es integrable dentro de un sistema junto con los definidos por las normas ISO 9001, ISO 14001, OSHAS 18001.

1.2 Motivación

Como último paso hacia mi graduación en ingeniería electromecánica en especialidad eléctrica. Este proyecto es una oportunidad de aplicar todos mis conocimientos adquiridos durante estos años, además de realizar un trabajo de investigación que se pueda llevar a la práctica. Todo ello supervisado por mi director de proyecto y coordinador de la asignatura.

Personalmente, este trabajo me ha dado la oportunidad de tener una primera toma de contacto con el mundo laboral en el extranjero, ya que se ha colaborado con la empresa de eficiencia energética GreenAnt con sede en Rio de Janeiro. Esta oportunidad es en parte gracias al año de intercambio que me ofreció la universidad para realizar mi último curso de grado en el extranjero, concretamente en Brasil. Siendo esto una experiencia que personalmente me ha aportado muchísimo dentro de mi aprendizaje y me ha servido como un primer trabajo fuera de las fronteras españolas.

Este trabajo ha sido muy satisfactorio para mí, ya que he visto la realidad laboral que existe en un país que tiene una economía puntera como es Brasil, octavo PIB mundial según estimación de 2017 del fondo monetario internacional. Pero tiene una diferencia de clases sociales bien acentuadas. Dentro de esta realidad he trabajado con personas que no sabían leer ni escribir a los que les he llegado a explicar algunos puntos básicos de la eficiencia energética. Pudiendo ayudar con mis estudios a una mejora del uso de los aparatos eléctricos en el establecimiento que se ha llevado a cabo el estudio.

Mención especial a mi universidad de destino en Brasil PUC Rio de Janeiro, que me ha abierto sus puertas este último año de grado y he sido tratado como un alumno más. Poniéndome en contacto con la empresa de eficiencia energética GreenAnt, concretamente con el exalumno de la universidad, Pedro Bittencourt e Silva socio fundador de la empresa anteriormente citada. Todo esto no hubiera sido posible sin la colaboración de mi director de proyecto Mauro Schwanke da Silva, que me ha dado la oportunidad de realizar mi proyecto fin de grado en un sector de la energía eléctrica que tiene especial atracción hacia mí.

1.3 Metodología

Este proyecto de eficiencia energética consiste en la instalación de un medidor desarrollado por la empresa GreenAnt. Para tener una medición en tiempo real de la energía consumida por uno de sus clientes, concretamente Luiz Svaiter en su negocio de restauración, Armazém do Chopp, localizado en el barrio de Flamengo en Rio de Janeiro.

Para llevar a cabo este proyecto es necesario un conocimiento básico del funcionamiento y modelos tarifarios de las compañías eléctricas en Brasil, así como tener conocimiento de la legislación en el sector de consumo eléctrico del país. Para todo esto se cursó la asignatura de eficiencia energética que imparte el profesor Rodrigo Calili en la PUC de Rio de Janeiro.

Al mismo tiempo es necesario un conocimiento del funcionamiento del medidor que se va a instalar en el establecimiento a estudiar, como la tecnología desarrollada para su funcionamiento. Así que es preciso conocer cómo hacer una instalación adecuada del mismo, de manera segura y que no comprometa el funcionamiento normal del negocio.

Se realizará un pre estudio del consumo de energía eléctrica por el local con la ayuda de la información aportada por el cliente a través de las facturas eléctricas. Estudio detallado de los aparatos de gran consumo eléctrico en el “Armazém do Chopp” para poder identificarlos de una manera sencilla en la aplicación una vez que hayan sido identificados por el medidor.

Para ello será necesario conocer cuál es la potencia activa y reactiva media de cada aparato. Además del tipo de conexión de carga que tienen, si es estrella será más fácil de identificar ya que es la conexión que tiene nuestro medidor predeterminada para identificar aparatos. En caso de que la carga se encuentre conectada en triangulo habrá que comparar con diferentes aparatos ya que los aparatos conectados en triangulo no tienen accesible el neutro. Para su mejor identificación otro aspecto importante será conocer la fase o fases a las que se encuentran conectados. Todo este estudio nos facilitara a la hora de a realizar una identificación más rápida y precisa.

A continuación, se estudiarán los datos obtenidos para poder presentar un estudio lo más detallado posible de cuáles son los aparatos eléctricos que más consumen y en que horario se realiza estos consumos. Esto nos ayudara a conocer al detalle donde se encuentra el mayor consumo del negocio y así poder ofrecer diferentes soluciones para disminuir el consumo de estos aparatos en momentos innecesarios o inadecuados.

Para finalizar, se presentarán las conclusiones obtenidas a Luiz Svaiter, propietario del negocio del que se ha realizado el estudio de eficiencia energética. Dándole a conocer los datos obtenidos en nuestro proyecto. También se intentará presentar en GreenAnt errores que se han detectado en la aplicación para que sean corregidos. Además, de proponer mejoras para mejorar el funcionamiento de la aplicación. Esto se realiza con el fin de poder ayudar en el desarrollo de la aplicación una vez que se ha cogido experiencia en el uso de la misma.

1.4 Objetivo

Dentro de este proyecto se pueden destacar diferentes objetivos fundamentales fruto del estudio y trabajo realizado conjuntamente con las tres partes afectadas:

El principal objetivo de este proyecto es la identificación de los aparatos eléctricos que tienen un mayor consumo real de energía eléctrica en el establecimiento de estudio, Armazém do Chopp. Haciendo un estudio personalizado para este establecimiento ya que cada cliente tiene una demanda y necesidades diferente.

Para realizar esta identificación es fundamental realizar una correcta instalación del medidor de GreenAnt. Por lo que dentro de este primer objetivo se puede incluir este procedimiento.

Otro objetivo importante es realizar un estudio de la hora de funcionamiento de cada aparato y ver si es posible modificar la hora de funcionamiento de los mismos, llevando su funcionamiento a horas fuera de la hora de punta. Donde el precio de la electricidad es más caro en su generación.

Como tercer objetivo propuesto es intentar economizar en la factura de la luz haciendo un estudio del consumo eléctrico cuando el negocio se encuentra cerrado y así poder evitar consumos anómalos. Para ello es preciso el conocimiento de la eficiencia de los electrodomésticos. Para este objetivo la lectura en tiempo real por parte del medidor de GreenAnt servirá de gran ayuda ya que se podrá tener un mayor control de cuando se utiliza cada aparato; encendido y apagado de cada electrodoméstico, de forma remota.

Como último objetivo, una vez se tenga suficiente conocimiento de la aplicación de GreenAnt, va a ser presentar posibles fallos y proponer posibles mejoras para facilitar la identificación de aparatos para que esta pueda ser hecha por el propio cliente de una manera sencilla y sin necesidad de ayuda de ningún tipo de especialista. Para ello expondremos todos nuestros conocimientos adquiridos durante la realización del mismo y comentaremos las dificultades encontradas a la hora de nombrar los aparatos ya que el medidor solo es capaz de enumerar los diferentes tipos de electrodomésticos utilizados.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS. ESTADO DE LA TÉCNICA

- 2.1 Antecedentes. Introducción a la tecnología NALM
- 2.2 Tipos de medidores
- 2.3 Visión del mercado actual. GreenAnt, Smappee y Sense.

2.1 Antecedentes. Introducción a la tecnología NALM

Monitorización de carga con dispositivos no intrusivos

La tecnología, “Nonintrusive Appliance Load Monitor” (NALM) en español *Monitorización de Carga con Dispositivos No Intrusivos*. Fue desarrollado por George Hart [2] en 1992, para monitorizar un circuito eléctrico con un número indeterminados de dispositivos eléctricos los cuales se encienden y apagan independientemente.

Mediante un sofisticado análisis de las formas de onda de tensión y corriente de la carga total, esta tecnología NALM estima el número de cargas individuales, su naturaleza resistiva, sus consumos de energía, y otras estadísticas, como puede ser su horario específico de funcionamiento al cabo de un día. Sin ser necesario la instalación de sensores en cada uno de los componentes individualmente o realizar mediciones aparato por aparato.

Esto hace que este método de adquisición de datos sea mucho más simple y eficaz que los medios tradicionales, basados en la colocación de sensores en cada uno de los componentes individuales de la carga. El resultado final tiene una enorme valía para el consumidor, para empresas de servicio público o para fabricantes de electrodomésticos; ya que tendrá datos suficientes para poder realizar una auditoria energética exhaustiva.

Una útil aplicación de esta tecnología, se basa en la instalación de NALM con la carga total utilizando un dispositivo capaz de transformar las señales de la toma de corriente general en señales que pueda utilizar el medidor. Esto hace posible que el proceso de instalación, extracción de datos y mantenimientos sean sencillos en comparación con las técnicas tradicionales de monitoreo de carga intrusiva que requieren "submedicion" y cableado interior. El NALM monitorea la carga total, verificando ciertas huellas o firmas que proporcionan información sobre la actividad de los aparatos que constituyen la carga.

Si un aparato eléctrico tiene una potencia de activa de 400W y una reactiva de 100VAR. Se observará, cuando dicho aparato se enciende, una subida en el consumo de esta cantidad y una caída de mismas potencias cuando el electrodoméstico en función se apague. Así pues, cada aparato eléctrico tendrá una huella o firma característica.

Una vez determinados los periodos de tiempo de encendido y apagado de cada electrodoméstico. Se podrá tabular cualquier función deseada de consumo en función del tiempo, temperatura...

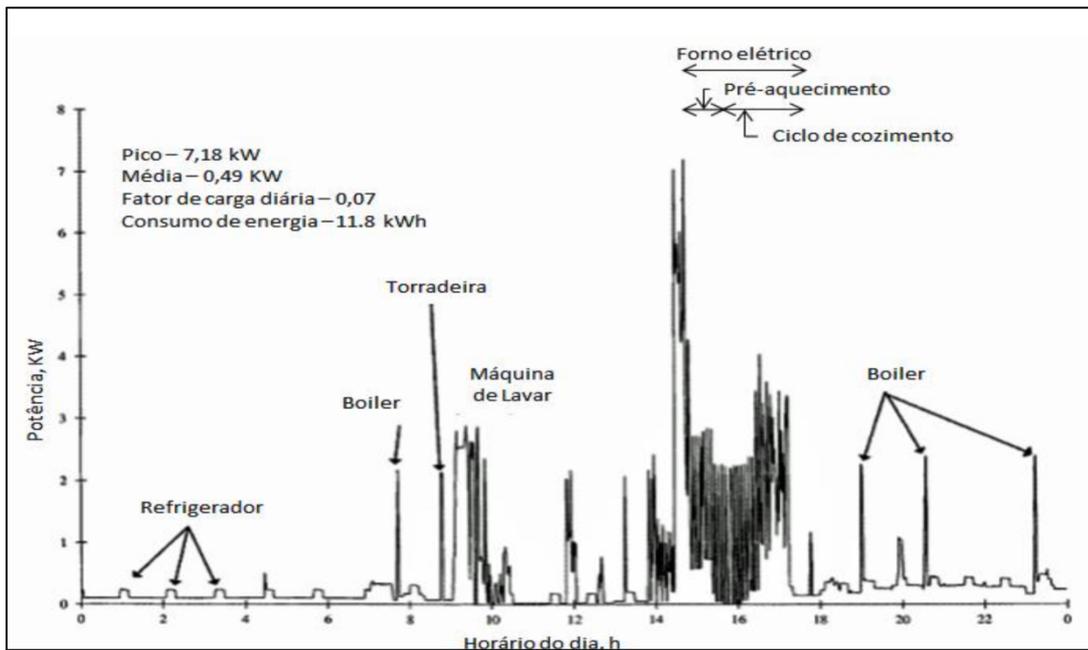


Imagen 2. Consumo de energía real en una casa unifamiliar obtenida del tema de redes eléctricas inteligentes.

Para conocer mejor el funcionamiento de la tecnología NALM, en la imagen 2 se representa el consumo real total de energía en función del tiempo en una edificación residencial en un periodo de 24 horas.

Durante esta ventana de tiempo, la carga total muestra actividad debido a diferentes electrodomésticos, que se comentara detalladamente a continuación.

Una nevera o “refrigerador”, esta se ve que se acciona durante las 24 horas. Esto es debido a que el compresor se acciona y apaga para mantener la temperatura de refrigeración constante.

Un calentador o “boiler” para el calentamiento de agua. Se observa que el tiempo de funcionamiento del calentador corresponde al inicio del día y a las horas finales. Esto tiene una explicación sencilla ya que corresponde a un uso habitual de las horas de baño para higiene personal.

Se diferencia también una tostadora o “torradeira” que tiene lugar por la mañana coincidiendo con la hora del desayuno.

Una máquina de lavar donde se observan sus diferentes etapas de lavado.

Por último, un horno eléctrico que se pueden observar dos ciclos diferenciados. Un primer ciclo que corresponde al encendido del mismo, necesitando una mayor potencia para alcanzar la temperatura deseada. Un segundo ciclo, llamada de cocción, donde la temperatura deseada ya ha sido alcanzada y la única potencia requerida es para mantener constante la temperatura que deseamos.

Los cambios de potencia son claramente diferentes en su tamaño y forma, proporcionando así firmas características de cada aparato eléctrico.

Mediante la medición de la carga total del proyecto que se desee, no será difícil encontrar cambios de potencia y medir su tamaño. Conociendo el tiempo de cada evento de encendido y apagado, el consumo de energía total de cada aparato se podrá determinar fácilmente. Al tener también mediciones de la potencia reactiva total o corriente armónica, los cambios en la función vectorial resultante del tiempo revelaran todavía más información de cada aparato en particular.

La obtención tradicional de datos sobre consumo de energía eléctrica de cada aparato necesita de un hardware de recopilación de datos complejos, pero software simple. Teniendo un solo punto de monitoreo en el circuito cada aparato de interés y cables que conectan cada uno con una ubicación central de recopilación de datos proporcionan rutas de datos separadas, de modo que el software simplemente tiene que tabular los datos que llegan por estos canales de hardware separados.

La nueva técnica que propone, NALM, invierte esta situación. Así, el hardware pasará a ser simple, pero tendrá un software complejo y sofisticado para procesar y analizar las señales. Sólo es necesario un único punto de medición en el circuito, pero los algoritmos matemáticos deben ser capaces de diferenciar en la carga total cada componente por separado. En muchas aplicaciones de medición de carga, tener un solo punto de medición lo hace más económico, siendo una de las mayores ventajas de la tecnología NALM.

2.2 Tipos de medidores

En el mercado podemos encontrar diferentes tipos de medidores o contadores de energía eléctrica.

El **contador o medidor convencional** [4] es un medidor electromecánico, también denominado como medidor de inducción y está formado por un conversor electromecánico, funcionando sobre una rueda. La velocidad de angular de la misma es proporcional a la potencia demandada por el consumidor. Este medidor utiliza la inducción y un motor eléctrico, cuya interacción de flujos magnéticos produce el movimiento en el rotor mediante a las corrientes eléctricas.

Este medidor tiene como ventajas su robustez y durabilidad. Por el contrario, presenta algunas deficiencias como pueden ser: un coste elevado para obtención de datos, la necesidad de una lectura física, su facilidad para ser saboteado con el fin de defraudar a la compañía eléctrica, comunicación de los datos muy limitadas y una baja interacción entre la empresa y el cliente debido a la difícil obtención de datos.

El **medidor electrónico** no es más que una simple evolución natural del medidor electromecánico. A efectos técnicos es un medidor electromecánico con registro electrónico. Este avance consiste en la configuración del disco para que genere unos pulsos mediante un captador óptico. Siendo estos pulsos procesados por un sistema digital calculando y registrando los valores de energía y demanda.

Básicamente el avance en este contador es su función digital y la posibilidad de incorporar una puerta de comunicación para su lectura remota del mismo.

El **medidor inteligente** ya si se diferencia más de los otros dos donde tienes unas características que son las siguientes [5]:

- Mayor exactitud
- Comunicación bidireccional
- Adquisición de varias informaciones además del kWh
- Medición en cuatro cuadrantes (EP, EQ)
- Menos susceptible de fraude
- Medida de las tarifas
- Acciones remotas de corte y cierre
- Calcula índices de calidad (DIC, FIC, etc.)
- Display remoto para comunicación con consumidores.
- Resolución Normativa 502/2012 (ANEEL)
- Regulan sistemas de medición de energía eléctrica de unidades consumidoras del Grupo B.

Estos medidores son totalmente electrónicos o inteligentes. Realizan la medición y registro de energía mediante un proceso analógico digital (sistema totalmente electrónico) que utiliza un microprocesador de memoria. Dentro de este tipo de medidores se pueden diferenciar dependiendo de las exigencias del consumidor.

La medición inteligente “Smart meter” es solo una mínima aplicación que constituyen una red inteligente o “Smart Grid”. Aunque sí que es una aplicación básica para poder desarrollar una red inteligente.

2.3 Visión del mercado actual

En el mercado actual sobre medidores inteligente hay diferentes empresas que podríamos destacar. A continuación, entraremos en detalle en GreenAnt, empresa brasileña con la que hemos colaborado; Smappee, empresa europea líder en el mercado mundial y Sense empresa líder en el mercado Norte Americano. La base tecnología de estas tres empresas es la tecnología NALM.

GreenAnt [6] es una empresa con sede en Rio de Janeiro que se dedica a la eficiencia energética. Fundada en su mayoría por estudiante de ingeniería de la universidad PUC Rio de Janeiro. Siendo sus socios fundadores: Pedro Bittencourt, Raphael Guimaraes, Thiago Holzmeister, Caio Mehelm y Vagner Nascimento. Nace después de un proceso de crowfunding para poder financiar el desarrollo y construcción de sus medidores inteligentes.

En GreenAnt se busca la estimulación del uso eficiente de la energía. Por eso se ha desarrollado un algoritmo innovador para la gestión de energía, capaz de identificar el consumo individual de cada aparato conectado. Esta información queda disponible en un panel de control en la web de la empresa donde cada cliente puede consultar su consumo en tiempo real. Conscientes que la eficiencia energética es la forma más barata, limpia y sustentable de generar energía. Se prioriza la motivación de incentivar una práctica de consumo consciente, utilizando la información y el conocimiento para ayudar a construir un modelo de vida más sustentable.

Smappee según su web [7] es una empresa con sede en Cortrique, Belgica. Fundada en el año 2012 y con participación en trabajos en 85 países del mundo. Smappee utiliza monitores inteligentes para que el consumo energético sea sostenible cambiando de hábitos de consumo y haciendo que el ahorro de energía se convierta en un juego.

Smappee fue la primera empresa en desarrollar un monitor de energía inteligente, con lectura en tiempo real de la energía consumida y reflejando todos los dispositivos electrónicos importantes individualizados. Siendo desde el inicio líderes en el mercado.

El monitor de energía de Smappee para hogares detecta el consumo de energía en modo de espera y los aparatos que más gastan. Además de poder controlar de manera remota los aparatos eléctricos y ahorrar hasta un 30% en el precio de la factura de la luz. El precio de un medidor de estas características es de 229€.

Sense [13] es una *start-up* con sede en Cambridge, Estado Unidos, enfocada a la lectura de consumo de energía de electrodomésticos en tiempo real. La diferencia con las otras empresas del sector es que Sense es capaz de detectar hasta los aparatos más pequeños.

El precio para obtener uno de los medidores de Sense, oscila entre los 299\$ del más básico a los 349\$ si se quiere tener un balance de energías ya que se tiene instalado un grupo de cogeneración solar. El precio de este no incluye ninguna mensualidad a la hora del uso del software ya que Sense [14] retendrá los derechos sobre los datos de consumo para posibles aplicaciones futuras siempre anonimizando estos datos.

El principal problema que encontramos en Sense a la hora de contratar sus servicios es que no trabajan fuera del mercado norte americano. Así que esto implicaría un impedimento considerablemente para trabajar con ellos tanto en Brasil como en un mercado Europeo marco en el que se podría enmarcar nuestro principal cliente.

3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DESARROLLADO

3.1 Identificación de cargas a partir de su potencia activa y reactiva.

3.2 Proyecto

3.2.1 Instalación del medidor

3.2.2 Auditoria de electrodomésticos.

3.1 Identificación de cargas en una red trifásica a partir de la medición de potencia activa y reactiva.

La identificación de cargas domésticas es un tema de estudio reciente, que tiene su base a partir del artículo de Hart en 1992 [2]. Se pretende identificar y separar las cargas asociadas a un circuito eléctrico, que se accionan y apagan cada una independientemente. Actualmente el interés de esta área tiene como gran motivación una integración de control de la demanda, la llamada “Smart Grid”, o red inteligente, donde la información del consumo tiene un papel vital en el proceso de eficiencia energética, control de carga, operaciones de sistema e integración de fuentes renovables.

Analizar, bajo el punto de vista de los métodos de entrenamiento no supervisados, las estrategias de identificación de carga. Principalmente, la teoría de resonancia adaptativa ART, desarrollada por Grossberg [8] en 1987, muestra las características adecuadas a los problemas, como el aprendizaje continuo durante la identificación, descartar categorías no relevantes y la capacidad de identificar otras nuevas categorías durante la operación.

La identificación de cargas es el desarrollo de una secuencia de operaciones en un procesamiento de datos, a partir de las mediciones directas de la potencia activa y reactiva.

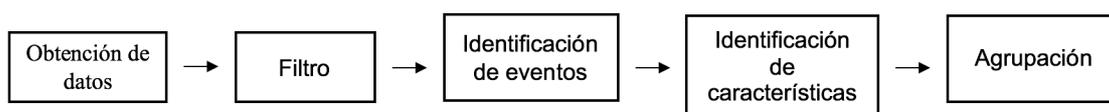


Imagen 3. Operaciones para la identificación de las cargas.

El filtrado consiste en la identificación y eliminación de los picos de corta duración que ocurren durante la conmutación de los aparatos.

Los eventos se identifican a partir de una serie temporal a través de un algoritmo que evalúa la variación de la potencia que supera el valor umbral. Para la definición de este valor, se ha desarrollado una metodología a partir de diferenciar la caracterización de eventos. Se considera un evento de accionamiento o des accionamiento cuando:

- El módulo de la variación de potencia activa es mayor que 10 W.
- Las variaciones de potencia reactiva tienen una contrapartida simultánea en la potencia activa.

La imagen 4 muestra la identificación de eventos. La línea discontinua en el gráfico de abajo representa el valor umbral para la detección de eventos.

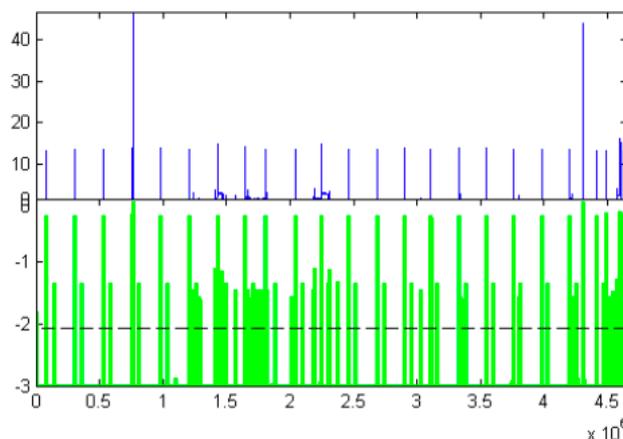


Imagen 4. Muestra una ventana en el tiempo donde se pueden diferenciar arriba la ΔP y abajo la ΔQ .

Una vez identificados los eventos de accionamientos y des accionamiento un algoritmo de casamiento forma los pares (accionamiento/ des accionamiento) de acuerdo con la variación de potencia activa ΔP y reactiva ΔQ . Agrupando la red ART los eventos formados.

La imagen 5 muestra la localización de los eventos identificados en la ventana de tiempo anterior, imagen 4, en el plano ΔP x ΔQ .

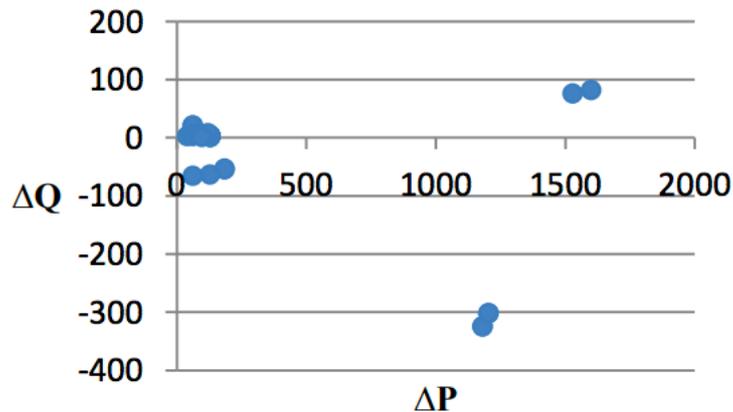


Imagen 5. Distribución de los eventos remarcados en el plano ΔP x ΔQ .

En la Imagen 5 se identifican eventos con niveles bajos de potencia reactiva. Esto se debe a que las cargas tienen una naturaleza resistiva o bien se está utilizando equipos internos de corrección del factor de potencia como puede ser un banco de condensadores.

Las redes neuronales artificiales basadas en la teoría de resonancia adaptativa fueron propuestas inicialmente por Grossberg et al. [8] en 1987, estas se basan en el principio biológico de como el cerebro humano procesa información.

Las redes del tipo ART se basan en conceptos de memoria, o modelo, y una comparación con datos sensoriales recibidos con este modelo. Así como el cerebro humano el proceso de aprendizaje de la red ART es adaptativo basado en el esfuerzo neuronal y la capacidad de memorizar nuevos patrones.

La red propuesta en este trabajo presente un entrenamiento no supervisado y es llevado a cabo durante la operación, o sea, una red siempre está en proceso de aprendizaje y operación, simultáneamente. Cuando la red recibe un patrón para procesar este es evaluado cuando su distancia en el espacio de atributos, a todas las neuronas de la red. La red es inicializada sin un modelo pre definido, apenas con una neurona de vigilancia, que solo es activada si ninguna otra neurona de la red fuera activada (el patrón estaría dentro de su rango de vigilancia). Esta neurona es la responsable de la creación de una nueva neurona para representar el nuevo patrón.

Dado que este modelo de proceso de operación consiste en la presentación de eventos para que sean clasificados, inicialmente crea las neuronas representando las clases por los aparatos eléctricos que hay en el circuito a estudiar y en caso que se presente un evento de una clase ya conocida, este será clasificado por la activación de la neurona más próxima, o sea, la clase más próxima al evento.

La implementación del código para el entrenamiento y la ejecución de la red ART fue desarrollada en lenguaje LUA, por Ierusalimschy [9] en 1996. El proceso de entrenamiento es dinámico, ya que el número máximo de neuronas esta predeterminado.

Inicialmente, solo hay la neurona de vigilancia y es en el proceso de entrenamiento donde se van creando nuevas neuronas conforme se van identificando nuevos eventos.

A continuación, se explican los pasos que se llevan a cabo durante el proceso de entrenamiento de la red ART.

Dependiendo de la dimensión del radio de vigilancia aumentaremos o disminuirémos el número de neuronas. Dependiendo del tamaño de nuestra muestra esto hará que el esfuerzo computacional se vea aumentado en exceso o no.

- El primer paso consiste en la definición de los radios de vigilancia iniciales. Se harán a partir de la distribución de los eventos en el plano $\Delta P \times \Delta Q$. Es importante tener en cuenta el tamaño o número de elementos de nuestro circuito. Ya que dependiendo de su dimensión el valor que le atribuiremos a r_0 variara. Este valor que se le atribuye a r_0 es una magnitud en W. La definición ideal de r_0 es la que presente una buena definición de clases sin necesidad de muchas neuronas, con el fin de no comprometer excesivamente el esfuerzo computacional.
- En el segundo paso se determinan los dominios esféricos mediante el entrenamiento de la red ART. Con los eventos presentados en la imagen 5 son las que se representan en la imagen siguiente 6.
- En el tercer y último paso el código verifica automáticamente las neuronas vecinas agrupándolas y así formando una misma clase.

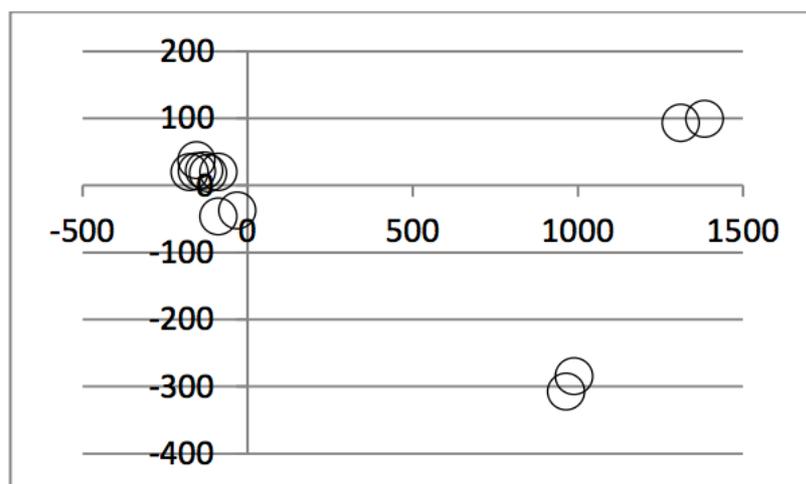


Imagen 6. Dominios esféricos de los eventos presentados en la figura 5 anterior.

En la siguiente imagen se muestra como quedan finalmente las neuronas agrupadas en una misma clase.

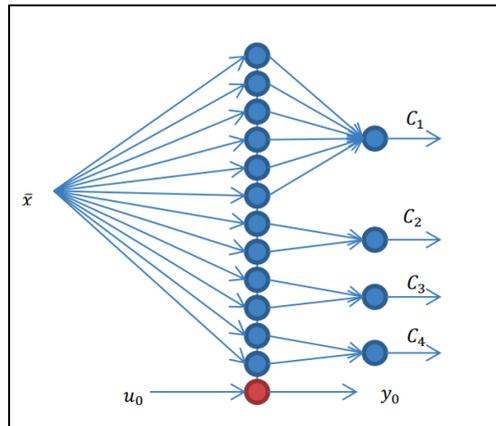


Imagen 7. Topología final de la red del conjunto de eventos anteriormente mencionados.

Se observa como en un principio se forman los dominios esféricos debido al entrenamiento de la red ART y finalmente una vez verificados que son neuronas vecinas se forman las diferentes clases donde se agrupan.

3.2 Proyecto

El proyecto se realizará en el local donde se encuentra situado el “Armazém do Choop” establecimiento destinado a un negocio de restauración en la dirección R. Marquês de Abrantes, 66. Barrio de Flamengo en la ciudad de Rio de Janeiro, Brasil.

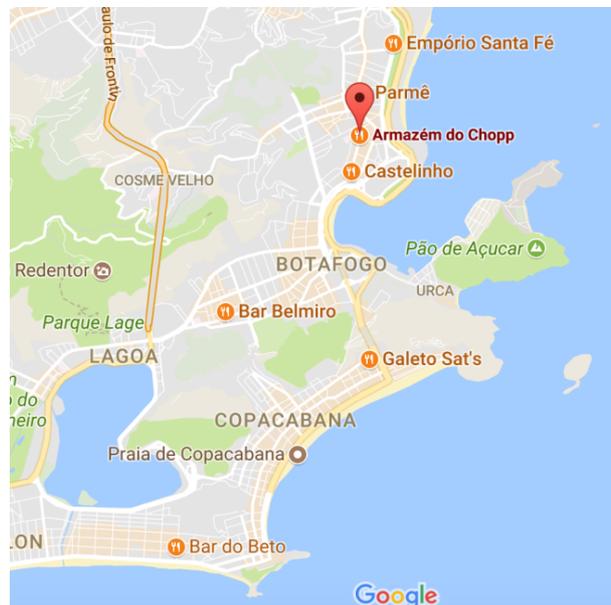


Imagen 8. Localización del establecimiento donde se ha llevado a cabo el proyecto.

3.2.1 Instalación del medidor

La instalación del medidor de GreenAnt se realizará con la ayuda de un técnico electricista pues es así como lo recomiendan desde la empresa, para que no haya ningún tipo de problema y no se vea interrumpida la actividad normal del negocio.

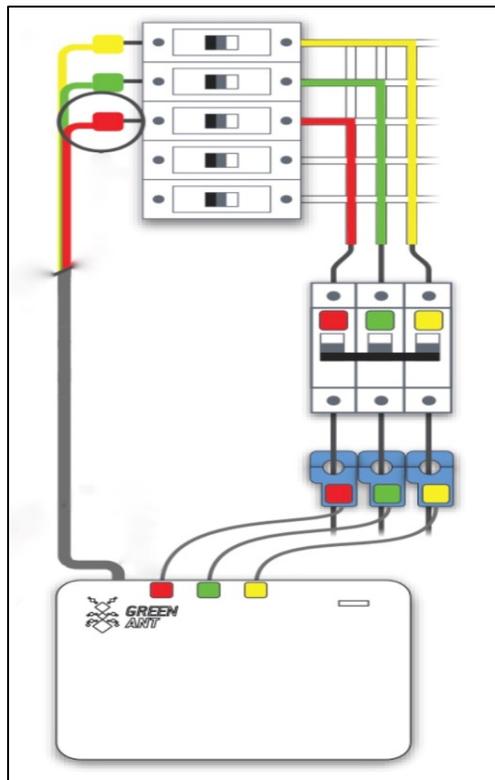


Imagen 9. Ilustración de cómo se conecta el medidor de GreenAnt.

A continuación, se adjuntarán unas imágenes de como quedo el medidor de GreenAnt una vez instalado y algunas recomendaciones a tener en cuenta para su correcta instalación.

En la imagen 10 se puede observar como quedo el medidor de GreenAnt instalado y colocado sobre la pared.

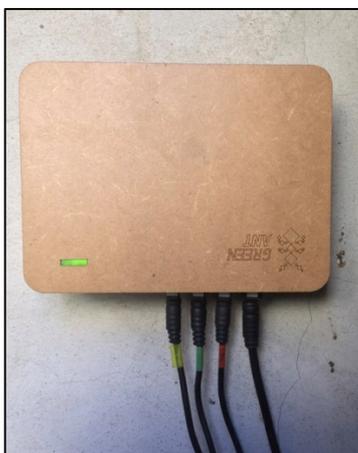


Imagen 10. Fotografía del medidor instalado en el local donde se ejecutó el proyecto

En la imagen 11 se observa como quedaron instalados los transformadores de corrientes a la red trifásica que suministra el local.

Es importante que las presillas de los transformadores de corrientes queden instaladas en el sentido correcto. Para ello cada presilla o pinza contiene dos pegatinas, una a cada lado. Una pegatina con el icono de una torre de transmisión de energía eléctrica, que deberá quedar situado hacia el origen de los cables; y por el otro lado una pegatina con el icono una casa que deberá quedar mirando hacia el lado de la instalación o cuadro eléctrico. Además, las pegatinas de cada presilla serán de un color diferente rojo, verde y amarillo; con el fin de diferenciar cual ira en cada fase.

Al tratarse de una instalación trifásica se deberán de colocar las tres presillas.

La primera presilla, la de color rojo, ira situada en la primera fase. En caso de tener una instalación monofásica esta sería la única presilla necesaria.

En la segunda fase se instalará la presilla que contiene las pegatinas de color verde. Esta presilla junto con la de la primera fase son las únicas necesarias en redes bifásicas.

En las redes trifásicas, como es la nuestra es necesario colocar una tercera presilla de color amarillo en la tercera fase.



Imagen 11. Fotografía de los transformadores de corrientes una vez instalados.

En la imagen 12 se puede observar cómo quedan instalados los cables de tensión. Para la instalación de los cables de tensión lo primero que hay que encontrar es el cable de neutro del cuadro y empalmar este con el cable marrón de nuestro medidor. Para conectar los terminales de derivación en la salida del disyuntor lo primero que hay que hacer es retirar el cable de la salida del disyuntor e insertar este cable en la cavidad libre de la pieza de plástico que tiene como función realizar el empalme. Este procedimiento se repetirá tantas veces como fases tenga la red. En este proyecto al tratarse de una red trifásica se realizará tres veces. Teniendo en cuenta la misma sucesión de colores para cada fase que con los transformadores de corrientes. Los conectores de tensión en la salida del disyuntor son de un máximo de 20 A.

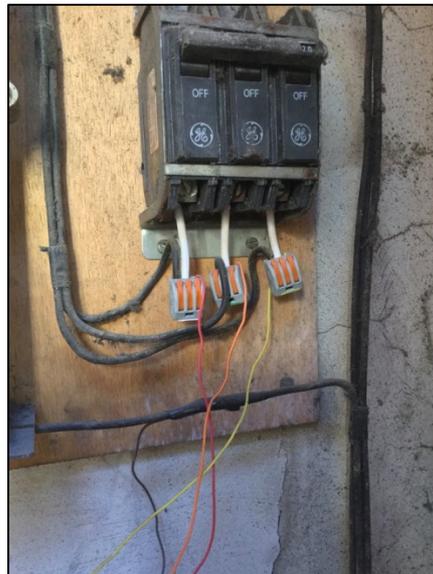


Imagen 12. Fotografía de los cables de tensión una vez instalados.

En la imagen 13 se observa cómo queda correctamente instalado el medidor de GreenAnt que se va a utilizar para la recopilación de datos de nuestro proyecto. Esta imagen corresponde al esquema representado en la imagen 8.



Imagen 13. Fotografía del medidor de GreenAnt instalado correctamente

3.2.2 Auditoria de electrodomésticos.

A continuación, se va a realizar un inventario de los aparatos eléctricos que se encuentran en el Armazén de Chopp. Debido a las limitaciones del medidor de GreenAnt en este inventario solo se tendrá en cuenta los aparatos que tienen una potencia superior a 80W, ya que el medidor no detecta aparatos que consumen una potencia inferior a estos 80W. Tampoco será posible identificar los elementos que tenga un consumo constante y nunca se apaguen o se encuentren en stand-by.

Se adjuntarán las tablas con el inventario de electrodomésticos de los que se ha calculado su potencia activa. Con ayuda del medidor de tiempo real que encontramos en la aplicación de GreenAnt, imagen 14. Calculando las subidas o bajadas de potencia una vez que se activaban y desactivaban cada uno de los aparatos eléctricos.

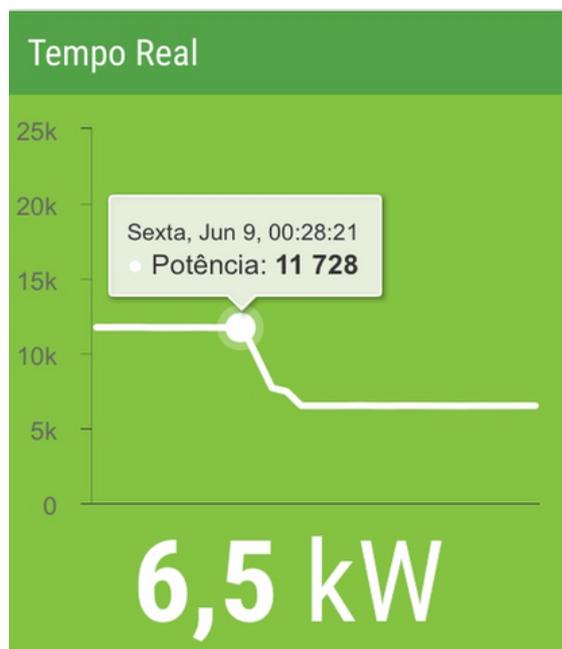


Imagen 14. Caída de potencia en el medidor de tiempo real debido al horno eléctrico, primera pendiente más acentuada y a la desactivación de la bomba de agua, segunda pendiente.

En la imagen 14 se observa una captura de pantalla de la aplicación de GreenAnt. Donde se representa la lectura de la medición en tiempo real en la que se puede observar una caída de potencia debido a una reducción de la temperatura del horno eléctrico, caída más acentuada y la desactivación de la bomba de agua, segunda caída de potencia esta vez de menor intensidad.

Los aparatos identificados en la auditoría realizada en el Armazém do Chopp se encuentran adjuntados en las dos siguientes tablas.

La primera correspondiente a los electrodomésticos que están situados en la sala de comidas del restaurante y la segunda tabla los identificados en la cocina. Como se puede observar la tabla contiene junto al nombre de los aparatos las potencias activas de activación y desactivación de los mismo. Esto se calculó tomando la medida de la potencia consumida antes y después del encendido o apagado, según el caso, de cada aparato en cuestión.

SALA				
Numero	Nome do aparelho	Liga (W)	Desliga (W)	Potência (W)
1	Ar da porta	4010	3126	884
2	Ar do meio	4010	3126	884
3	Ar da Barra	4010	3126	884
4	Geladeira no bar	3927	4650	723
5	Geladeira do Chopp	5769	4585	1184

Cozinha						
Columna1	Nome aparelho	Liga (W)	Desliga (W)	Potência (W)		
1	Exaustão	4646	6000	1354		
2	Freezer de peixe	4814	5940	1126		
3	Freezer de carne	5694	4597	1097		
4	Freezer de aipim	4529	5331	808		
5	Geladeira da pizza	3222	3666	444		
6	Geladeira passa prato	4517	4068	449		
7	Geladeira outono	2728	3853	1125		
8	Câmara frigorífica	2677	3825	1148		
9	Triturador	3800	4121	321		
10	Bomba	3724	4714	990		
12	Freezer de nox	3835	3493	346		
13	Freezer sorvete	3732	3960	228		
14	Maquina gelo	5046	4146	900		
15	Forno elétrico	3947	8531	2107	24777	924
		6054	10353	1822		

4 Análisis

- 4.1 Descripción de la aplicación.
- 4.2 Presentación de los aparatos identificados
- 4.3 Comparación de factura con lo medido por el medidor
- 4.4 Dificultades y contratiempos

4.1 Descripción de la aplicación de GreenAnt

Con el medidor inteligente de GreenAnt se puede conocer en tiempo real el consumo de energía eléctrica con el fin de reducir este consumo, eliminar perdidas y mejorar la rutina de uso de energía. Basándose en la información que aporta el medidor acerca del consumo de los equipamientos.

Gracias a la información que puede dar el medidor inteligente de GreenAnt se dejará de consumir sin conocimiento. Con un diseño compacto y de simple instalación, conectado a la red Wi-Fi mediante una tecnología MOIP “mobile communication over Internet Protocol” [12]. Esto nos dará acceso a la plataforma de GreenAnt desde el cualquier lugar para poder conocer la información necesaria sobre la rutina de uso de energía. Debido al conocimiento en tiempo real del consumo de energía y a un informe semanal de este. Es posible evitar pérdidas indeseadas antes de que llegue la factura de la luz.

En la imagen 15 se puede observar cual fue la factura correspondiente al mes de junio de este año. Empezando el día 7 de junio y acabando el 6 de julio. En la gráfica se puede observar como el consumo los fines de semanas es superior debido a la mayor afluencia de gente al restaurante. Siendo estos días viernes (S, sexta feira), sábado (S, sábado) y domingo (D, domingo).

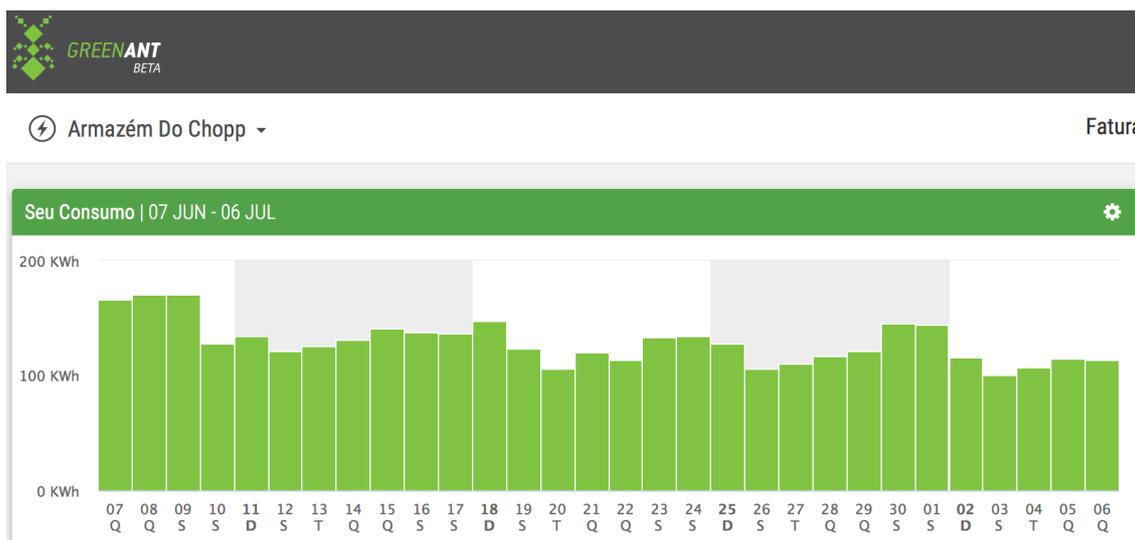


Imagen 15. Consume de una factura de la luz

El consumo energético en el mes de junio estimado por el medidor de GreenAnt fue de 3.864,5 kWh con un costo de R\$3.446,89 reales un valor en euros de 984,82€. Como se puede observar el gasto de este negocio en energía eléctrica es un gasto considerable por lo que es importante tener un control del mismo.

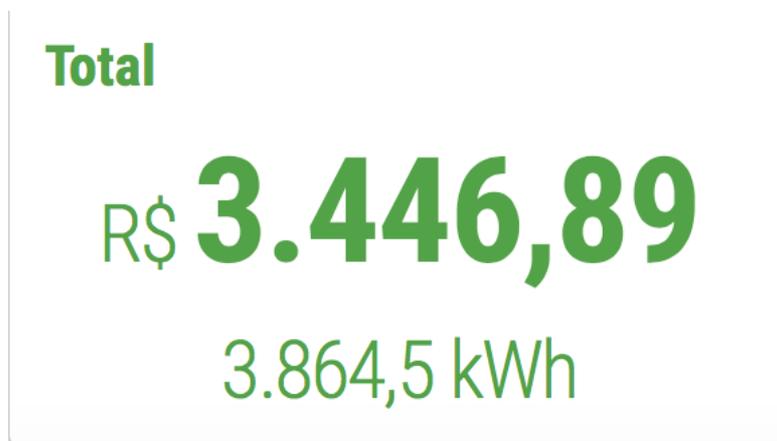


Imagen 16. Consumo total del mes de junio.

En la imagen 17 se observa cual fue el consumo el miércoles 17 de junio. En esta imagen se observa como a la hora de la comida, 12.00h, hay un aumento de la demanda debido a que es el horario donde se sirven las comidas. A las 19.00h se alcanza su consumo máximo ya que es cuando se prepara el servicio para el turno de la cena. Es en este turno cuando el mayor número de aparatos eléctrico de alto consumo se encienden, se enciende el aire acondicionado y se empieza a calentar el horno para el servicio de cenas.

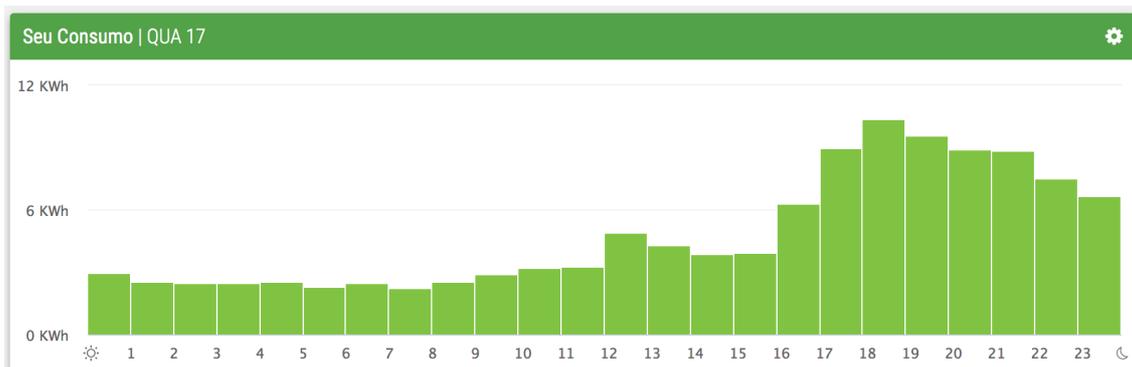
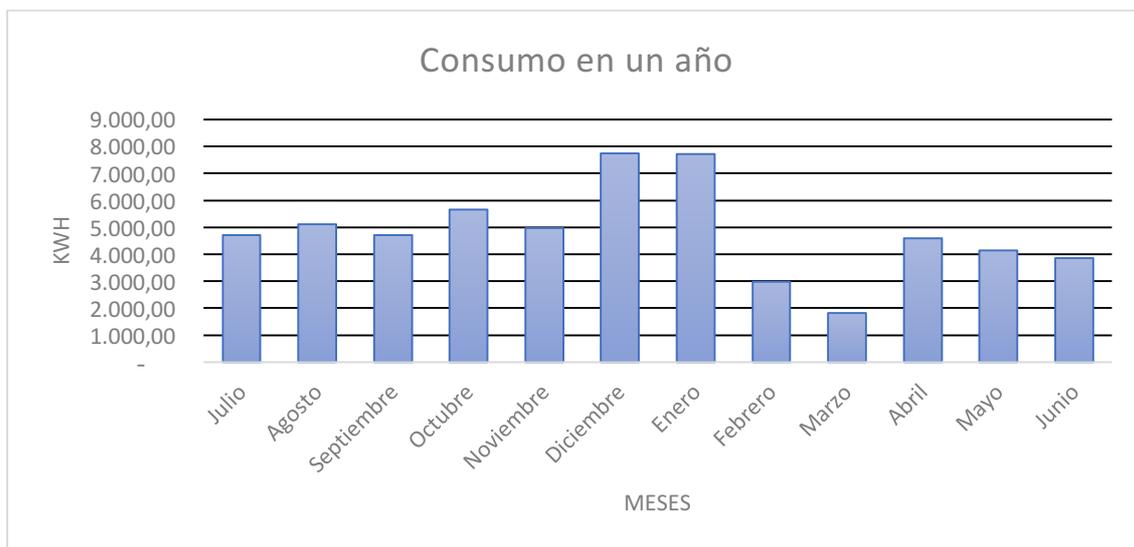


Imagen 17. Consume del miércoles 17 de junio.

En la gráfica siguiente se puede observar como los meses de verano correspondientes a diciembre, enero, febrero y marzo. Ya que se encuentra en el hemisferio sur. Son los que tienen un mayor consumo de energía. Es cierto que los meses de febrero y marzo no se ve reflejado, pero esto es debido a que durante estos meses el establecimiento permaneció cerrado debido a un contratiempo. El 18 de febrero el Armazém do Chopp

sufrió un incendio teniendo que cerrar durante estos meses. Este perjuicio se vio más agravado si se tiene en cuenta que coincidió con el mes de carnaval en Rio de Janeiro. Fiesta internacional en la que la ciudad recibe una gran cantidad de turistas y los negocios de hostelería hacen su “pequeño agosto”. Como es obvio durante este periodo de tiempo el consumo de energía eléctrica también es mayor.



4.2 Presentación de los aparatos identificados

El medidor de GreenAnt no es capaz de identificar aparatos que consumen una potencia activa inferior a los 80W. Por este motivo el medidor de GreenAnt no identificara posibles cargas de móviles y otros aparatos que consuman baja potencia. Además de aquellos aparatos que tienen un uso ininterrumpido o se encuentren en stand-by.

También es importante saber que debido a las limitaciones del algoritmo actual es posible que a la hora de identificación de aparatos el medidor inteligente confunda dos aparatos que tienen consumos parecidos.

Las neveras, congeladores y demás máquinas de refrigeración tienen una serie repetitiva de funcionamiento por lo que será fácil diferenciar cuales son este tipo electrodomésticos. Al mismo tiempo será difícil diferenciar cual es cada uno de estos elementos de refrigeración ya que utilizan una secuencia de conectividad similar. Por este motivo se ha decidido no diferenciar entre los diferentes electrodomésticos de refrigeración. Agrupándolos todos en un mismo grupo llamado “freezer e geladeira” traducido al español “congelador y neveras”.

Así pues, dentro del grupo “freezer e geladeira” se encuentran: las dos neveras de la barra con un consumo medio de 600W, los cinco congeladores que se encuentran en la

cocina que tienen una potencia activa en torno los 350-400W y las 3 neveras con consumo aproximado de 400W.

Dentro de los aparatos de refrigeración si se ha podido diferenciar la cámara frigorífica y la máquina de hielo ya que tiene un consumo de potencia activa superior a los demás aparatos. Haciendo un grupo específico para estos dos aparatos.

Algo parecido nos sucede con los aires acondicionados ya que en la sala se encuentran tres aparatos de aires acondicionados cada uno de 58000 btus y de la misma marca. Por lo que el medidor de GreenAnt no podrá diferenciar cual es cada uno de los aparatos; puerta, medio y barra. Por este motivo hemos decidido llamar a este grupo “Ar acondicionado” que su traducción al español es “aire acondicionado”. Donde agruparemos los diferentes aparatos de aires acondicionados.

Para identificar los aires acondicionados hemos tenido en cuenta que solo se encendían por las tardes ya que durante las estaciones de otoño e invierno cuando se ha realizado el estudio no era necesario encenderlos por las mañanas. Además de esto se ha tenido en cuenta su alto consumo de potencia tanto activa como reactiva.

Al no tratarse de unos aires acondicionados con tecnología inverter, el funcionamiento consistía en ciclos de encendido y apagados dependiendo de la temperatura de la sala. En caso de que tuvieran tecnología inverter esto no sucedería ya que el compresor iría modificando su velocidad dependiendo de la potencia necesaria para mantener la temperatura deseada. En la Imagen 18 se compara como es el funcionamiento de un aire acondicionado con tecnología inverter función en verde y como es el funcionamiento de un aparato sin esta tecnología, función gris.

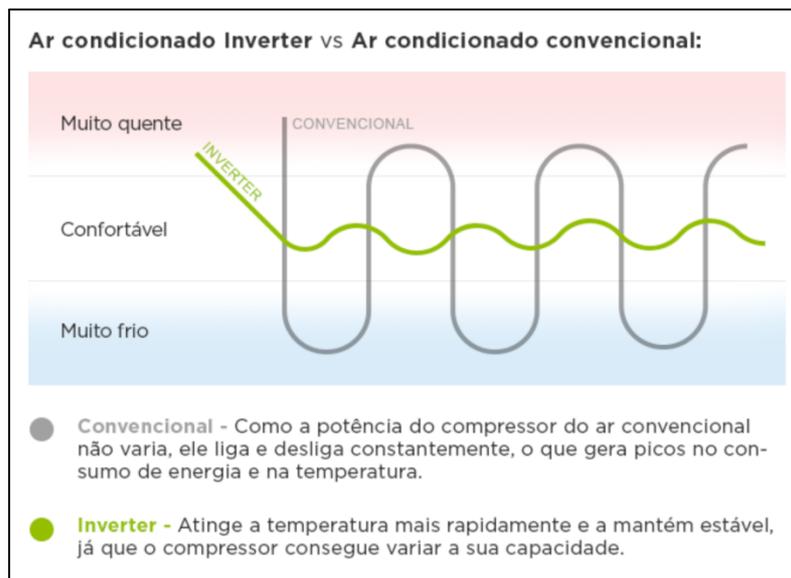


Imagen 18. La onda gris muestra el funcionamiento de un Split convencional y la verde un Split con tecnología inverter.

El medidor de GreenAnt está instalado de forma que es capaz de diferenciar en la fase donde se encuentran los aparatos siempre que estos tengan una conexión en estrella. Ya que el consumo de este pertenecerá a una única fase.

En caso de que las resistencias del aparato se encuentran conectados en triángulo, este se encontrara conectado a dos fases diferentes al mismo tiempo, ya que no es posible el acceso al neutro. En este caso el consumo de energía se verá dividido en las dos fases que se encuentra conectado por lo que habrá que encontrar aparatos que tengan accionamientos de potencias con tiempos simultáneos. La potencia reactiva de estos eventos no será la misma ya que por un lado consumirá y por otro generará para que su sumatorio de ambos consumos sea justo lo que está consumiendo.

Esto se ve reflejado en el caso del horno eléctrico. Haciendo que uno de los aparatos conectados a la fase A tenga una generación de potencia reactiva positiva. Si hacemos el sumatorio de esta reactiva con el aparato que se conecta simultáneamente podemos observar como su sumatorio da un resultado de una baja potencia reactiva positiva como era de esperar ya que la carga eléctrica del horno es meramente resistiva.

4.3 Comparación de factura con lo medido por el medidor

A continuación, en la imagen 19 se ve la factura con fecha del día 10 de marzo del año 2017 hasta el 7 de abril de este mismo año. Teniendo un consumo total de 1.760 kWh siendo su coste final de R\$1.571,16 reales, una vez aplicado las tasas debido a la bandera roja y amarilla que tuvo lugar durante este periodo de tiempo.

CHOPP DA FABRICA BAR E RESTAURANTE LT
R MARQ ABRANTES 66
FLAMENGO / RIO DE JANEIRO - RJ
22230-061

VENCIMENTO
24/04/2017

Cliente
Mais+

01 B05 505 10 0163
00153 2002 007993

Nº DO MEDIDOR
8027681

Vantagens especiais em:
light.com.br/clientemais

Se você ainda não possui sua conta da Light em Débito Automático, faça a adesão na sua agência bancária, na Agência Virtual (www.light.com.br), no Disque-Light (0800 282 0120) ou nas agências da Light e fique despreocupado.

COMUNICADO AO CLIENTE

Conforme Resolução Homologatória ANEEL 2214/2017, no período de 1º a 30 de abril a Tarifa será reduzida em -0,02814 R\$/kWh para reverter a previsão do Encargo de Energia de Reserva (EER) da Usina Angra III. O efeito na fatura de cada unidade consumidora se dará de acordo com seu ciclo de leitura e faturamento. Mais informações no site www.aneel.gov.br ou pelos canais convencionais de comunicação.

Reservado ao Fisco 6693.F901.CDF6.7BDE.4104.D0F5.55A3.36A9
Nota Fiscal - Série 01 no. 1011370
Conta de Energia Elétrica
RE PROC. E-04/053.359/09 - IFE 03
SEPD - Autorização n.08-2005/0006384-9



LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE SA
AV. MAL. FLORIANO 158 RIO DE JANEIRO RJ CEP 20080-002
CNPJ 60.444.437/0001-46
INSC. ESTADUAL 81380.023 INSC. MUNICIPAL 00794678

ENERGIA ATIVA					ENERGIA REATIVA EXCEDENTE					
Medição Atual Data	Leitura	Medição Anterior Data	Leitura	Const Medidor	Consumo kWh	Nº Dias	Medição Acumulada Atual	Medição Acumulada Anterior	Const Medidor	Consumo kWh
07/04/2017	2.425	10/03/2017	2.403	80	1.760	28				

CHOPP DA FABRICA BAR E RESTAURANTE LT
R MARQ ABRANTES 66
22230-061 FLAMENGO / RIO DE JANEIRO - RJ
CNPJ: 00.693.891/0001-09

Data da Emissão 07/04/2017
Data de Apresentação 13/04/2017

CÓDIGO DO CLIENTE 21051793
CÓDIGO DA INSTALAÇÃO 0410194173

DESCRIÇÃO	CFOP	UNIDADE	QUANT.	PREÇO UNIT R\$	VALOR R\$
CONSUMO	5.253	kWh	1.760	0,82929	1.459,54
ADICIONAL BANDEIRA VERMELHA	5.253	kWh	1.760	0,01214	21,36
ADICIONAL BANDEIRA AMARELA	5.253	kWh	1.760	0,02428	42,73
CONTRIBUIÇÃO DE ILUMIN PÚBLICA	0000				47,53

Assinatura
15/04/2017

BANCO DO BRASIL
21/04/2017
Assinatura

Subtotal Faturamento (Veja abaixo) 1.523,63
Subtotal Outros 47,53

Após o vencimento haverá multa de 2%, juros e atualização de IGP-M, cobrados em conta posterior (Res. ANEEL nº 414 de 09/09/10 e Lei 10.762 de 11/11/2003)

Valor da Energia	Valor da Transmissão	Valor da Distribuição	ICMS R\$	Total da Nota Fiscal R\$
518,32	51,20	238,28	32%	1.523,63
Encargos Setoriais			Alíquota	Valor (já incluído no preço)
133,34	582,49	1.523,63	32%	487,58

VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR R\$
24/04/2017	*****1.571,16

Valores já incluídos no preço (PIS - Lei 10.637/02 / COFINS - Lei 10.833/03 / REH ANEEL vigente)

TARIFAS em R\$/kWh (sem impostos)	TUSD + TE	BANDEIRA
0,49851		Bandeira Verde
0,51851		Bandeira Amarela
0,52851		Bandeira Vermelha

CONSUMO / kWh	VALOR
0	0,00
1	0,83
2	1,66
3	2,49
4	3,32
5	4,15
6	4,98
7	5,81
8	6,64
9	7,47
10	8,30
11	9,13
12	9,96
13	10,79
14	11,62
15	12,45
16	13,28
17	14,11
18	14,94
19	15,77
20	16,60
21	17,43
22	18,26
23	19,09
24	19,92
25	20,75
26	21,58
27	22,41
28	23,24
29	24,07
30	24,90
31	25,73
32	26,56
33	27,39
34	28,22
35	29,05
36	29,88
37	30,71
38	31,54
39	32,37
40	33,20
41	34,03
42	34,86
43	35,69
44	36,52
45	37,35
46	38,18
47	39,01
48	39,84
49	40,67
50	41,50
51	42,33
52	43,16
53	43,99
54	44,82
55	45,65
56	46,48
57	47,31
58	48,14
59	48,97
60	49,80
61	50,63
62	51,46
63	52,29
64	53,12
65	53,95
66	54,78
67	55,61
68	56,44
69	57,27
70	58,10
71	58,93
72	59,76
73	60,59
74	61,42
75	62,25
76	63,08
77	63,91
78	64,74
79	65,57
80	66,40
81	67,23
82	68,06
83	68,89
84	69,72
85	70,55
86	71,38
87	72,21
88	73,04
89	73,87
90	74,70
91	75,53
92	76,36
93	77,19
94	78,02
95	78,85
96	79,68
97	80,51
98	81,34
99	82,17
100	83,00

COMUNICADO AO CLIENTE:
REVISÃO TARIFÁRIA
A Agência Reguladora - ANEEL através da Resolução Homologatória Nº 2.206 de 14/03/2017, autorizou o reajuste médio de 8,87% nas tarifas de energia elétrica para os consumidores da Light, com vigência a partir de 15/03/2017.

Classe / Subclasse
COMERCIAL / COMERCIAL

Medidor
TRIFÁSICO Nº: 8027681

Ref: Mês / Ano ABR/2017
Referência Bancária 010018660871
Número da Fatura 500006191823

DATA PREVISTA DA PRÓXIMA LEITURA 09/05/2017

TENSÃO NOMINAL EM VOLTS
Disponível: 216,5/125
Limites mínimo: 199/115 Limites máximo: 227/131

INDICADORES DE QUALIDADE
Mês de referência: Fevereiro/2017
Conjunto: SAMARITANO SUBTERRANEO

Indicadores	Apurado Mensal	Meta Mensal	Meta Trimestral	Meta Anual
DIC	0,00	4,00	8,00	16,00
FIC	0,00	2,00	5,00	11,20
DMIC	0,00	2,09

DIC - Duração de interrupção individual
FIC - Frequência de interrupção individual
DMIC - Duração máxima de interrupção contínua
DICRI - Duração da interrupção individual em dia crítico

VALOR DO ENCARGO DE USO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO:
R\$ 1.976,17

O cliente tem o direito de solicitar a qualquer tempo a apuração dos indicadores DIC, FIC, DMIC e DICRI e também receber uma compensação, caso sejam violadas as metas de continuidade individuais - mensal, trimestral e anual - relativos a unidade consumidora de sua responsabilidade.

TE - Tarifa de Energia e TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
CHOPP DA FABRICA BAR E RESTAURANTE LT

VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR	CÓDIGO DO CLIENTE
24/04/2017	*****1.571,16	21051793



01 B05 505 10 0163

Imagem 19. Factura correspondiente a los días 10/03/2017 hasta el 07/04/2017

En la imagen 20 encontramos la medición que realizó el medidor de GreenAnt para el intervalo de días del 7 de marzo al 6 de abril del año 2017 y su estimación del valor en reales. Según el medidor inteligente el consumo de periodo fue de 1.821,1 kWh, defiriendo sobre la factura de Light en 61,1 kWh. Error considerable teniendo en cuenta que la factura contempla 3 días menos que nuestro medidor.

Al mismo tiempo se observa como la estimación del precio ha sido inferior que la después pagada aun teniendo una medición de kWh superior. Esto es debido a las tasas aplicadas sobre la tarifa, la bandera roja y amarilla han hecho verse incrementado el precio del kWh. Así pues, vemos como la medición del medidor inteligente puede considerarse muy aceptable a la hora de compararla con la medición que nos hace la empresa distribuidora de energía, en este caso Light.

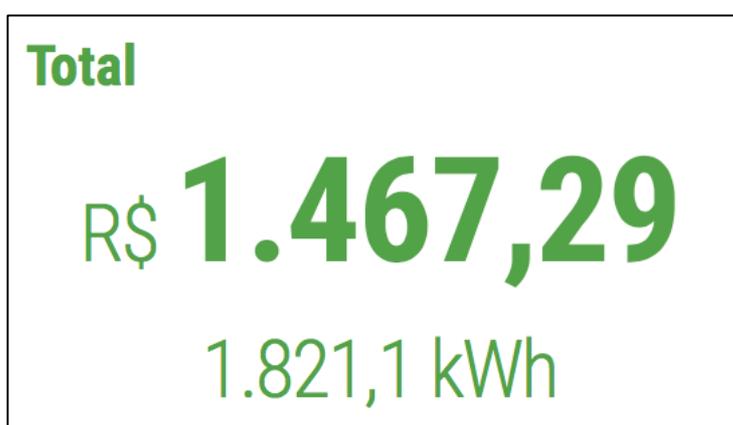


Imagen 20. Medición del medidor de Greenant los días 7 de marzo al 6 de abril.

4.4 Dificultades y contratiempo

Dentro de las dificultades encontradas para la identificación de aparatos eléctricos ha sido el desconocimiento de los empleados de leer y escribir lo que ha complicado de manera sustancial la recogida de datos. Teniendo datos de activación y desactivación de electrodomésticos únicamente cuando se ha acudido personalmente al local para rellenar los formularios de cada instrumento, imagen 21.

En un proyecto sin este inconveniente, son los empleados del establecimiento a estudiar los encargados de rellenar estos formularios, imagen 21, de muy fácil entendimiento ya que solo hay que apuntar el día que opera un electrodoméstico y la hora. El fin de que sean los empleados los que rellenan el formulario se debe a que mientras mayor detallado este facilitara bastante a la hora de identificar cada aparato.

Otro contratiempo que se ha encontrado a la hora de recopilación de datos ha sido el pensamiento de los empleados de que la identificación de los aparatos iba a suponer un mayor control sobre sus actividades laborales por lo que su colaboración en un principio fue escasa hasta que no se explicó con mayor detalle el funcionamiento real de la aplicación.

Otra de las dificultades encontradas ha sido el estado de los cuadros de luz. En la imagen 22 se puede observar el mal estado y desorganización del cuadro que se encuentra en la cocina. Esto ha hecho que no fuera posible identificar a que fase estaba conectado cada aparato. Eliminando información útil a la hora de poder hacer una identificación de electrodomésticos lo mejor posible.



Imagen 22. Fotografía del cuadro de luz de la cocina

Debido al estado del cuadro anterior, una vez remodelado el cuadro eléctrico de la sala que sufrió un incendio por tal motivo, se ha optado a la colocación de una placa metálica para que no fuera posible la manipulación del mismo y así evitar conexiones no recomendadas por técnicos menos estrictos en su trabajo. En la imagen 23 se ve como el cuadro de la sala no tiene accesibilidad y así poder prevenir posibles incidentes en el futuro.



Imagen 23. Fotografía del cuadro de la sala

5 Presupuesto

- 5.1 Crowfunding
- 5.2 Tipos de clientes.
- 5.2 Presupuesto de nuestro proyecto
- 5.3 Otros presupuestos

5.1 Crowfunding

Como ya se ha mencionado con anterioridad GreenAnt es una empresa con origen en la universidad PUC Rio de Janeiro. Dando su salto al mundo empresarial a partir de un crowdfunding realizado a través de la web, benfeitoria [10].

Este crowdfunding tenía como objetivo la recaudación de R\$55.000 reales siendo su cambio a euros una cantidad cercana a los 15.800€. Para así poder poner en marcha toda la tecnología desarrollada en los laboratorios de la universidad y hacer realidad el proyecto de eficiencia energética mediante los medidores inteligentes y la aplicación.

El dinero recaudado finalmente en el crowdfunding fue de R\$56.750 reales un 103% de lo necesario para iniciar la aventura de eficiencia energética. Este dinero fue invertido en las siguientes necesidades:

Crowfunding		
Medidores	R\$32.800	9.370€
Plataforma online	R\$10.300	3.000€
Campaña	R\$6.500	1.600€
Envío	R\$3.000	850€
MOIP	R\$2.400	685€

La mayor parte del mismo fue destinada para las piezas necesarias para el montaje del medidor. El segundo gran gasto del proyecto fue para el desarrollo final de aplicación online de la web de GreenAnt donde el cliente pudiera consultar los datos de su consumo. Por último, con un gasto mucho menos representativo se encuentran los costos de la campaña, el envío y el MOIP [12] acrónimos de “mobile communications over Internet protocol” tecnología mediante la cual se comunican el medidor con la aplicación. En la imagen 24 se puede observar cómo fue repartido el dinero del crowdfunding gráficamente.

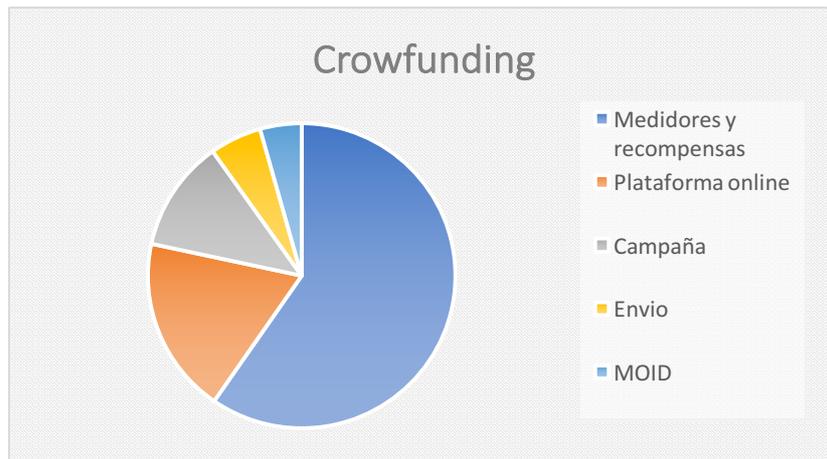


Imagen 24. Gráfica del reparto del dinero en el crowdfunding.

5.2 Tipos de clientes

La instalación de un medidor GreenAnt no tiene un precio fijo ya que dependiendo de las necesidades de cada consumidor este puede variar. Así también, se pueden diferenciar tres tipos de planes diferentes a contratar.

El primer plan destinado para un uso residencial con autogeneración, incluye un medidor inteligente para el consumo y un segundo para el grupo generador bien sea solar, eólico o diésel. Con la instalación de ambos medidores será posible realizar un balance de la energía consumida y generada y así tener más exhaustivo.

El segundo plan es el empresarial dedicado para negocios donde la demanda de energía se presupone mayor y normalmente la instalación es a una red trifásica. Este plan incluye un paquete de más de un medidor para los casos que haya más de un cuadro de luces, la preinstalación de alertas en consumos atípicos y la posibilidad de tener múltiples puntos de visualización de la medición.

El tercer y último plan está dedicado para comercializadores de energía. Este plan está especialmente para clientes que su generación de energía es considerablemente mayor que la demanda así pues se centra en la optimización de generación de energía. Por este motivo los proyectos son más personalizados dependiendo del tipo de generación.

5.3 Presupuesto de nuestro proyecto

El valor mensual del plan contratado en el Armazem do Chopp es de R\$ 250 reales por mes. A su vez la instalación depende del tipo de transformador de corriente, que en nuestro caso específico es de 200 A tiene un coste de R\$ 200 reales, donde está incluido el precio del instalador y el equipamiento necesario.

Presupuesto medidor inteligente “Armazém do Chopp”		
	Valor en Reales	Valor en Euros
Medidor inteligente GreenAnt con servicio técnico de instalación para transformadores de 200 ^a	R\$200	58€
Acceso mensual a la plataforma	R\$250	72€
Total primer año	R\$3200	915€

El consumo anual de energía según las factura de la luz son las siguientes.

Consumo anual de energía			
	kWh	Reales	Euros
Julio	4.719,30	4.093,74	1.169,64
Agosto	5.121,30	4.442,52	1.269,29
Septiembre	4.719,30	4.093,74	1.169,64
Octubre	5.667,40	4.943,87	1.412,53
Noviembre	4.978,54	3.982,64	1.137,90
Diciembre	7.733,30	5.926,98	1.693,42
Enero	7.725,00	5.920,60	1.691,60
Febrero	2.988,00	2.296,98	656,28
Marzo	1.821,10	1.467,29	419,23
Abril	4.581,30	3.705,86	1.058,82
Mayo	4.145,30	3.840,58	1.097,31
Junio	3.864,50	3.445,89	984,54

Consumo anual de energía			
Total año	58.064,34	48.160,69	13.760,20
Ahorro máximo 30%	17.419,30	14.448,21	4.128,06

Estimando que el ahorro máximo que puede dar la instalación de un medidor inteligente es de un 30% sobre la factura de la luz. Y teniendo en cuenta todas las medidas realizadas por el medidor en un año. La amortización de la instalación del medidor serán las siguientes dependiendo del grado de ahorro energético capaz de realizar el mismo.

En la tabla de a continuación se ha tenido en cuenta tres posibilidades. La primera y más favorable es que el ahorrar energético sea el máximo tras la instalación del medidor y se ahorre un 30%. El segundo caso un poco menos favorable se hacen los cálculos teniendo en cuenta un 20% de ahorro. El tercer y último caso es el más desfavorable es que solo se ahorrara un 10% del consumo total de la factura de la luz.

Consumo anual			
	kWh	Reales	Euros
Total costo medidor primer año		R\$3.200	915€
Total consumo anual	58.064,34	R\$48.160,69	13.760,20€
Ahorro máximo 30%	17.419,30	R\$14.448,21	4.128,06€

Ahorro máximo 20%	11.612,868	R\$9.632,138	2.752,04€
Ahorro máximo 10%	5.806,43	R\$4.816	1.376,02€
Amortización del medidor		R\$11.248	3.213,06€
Amortización del medidor		R\$6.432,13	1.837€
Amortización del medidor		R\$1616	461,02€

Así pues, queda demostrado que en cualquiera de los tres hipotéticos casos presentados la amortización de la instalación del medidor inteligente de GreenAnt queda justificado.

Siendo los siguientes ahorros económicos una vez tenido en cuenta el costo de su instalación y manutención.

- Ahorro económico 30%: 3.213€
- Ahorro económico 20%: 1.837€
- Ahorro económico 10%: 461€

A estos datos hay que darle un valor añadido ya que el establecimiento permaneció cerrado durante un mes de verano debido al incendio sufrido. Por lo que el consumo total fue menor al de un año sin incidencias.

Teniendo en cuenta que el consumo en este mes de verano tendría un costo medio de unos 1700€. El ahorro final se vería aumentado entre 500 y 170€ según lo que fuera capaz de ahorrar tras la instalación del medidor 30 a 10%.

5.4 Otros presupuestos

Como referencia de clientes de mayor tamaño, GreenAnt tiene clientes como algún edificio comercial completo en el que utilizan hasta 10 medidores con unos transformadores de corrientes para subestaciones de hasta 3.500A. En estos casos el precio de instalación se ve aumentado considerablemente ya que se necesitan contratar especialistas con certificados profesionales. En el caso específico del centro comercial anteriormente mencionado el costo de instalación fue de R\$ 8000 reales, para los 10 medidores.

6 Conclusiones

Una vez analizados los resultados obtenidos se pueden concluir diferentes aspectos sobre el funcionamiento del medidor inteligente y su ayuda a la hora de economizar energía eléctrica.

Como ha quedado comprobado la medición del medidor se asemeja bastante con la de la empresa distribuidora, en este caso Light. Con esto podemos concluir que el funcionamiento del medidor inteligente de GreenAnt es correcto. Así pues, se puede comparar con certeza que el consumo que me está cobrando Light es el que he demandado. En caso de que en algún momento las mediciones no coincidieran, se debería hacer un estudio ya que se podría estar sufriendo un hurto de energía por culpa de un “gato”, es como se le denomina en Brasil a la persona que roba energía. O podría haber un fallo en el contador de la empresa. También se contempla la posibilidad de que el fallo estuviera en el medidor así que se recomienda poner en contacto directamente con la atención al cliente de GreenAnt.

Gracias a la lectura en tiempo real, es posible conocer en todo instante el consumo del local en cuestión. De esta forma se podrá tener un control remoto del funcionamiento de los electrodomésticos pudiendo hacer una estimación del número de personas que se está atendiendo en el local. De igual manera esta visualización remota nos valdrá para saber si a la hora del cierre del establecimiento se ha dejado algún aparato eléctrico conectado. Ya que se ha podido estimar un consumo medio cuando el local en cuestión se encuentra cerrado. Este consumo medio se debe a que las máquinas frigoríficas no dejan de funcionar a pesar de la ausencia de gente ya que las neveras y congeladores necesitan la activación de sus compresores para que la temperatura en su interior no se vea alterada.

Al mismo tiempo gracias a nuestro medidor conociendo la cantidad de energía consumida durante las comidas y cenas se puede hacer una estimación del número de personas que han estado en el local. Con esta estimación y teniendo un cálculo medio de lo que consume cada uno de los clientes del local en cuestión. Se puede también estimar la caja aproximada que se ha debido recaudar. Al no tener un perfil tipo de cliente del restaurante no hemos podido realizar estos cálculos. Pero sí que parecería una aplicación interesante que desarrollar ya que se obtendría un mayor control sobre la posibilidad de derroche de energía y se tendría también mayor control sobre las finanzas del negocio.

Con el medidor inteligente se ha podido localizar cuáles son los aparatos eléctricos que más consumían siendo estos el horno eléctrico, los aires acondicionados y el conjunto de aparatos de refrigeración, neveras y congeladores. También se ha localizado los horarios donde más se consume. Coincidiendo estos en los fines de semanas y días festivos. En su horario de comidas, ya que el funcionamiento de los electrodomésticos sube debido a la necesidad de satisfacer las necesidades de los clientes. Pero sobre todo tiene su mayor pico de energía por las noches concretamente sobre las 18.00h que es cuando se encienden los aires acondicionados y se empieza a calentar el horno para estar caliente una vez que empieza el servicio de cenas.

Dentro del estudio de funcionamiento de aparatos eléctricos por horas. Se ha tenido especial interés al consumo de energía en el horario de punta que en Brasil corresponde a un periodo de 4 horas correspondiente en horario de invierno de 17.00h hasta las 21.00h y en horario de verano de 18.00h hasta las 22.00h.

Esto no influye hoy en día al precio de nuestra tarifa eléctrica ya que aun siendo un consumidor relativamente grande si lo comparamos con consumidores residenciales. No es lo suficiente para que la empresa distribuidora diferencie el precio según la hora de consumo. Aunque si es verdad que se está tramitando un proyecto de ley en Brasil, donde el cliente pueda aprovecharse de los horarios donde la energía sea más barata. A su vez también se vería perjudicado si consume en las horas de punta. Este tipo de tarifa, aún no está en vigor en países menos desarrollados como Brasil. Pero sí que sería interesante para clientes donde sí que hay tarifas de consumo por hora. Típicamente los países donde ya se ofrecen estos tipos de tarifa son países más desarrollados.

Uno de los aparatos eléctricos que hemos podido cambiar su horario de consumo es la bomba de agua. Ya que se encendía a media tarde 15.00h, una vez que el depósito de almacenamiento de agua estaba vacío, hasta que se encontrara lleno, entorno a las 20.00h de la noche. Adelantando la hora de activación de la bomba y no esperando a que el deposito se encontrara vacío para iniciar su llenado. Se ha conseguido que el tiempo de funcionamiento de la bomba durante las horas pico se vea disminuido de las 3 horas que era con la rutina anterior a 1 hora. Este depósito se encuentra situado en el tejado del establecimiento y suministra agua a presión gracias al efecto de la gravedad.

Anexos

Ficha técnica del medidor GreenAnt Smart Meter

Características generales: [11]

Medidor de energía trifásico de alta resolución. Especialmente diseñado para operar con el sistema de monitoriamente de GreenAnt.

Conectividad WiFi.

Datos accesibles de cualquier lugar en cualquier momento a través de internet.

Soporte las funciones de hardware avanzadas de analizador de energía eléctrica (qualímetro)

Características eléctricas

Multifrecuencia y Bivolt

Soporte a las instalaciones de 100 a 240 V_{AC} por fase.

Soporte a las frecuencias de red de 45 a 66 Hz.

Límite de medición de tensión: 500V pico (350 V_{AC}).

Tensión máxima tolerada en las entradas de fase: 2000 V pico.

Consumo medio de 1,5 W/ kWh por mes.

Conexiones físicas:

Una entrada de cuatro vías para la tensión

Posibilidad de conexión monofásica (una fase + neutro), bifásica (dos fases + neutro) o trifásica (tres fases + neutro)

Alimentación del aparato derivado de la conexión de la primera fase (fase A), no teniendo necesidad de alimentación individualizada.

Tres entradas bipolares para los transformadores de corriente.

Modelo patrón con transformadores de corriente de núcleo bipartido, para facilitar su instalación.

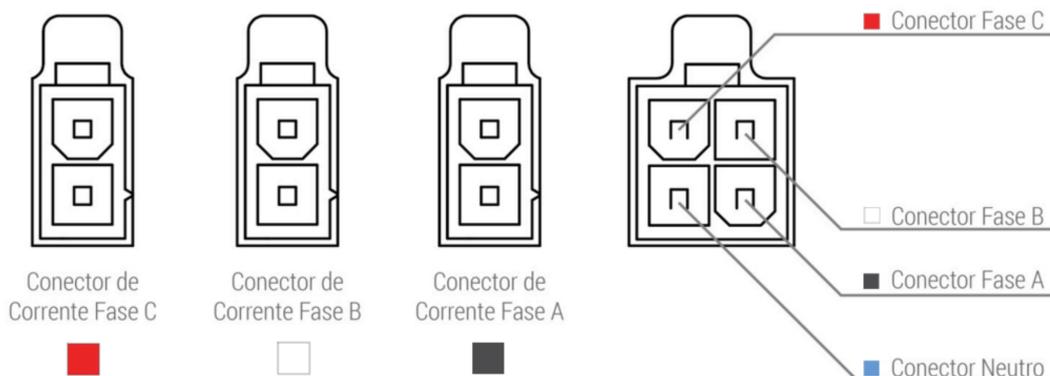


Imagen 25. Imagen de las pinzas de conexión de corriente.

Transformadores de corriente patrón

Transformados de corriente de núcleo bipartido (Split core current transformer)

Proveedor: Beijing YaoHuaDechang Electronics CO., Ltd

Modelo 1: SCT-013-000 – Para instalaciones de hasta 100 A por fase

Modelo 2: SCT-019-000 – Para instalaciones de hasta 100 a 200 A por fase.

Modelo 3: SCT-024-000 – Para instalaciones de 200 a 400 A por fase.

Modelo 4: SCT-036-000 – Para instalaciones de 400 a 600 A por fase.

Otros modelos de TCs disponibles sob encomenda.

Especificaciones físicas de los Tcs patrón: Anexos A1, A2, A3

Grandezas medidas

Potencia activa total, fundamental y de hasta tres armónicos de interés (2° a 63°).

Potencia reactiva total, fundamental y de hasta tres armónicos de interés (2° a 63°).

Potencia aparente total, fundamental y de hasta tres armónicos de interés (2° a 63°).

Factor de potencia total, fundamental y de hasta tres armónicos de interés (2° a 63°).

Distorsión armónica total en corriente y/o tensión.

Energía activa total y fundamental consumida.

Energía aparente total y fundamental consumida.

Energía reactiva fundamental consumida.

Corriente y tensión RMS de cada una de las fases (True-RMS), total, fundamental y de hasta tres armónicos de interés (2° a 63°).

Frecuencia real instantánea de la red.

Frecuencia de muestreo de las medidas de hasta 1 Hz.

OBS: Grandezas armónicas por padrón en relación a los 3° 5° e 7° armónicos. Otras configuraciones están disponibles sobre la demanda.

Paquete de medidas patrón

Enviado a los servidores a cada período de muestra (1Hz por patrón)

Potencia activa de cada fase.

Potencia reactiva de cada fase.

Potencia aparente de cada fase.

Energía activa acumulada de cada fase.

Otras configuraciones bajo demanda

Franjas de error de las medidas calculadas

Franjas de error del medidor (garantizada por hardware): 1%

Franjas de error de los Tcs patrón: 3%

– Conexión de datos

Conexión W-iFi 802.11n/b/g (Wi-Fi CERTIFIED Chip – transceiver certificado pela Wi-Fi Alliance).

Compatible con seguridad de red WEP, WPA/WPA2 Personal.

Utilización de banda:

Upload: 364 B/s – 30MB/24h

Download: 233 B/s – 19MB/24h

Expansion:

Puertos disponibles para conexión UART, I²C, PWM e GPIO para integración de módulo de comunicación, automatización, etc.

Expansión de comunicación con red sin hilo previstas: GPRS (3G), Zigbee, Nordic.

Interface con usuario

Panel de control online integrado con la plataforma GreenAnt, accesible de cualquier dispositivo a través da internet.

Interface física simplificada

LED de indicación de status e diagnóstico.

Botón de reset a configuraciones de fábrica.

Características físicas

Cajetín plástico

Frecuencia de medición 1 Hz

Dimensiones: 11,9 x 11,1 x 3,7 cm

Fotografías “Armazém do chopp”



Imagen 26. Fotografía de la sala del “Armazém do Chopp”



Imagen 27. Fotografía de la terraza del “Armazém do Chopp”



Imagen 28. Fotografía de la barra del “Armazém do Chopp”



Imagen 29. Fotografía del horno del “Armazém do Chopp”



Imagen 30. Fotografía de la sala del “Armazém do Chopp”



Imagen 31. Fotografía de la sala del “Armazém do Chopp”

Tabla de imágenes

- Imagen 1. Relación de los tres aspectos básicos del desarrollo sostenible. Apuntes de Ingeniería y desarrollo sostenible ICAI.
- Imagen 2. Consumo de energía real en una casa unifamiliar obtenida del tema de redes eléctricas inteligentes del profesor R. Calili EE PUC Rio de Janeiro.
- Imagen 3. Operaciones para la identificación de las cargas.
- Imagen 4. Muestra una ventana en el tiempo donde se pueden diferenciar arriba la ΔP y abajo la ΔQ .
- Imagen 5. Distribución de los eventos remarcados.
- Imagen 6. Dominios esféricos de los eventos presentados en la figura 5.
- Imagen 7. Topología final de la red del conjunto de eventos anteriormente mencionados
- Imagen 8. Localización del establecimiento donde se ha llevado a cabo el proyecto.
<https://www.google.es/maps/place/Armazém+do+Chopp/@-22.9365994,-43.2075178,13z/data=!4m5!3m4!1s0x997f8880bdfbdf:0x74221f38b1808c97!8m2!3d-22.935725!4d-43.1773429>
- Imagen 9. Ilustración de cómo se conecta el medidor de GreenAnt.
- Imagen 10. Fotografía del medidor instalado en el local donde se ejecutó el proyecto
- Imagen 11. Fotografía de los transformadores de corrientes una vez instalados.
- Imagen 12. Fotografía de los cables de tensión una vez instalados.
- Imagen 13. Fotografía de los cables de tensión una vez instalados.
- Imagen 14. Caída de potencia en el medidor de tiempo real debido al horno eléctrico, primera pendiente más acentuada y a la desactivación de la bomba de agua, segunda pendiente.
- Imagen 15. Consume de una factura de la luz
- Imagen 16. Consumo total del mes de junio.
- Imagen 17. Consume de un día Imagen 17. Consume del miércoles 17 de junio
- Imagen 18. La onda gris muestra el funcionamiento de un Split convencional y la verde un Split con tecnología inverter.
- Imagen 19. Factura correspondiente a los días 10/03/2017 hasta el 07/04/2017
- Imagen 20. Medición del medidor de Greenant los días 7 de marzo al 6 de abril.
- Imagen 21. Formulario para conocer la cuando se conectan y desconectan los aparatos.
- Imagen 22. Fotografía del cuadro de luz de la cocina
- Imagen 23. Fotografía del cuadro de la sala
- Imagen 24. Gráfica del reparto del dinero en el crowdfunding.
- Imagen 25. Imagen de las pinzas de conexión de corriente.
- Imagen 26. Fotografía de la sala del “Armazém do Chopp”
- Imagen 27. Fotografía de la terraza del “Armazém do Chopp”
- Imagen 28. Fotografía de la barra del “Armazém do Chopp”
- Imagen 29. Fotografía del horno del “Armazém do Chopp”
- Imagen 30. Fotografía de la sala del “Armazém do Chopp”
- Imagen 31. Fotografía de la sala del “Armazém do Chopp”

Referencias

- [1] Apuntes de sostenibilidad. Tema 1. Introducción y conceptos básicos. Universidad ICAI- ICADE
- [2] Hart, G.W., ``Nonintrusive Appliance Load Monitoring," , December 1992.
- [3] Norma ISO 50001.
Web. (<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>)
- [4] Tipos de medidores.
Web. (<https://es.slideshare.net/tocuyaniando/medidores-elctricos>)
- [5] Apuntes de eficiencia energética, Tema Smart Grid. R. Calili, PUC Rio de Janeiro.
- [6] Web de la empresa GreenAnt.
Web. (<http://www.greenant.com.br>)
- [7] Web de Smappee
- [8] Grossberg, S. . “Competitive learning: From interactive activation to adaptive resonance”. Cognitive Science, 11, 1987.
- [9] Ierusalimschy, R., de Figueiredo, L. H. and Filho, W. C., “Lua—An Extensible Extension Language." Softw: Pract. Exper., 26,1996.
- [10] Benfeitora, crowdfunding.
Web. (<https://benfeitoria.com/canal/sebraerj>)
- [11] Web de GreenAnt, en el enlace siguiente.
<http://www.greenant.com.br/fichatecnica/>
- [12] Definicion de los acronimos MOID.
Enlace. En línea. (https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_communications_over_IP)
- [13] Web de Sense.
Enlace. (<https://sense.com>)
- [14] MIT Tecnology Review.
En el enlace siguiente. (http://www.playgroundmag.net/noticias/actualidad/puedes-energia-exacta-consume-aparatos_0_1837016308.html)

