1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TÍTULO

"DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE PARÁMETROS ELECTRO-ENERGÉTICOS A NIVEL RESIDENCIAL EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LOJA."

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

AUTOR: Natasha Lorena Valdivieso Samaniego

DIRECTOR: Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

Ingeniero. Mg. Sc.
Juan Pablo Cabrera Samaniego
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TESIS.

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación, cuyo tema versa **"DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE PARAMETROS ELECTRO-ENERGÉTICOS A NIVEL RESIDENCIAL EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LOJA"**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electrónico y en Telecomunicaciones**, realizado por la señorita egresada: **NATASHA LORENA VALDIVIESO SAMANIEGO**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 30 de Julio del 2015

Ing. Mg. Sc. Juan Pablo Cabrera Samaniego
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TESIS

AUTORÍA

Yo **NATASHA LORENA VALDIVIESO SAMANIEGO**, declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo **expresamente** a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula: 1104353006

Fecha: 30 de Julio del 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **NATASHA LORENA VALDIVIESO SAMANIEGO**, declaro ser la autora de la tesis titulada: **DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE PARAMETROS ELECTRO-NERGETICOS A NIVEL RESIDENCIAL EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LOJA,** como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES;** autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los siete días del mes de agosto del dos mil quince.

Firma:

Autor: Natasha Lorena Valdivieso Samaniego

Cédula: 1104353006

Dirección: Loja (San Sebastián: Lourdes entre Juan José Peña y Olmedo)

Correo Electrónico: natashavaldivieso@gmail.com

Teléfono: 072578829 **Celular:** 0998758252

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director Tesis: Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego, Mg.Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Paulo Alberto Samaniego Rojas. Mg. Sc

Ing. Mario Alberto Espinoza Tituana Mg. Sc

Ing. Héctor Edmundo Santillán Tello MBA.

DEDICATORIA

A Dios por permitirme despertar cada día, a mis amados padres por siempre guiarme y acompañarme en cada paso de mi vida, en especial a mi madre que me enseñó a luchar por la vida y no dejarme vencer jamás, a mis hermanos Gabriela y Felipe el regalo más grande que Dios me dio, a mi ángel que me cuida desde el cielo, mi abuelita querida Luz María, por sus sabias palabras que nos enseñaron a ser los que somos y a toda mi familia por todo el apoyo incondicional en el trajinar de la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Loja, por haberme acogido para culminar mis estudios, a cada uno de los Docentes de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones por compartir sus conocimientos en los salones de clases. A cada uno de mis familiares que colaboraron con un granito de arena en este largo camino recorrido y a mi primo Juan Pablo quien siempre me apoyó y ayudo en este proceso de formación.

TABLA DE CONTEDIDOS

CERTIFICACIÓN ii
AUTORÍA iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA,. iv
DEDICATORIA V
AGRADECIMIENTO VI
a. TÍTULO: 12
b. RESUMEN 13
c. INTRODUCCIÓN 15
d. REVISIÓN DE LA LITERATURA 16
d.1 SISTEMAS DE MONITOREO DE INDICADORES ENERGÉTICOS 16
e. 23
d.2 EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 23
d.2. 1 El Uso Racional de Energía en la Región 25
d.3 CONSUMO ENERGÉTICO EN ECUADOR 28
d.4 SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO 28
d.5 ENERGÍA FACTURADA A CLIENTES FINALES 29
d.6 PRECIOS MEDIOS DE CONSUMO 31
d.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ECUADOR 31
d.8 SECTOR RESIDENCIAL 34
d.9 USOS FINALES DE ENERGÍA 34
d.10 PARTICIPACIÓN EN LA DEMANDA COINCIDENTE 35
d.11 MEDIDAS IMPLEMENTADAS 37
d.12 RESTRICCIÓN DE EQUIPOS INEFICIENTES E INCENTIVOS A LAS IMPORTACIONES 38
d.13 PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BUEN USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA 39
d.14 PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL 40
d.15 PROYECTO SUSTITUCIÓN DE 330 000 REFRIGERADORAS INEFICIENTES 41

d.16 PROYECTO DOTACIÓN DE 10.905 SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA 43
d.17 PROYECTO TARIFAS ELÉCTRICAS CON SEÑALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 45
d.18 NORMAS Y ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ECUADOR 47
d.19 PROYECCIÓN DEMANDA ELÉCTRICA DEL ECUADOR 50
d.20 PROYECCIÓN DE USUARIOS DEL SERVICIO ELÉCTRICO 51
d.19 1 PROYECCIÓN DE LOS ABONADOS DEL SERVICIO ELÉCTRICO (Escenario de crecimiento medio) 52
d.19 2 PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA FACTURADA A CLIENTES FINALES(Escenario de crecimiento medio 52
d.21 TARIFA ELÉCTRICA 53
d.20. 1 La facturación básica 53
d.20. 2 Término de potencia 53
d.20. 3 Término de energía 54
d.20. 4 Complementos tarifarios 54
d.20. 5 Energía reactiva 54
d.20. 6 Discriminación horaria 54
d.20. 7 Calculo de Consumo a Nivel Residencial 55
d.22 DEMANDA ENERGÉTICA A NIVEL RESIDENCIAL EN LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL DEL SUR 55
e. MATERIALES Y METODOS 57
e. 1 DISEÑO DE LA RED 57
f. RESULTADOS 64
f.1 DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN UNA RESIDENCIA DEL CASCO URBANO DEL CANTON LOJA 64
f.2 SENSOR DE TENSIÓN. 65
f.3 Yhdc TRANSFORMADOR DE CORRIENTE: SCT-013-000 66
f.4 ARDUINO ATMEGA 2560 R3 68
f.5 COMUNICACIÓN A INTERNET MEDIANTE EL SHIELD ETHERNET DE ARDUINO 70
f.5.1. APLICACIONES 71
f.5.2. CARACTERÍSTICAS 71

f.6 CONFIGURACIÓN DE LA RED EN ARDUINO 73
f.7 PRESUPUESTO TENTATIVO PARA LA IMPLANTACIÓN 74
f.8 MANUAL DE AHORRO DE ENERGIA A NIVEL RESIDENCIAL 76
f.9 MEDIDAS DE AHORRO 79
f.10 SUGERENCIAS PRÁCTICAS 88
f.11 CONSEJOS AL MOMENTO DE REALIZAR COMPRAS 89
f.12 TENGA CUIDADO DE LOS ELECTRODOMESTICOS VAMPIROS 90
f.13 ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA 92
h. CONCLUSIONES 97
i. RECOMENDACIONES 99
j. BIBLIOFRAFIA 100
k. ANEXOS 103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triangulo de Potencias. Fuente [11] 20
Figura 2. Factor de Potencia. Fuente [5] 21
Figura. 3. Consumo Final de Energía. Fuente [1] 23
Figura. 4 Evolución del consumo de electricidad por sectores Fuente [1] 24
Figura. 5. Distribución del consumo regional de electricidad por países. Fuente [1] ... 24
Figura. 6. Composición del consumo final de energía por sectores. Fuente [5] 32
Figura 7 .Consumo eléctrico y número de abonados en sector residencial. Fuente [5] . 33
Figura. 8.Usos finales de la energía (Región Sierra y Costa). Fuente [5] 34
Figura. 9. Demanda eléctrica en el Sector Residencial (Región Sierra y Costa). Fuente [5] 35
Figura. 10. Número de Abonados por estratos y su consumo Eléctrico. Fuente [5] 36
Figura. 11. Resultados Obtenidos de medidas de ahorro de energía. Fuente [5] 37
Figura 12. Ahorro de demanda de potencia Acumulada. Fuente [5] 38
Figura 13. Medidas de ahorro Complementarias Fuente [5] 38
Figura 14. Programa de sustitución de Refrigeradoras. Fuente [5] 42
Figura 15. Desarrollo de esquema tarifario en el sector residencial. Fuente [5] 47

Figura. 16. Datos estadísticos de clientes de tarifa residencial de la EERSSA. Fuente [5] 56
Figura 17. Comparación de sensores. Fuente [15] 60
Figura 18. Topografía del Sistema. Fuente [El Autor] 64
Figura 19. Sensor de tensión. Fuente [15] 66
Figura 20. Sensor de Corriente STC 013-000. Fuente [15] 67
Figura 21. Placa Arduino Mega 2560 R3. Fuente [15] 69
Figura 22. Shield Ethernet de Arduino. Fuente [15] 72
Figura 23. Arduino Mega y Shield Ethernet de Arduino. Fuente [15] 73
Figura 24. Diseño de la Red de Monitoreo. Fuente [El Autor] 75
Figura 25. Bombillas de energía. Fuente [El Autor] 77
Figura 25. Potencial de Eficiencia Energética en sectores. Fuente [El Autor] 78
Figura 27. Consumo de energía de electrodomésticos Fuente [El Autor] 80
Figura 28. Hábitos de ahorro. Fuente [El Autor] 80
Figura 29. Hábitos de ahorro en iluminación. Fuente [El Autor] 81
Figura 30. Hábitos de ahorro en iluminación (Superficies). Fuente [El Autor] 82
Figura 31. Ahorro en bombillas. Fuente [El Autor] 82
Figura 32. Hábitos de ahorro en iluminación (Diseños). Fuente [El Autor] 83
Figura 33. Hábitos de ahorro en iluminación (Red eléctrica). Fuente [El Autor] 83
Figura 34. Etiqueta de Eficiencia Energética. Fuente [20] 96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la Energía facturada por las empresas distribuidoras. Fuente [5]30
Tabla 2. Precios medios a consumidores. Fuente [5] 31
Tabla 3. Consumo promedio anual (Sector Residencial). Fuente [5] 33
Tabla 4. Distribución por estratos del consumo Residencial de Energía Electrica Fuente [5] 36
Tabla 5. Consideraciones para el análisis de reemplazo de refrigeradoras . Fuente [5]. 43
Tabla 6. Proyección del Consumo Unitario anual del Servicio eléctrico. Fuente [5] 51
Tabla 7. Proyección de abonados por sectores eléctrico . Fuente 5] 52
Tabla 8. Proyección del consumo facturado de energía eléctrica. Fuente [5] 52

Tabla 9. Evolución y Previsión del consumo de energia eléctrica por sectores. Fuente [5] 53
Tabla 10. Caracteristicas Arduino ATMEGA 2560 R3. Fuente [15]..... 68
Tabla 11. Presupuesto Tentativo de Implementación. Fuente [El autor] 74

a. TÍTULO:

“DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE PARÁMETROS ELECTRO ENERGÉTICOS A NIVEL RESICENCIAL EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LOJA”

b. RESUMEN

El presente proyecto de tesis se encuentra enfocado en eficiencia energética, a nivel residencial, ya que el mismo es el que tiene mayor consumo a nivel nacional y es el que presenta mayor índice de crecimiento.

El sector residencial es un sector clave en el contexto energético nacional y comunitario actual debido a la importancia que reviste su demanda energética. En el ámbito nacional, diversos factores como el incremento de los hogares, los hábitos de consumo, el equipamiento progresivo de los hogares, propiciado por los incrementos de la capacidad de poder adquisitivo y una mejora del nivel de vida, hacen prever unas tendencias futuras al alza en cuanto a la representatividad del sector residencial en la demanda energética.

El consumo de electricidad dentro del sector residencial se encuentra repartido en iluminación 45%, equipos (estos incluyen electrodomésticos principalmente), 46% y otros (secador de cabello, computadores o pequeños electrodomésticos de cocina). Todos estos equipos y sistemas de iluminación dependen de cada familia, de cada sector, no todas las personas consumen el mismo valor de energía, eso siempre va a depender de cada hogar, de cada necesidad.

El diseño presentado va a permitir verificar en situ el consumo de energía en cada residencia, es un diseño flexible y se acopla a las necesidades de todos los usuarios. En el mismo se encuentran incluidos sensores de corriente y voltaje, los mismos que no son invasivos y no son de difícil adquisición o instalación, mediante la Plataforma Arduino.

El sistema de adquisición de datos se basa en el sensor de corriente y el sensor de tensión, éstos admiten tomar las señales analógicas de corriente y de voltaje, pudiendo de esta manera el usuario evaluar el comportamiento de la red eléctrica de un domicilio.

Como parte complementaria y muy importante, en este trabajo se encuentran consejos sencillos y fáciles de implementar por los usuarios para obtener un ahorro significativo en el consumo en los domicilios.

ABSTRACT

This thesis project is focused on energy efficiency, residential, since it is the one most consumed domestically and is the one with the highest growth rate.

The residential sector is a key sector in the current EU national energy context and because of the importance of their energy demand. At the national level, various factors such as increased household consumption habits, progressive household equipment, led by increases in purchasing power capacity and improved living standards, do provide some future trends rise in the representativeness of the residential sector energy demand.

Electricity consumption in the residential sector is divided into 45% lighting equipment (these include mainly appliances), 46% and others (hairdryers, computers and small kitchen appliances). All these equipment and lighting systems depend on each family, in each sector, not all people consume the same energy value, that will always depend on each home, every need.

The submitted design will allow to verify in situ energy consumption in each residence, it is a flexible design and fits the needs of all users. In the same are included current and voltage sensors, they are not invasive and are not difficult to acquire or installation by the Arduino platform.

The data acquisition system is based on the current sensor and voltage sensor, they allowed to take the analog signals of current and voltage, and can thus the user evaluate the performance of the grid of a home.

As an additional and very important part in this work are simple and easy tips to implement for users to obtain significant savings in consumption in homes.

c. INTRODUCCIÓN

El mundo moderno sería inconcebible sin la energía, y su uso está tan incorporado a las vidas que solo se repara en ella cuando falta. Es tan importante que su consumo sirve como un parámetro para medir el desarrollo de una sociedad. Y a mayor desarrollo, mayor consumo de energía: al ritmo actual sólo se tardará 35 años en duplicar el consumo mundial de energía y menos de 55 años en triplicarlo.

El uso de la energía en el Ecuador se ha caracterizado por una alta ineficiencia. Los aparatos eléctricos y equipos importados en su mayoría son usados sin un criterio de eficiencia energética; lo que se suma al hecho de que los usuarios no tienen una educación sobre el ahorro energético.

Una manera de actuar es a través de la eficiencia energética, un concepto que no significa privaciones ni sacrificios. En realidad, la eficiencia energética implica el aprovechamiento consiente – y por lo tanto más inteligente – de la energía disponible. Este uso racional y a conciencia de la energía incluye su producción, conversión, transporte y uso.

En el ámbito residencial, el uso eficiente de la energía permite disminuir el monto de las facturas sin pérdida de bienestar. Y eso no es todo: no sólo se puede reducir el consumo y mantener el confort, sino que es posible mejorar la calidad de vida consumiendo menos.

En el caso de los países de la OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo) se habla que son países desarrollados, puesto que, son capaces de crecer sus economías mientras que su consumo energético se mantiene constante en el tiempo, o con muy bajo crecimiento.

Tomando como base lo antes expuesto y unido a la necesidad imperiosa de adecuar Planes de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética y de Energías Renovables, así como a la evolución esperada de la situación energética y socioeconómica, conduce a la necesidad de un mayor conocimiento energético del sector residencial

d. REVISIÓN DE LA LITERATURA

d.1 SISTEMAS DE MONITOREO DE INDICADORES ENERGÉTICOS

Un sistema de monitoreo de Indicadores Energéticos es aquel capaz de registrar todas aquellas variables eléctricas de interés que en determinado momento proporcionen información para establecer el comportamiento de un sistema de potencia [7]

El contar con un sistema de medición permanente lleva a los usuarios tarde o temprano a lograr mejoras en el sistema eléctrico y a la obtención de ahorros de energía sustentados en una base real de comparación así como en una verdadera administración del fluido energético.

Información Estadística de la IEEE menciona que simplemente por instalar un sistema de monitoreo de energía eléctrica, se tiene ahorros del 1%. En promedio (puede haber variaciones dependiendo del grado de complejidad del sistema eléctrico), el costo de un sistema de monitoreo representa de un 2 a un 4% de monto pagado por electricidad durante 1 año [7]

En general, algunas de las ventajas más importantes de un sistema de medición de parámetros eléctricos son las siguientes

- Detectar áreas de oportunidad relacionadas con una disminución de la facturación..
- Analizar alternativas que permitan hacer un uso más racional y eficiente de la energía.
- Determinar los kVAr necesarios para la corrección óptima del factor de potencia.
- Identificar aquellas cargas que contribuyen en mayor medida al consumo de energía, demanda máxima y/o bajo factor de potencia.
- Determinar la eficiencia con la que se utiliza la energía eléctrica en una residencia
- Calcular los índices energéticos y compararlos con los niveles recomendados.
- Distribuir costos (facturación interna).
- Detección de problemas relacionados con regulación y desbalance de voltaje.

d.1. 1 Parámetros Eléctricos

Corriente Eléctrica

La corriente o intensidad eléctrica es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio. Una corriente eléctrica, puesto que se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético, un fenómeno que puede aprovecharse en el electroimán. [8]

La corriente eléctrica es el movimiento o flujo organizado de electrones que circulan a través de un cuerpo conductor.

La intensidad de corriente eléctrica se define como la cantidad de electrones que se desplazan por un cuerpo conductor, en el tiempo de un segundo

Se designa con la letra "I", su unidad de medida es el "Amper"

$$I = \frac{Q}{t}$$

El instrumento usado para medir la intensidad de la corriente eléctrica es el galvanómetro que, calibrado en amperios, se llama amperímetro, colocado en serie con el conductor cuya intensidad se desea medir. [8]

Voltaje

El voltaje es la cantidad de voltios que actúan en un aparato o en un sistema eléctrico. De esta forma, el voltaje, que también es conocido como tensión o diferencia de potencial, es la presión que una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz ejerce sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico. De esta forma, se establece el flujo de una corriente eléctrica.

A mayor diferencia de potencial que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica, mayor es el voltaje existente en el circuito al que corresponde ese conductor. La diferencia de potencial se mide en voltios (V) [9]

$$V = I * R$$

Resistencia Eléctrica

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

El ohm es la unidad de medida de la resistencia que oponen los materiales al paso de la corriente eléctrica y se representa con el símbolo o letra griega " " (omega). La razón por la cual se acordó utilizar esa letra griega en lugar de la "O" del alfabeto latino fue para evitar que se confundiera con el número cero"0". [10]

El ohm se define como la resistencia que ofrece al paso de la corriente eléctrica una columna de mercurio (Hg) de 106,3 cm de alto, con una sección transversal de 1 mm2, a una temperatura de 0o Celsius. La resistencia eléctrica, por su parte, se identifica con el símbolo o letra (R) y la fórmula para despejar su valor, derivada de la fórmula general de la Ley de Ohm, es la siguiente:

$$R = \frac{V}{I}$$

Potencia Eléctrica

Para entender qué es la potencia eléctrica es necesario conocer primeramente el concepto de "energía", que no es más que la capacidad que tiene un mecanismo o dispositivo eléctrico cualquiera para realizar un trabajo. [11]

Cuando conectamos un equipo o consumidor eléctrico a un circuito alimentado por una fuente de fuerza electromotriz (F.E.M), como puede ser una batería, la energía eléctrica que suministra fluye por el conductor, permitiendo

que, por ejemplo, una bombilla de alumbrado, transforme esa energía en luz y calor, o un motor pueda mover una maquinaria.

De acuerdo con la definición de la física, “la energía ni se crea ni se destruye, se transforma”. En el caso de la energía eléctrica esa transformación se manifiesta en la obtención de luz, calor, frío, movimiento (en un motor), o en otro trabajo útil que realice cualquier dispositivo conectado a un circuito eléctrico cerrado.

La energía utilizada para realizar un trabajo cualquiera, se mide en “joule” y se representa con la letra “J”. Conociendo la definición de energía, podemos definir la potencia que no es más que la velocidad a la que se consume la energía. Si la energía fuese un líquido, la potencia sería los litros por segundo que vierte el depósito que lo contiene. La potencia se mide en joule por segundo (J/seg) y se representa con la letra “P”.[11]

Un J/seg equivale a 1 watt (W), por tanto, cuando se consume 1 joule de potencia en un segundo, estamos gastando o consumiendo 1 watt de energía eléctrica.

La unidad de medida de la potencia eléctrica “P” es el “watt”, y se representa con la letra “W”

La forma más simple de calcular la potencia que consume una carga activa o resistiva conectada a un circuito eléctrico es multiplicando el valor de la tensión en volt (V) aplicada por el valor de la intensidad (I) de la corriente que lo recorre, expresada en amper. Para realizar ese cálculo matemático se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = V * I$$

Los equipos que funcionan con corriente alterna y basada en el electromagnetismo, como los motores y los transformadores, por ejemplo, coexisten tres tipos diferentes de potencia:

• Potencia activa
• Potencia reactiva
• Potencia aparente

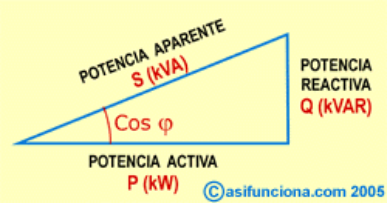


Figura 1. Triangulo de Potencias. Fuente [11]

Triángulo de potencias que forman la potencia activa, la potencia reactiva y la potencia aparente. El ángulo que se aprecia entre la potencia aparente y la activa se denomina coseno de "fi" o "factor de potencia" y lo crea la potencia reactiva. A mayor potencia reactiva, mayor será ese ángulo y menos eficiente será el equipo al que le corresponda [11]

Potencia activa

La denominada “potencia activa” representa en realidad la “potencia útil”, o sea, la energía que realmente se aprovecha cuando ponemos a funcionar un equipo eléctrico y realiza un trabajo. Por ejemplo, la energía que entrega el eje de un motor cuando pone en movimiento un mecanismo o maquinaria, la del calor que proporciona la resistencia de un calentador eléctrico, la luz que proporciona una lámpara, etc [11]

Por otra parte, la “potencia activa” es realmente la “potencia contratada” en la empresa eléctrica y que nos llega a la casa, la fábrica, la oficina o cualquier otro lugar donde se necesite a través de la red de distribución de corriente alterna. La potencia consumida por todos los aparatos eléctricos que utilizamos normalmente, la registran los contadores o medidores de electricidad que instala dicha empresa para cobrar el total de la energía eléctrica consumida cada mes [11]

Potencia reactiva

La potencia reactiva es la consumen los motores, transformadores y todos los dispositivos o aparatos eléctricos que poseen algún tipo de bobina o enrollado para crear un campo electromagnético. Esas bobinas o enrollados que forman parte del circuito eléctrico de esos aparatos o equipos constituyen cargas para el sistema eléctrico que consumen tanto potencia activa como potencia reactiva y de su eficiencia de trabajo depende el factor de potencia. Mientras más bajo sea el factor de potencia, mayor será la potencia reactiva consumida. Además, esta potencia reactiva no produce ningún trabajo útil y perjudica la transmisión de la energía a través de las líneas de distribución eléctrica. La unidad de medida de la potencia reactiva es el VAR y su múltiplo es el kVAR (kilovolt-amper-reactivo) [11]

Potencia aparente

La potencia aparente o potencia total es la suma de la potencia activa y la aparente. Estas dos potencias representan la potencia que se toma de la red de distribución eléctrica, que es igual a toda la potencia que entregan los generadores en las plantas eléctricas. Estas potencias se transmiten a través de las líneas o cables de distribución para hacerla llegar hasta los consumidores, es decir, hasta los hogares, fábricas, industrias, etc [11]

FACTOR DE POTENCIA

El llamado triángulo de potencias es la mejor forma de ver y comprender de forma gráfica qué es el factor de potencia o coseno de "fi" (Cos φ) y su estrecha relación con los restantes tipos de potencia presentes en un circuito eléctrico de corriente alterna. [11]

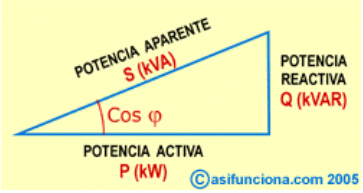


Figura 2. Factor de Potencia. Fuente [5]

Como se podrá observar en el triángulo de la ilustración, el factor de potencia o coseno de “fi” (Cos φ) representa el valor del ángulo que se forma al representar gráficamente la potencia activa (P) y la potencia aparente (S), es decir, la relación existente entre la potencia real de trabajo y la potencia total consumida por la carga o el consumidor conectado a un circuito eléctrico de corriente alterna. Esta relación se puede representar también, de forma matemática, por medio de la siguiente fórmula:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$

El resultado de esta operación será “1” o un número fraccionario menor que “1” en dependencia del factor de potencia que le corresponde a cada equipo o dispositivo en específico, según contenga un circuito inductivo, resistivo, o una combinación de ambos. Ese número responde al valor de la función trigonométrica “coseno”, equivalente a los grados del ángulo que se forma entre las potencias (P) y (S).

Si el número que se obtiene como resultado de la operación matemática es un decimal menor que “1” (como por ejemplo 0,95), dicho número representará el factor de potencia correspondiente al defasaje en grados existente entre la intensidad de la corriente eléctrica y la tensión o voltaje en el circuito de corriente alterna.

Lo ideal sería que el resultado fuera siempre igual a “1”, pues así habría una mejor optimización y aprovechamiento del consumo de energía eléctrica, o sea, habría menos pérdida de energía no aprovechada y una mayor eficiencia de trabajo en los generadores que producen esa energía. Sin embargo, un circuito inductivo en ningún caso alcanza factor de potencia igual a "1", aunque se empleen capacitores para corregir completamente el desfasaje que se crea entre la potencia activa (P) y la aparente (S).

Al contrario de lo que ocurre con los circuitos inductivos, en aquellos que solo poseen resistencia activa, el factor de potencia sí será siempre igual a “1”, porque como ya vimos anteriormente en ese caso no se crea ningún desfasaje entre la intensidad de la corriente y la tensión o voltaje.

En los circuitos inductivos, como ocurre con los motores, transformadores de voltaje y la mayoría de los dispositivos o aparatos que trabajan con algún tipo de enrollado o bobina, el valor del factor de potencia se muestra siempre con una fracción decimal menor que "1" (como por ejemplo 0,8), que es la forma de indicar cuál es el retraso o desfasaje que produce la carga inductiva en la sinusoide correspondiente a la intensidad de la corriente con respecto a la sinusoide de la tensión o voltaje. Por tanto, un motor de corriente alterna con un factor de potencia o Cos = 0,95 , por ejemplo, será mucho más eficiente que otro que posea un Cos = 0,85 [11]

d.2 EL CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

América Latina y El Caribe es una Región con un nivel relativamente bajo de participación de la electricidad en la matriz de consumo final, si la comparamos con el conjunto de los países de la OCDE. Esto se debe principalmente al mayor uso de la leña y gas licuado de petróleo en el sector residencial para la cocción de alimentos y al menor aprovechamiento de gas natural en los sectores residencial e industrial. [1]

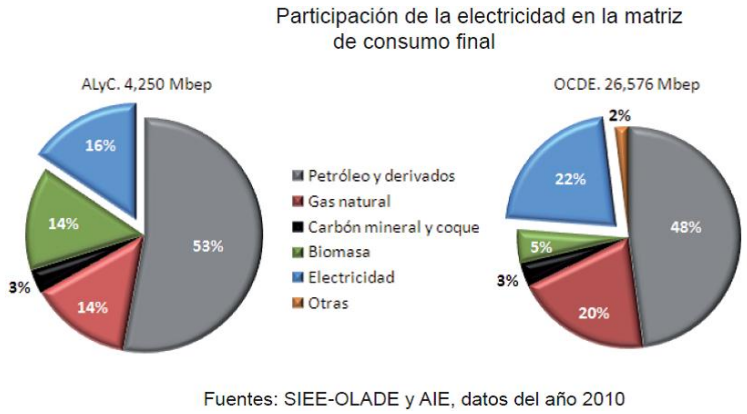


Figura. 3. Consumo Final de Energía. Fuente **[1]**

Durante las dos últimas décadas, el consumo de electricidad total en la región pasó de 489 TWh al año en 1990, a 1,073 TWh al año en 2010, lo que representa una tasa de crecimiento promedio anual del 4%, siendo el sector de actividades económicas primarias el de mayor incremento con el 7%, mientras que el de menor crecimiento ha sido el sector transporte con solamente el 1%. [1]

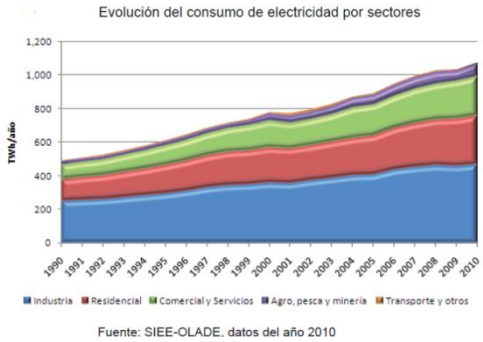


Figura. 4 Evolución del consumo de electricidad por sectores Fuente [1]

Tras esta evolución, los sectores residencial y comercial, ganaron importante terreno frente al industrial en la matriz de consumo final, lo que refleja de alguna manera el mejoramiento del nivel de vida de la población, el moderado desarrollo industrial y el florecimiento de la actividad comercial y de servicios. [1]

En América Latina y el Caribe, el crecimiento de la economía ha impulsado de una manera más directa el consumo de electricidad, que en los países de mayor desarrollo.

El consumo total de electricidad en América Latina y el Caribe está altamente concentrado en las principales economías, debiéndose destacar que Brasil, la economía más grande de la Región, participa con el 41% del consumo regional y que más del 80% de este valor, lo cubren 5 países, tal y como se puede observar en la Figura 3

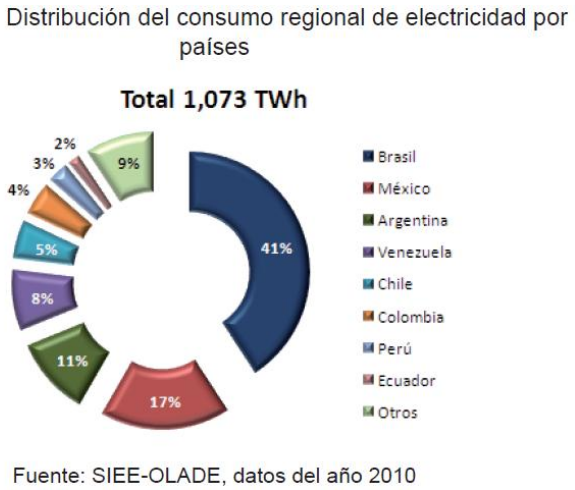


Figura. 5. Distribución del consumo regional de electricidad por países. Fuente [1]

d.2. 1 El Uso Racional de Energía en la Región

En la Región se han implementado durante los últimos años programas de Uso Racional de la Energía, con el fin de promover el ahorro energético y optimizar el manejo de los recursos naturales y económicos, habiéndose creado en algunos países instituciones y marcos jurídicos específicos para asegurar la eficacia de esto programas. [2]

A continuación se mencionan algunas de las experiencias más exitosas de la Región respecto a instituciones y programas de uso racional de la energía:

PRONUREE – Argentina

El Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía – PRONUREE, creado mediante decreto presidencial del 21 de diciembre de 2007, tiene como objetivo contribuir y mejorar la eficiencia energética de los distintos sectores consumidores de energía. Este programa es ejecutado por la Secretaría de Energía, órgano dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, e incluye entre sus líneas de acción las siguientes: [1]

- Promover el uso de electrodomésticos con etiquetado de eficiencia energética en los hogares.
- Diseño y construcción de edificios y viviendas eficientes.
- Alumbrado público y semaforización eficiente en los municipios
- Uso racional de energía en edificios públicos

PROCEL – Brasil

El objetivo del Programa Nacional de Conservación de la Energía Eléctrica (PROCEL), es promover el uso racional de la producción y consumo de la energía eléctrica, para eliminar los desperdicios y reducir costos.

PROCEL fue creado en diciembre de 1985 por los Ministerios de Minas y Energía y de la Industria de Comercio, y fue sugerido por una Secretaría-Ejecutiva subordinada

de Eletrobras. El 18 de julio de 1991, PROCEL fue transformado en un programa del gobierno, con mayor alcance y ampliación de sus funciones.

El programa utiliza recursos de ELETROBRAS y de la Reserva Global de Inversión (RGR) – fondo federal constituido con recursos de servicios públicos, proporcional a cada inversión. También utilizan los recursos de organismos internacionales. [1]

AChEE – Chile

En 2005 la Comisión Nacional de Energía (CNE), dependiente del Ministerio de Economía de Chile, crea el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), con el objetivo de "consolidar el uso eficiente como una fuente de energía, contribuyendo así al desarrollo energético sustentable de Chile".

La creación de la Agencia se basa en una evaluación de desempeño ambiental realizada al país el año 2005 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), el que resaltó en sus recomendaciones la importancia de incorporar la eficiencia energética en el desarrollo de la nación.

La AchEE es una fundación de derecho privado, sin fines de lucro, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía articulando a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional, e implementando iniciativas público privadas en los distintos sectores de consumo energético, contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable del país. [1]

PROURE – Colombia

El Ministerio de Minas y Energía de Colombia, mediante resolución de 1 de junio de 2010, resuelve adoptar el Plan de Acción Indicativo 2010-2015, para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y Demás Formas de Energía no Convencionales –PROURE, con líneas de acción en los diferentes sectores de consumo final como las siguientes: [1]

Sector residencial:

- Sustitución de lámparas incandescentes.
- Uso eficiente de energía en equipos de refrigeración, aire acondicionado y demás electrodomésticos.
- Hornillas eficientes.
- Diseño, construcción y uso eficiente y sostenible de viviendas.
- GLP en el sector rural y zonas marginales.

Sector Industrial:

- Optimización de la energía eléctrica para fuerza motriz.
- Optimización del uso de calderas.
- Eficiencia en iluminación.
- Gestión integral de la energía en la industria con énfasis en producción más limpia.
- Cogeneración y autogeneración
- Optimización de procesos de combustión
- Optimización de cadenas de frio.

CONUEE – México

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, tiene como objetivo promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.

Entre las atribuciones del CONUEE están el emitir opiniones vinculatorias para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en relación con las mejores prácticas en materia de aprovechamiento sustentable de la energía; formular y emitir las metodologías y procedimientos para cuantificar el uso de energéticos y determinar el valor económico del consumo y el de los procesos evitados derivados del aprovechamiento sustentable de la energía consumida; y vigilar, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables. [1]

INER – Ecuador

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable - INER, entidad adscrita al Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador, fue creado por Decreto Presidencial 1048 del 10 de febrero de 2012 y tiene como objetivo fomentar la investigación científica y tecnológica, la innovación, difusión del conocimiento, el desarrollo y uso de prácticas tecnológicas no contaminantes de bajo impacto, la diversificación de la matriz energética, así como promocionar una mayor participación de energías renovables sostenibles en la matriz energética de Ecuador. [1]

d.3 CONSUMO ENERGÉTICO EN ECUADOR

Según la estadística de parámetros eléctricos de las empresas distribuidoras del Ecuador, el consumo de energía eléctrica en el país es de 18.469 Gigavatios por hora (GWh), cifra que corresponde al cálculo establecido a septiembre de 2012, de acuerdo a un boletín de la Empresa Eléctrica de Quito. Guayaquil es la ciudad que en promedio consume más energía eléctrica por hogar al mes.

En parámetros técnicos, cada Gwh es igual a 1 millón de kilovatios por hora (kWh), mientras que cada kWh representa la energía necesaria para iluminar una bombilla de 100 vatios (W), durante un periodo de 10 horas

Encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en junio de 2012, establecieron los índices de consumo eléctrico y gasto mensual promedio en los hogares de las principales ciudades del Ecuador, por ejemplo, un hogar en la capital del país consume 143,41 kWh por mes, con un promedio de gasto de 18,92 dólares. [3]

d.4 SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO

El sector eléctrico ecuatoriano se rige, desde 1999, por lo dispuesto en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas. En el 2008, con la entrada en vigencia de la nueva Constitución Política de la República del Ecuador, se produjeron cambios en la normativa jurídica del sector, que incidieron en la planificación y ejecución de las actividades que cumplen las distintas instituciones. La expedición del Mandato

Constituyente No. 15, de 23 de julio de 2008, publicado en el Registro Oficial No. 393, el 31 de julio de 2008, estableció acciones inmediatas y determinó nuevos lineamientos para el sector eléctrico ecuatoriano, basados fundamentalmente en los siguientes aspectos:

a. Tarifa única a aplicarse, a usuario final, por parte de las empresas eléctricas de distribución.
b. Eliminación del concepto de costos marginales para la determinación del costo del segmento de generación.
c. Financiamiento de los planes de inversión en generación, transmisión y distribución, a través del Presupuesto General del Estado.
d. Reconocimiento mensual, por parte del Estado, de las diferencias entre los costos de generación, transmisión y distribución y la tarifa única para el consumidor final.
e. Financiamiento del Programa de energización rural y electrificación urbano marginal – FERUM, a través del Presupuesto General del Estado.

Adicionalmente, el mismo mandato dispuso que las empresas de generación, distribución y transmisión, en las que el Estado Ecuatoriano tiene participación accionaria mayoritaria, extingan, eliminen y/o den de baja todas las cuentas por cobrar y pagar de los rubros correspondientes a la compra-venta de energía, peaje de transmisión y combustible destinado para generación. [4]

d.5 ENERGÍA FACTURADA A CLIENTES FINALES

La energía facturada por las empresas distribuidoras creció de 7.904 GWh, en el año 2000, a 14.077 GWh, en el año 2010, es decir, se evidencia una tasa promedio anual de crecimiento de 5,97%. Con respecto al año 2009, en donde se facturó a clientes finales el monto de 13.218 GWh, lo que demuestra un incremento del 6,5% en el año 2010. [5]

En la Tabla 1. se presenta totalizada la evolución de la energía facturada por grupos de consumo en las áreas de concesión de las empresas de distribución desde el año 2000; y, el promedio d consumo de cada grupo.

EVOLUCIÓN DE LA ENERGÍA FACTURADA POR LAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS

DATO	Año	Residencial	Comercial	Industrial	Alumbrado Público	Otros	Total	Variación (%)
ENERGÍA FACTURADA	2000	2.803,32	1.362,01	2.218,43	620,24	900,29	7.904,29	-
	2001	2.915,74	1.432,41	2.139,39	634,09	888,61	8.010,25	1,34
	2002	3.098,30	1.496,52	2.460,19	663,68	893,74	8.612,43	7,52
	2003	3.269,65	1.805,04	2.589,59	675,04	812,00	9.151,32	6,26
	2004	3.515,64	2.051,34	2.792,61	696,54	938,17	9.994,29	9,21
	2005	3.702,24	2.377,57	3.052,41	715,82	962,70	10.810,73	8,17
	2006	3.896,09	2.598,15	3.332,52	741,24	1.068,81	11.636,80	7,64
	2007	4.095,19	2.633,77	3.332,07	765,46	1.216,52	12.043,01	3,49
	2008	4.384,86	2.519,61	3.418,36	806,40	1.524,20	12.653,44	5,07
	2009	4.672,28	2.532,71	4.147,86	819,57	1.045,50	13.217,92	4,46
	2010	5.114,18	2.672,33	4.416,76	812,03	1.061,30	14.076,61	6,50
ENERGÍA POR GRUPO DE CONSUMO (%)	2000	35,47	17,23	28,07	7,85	11,39		
	2001	36,40	17,88	26,71	7,92	11,09		
	2002	35,97	17,38	28,57	7,71	10,38		
	2003	35,73	19,72	28,30	7,38	8,87		
	2004	35,18	20,53	27,94	6,97	9,39		
	2005	34,25	21,99	28,23	6,62	8,91		
	2006	33,48	22,33	28,64	6,37	9,18		
	2007	34,00	21,87	27,67	6,36	10,10		
	2008	34,65	19,91	27,02	6,37	12,05		
	2009	35,35	19,16	31,38	6,20	7,91		
	2010	36,33	18,98	31,38	5,77	7,54		
Consumo/ Cliente/mes (kWh)	2000	111	471	6.253	174.520	2.245	273	
	2001	111	480	5.660	194.985	2.163	267	- 2,44
	2002	113	482	6.447	175.856	1.902	274	2,84
	2003	114	548	6.206	159.547	1.784	278	1,28
	2004	116	595	6.432	164.901	2.029	289	3,92
	2005	117	657	6.717	157.705	1.990	298	3,28
	2006	118	689	7.090	149.173	2.121	307	3,07
	2007	118	670	6.870	134.811	2.281	304	- 1,01
	2008	120	609	6.824	145.246	2.696	303	- 0,24
	2009	121	587	8.046	153.563	1.866	301	- 0,65
	2010	126	589	8.303	197.287	1.836	304	1,02

Tabla 1. Evolución de la Energía facturada por las empresas distribuidoras. Fuente [5]

El consumo de energía eléctrica a nivel nacional en el 2010, incluyendo a los Grandes Consumidores y los consumos propios de las Empresas Autogeneradoras, se distribuyó de la siguiente manera: 5.114GWh (36,3%) para el sector residencial; 2.672 GWh (19%) para el comercial; 4.417GWh (31,4%) para el sector industrial; 812GWh (5,8%) en alumbrado público; y, 1.061GWh (7,5%) para otros consumos. El sector residencial aumentó su participación porcentual con respecto al año 2009; los otros grupos sufrieron disminuciones no significativas; y, el sector industrial se mantuvo con respecto al año anterior. El porcentaje correspondiente al alumbrado público disminuyó

debido a las medidas de racionamiento tomadas para este servicio en diciembre del 2009 y los primeros meses del 2010 por la declaratoria de excepción eléctrica. [5]

d.6 PRECIOS MEDIOS DE CONSUMO

El valor facturado a clientes finales en el 2000 alcanzó los USD 285 millones, esta facturación en el 2010 alcanzó USD 1.092 millones, aproximadamente un incremento de cuatro veces.

PRECIOS MEDIOS A CONSUMIDORES REGULADOS (USD ¢/kWh)

Cliente	Grupo de Consumo	Energía Facturada (GWh)	Facturación Servicio Eléctrico (Miles USD)	Total Impuestos (Miles USD)	Total Peajes Energía (Miles USD)	Total Peajes Potencia (Miles USD)	Total Facturación (Miles USD)	Precio Medio USD ¢/kWh
Regulado	Residencial	5.114	471.467	175.849	-	-	647.316	9,22
	Comercial	2.672	209.644	67.250	-	-	276.894	7,85
	Industrial	4.110	268.255	44.205	-	-	312.461	6,53
	A.Público	812	80.077	-1.023	-	-	79.054	9,86
	Otros	1.061	62.219	13.264	-	-	75.483	5,86
Total Regulado		**13.770**	**1.091.662**	**299.545**	**-**	**-**	**1.391.207**	**7,93**

Precio Medio por Servicio Eléctrico (USD ¢/kWh): Facturación Servicio Eléctrico/Energía Facturada

Tabla 2. Precios medios a consumidores. Fuente [5]

d.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ECUADOR

El Ecuador no contó, hasta finales del año 2007 con lineamientos claros respecto a un Plan Nacional de Eficiencia Energética, debido a la falta de información y capacitación técnica, la cual ha limitado las posibilidades de identificar oportunidades y proponer soluciones concretas y factibles para mejorar el uso final de la energía. Para financiar las inversiones requeridas en eficiencia energética se debe contar, a más del aporte estatal con contribuciones de usuarios, bancos, compañías de servicios energéticos (ESCOs), empresas hidrocarburíferas, empresas eléctricas y otras fuentes públicas o privadas. [5]

Por otro lado, la ausencia de un marco legal e institucional adecuado, impidió por una parte eliminar las barreras existentes y por otra crear los medios e incentivos para la aplicación de éstas medidas de eficiencia.

Los lineamientos de planificación en Eficiencia Energética, están concebidos como un conjunto de acciones a corto, mediano y largo plazo, orientadas a diseñar, complementar y profundizar aquellas iniciativas que resulten en proyectos que rindan ahorros cuantificables y permitan establecer modelos prácticos e innovadores para la implementación de dichos proyectos. [5]

El Figura 4 muestra la composición del consumo total por sectores a nivel nacional, así se tiene al sector residencial con un 36%, industrial 31%, comercial 19%, servicio de alumbrado público 6%, y finalmente se agrupa al consumo de los subsectores: asistencia social, bombeo de agua, entre otros, el mismo que obedece al 7,54% del consumo eléctrico nacional. [5]

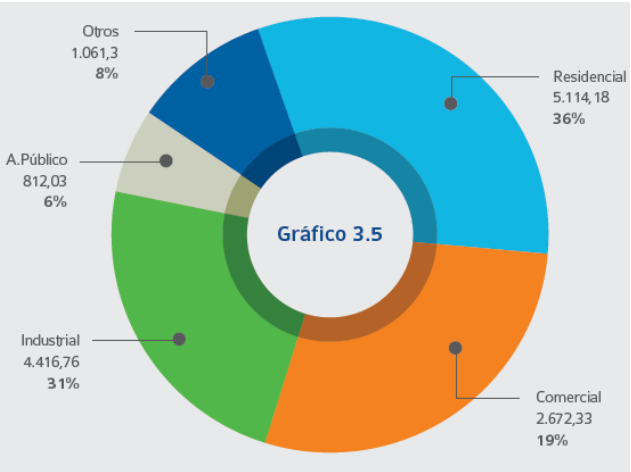


Figura. 6. Composición del consumo final de energía por sectores. Fuente [5]

En este sentido, las principales medidas de eficiencia energética deberían ir encaminadas a optimizar el consumo de los sectores de mayor demanda: residencial, industrial y comercial, pues juntos representan cerca del 87% del consumo eléctrico nacional. Sin embargo, no se debe descuidar la intervención en los demás sectores.

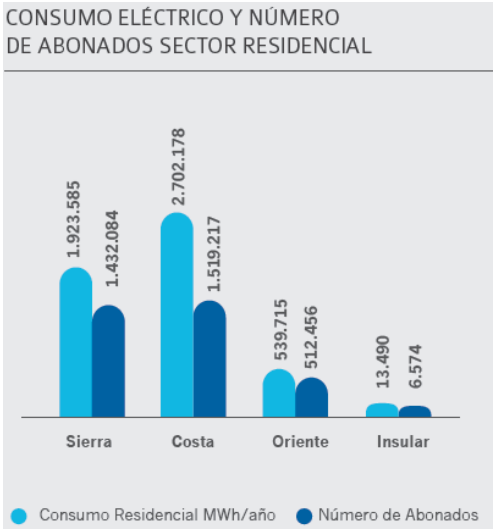


Figura 7 .Consumo eléctrico y número de abonados en sector residencial. Fuente [5]

Haciendo una estimación en la distribución por regiones, tanto en el consumo eléctrico como en la cantidad de abonados en el sector residencial, En el gráfico, se observa que a pesar de tener casi la misma cantidad de abonados entre Sierra y Costa, el consumo en la región Costa es mayor, esto como consecuencia del uso de sistemas de refrigeración de alimentos y aire acondicionado, éste último no utilizado en forma intensiva en la Sierra.

A continuación se presenta el consumo promedio anual por abonado por región del sector residencial (Tabla), que fuera estimado en base a las estadísticas del año 2010, donde se observa la tendencia, el mayor consumo promedio por abonado residencial se produce enl a región Insular, y el menor se produce en la región Sierra. [5]

CONSUMO PROMEDIO ANUAL (SECTOR RESIDENCIAL)

REGIÓN	CONSUMO kWh/año
Sierra	1.292
Costa	1.653
Insular	2.069
Oriente	1.436

Tabla 3. Consumo promedio anual (Sector Residencial). Fuente [5]

d.8 SECTOR RESIDENCIAL

En este sector, debido a que la tarifa no cubre los costos de producción y al no existir una focalización de los subsidios desde hace varias décadas, en muchos casos se han formado malos hábitos de consumo en la población, lo que ha producido un consumo innecesario en algunos de los usos finales, además de la utilización de equipos y electrodomésticos de baja eficiencia energética.

Esto indica claramente que será necesaria la formación de una cultura de uso racional de energía, mediante la concienciación de la población en todos los segmentos de consumidores residenciales, acompañado de la adopción de políticas y la ejecución de planes, programas y proyectos de eficiencia energética, la mayoría con financiamiento estatal en los segmentos más vulnerables (clase media-baja y baja). [5]

d.9 USOS FINALES DE ENERGÍA

El estudio de los usos finales de energía, permite conocer la cantidad de energía que se utiliza en los distintos equipos y artefactos existentes a nivel residencial, como en refrigeración de alimentos, iluminación, etc. Esta información permitirá plantear medidas o planes de eficiencia de energía con el fin de atacar al mayor componente de la demanda. [5]

Un estudio de usos finales realizado por el INECEL en el año 1993 permitió conocer el consumo energético residencial de la Costa, y Sierra.

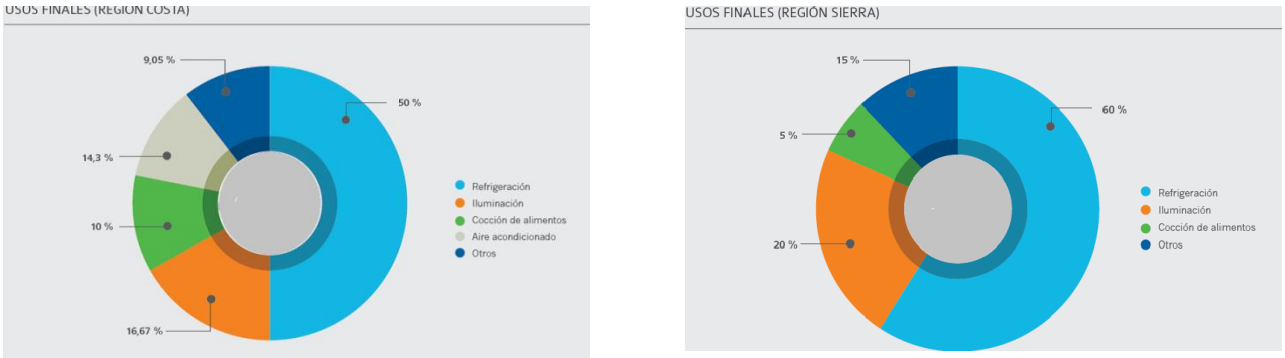


Figura. 8.Usos finales de la energía (Región Sierra y Costa). Fuente [5]

Lamentablemente no se ha realizado un estudio actualizado de usos finales de la energía eléctrica a nivel nacional, sin embargo, dentro del Plan de Acción de Energía Sostenible para Ecuador – PAES, mismo que es financiado con un aporte no reembolsable del BID, se realizará una consultoría para la actualización de la matriz de usos finales de energía, el diseño de una metodología para levantamiento de información y una plataforma informática que permita hacer simulaciones y actualizaciones de la matriz en los sectores residencial, público, comercial e industrial a nivel nacional. [5]

d.10 PARTICIPACIÓN EN LA DEMANDA COINCIDENTE

El comportamiento de la demanda eléctrica a nivel nacional, en el período de demanda máxima u horas pico, está influenciado por el consumo del sector residencial, esto debido principalmente al uso de la iluminación, representando en la Costa el 43%, y en la Sierra el 55% del consumo total residencial. El segundo uso más importante, en términos de incidencia en la punta, es la refrigeración de alimentos con el 23% en la Costa y el 14% en la Sierra. El tercer uso más importante en la Costa constituía el aire acondicionado con el 13%, mientras que en la Sierra era el calentamiento de agua, que aportaba con el 7%.8 La información corresponde a datos publicados por el ex INECEL en el año 1993. Sin embargo, se están contratando los estudios de actualización en el marco del proyecto Plan de Acción de Energía Sostenible para Ecuador, PAES. [5]

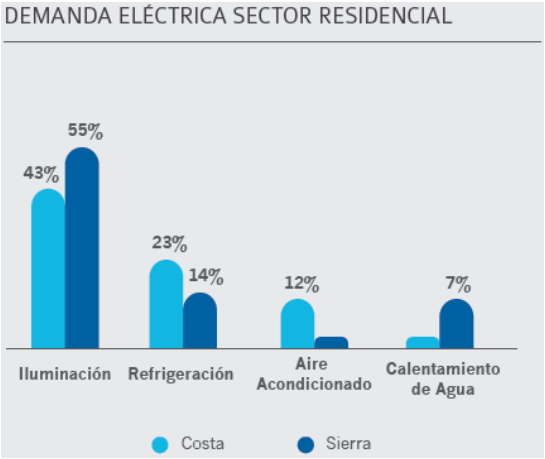


Figura. 9. Demanda eléctrica en el Sector Residencial (Región Sierra y Costa). Fuente [5]

Para el año 2010, se presenta a continuación información sobre las condiciones actuales en lo concerniente al número de clientes, consumos y facturación del sector residencial por regiones, segmentos sociales y estratos de consumo. En el análisis de este sector, no se consideró el consumo residencial temporal pues representa un sesgo, ya que los usuarios de la clase media alta presentan consumos bajos.

Del análisis de esta información, la mayoría de los clientes de este sector, tanto en la Sierra como en la Costa, se encuentran en la clase media baja (consumos entre 50 y 200 kWh/mes), situación que no ha cambiado mucho respecto al año 1993

DISTRIBUCIÓN POR ESTRATOS DEL CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA (TOTAL NACIONAL – 2010)

Segmento Social	Estrato kWh/mes	Usuarios Abonado	%	Consumo GWh	%	Facturación (millones USD)	%
Alta	Mayor a 1.000	19.427,0	0,6	423,54	8,3	39,05	8,3
Media Alta	501 - 1.000	63.196,0	1,8	509,24	10,0	46,95	10,0
Media	201 - 500	483.111,0	13,9	1.685,65	33,0	155,42	33,0
Media Baja	51 - 200	1.615.158,0	46,5	2.215,45	43,3	204,26	43,3
Baja	0 - 50	1.289.439,0	37,2	280,31	5,5	25,84	5,5
TOTAL		**3.470.331,0**	**100**	**5.114,19**	**100**	**471,52**	**100**

Tabla 4. Distribución por estratos del consumo Residencial de Energía Electrica Fuente [5]

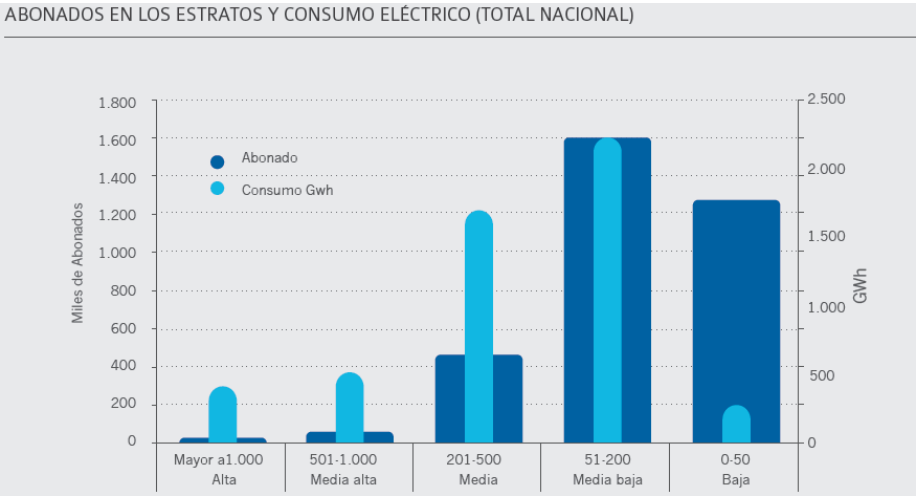


Figura. 10. Número de Abonados por estratos y su consumo Eléctrico. Fuente [5]

Se visualiza que la concentración de clientes residenciales se encuentra en los estratos sociales bajo y medio bajo, ya que juntos representan cerca del 84% de los usuarios del sector residencial. La clase media baja es la que presenta el mayor consumo con un 43%, seguida de la clase media 33%. [5]

d.11 MEDIDAS IMPLEMENTADAS

En el año 2008, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, se desarrolló el proyecto ¨Sustitución de 6´000.000 de focos incandescente por focos ahorradores¨, el mismo que fue implementado en todas las provincias del país, esto con el fin de generar un ahorro energético y económico. [5]

Por parte del sector eléctrico, la medida se realizó como respuesta al crecimiento de la demanda anual que en promedio presentó una tasa del orden del 6%, lo que originó un déficit de oferta y un incremento en los costos de generación.

El proyecto fue ejecutado en dos etapas: la primera de agosto hasta diciembre del 2008, en la que se asignó 3’639.744 de focos ahorradores y, la segunda, desde el mes de abril de 2009 hasta octubre de 2009 con una asignación de 2’125.728 de focos ahorradores. Los resultados obtenidos, se presentan a continuación:

RESULTADOS OBTENIDOS

Disminución de la demanda	239 MWh Pico
	45.128 MWh/mes
	541.531 MWh/año
Ahorro económico subsidios	239.666 USD $/día
	7’289.837 USD $/mes
	87’478.049 USD $/año

Figura. 11. Resultados Obtenidos de medidas de ahorro de energía. Fuente [5]

El proyecto de sustitución, fue monitoreado mensualmente conforme se instalaban los focos ahorradores, esta información se presenta en el Gráfico

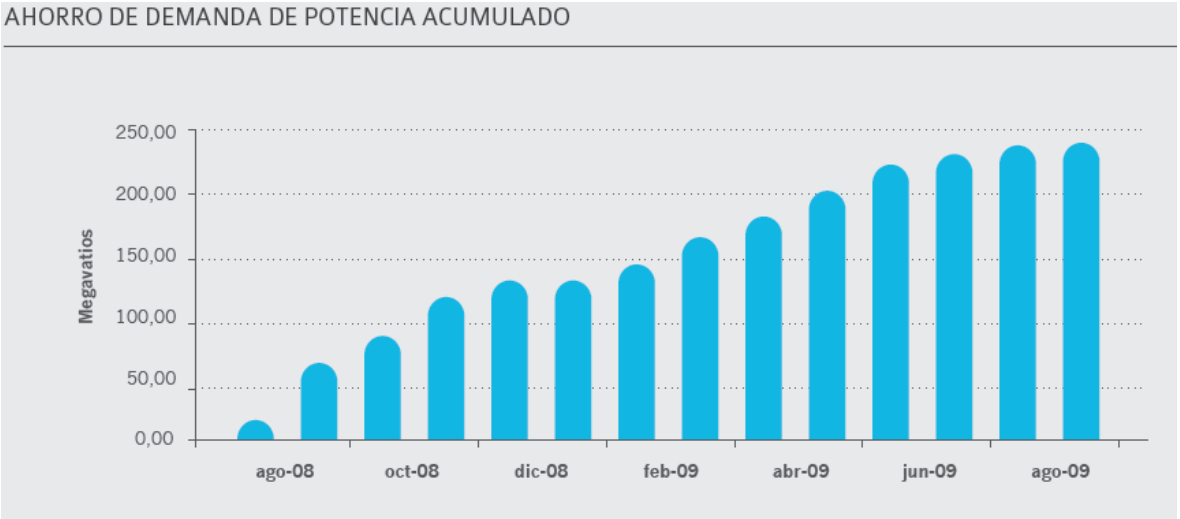


Figura 12. Ahorro de demanda de potencia Acumulada. Fuente [5]

Dentro del control en iluminación se puede destacar la suspensión, a partir del 1 de enero de 2010, de las importaciones de focos incandescentes para uso residencial, de potencia entre los 25W a 100W, además del otorgamiento de incentivos arancelarios para la importación de lámparas fluorescentes T8 y T5, las mismas que se constituyen en medidas complementarias cuyo esquema se muestra a continuación:

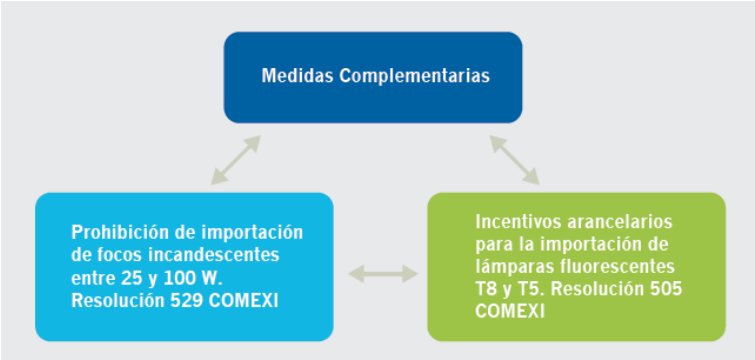


Figura 13. Medidas de ahorro Complementarias Fuente [5]

d.12 RESTRICCIÓN DE EQUIPOS INEFICIENTES E INCENTIVOS A LAS IMPORTACIONES

La Dirección de Eficiencia Energética de la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética del MEER, ha trabajado y gestionado políticas claras para la promoción e incentivo del uso eficiente de la energía, como una herramienta clave para

reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, mitigar el cambio climático y preservar los recursos naturales no renovables del Ecuador; con el consecuente ahorro económico que ello representa. A consecuencia de ello se han implementado acciones que a no dudarlo influirán en el uso más eficiente de la electricidad. [5]

Conscientes de que el principal uso de la energía en el sector residencial es la iluminación, se aplicó mediante Resolución COMEX, la suspensión a partir de enero de 2010, a la importación de focos incandescentes de uso residencial, entre los rangos de 25W a 100W.

A través de Resoluciones del COMEX se ha emitido un dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem), de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia), según reglamento técnico ecuatoriano RTE 036 "Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas¼". Igualmente el diferimiento arancelario favorable (0% advalorem), para tubos fluorescentes tipo T5 y T8, considerados de mayor eficiencia y cuyo mercado principal es el sector público y comercial. [5]

d.13 PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BUEN USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Debido a las características de consumo a nivel nacional de los distintos usuarios: residencial, comercial, industrial y alumbrado público, se hace necesario el desarrollo de proyectos de eficiencia energética, esto como medida de control del crecimiento de la demanda así como del buen uso de la energía.

Las acciones que se plantean desarrollar en el marco de los lineamientos del Plan de Ahorro y Eficiencia Energética del Ecuador, se han agrupado en varios programas por sectores: Programa sector residencial, programa sector público (edificios y alumbrado) e industrial. Se propone, además, tareas transversales que se implementarán paralelamente a los programas y proyectos propuestos y que requieren necesariamente de la participación de otros actores [5]

Programa Sector Residencial

- Proyecto Sustitución de 330.000 refrigeradoras ineficientes
- Proyecto Dotación de 10.905 sistemas de energía solar térmica para agua caliente sanitaria.

d.14 PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

En el año 2010 el sector residencial consumió cerca del 36% del total de la energía eléctrica del país; además debe considerarse el alto porcentaje de demanda de gas licuado de petróleo (GLP) para el sector residencial, que oscila en el 90% de la oferta total. [5]

La razón de este nivel de consumo del sector residencial respecto al total de energía, es que durante los últimos años el sector residencial ha migrado del uso de la electricidad al GLP, situación que se mantiene en básicamente tres tipos de electrodomésticos: los calentadores instantáneos de agua o calefones, la cocina y la secadora de ropa, todo esto debido al precio público por unidad energética que promueve considerablemente el uso del GLP.

Se estima que este 90% de la demanda de GLP en el sector residencial se destina en su mayoría a la cocción de los alimentos, mientras que para el caso de la electricidad se puede indicar que la refrigeración de alimentos participa con aproximadamente el 60% y 50% de la demanda del sector en la Sierra y Costa respectivamente, y la iluminación con el 20% y 17% en Sierra y Costa, como también el consumo en aires acondicionados participa con el 14% en las zonas tropicales del país.

Tomando en cuenta estos antecedentes, los proyectos de eficiencia energética se dirigirán a los usos finales de: iluminación, refrigeración de alimentos, acondicionamiento de aire y calentamiento de agua.[5]

d.15 PROYECTO SUSTITUCIÓN DE 330 000 REFRIGERADORAS INEFICIENTES

Dentro del sector residencial, los refrigeradores de alimentos son de los principales equipos consumidores de energía y su incidencia sobre la demanda de este sector aumenta en los países de menor desarrollo económico.

Se estima que un refrigerador con una antigüedad mayor a 12 años, consume cerca de 3 veces más energía que uno fabricado en la actualidad, esto debido al desarrollo tecnológico y el mejoramiento del diseño de estos equipos. Sin embargo, los usuarios se han acostumbrado a pagar altos montos por concepto de consumo de electricidad, sin conocer que pueden tener ahorros significativos al sustituir sus refrigeradores por equipos nuevos de alta eficiencia. [5]

Mediante este programa se busca sustituir refrigeradoras de 10 o más años de uso por aparatos nuevos, más eficientes en su consumo de energía. De esta manera, el consumo de energía eléctrica de las familias ecuatorianas será más eficiente, manteniendo el mismo confort, lo que se traducirá en una reducción de las facturas mensuales.

El proyecto tiene como meta la sustitución de 330.000 refrigeradoras a nivel nacional, en un período de ejecución de 5 años. En su primera fase, que se inició en julio de 2011, se considera la renovación de 30.000 refrigeradoras en los primeros 12 meses; 42.000 unidades en el segundo año; 72.000 en el tercero; 96.000 en el cuarto y 90.000 en el quinto año. Para el sexto, séptimo y octavo año se tendrá un ingreso por la recuperación del apoyo financiero (cartera) de USD 40’300.033 que podría cubrir el estímulo económico y el apoyo financiero para otras 175.000 unidades, en éstos y los años subsiguientes con lo cual el proyecto llegaría a reemplazar 505.000 refrigeradoras.

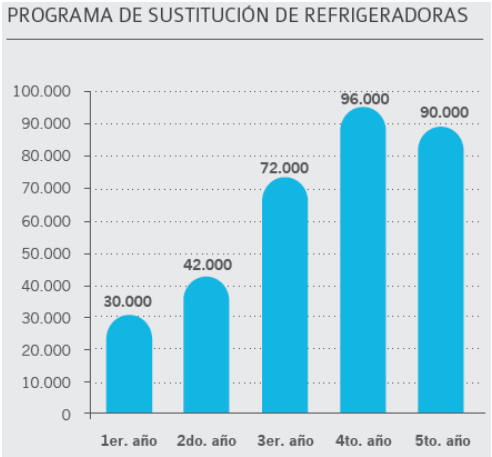


Figura 14. Programa de sustitución de Refrigeradoras. Fuente [5]

La estrategia de implementación del proyecto, es realizar dos tipos de apoyo que el Estado facilitará para que los usuarios accedan al proyecto: un aporte económico y un aporte de financiamiento. El aporte económico consiste en un valor o incentivo que el Estado ecuatoriano cancelará al proveedor de las refrigeradoras a nombre del usuario, para motivar la sustitución de la unidad (compra del equipo viejo) y servirá para cubrir una parte del precio del nuevo electrodoméstico.[5]

La otra parte del precio, esto es el aporte de financiamiento, consiste en un crédito a tasa preferencial un plazo de hasta 3 años, que ser cobrado a través de la factura de energía eléctrica y servirá para cubrir la totalidad o parte del precio del nuevo refrigerador. El detalle de la Tabla 3.7 a continuación presenta los resultados en ahorros energéticos y económicos esperados en función del período de ejecución.

El análisis de los resultados, considerando una demanda proyectada para los años 1 al 5 de ejecución del proyecto se realizó tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS	
Crecimiento de la demanda anual	6%
Curva de demanda	13 de octubre de 2010
Factor de carga refrigeradora ineficiente	0,5
Potencia de refrigeradora ineficiente	250 W
Factor de carga refrigeradora eficiente	0,25
Potencia de refrigeradora eficiente	150 W

Tabla 5. Consideraciones para el análisis de reemplazo de refrigeradoras . Fuente [5]

d.16 PROYECTO DOTACIÓN DE 10.905 SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA AGUA CALIENTE SANITARIA

Como una forma de fomento al uso de la energía solar térmica para el calentamiento de agua, s propone la ejecución de proyectos con la intervención directa del Estado, para lo cual el MEER suscribió un Acuerdo Institucional con el MIDUVI, el mismo que permitirá seleccionar a las 10.905 familias en diferentes comunidades de las provincia de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Pichincha, Santo Domingo y Loja, que se beneficiarán de este primer proyecto de dotación de sistemas solares térmicos para agua caliente sanitaria. [5]

Las familias que acceden al bono de la vivienda pertenecen a estratos sociales de bajo poder adquisitivo, por lo que en las condiciones actuales y, sin el apoyo estatal, no estarían en condiciones de adquirir un calentador solar de agua, y con toda seguridad optarían por sistemas de bajo costo de inversión para ellos, pero altamente costosos en su vida útil, especialmente para el Estado.

La dotación de calentadores solares de agua a gran parte de los proyectos habitacionales en los que participa el MIDUVI, contribuirá con la disminución del consumo actual y futuro de derivados de petróleo y fomentará el desarrollo de la energía solar térmica en general. En los hogares ecuatorianos, especialmente en la Sierra, donde el agua caliente se utiliza para aseo personal y otros usos domésticos como lavar la ropa, los utensilios de cocina, etc. [5]

Para el calentamiento de agua se utiliza energía eléctrica o calefones de gas (GLP), con muy poc frecuencia se encuentra hogares que utilizan calentadores solares, debido fundamentalmente a la diferencia de costos de inversión y al desconocimiento de su uso. Se considera que el tener agua caliente sanitaria es una necesidad latente en los hogares que aún carecen de ésta, y que tan pronto sube su capacidad adquisitiva, aumenta las probabilidades de dotarse de este recurso, lo que implica que los consumos de GLP y electricidad tienden a aumentar conforme mejora la capacidad adquisitiva de las familias.

Se considera que en el país existe una cobertura de cerca de 1 000 000 de duchas eléctricas y de acuerdo a estimaciones de la Empresa Eléctrica Quito, una ducha eléctrica consume en promedio 55,6 kWh por mes. Por otro lado, se considera la existencia de 180 000 calefones que usan GLP con un consumo promedio que varía de 1,4 a 2 cilindros de 15 kg al mes por familia.

Con estos antecedentes se ha puesto en ejecución el mencionado proyecto, habiéndose iniciad con la instalación de 280 calentadores de agua, respecto de los cuales los reportes indican que están funcionando normalmente y a satisfacción de los beneficiarios.[5]

Con la continuación en la implementación de estos sistemas se espera mejor calidad de vida, salubridad y seguridad de las familias beneficiarias; reducir gastos al Estado por subsidio al GLP y electricidad utilizado en el calentamiento de agua, así como disminuir el consumo actual y futuro de derivados de petróleo; reducir la contaminación, propiciando un hábitat sano; generar empleo con la evolución de un mercado de calentadores solares mediante la capacitación y desarrollo de la energía solar térmica en general.

Por otra parte se ha considerado que la intensidad y tiempo de radiación solar constituyen la fuente de energía con las cuales los sistemas solares trabajan. Aquí la irradiancia o radiación global es la medida con que se calcula la cantidad de energía solar que se dispondrá en un lugar determinado y es la suma de la radiación directa y difusa, es decir, que es el total de la radiación que llega a u determinado lugar.

Como resultado de este proyecto, por el uso de los 10.905 sistemas solares térmicos se tendría un ahorro anual para el Estado de entre USD 1’886.608,62 y USD 2’699.249,22 y un ahorro total entre el Estado y los usuarios de entre USD 2’089.790,58 y USD 3’031.960,770. [5]

El proyecto se inició en una primera fase con la instalación de 280 sistemas y actualmente se encuentra en ejecución la segunda fase con 2 632 sistemas.

Hay que considerar que muchas familias utilizan exclusivamente sistemas eléctricos para calentar agua y que el consumo mensual promedio de electricidad para calentamiento de agua en estos casos es de 55,6 kWh. Con el uso de sistemas solares térmicos dimensionados para este proyecto, se tendría un ahorro de aproximadamente 80% del consumo de electricidad para el calentamiento de agua, lo que conlleva a un ahorro mensual de 44,48 kWh. Tomando como referencia que el precio del kWh de electricidad para los usuarios es de USD 0,083 y que el Estado estaría subvencionando en USD 0,086 el kWh, la familias beneficiarias de este proyecto tendrían un ahorro anual de USD 46,29 y el Estado de USD 1,67, es decir que el ahorro total neto sería de USD 47,96 al año.

d.17 PROYECTO TARIFAS ELÉCTRICAS CON SEÑALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Sustentado en el principio de eficiencia energética preceptuado por la Constitución de la República en su capítulo V: “Sectores estratégicos, servicios y empresas públicas”, el CONELEC desarrolló un estudio sobre “Tarifas con señales de eficiencia aplicables para el sector residencial en época de estiaje”, como un mecanismo para incentivar la reducción del consumo en los usuarios residenciales, sobre todo en aquellos con mayor demanda, a través de la estructura tarifaria. [5]

En base a esto, se definió aplicar una combinación de subsidio cruzado exponencial y el pago y descuento adicional por superar o disminuir el consumo respecto a límites de consumo establecidos (premio o recargo), sin afectar el aporte actual del subsidio del Estado Ecuatoriano por concepto de Tarifa de la Dignidad.

El nuevo mecanismo de Subsidio Cruzado Exponencial trata de no alterar la actual condición de los usuarios de la “clase media” y aplicar un incremento exponencial en el porcentaje de aporte al subsidio cruzado, para los usuarios de mayor consumo.

Esquema tarifario a implementarse

Como parte del Plan de Contingencias para el Estiaje 2010-2011, se formularon y analizaron varias alternativas de esquemas tarifarios para el sector residencial, recopilado en el documento denominado “Propuestas de esquemas tarifarios para el sector residencial” [5]

El esquema tarifario propuesto se enfoca a aquello consumidores que se encuentran en los rangos de consumos superiores a 300 kWh/mes, que corresponden al 7% de los consumidores residenciales y cuyo consumo energético es el 30% del total del sector residencial.

Una vez aplicada la tarifa se tendría que la diferencia de la aplicación de los cargos incrementados vs. los cargos vigentes sería de USD 2’940.124, que representa alrededor del 7,99% de incremento a nivel nacional.

En la Figura 12, se observa el esquema tarifario para el sector residencial, el mismo que pretende la optimización del consumo de electricidad de los abonados cuyos consumos mensuales sean mayores a 251kWh. Este esquema diferencia el costo del kWh consumido a diferentes horas del día a fin de reducir la demanda de energía en períodos de demanda media y pico.

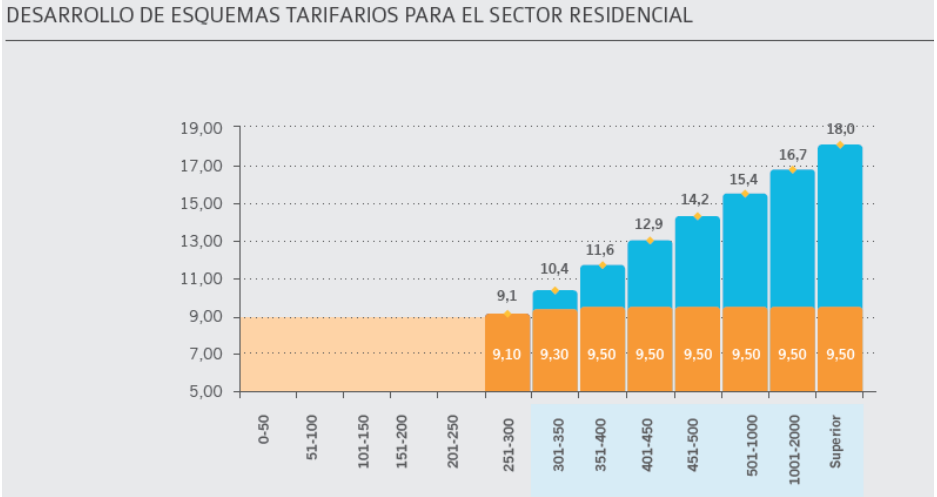


Figura 15. Desarrollo de esquema tarifario en el sector residencial. Fuente [5]

d.18 NORMAS Y ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ECUADOR

Existen importantes barreras en Ecuador que limitan la capacidad del Gobierno, de las empresas eléctricas y de los sectores público, residencial, comercial, e industrial, para asimilar las tecnologías eficientes a gran escala, las mismas que se las podría resumir de la siguiente manera:

Política & regulación: La eficiencia de productos de uso doméstico actualmente se regula al nivel de un reglamento técnico. En este sentido, la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética promoverá el desarrollo de una normativa de Eficiencia Energética para un amplio rango de productos, incluyendo su revisión periódica. Los reglamentos RTE-035 y RTE-036 fueron introducidos recientemente y se están estudiando sus impactos en el mercado. También se requiere conocer en detalle el efecto de los mecanismos de verificación y cumplimiento, y fortalecer las bases para ellos si fuera necesario [5]

Capacidad técnica: Los recursos económicos en Ecuador para emprender en un programa extensivo de normas de Eficiencia Energética para los artefactos eléctricos que llegan al mercado nacional, son limitados. Este proceso requiere de la colaboración de los diferentes actores claves, lo cual implica una capacidad de convocatoria

apropiada. El INEN, el MEER y los laboratorios de ensayo carecen de los recursos económicos y número de personal que ejecutará este programa, por lo que se plantea la necesidad de solicitar apoyo financiero y técnico externo. [5]

Financiera: El costo de la energía eléctrica en Ecuador es de USD 0,08 / kWh para el sector residencial, permitiendo que la inversión en las tecnologías de eficiencia energética más atractivas, se recupere en un plazo relativamente corto. Sin embargo, para los estratos menos favorecidos de la población, la inversión inicial sigue siendo una barrera importante, por lo que es necesaria la intervención del Estado a través a de planes adecuadamente formulados con el propósito de compartir el financiamiento e introducir así el uso de estas tecnologías. Para consumidores de mayores ingresos, el costo superior de los artefactos eficientes puede suponer una barrera de percepción, que puede ser mitigado con incentivos financieros atractivos. [5]

Esquemas de negocio y comerciales: En ausencia de una demanda de calidad en los aparatos que usan energía eléctrica, los fabricantes nacionales, las empresas de importación y distribución y los agentes comerciales, no han atendido el mercado con productos eficientes. Por consiguiente, los conocimientos técnicos y de promoción de dichos equipos en el sector aún son muy débiles. Se requiere de un extenso programa de capacitación, soportado en la colaboración y el apoyo del sector, para llenar este vacío. Al mismo tiempo, la instauración de estándares de rendimiento energético mínimos obligatorios, por sus siglas en ingles MEPS (Mandatory Minimun Energy Peformance Standard), puede dar una señal clara de que la demanda futura será por equipo más eficiente. Para cubrir esta demanda, los fabricantes e importadores ajustarán los esquemas de negocio hacia modelos de mayor calidad y menores costos operativos. [3]

Información y sensibilización: Existe una gran necesidad de información a todos los niveles: (i) los consumidores deben recibir información oportuna sobre los beneficios económicos y ambientales de los productos relevantes, diferenciada según las demandas y el poder adquisitivo del estrato poblacional; (ii) funcionarios de las entidades públicas (municipios, ministerios, edificios) requieren de capacitación técnica y gerencial para la administración del consumo de energía y la implementación de

medidas de ahorro; (iii) se requiere de información detallada y actualizada acerca de los productos disponibles en el mercado con objeto de orientar las políticas normativas. [5]

Una vez se ponga en marcha el proyecto, previsto su ejecución a partir del 2012 hasta el 2014, se prevé disponer de herramientas que permitan orientar las siguientes líneas de acción:

f. Implementar las políticas e instrumentos regulatorios para establecer programas y proyectos de eficiencia energética S&L para artefactos eléctricos e iluminación.

g. Implementar las normas técnicas y procedimientos de ensayo para artefactos de uso doméstico y tecnologías de iluminación relevantes, y fortalecer la infraestructura de los laboratorios nacionales de certificación y verificación.

h. Fortalecer las capacidades de fabricantes, importadores y agentes comerciales par proveer equipo eficiente al mercado nacional y sensibilizar a los usuarios finales de los beneficios económicos y ambientales.

La capacitación y promoción son temas transversales. El presupuesto total del Proyecto sería de USD 4,3 millones con una donación no-reembolsable del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF) de USD1 millón. Bajo uno de los componentes, se prevé movilizar: (a) una inversión pública en artefactos eficientes en edificios a través de los mecanismos de licitación pública; y (b) las adquisiciones para el sector residencial mediante un incentivo financiero gestionado por una entidad bancaria. Se estima que estas inversiones ascienden aproximadamente a USD 2 millones bajo el horizonte del Proyecto. [5]

d.19 PROYECCIÓN DEMANDA ELÉCTRICA DEL ECUADOR

La proyección de la demanda eléctrica, es una herramienta indispensable para orientar las decisiones de inversión, así como para la formulación y desarrollo de proyectos que permitan asegurar la oferta de electricidad en condiciones de seguridad y confiabilidad.

La proyección de demanda eléctrica consiste en pronosticar:

- Número de abonados
- Facturación de energía por sectores:

  Residencial

  Comercial

  Industrial

  Alumbrado público y otros
- Demanda de energía y potencia a nivel de distribución (facturación más pérdidas técnicas y no técnicas).
- Demanda de energía y potencia a nivel de puntos de entrega del SNT.
- Demanda de energía y potencia a nivel de bornes de generación (generación bruta).

La proyección considera tres escenarios correspondientes a la dinámica de crecimiento de la población y de los sectores productivos: menor, medio y mayor. Estos escenarios de crecimiento de la demanda de electricidad tienen como componentes, entre otros, la cobertura del servicio eléctrico, el crecimiento del producto interno bruto de forma referencial y la sensibilidad al precio de la energía eléctrica.

Un aspecto importante para la proyección de la demanda, ha sido el incorporar el Plan de reducción de pérdidas de energía, el Reglamento de Tarifas y las Regulaciones para la Reducción Anual de Pérdidas No Técnicas en las Empresas de Distribución, mismos que establecen como límite admisible para las pérdidas no técnicas en el cálculo de tarifa el 2%, valor que se mantendrá a futuro. [5]

d.20 PROYECCIÓN DE USUARIOS DEL SERVICIO ELÉCTRICO

En cuanto a la perspectiva del número de consumidores o usuarios del servicio eléctrico, las consideraciones del análisis han tomado en cuenta, para la proyección, el comportamiento futuro que tendría el consumo medio unitario anual de los principales sectores de consumo. [5}

En este sentido, de acuerdo con el incremento en la eficiencia de los artefactos eléctricos así como en su uso, pero también por la incorporación de la cocción y calentadores de agua, se prevé en el período del Plan, un crecimiento medio del consumo unitario en el orden de 3,8 % anual para el sector residencial; 2,6 % para el comercial y 6,9 % para el industrial.

PROYECCIÓN DEL CONSUMO UNITARIO ANUAL DEL SERVICIO ELÉCTRICO (Escenario de crecimiento medio)

CONSUMO UNITARIO ANUAL (kWh)					
AÑO	Residencial (kWh)	Comercial (kWh)	Industrial (kWh)	Alumb. Público y Otros (kWh)	Total (kWh)
2011	1.444	6.878	96.608	16.608	298
2012	1.429	6.837	97.609	19.272	357
2013	1.454	6.883	105.838	19.677	362
2014	1.517	7.064	122.774	20.194	369
2015	1.580	7.657	130.019	20.727	378
2016	1.651	7.823	170.637	21.235	387
2017	1.769	8.018	184.475	22.040	397
2018	1.884	8.224	184.919	22.863	408
2019	1.977	8.431	185.866	23.765	420
2020	2.056	8.630	186.727	24.631	432
2021	2.106	8.887	188.824	25.445	445
Crecimiento anual promedio 2011-2021	3,8%	2,6%	6,9%	4,4%	4,1%

Tabla 6. Proyección del Consumo Unitario anual del Servicio eléctrico. Fuente [5]

d.19 1 PROYECCIÓN DE LOS ABONADOS DEL SERVICIO ELÉCTRICO (Escenario de crecimiento medio)

ABONADOS DE SERVICIO ELÉCTRICO					
AÑO	Residencial	Comercial	Industrial	Alumb. Público y Otros	Total
2011	3.663.197	424.718	49.080	52.540	4.189.535
2012	3.846.891	454.370	51.686	54.324	4.407.272
2013	4.007.312	480.864	54.006	55.826	4.598.009
2014	4.151.027	503.575	56.121	57.148	4.767.871
2015	4.281.232	523.254	58.112	58.397	4.920.995
2016	4.401.236	541.922	60.017	59.596	5.062.771
2017	4.514.099	559.767	61.873	60.768	5.196.507
2018	4.619.450	576.843	63.686	61.913	5.321.892
2019	4.719.521	593.446	65.484	63.053	5.441.505
2020	4.813.805	609.502	67.261	64.171	5.554.740
2021	4.911.493	621.871	68.626	65.474	5.667.464
Crecimiento anual promedio 2011-2021	3,0%	3,9%	3,4%	2,2%	3,1%

Tabla 7. Proyección de abonados por sectores eléctrico . Fuente 5]

d.19 2 PROYECCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA FACTURADA A CLIENTES FINALES(Escenario de crecimiento medio

PROYECCIÓN DEL CONSUMO FACTURADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (GWh)					
Año	Residencial (GWh)	Comercial (GWh)	Industrial (GWh)	Alumbrado Público y Otros (GWh)	Total (GWh)
2011	5.288	2.921	4.742	2.119	15.070
2012	5.497	3.107	5.045	2.618	16.268
2013	5.827	3.310	5.716	2.764	17.616
2014	6.298	3.557	6.890	2.915	19.660
2015	6.765	4.006	7.556	3.072	21.399
2016	7.268	4.239	10.241	3.227	24.975
2017	7.988	4.488	11.414	3.403	27.293
2018	8.703	4.744	11.777	3.586	28.810
2019	9.331	5.003	12.171	3.785	30.290
2020	9.895	5.260	12.560	3.982	31.696
2021	10.344	5.527	12.958	4.187	33.015
Composición 2011	35%	19%	31%	14%	
Composición 2021	31%	17%	39%	13%	
Crecimiento anual promedio 2011-2021	6,9%	6,6%	10,6%	7,0%	8,2%

Tabla 8. Proyección del consumo facturado de energía eléctrica. Fuente [5]

EVOLUCIÓN Y PREVISIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR SECTORES SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI) ESCENARIO DE CRECIMIENTO MEDIO - HIPÓTESIS 4										
	AÑO	RESIDENCIAL		COMERCIAL		INDUSTRIAL		ALUMB. PÚBLICO Y OTROS		TOTAL
		GWh	% deTOTAL	GWh	% deTOTAL	GWh	% deTOTAL	GWh	% deTOTAL	GWh
HISTÓRICO	2001	2.897	35,6	1.412	17,4	2.399	29,5	1.421	17,5	8.129
	2002	3.093	36,1	1.566	18,3	2.423	28,3	1.476	17,2	8.559
	2003	3.248	36,2	1.659	18,5	2.562	28,5	1.511	16,8	8.980
	2004	3.516	36,7	1.807	18,9	2.743	28,7	1.506	15,7	9.572
	2005	3.677	36,1	1.947	19,1	2.958	29,1	1.593	15,7	10.174
	2006	3.885	35,3	2.116	19,2	3.296	30,0	1.698	15,4	10.996
	2007	4.103	34,9	2.231	19,0	3.617	30,8	1.793	15,3	11.744
	2008	4.372	34,9	2.429	19,4	3.880	31,0	1.834	14,7	12.516
	2009	4.687	35,4	2.581	19,5	3.994	30,2	1.979	14,9	13.241
	2010	5.101	36,3	2.663	19,0	4.416	31,4	1.867	13,3	14.047
	2011	5.325	35,1	2.941	19,4	4.774	31,5	2.134	14,1	15.174
PRONÓSTICO	2012	5.497	33,8	3.107	19,1	5.045	31,0	2.618	16,1	16.268
	2013	5.827	33,1	3.310	18,8	5.716	32,4	2.764	15,7	17.616
	2014	6.298	32,0	3.557	18,1	6.890	35,0	2.915	14,8	19.660
	2015	6.765	31,6	4.006	18,7	7.556	35,3	3.072	14,4	21.399
	2016	7.268	29,1	4.239	17,0	10.241	41,0	3.227	12,9	24.975
	2017	7.988	29,3	4.488	16,4	11.414	41,8	3.403	12,5	27.293
	2018	8.703	30,2	4.744	16,5	11.777	40,9	3.586	12,4	28.810
	2019	9.331	30,8	5.003	16,5	12.171	40,2	3.785	12,5	30.290
	2020	9.895	31,2	5.260	16,6	12.560	39,6	3.982	12,6	31.696
	2021	10.344	31,3	5.527	16,7	12.958	39,2	4.187	12,7	33.015
CREC. 2001-2011		6,3%	-0,2%	7,6%	1,1%	7,1%	0,6%	4,1%	-2,2%	6,4%
CREC. 2011-2021		6,9%	-1,1%	6,5%	-1,5%	10,5%	2,2%	7,0%	-1,0%	8,1%

Tabla 9. Evolución y Previsión del consumo de energia eléctrica por sectores. Fuente [5]

d.21 TARIFA ELÉCTRICA

La tarifa eléctrica es el precio que se debe pagar por la electricidad que se consume.

El precio final de la tarifa eléctrica parte de la facturación básica, a la que se le suman algebraicamente los recargos o descuentos correspondientes [6]

d.20. 1 La facturación básica

La facturación básica está formada por dos términos: un término de potencia y otro de energía.

d.20. 2 Término de potencia

La unidad de consumo es el kW y se paga una cantidad fija al mes por cada kW consumido.

Este término dependerá del grado de electrificación de nuestro hogar. Se calcula multiplicando el número de kW consumidos por el precio de cada kW.

d.20. 3 Término de energía

Es una cantidad variable que depende de la cantidad de energía que consumimos durante un período de tiempo determinado. Este consumo se mide en kWh y dependerá de la potencia de los electrodomésticos y de la cantidad de horas que estén funcionando.

Este consumo queda reflejado en el contador. Se calcula multiplicando el número de kWh consumidos por el precio de cada kWh.

d.20. 4 Complementos tarifarios

Son descuentos o recargos que se aplican sobre la tarifa básica. Estos cuatro complementos tarifarios existentes son:

d.20. 5 Energía reactiva

Está basada en unos recargos y descuentos porcentuales en función del factor de potencia de la instalación y se aplica a la totalidad de la facturación básica.

Se considera que una instalación es mejor cuando este factor de potencia tiende a 1. Se consiguen bonificaciones de hasta el 4% cuando el factor de potencia es próximo a 0,7 y recargos del 47% para factores de potencia de 0,5 o menores a 0,5. El término de energía reactiva no es de aplicación para los abonados con tarifa doméstica.

d.20. 6 Discriminación horaria

El consumo de energía eléctrica no es uniforme a lo largo del día, sino que existe una demanda máxima en determinadas horas diurnas, llamada horas punta, y una mínima durante la noche. Este hecho obliga a las centrales eléctricas a generar mayor cantidad de electricidad durante el día.

Con la finalidad de aprovechar mejor la producción de electricidad, interesa limitar o reducir las puntas de demanda mediante un uso más repartido de la electricidad, y es por eso que en la facturación se tiene en cuenta la hora en la cual se consume la electricidad. [6]

d.20. 7 Calculo de Consumo a Nivel Residencial

El medidor de energía eléctrica registra el consumo en su residencia. Ese consumo, que corresponde a un período determinado, es expresado en kilovatios-hora(KWH).

Para efecto de cobro, la Empresa Eléctrica mide y determina la cantidad de energía que usted en un mes con base a las lecturas tomadas en forma mensual en los sectores urbanos y cada dos meses en los sectores rurales. [6]

Para calcular el consumo mensual de cada electrodoméstico, multiplique la potencia del electrodoméstico (vatios W) por el número de horas usado en el mes; para eso aplique la siguiente fórmula.

$$Consumo\ Mensual = \frac{Potencia\ (W) * horas\ de\ uso\ por\ dia * dias\ uso\ al\ mes}{1000}$$

Conociendo cuanto consume cada uno de los electrodomésticos, y sumando estos valores se puede saber el total del consumo de energía mensual de los domicilios.

Dentro de los Planes y estrategias implementados por el Gobierno Nacional para fomentar la cultura de ahorro de energía, se cuenta con el Plan denominado Tarifa de la Dignidad. Además de los descuentos para personas de la tercera edad y con discapacidad. [7]

d.22 DEMANDA ENERGÉTICA A NIVEL RESIDENCIAL EN LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL DEL SUR

Como se observa en la Figura 13, el sector residencial crece aceleradamente, cada mes se registra un aumento significativo de usuarios y es por este motivo que las medidas de eficiencia energética deben estar dirigidas particularmente a este sector.

DATOS ESTADÍSTICOS DE CLIENTES CON TARIFA RESIDENCIAL - AÑO 2011

Mes	Número de Clientes	Energía Facturada (Kwh)	Demanda Facturada (Mw)	US$ total Facturados	US$ Total Recaudados
Ene	135,389	11,151,646.00	0.00	1,126,359.35	1,143,501.05
Feb	136,271	10,024,806.00	0.00	1,030,342.55	1,199,640.76
Mar	136,934	9,994,560.00	0.00	1,119,578.95	1,283,767.20
Abr	137,439	11,055,031.00	0.00	1,120,399.74	1,098,564.59
May	137,980	10,216,404.00	0.00	1,047,769.80	1,290,570.03
Jun	138,997	10,754,981.00	0.00	1,096,599.70	1,330,936.09
Jul	139,601	10,287,715.00	0.00	1,062,304.63	1,171,430.05
Ago	140,368	10,332,118.00	0.00	1,066,352.74	1,247,132.14
Sep	140,739	10,687,817.00	0.00	1,090,058.66	1,225,007.82
Oct	141,394	10,403,072.00	0.00	1,068,213.74	1,276,485.60
Nov	141,955	11,069,831.00	0.00	1,130,665.44	1,175,929.50
Dic	142,528	11,091,461.00	0.00	1,132,414.93	1,333,770.15
Totales		**127,069,442.00**		**13,091,060.23**	**14,776,734.98**

Figura. 16. Datos estadísticos de clientes de tarifa residencial de la EERSSA. Fuente [5]

e. MATERIALES Y METODOS

e. 1 DISEÑO DE LA RED

La Red de monitoreo consta de sensores de corriente y voltaje, los mismos que no son invasivos.

e.1.1. SENSORES DE CORRIENTE ALTERNA

Los sensores de corriente fueron creados con la finalidad de poder medir o monitorear la corriente alterna en diversos procesos de la vida cotidiana. Dentro de estos sensores se incluyen: lineales, ajustables, de balance nulo y digitales. Los sensores de corriente digitales pueden hacer sonar una alarma, arrancar un motor, abrir una válvula o desconectar una bomba. En cuanto a los sensores de corriente lineales duplican la forma de la onda de la corriente captada y puede ser utilizada como un elemento de respuesta para controlar un motor o regular la cantidad de trabajo que realiza una máquina [12]. Estos sensores se pueden dividir en 4 tipos diferentes, cada uno de éstos tienen sus propias características y aplicaciones determinadas. Los cuatro tipos de sensores son:

- Transformador de corriente (TC).
- Bobina de rogowski.
- Sensor de efecto hall.
- Sensor de shunt.

e.1.2. TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (TC)

El transformador de corriente (TC) usa el principio de un transformador para convertir la alta corriente primaria a una corriente secundaria más pequeña, es común entre los medidores de energía de estado sólido de alta corriente. El

TC es un elemento pasivo que no necesita circuitos adicionales de control, además puede medir corrientes muy altas y consumir poca potencia. Sin embargo el material férrico usado en el núcleo se puede saturar cuando la corriente primaria es muy alta o cuando hay una componente importante de corriente directa (DC) en la corriente. Una vez magnetizado, el núcleo contendrá histéresis y su precisión se degradará a menos que éste se desmagnetice de nuevo. Estos transformadores no crean la energía a partir de la nada; por lo tanto, si un transformador aumenta el voltaje de una señal, reduce su corriente; y si reduce el voltaje de la señal, se eleva la corriente. En otras palabras, la energía que fluye a través de un transformador no puede ser superior a la energía que haya entrado en él [15]

e.1.3. BOBINA ROGOWSKI

La bobina rogowski, llamada así en honor a su inventor Walter Rogowski, es un dispositivo electrónico, usado como transductor para medir corriente alterna (AC) o pulsos rápidos de corriente. La bobina rogowski se basa en medir los cambios del campo magnético que se produce alrededor de un hilo portador de corriente para producir una señal de voltaje, la cual es proporcional a la derivada de la corriente (di/dt) es por esto que un integrador es necesario para convertir ésta señal a la señal apropiada. La tarea de crear un integrador que fuera estable y exacto durante la larga vida de un medidor había sido muy desalentadora. Sin embargo, la reciente implementación digital del integrador tiene la promesa de convertir esta tecnología en una realidad para los medidores eléctricos [15]

Una de las principales ventajas de la bobina de rogowski es su linealidad inherente. Al no poseer elementos susceptibles de saturación magnética su rango dinámico es excepcionalmente amplio. Un mismo sensor puede utilizarse para medir corrientes inferiores a 1 amperio o corrientes del orden de los kiloamperios. Debido a las características que ofrece esta tecnología, los transductores de rogowski se han convertido en el sensor preferido de la actual generación de instrumentos de aplicación industrial. Igual tendencia se observa en los medidores de consumo de energía eléctrica utilizados para la facturación

e.1.4. SENSOR DE EFECTO HALL

El objetivo de este circuito es medir la corriente y entregar un voltaje de salida proporcional al flujo de la misma. El sensor de efecto hall sirve para la medición de campos magnéticos o corrientes o para la determinación de la posición. Su función sigue unos pasos, en donde si fluye corriente por un sensor hall y se aproxima a un campo magnético que fluye en dirección vertical al sensor, entonces el sensor crea un voltaje saliente proporcional al producto de la fuerza del campo magnético y de la corriente. Si se conoce el valor de la corriente se puede calcular la fuerza del campo magnético, si se crea el campo magnético por medio de corriente que circula por una bobina o un conductor se puede medir el valor de la corriente en el conductor o bobina.

La señal obtenida del sensor hall puede ser procesada para dar una señal digital o analógica. Cuando se desea obtener una salida digital, los sensores se denominan interruptores hall y cuando se requiere que la salida sea proporcional a la señal que se desea medir, se denominan sensores hall de tipo lineal, éstos últimos son los empleados para la medida de corrientes y cubren un rango que se extiende desde pocos miliamperios hasta cientos de miliamperios. Existen dos tipos principales de sensores de efecto hall, anillo abierto (open-loop) y anillo cerrado (closed-loop). El segundo ofrece mejor precisión y rangos dinámicos más amplios pero a un costo mayor y la mayoría de los sensores de efecto hall que se encuentran en medidores de energía que usan el diseño anillo abierto para lograr costos más bajos.

El sensor de efecto hall tiene una excelente respuesta a la frecuencia y está capacitado para medir corrientes muy altas, sin embargo las desventajas incluyen un resultado con alta deriva por temperatura y la necesidad de circuitos externos de control. Debido al alto costo hacen de los sensores de efecto hall algo raro comparados con los TC. [15]

e.1.5. SENSOR DE SHUNT

El shunt de corriente de baja resistencia es la solución de más bajo costo actualmente disponible y ofrece una lectura sencilla con una buena precisión. Un modelo de este aparato es una resistencia. Cuando se estén practicando mediciones

de corriente de alta precisión, se debe tener en cuenta la inductancia parásita de shunt, aunque ésta afecta la magnitud de la impedancia a frecuencias relativamente altas, su efecto sobre la fase a las frecuencias de la línea es suficiente para causar un error notable a bajo factor de potencia. Un desfase de 0.1° llevará a un error de aproximadamente 0.3% a un factor de potencia de 0.5. Es importante seleccionar una resistencia shunt que tenga un valor muy bajo para minimizar la disipación de potencia, un valor bajo de inductancia y una tolerancia razonablemente pequeña para mantener una precisión global en el circuito.

Aunque al bajar el valor de la resistencia del sensor de corriente, disminuye la disipación de potencia, también disminuye el voltaje de salida. Si la resistencia del sensor es muy pequeña, el "offset" de entrada se puede hacer porcentualmente grande. Las dos consideraciones contradictorias tienen que ser sopesadas unas contra las otras en la selección de la resistencia apropiada para cada aplicación particular. [15]

e.1.6. COMPARACIÓN DE LOS SENSORES DE CORRIENTE

Tipo de sensor	Transformador de corriente (TC)	Efecto Hall	Shunt de Corriente	Bobina de Rogowski
Costo	Bajo	Alto	Muy bajo	Alto
Linealidad	Media	Baja	Alta	Muy Alta
Corriente máxima de medición	Alta	Media	Muy baja	Muy Alta
Consumo de Potencia	Muy bajo	Medio	Alto	Bajo
Problemas de Offset de DC	No	Si	Si	No
Problema de saturación e histéresis	Si	Si	No	No

Figura 17. Comparación de sensores. Fuente [15]

e.1.7. SENSORES DE TENSIÓN

Se necesita una medición de la tensión de corriente alterna (AC) para poder calcular, los parámetros de energía eléctrica, pudiendo realizar esta medición de forma segura (que no requiere de un trabajo en alta tensión) con un adaptador de alimentación de AC, proporcionando aislamiento entre la alta y baja tensión. Los adaptadores de alimentación de AC pueden venir en diferentes rangos de voltaje, siendo este el parámetro más importante a conocer. La señal de salida del adaptador de tensión de AC es una forma de onda casi sinusoidal, proporcional al voltaje de entrada. Si se dispone de un adaptador de corriente de 9 V (RMS) del pico de la señal positiva debería ocurrir a 12,7 voltios y el pico de señal negativa debe ocurrir a -12.7 voltios. Sin embargo, debido a la mala regulación de voltaje con este tipo de adaptador cuando el adaptador está sin carga, la salida es a menudo alrededor de 10 a 12 voltios, dando un pico de tensión de aproximadamente de 14 a 17 voltios [16]

e.1.8. PLATAFORMA ARDUINO

Arduino nació como un proyecto educativo en el año 2005, su nombre proviene del bar “Bar di Re Arduino” donde Massimo Banzi pasaba algunas horas. En la actualidad el equipo de “Arduino Team” tiene como miembros principales a: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, y David Mellis.

La plataforma arduino es una tecnología muy popular, debido a sus características y beneficios que presenta, siendo una de las características más destacadas que es de hardware y software libre (Open Source). El hardware se basa en un microcontrolador Atmel AVR (los más usados Atmega168, Atmega328, Atmega2560) que por su sencillez y bajo costo permiten el desarrollo de múltiples diseños. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos. El software de arduino es una implementación de wiring, que a su vez se basa en processing un

entorno de programación multimedia. El entorno de programación de arduino es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados.

Con la placa arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. Disponer de una plataforma de hardware libre es una gran ventaja para los investigadores, profesores y alumnos, porque con ella no se ven esclavizados a depender de altos costos en pago de patentes que repercuten en los productos que compran. Arduino es libre y público, y además le ampara un amplio catálogo de herramientas de programación también de software libre, más una importante comunidad de usuarios en la que se intercambian grandes volúmenes de información compartiendo sus proyectos y desarrollos [18]

e.1.9. ENTORNO DE PROGRAMACIÓN ARDUINO

El microcontrolador de la placa arduino se programa mediante el lenguaje de programación arduino que está basado en la plataforma de código abierto wiring. El ambiente de desarrollo de wiring puede ejecutarse en plataformas como Linux, Windows y MacOS gracias a que está desarrollado en Java. Se puede concluir que la plataforma wiring es el conjunto de funciones, variables y constantes que encapsulan el funcionamiento del hardware facilitando el uso del mismo

Está basado en el ambiente de desarrollo de processing, (esto implica a su vez que arduino tenga el mismo entorno de desarrollo), el cual permite la creación de programas (sketchs) aplicativos visuales, wiring tiene como objetivo brindar una plataforma amigable y fácil de usar, permitiendo en un solo ambiente de programación el desarrollo de programas en un lenguaje propio o utilizando C++. Su compilación está basada en el compilador de AVR y sus librerías, además de permitir la descarga directamente a la tarjeta a través de la conexión con el puerto USB, permitiendo crear y probar rápidamente programas en la tarjeta sin utilizar herramientas adicionales (quemadores o programadores), como también acceder fácilmente al hardware a través de funciones que encapsulan muchos detalles complejos de su manejo. El software de arduino consiste en un entorno de desarrollo IDE y las librerías centrales. El IDE está escrito en java y basado en el entorno processing, mientras que las librerías centrales están escritas en C y en C++. [19]

Los programas desarrollados con arduino se pueden dividir en tres partes principales: estructura, valores (variables y constantes) y funciones. Cabe destacar que muchas de las funciones creadas en arduino consumen muchos recursos de memoria, por lo que es conveniente crear líneas de código propias que puedan reemplazar a dichas funciones cuando la optimización de memoria es una prioridad, esto se da en aplicaciones que requieran un elevado procesamiento de datos.

El sistema de adquisición de datos se basa en el sensor de corriente y el sensor de tensión, éstos admiten tomar las señales analógicas de corriente y de voltaje, pudiendo de esta manera el usuario evaluar el comportamiento de la red eléctrica de un domicilio.

f. RESULTADOS

f.1 DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO EN UNA RESIDENCIA DEL CASCO URBANO DEL CANTON LOJA

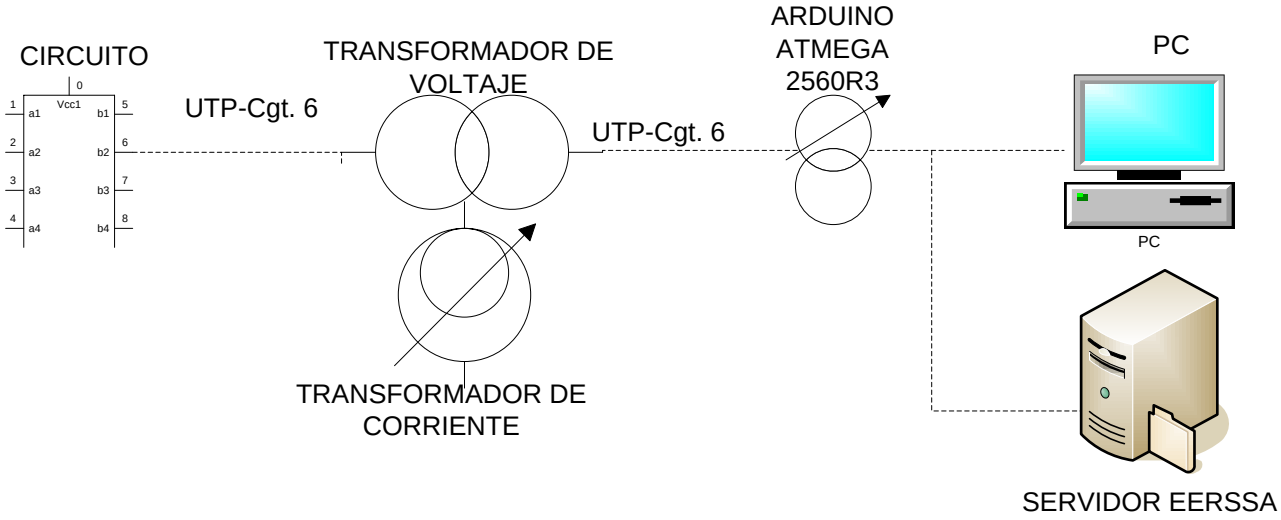


Figura 18. Topografía del Sistema. Fuente [El Autor]

El diseño va a variar dependiendo de la infraestructura de las residencias, así como también de como esto distribuido el sistema eléctrico, el diseño presentado en sencillo de tal manera que cada usuario que lo requiera lo pueda adaptar a sus necesidades.

El diseño consta de sensores de corriente, de voltaje, un dataloger y un modem.

Los sensores de corriente son los que miden la intensidad que circula por esa parte en específico de la red eléctrica, del mismo modo lo es el sensor de corriente. Esta es la primera etapa del diseño. Cada sensor se conecta a la carga en especifica de los tableros de distribución.

La segunda fase del diseño consta del Dataloger, el mismo que permite visualizar lo parámetros de medición como son corriente y voltaje.

La última fase del diseño consta de un modem, el mismo que permitirá conectarse mediante un cable de red a un cpu y visualizar y descargar la información almacenada en el mismo. Estos datos pueden ser procesados por el propio usuario, ingresándolos a un software que permite visualizar las gráficas de los resultados de los sensores. Con estos valores se puede aplicar la fórmula de potencia y obtener la potencia consumida en ese periodo de tiempo y de esta manera de acuerdo a las necesidades se pueden adoptar medidas de ahorro energético para ese domicilio en particular.

Los sensores que se utilizan en el diseño son sensores no invasivos.

f.2 SENSOR DE TENSIÓN.

El transformador de tensión es necesario para medir las variables de energía eléctrica, además este nos brinda seguridad ya que no se requiere tener contacto con la red de 120V, el transformador nos proporciona un aislamiento entre la alta tensión y baja tensión. Los transformadores de voltaje pueden venir de diferentes tensiones nominales lo cual depende del diseño, material y construcción, en este caso se utiliza el transformador que se muestra en la Figura 10 el cual tiene las siguientes características

- Voltaje de entrada: 120/240 Vrms
- Voltaje de salida 12 -0-12 Vrms

- Frecuencia: 60/50 Hz
- Corriente: 300mA

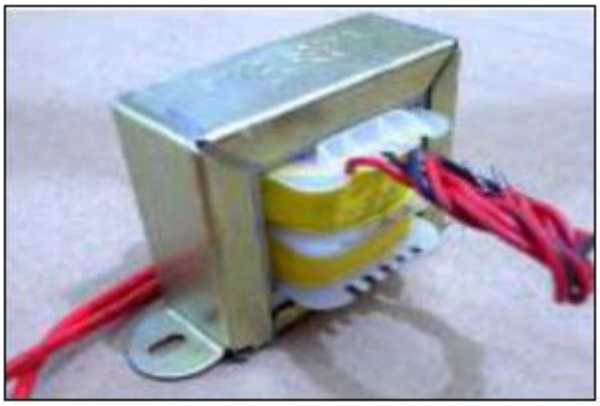


Figura 19. Sensor de tensión. Fuente [15]

El voltaje de salida del transformador es proporcional al voltaje de entrada, sin embargo existe un error en la regulación del voltaje de este tipo de transformadores cuando no funcionan a plena carga (300mA), y la salida puede variar en un 20%, este transformador presenta un comportamiento muy aceptable en cuanto a linealidad, su funcionamiento se basa en el principio de transformación. La tensión que se mide no varía significativamente, aproximadamente de 108V a 132V, las variaciones de fase son insignificantes. En todo caso se realizará una corrección de fase mediante software para tener una elevada precisión en la medición del consumo de energía.

f.3 Yhdc TRANSFORMADOR DE CORRIENTE: SCT-013-000

Un transformador de corriente (TC) es un sensor que se usa para medir corriente alterna, particularmente es muy útil para medir el consumo de energía eléctrica de un edificio, o si es el caso para medir la energía generada por alguna fuente (paneles solares, u otros con una generación de energía relativamente baja). Se basa en un núcleo dividido lo que lo hace adecuado para el uso de

bricolaje, ya que se puede enganchar directamente a cualquiera de los dos cables de la red eléctrica (neutro o fase) sin tener que hacer ningún trabajo eléctrico en alta tensión. En la Figura 11 se muestra el sensor “SCT-013-000”.

Figura 20. Sensor de Corriente STC 013-000. Fuente [15]

El transformador de corriente tiene un devanado primario, un núcleo magnético y un devanado secundario. El devanado secundario está hecho de muchas vueltas de alambre fino alojados dentro de la carcasa del transformador. La corriente alterna que fluye en el primario produce un campo magnético en el núcleo que a su vez induce una corriente en el circuito del devanado secundario. La corriente en el devanado secundario es proporcional a la corriente que fluye en el devanado primario por la relación de transformación, esto se indica con la expresión matemática siguiente:

$$Isec = \frac{n2}{n1} * Iprimario$$

Normalmente la relación de transformación se escribe en términos de corrientes por ejemplo 100A:50mA que es lo que indica el fabricante del sensor Yhdc SCT-013-000.

f.4 ARDUINO ATMEGA 2560 R3

Esta placa se basa en el microcontrolador ATmega2560, incluye todos los elementos necesarios que sirven como soporte para el microcontrolador, simplemente se lo conecta al ordenador con un cable USB para su programación y a su vez utilizado como alimentación, también se la puede alimentar con un adaptador de tensión AC/DC. La diferencia principal del "Arduino Mega 2560 R3" con las anteriores versiones es, que ya no utiliza el chip controlador "USB-serial FTDI", en su lugar se emplea el Chip ATmega16U2 (versión 1 y 2). Las especificaciones técnicas se resumen en la Tabla

Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital E/ S Pins	54 (15 proporcionan salida PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente DC para los pines E/S	40 mA
Corriente DC para el Pin de 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB, 8 KB utilizados para el "bootloader"
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz
Puertos seriales (UARTs)	4

Fuente: [22]

Tabla 10. Caracteristicas Arduino ATMEGA 2560 R3. Fuente [15]

En la Figura 19 se muestra la placa del "Arduino Mega 2560 R3", con su respectiva distribución de pines.

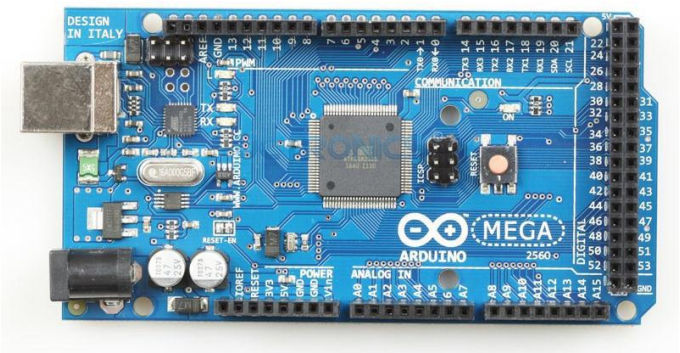


Figura 21. Placa Arduino Mega 2560 R3. Fuente [15]

A continuación se describe de manera resumida las características más importantes de la placa arduino:

a. Potencia: La placa arduino puede ser alimentada a través de la conexión USB, o con un adaptador AC/DC de 5V, la placa tiene un circuito incluido que permite seleccionar automáticamente la fuente, el pin (VIN) puede ser alimentado con una tensión de 7 a 12 voltios ya que tiene un regulador interno, el pin (5V) se lo puede utilizar como salida regulada a 5V, no obstante este puede proporcionar menos de 5 voltios, además a este pin se le puede suministrar la alimentación (5 voltios) pero no es recomendado ya que este no pasa por el regulador y si se excede el voltaje puede dañar nuestra placa, lo mismo para el pin de (3.3V).

b. Entradas y Salidas: Estos pines operan a 5 voltios, cada pin puede proporcionar o recibir una corriente máxima de 40mA además cuenta con una resistencia pull-up de 20-50 kOhms. Los pines de transmisión (TX) y recepción (RX) se utilizan para transmitir y recibir datos TTL en serie, los pines 0 (RX0) y 1 (TX0) están conectados a los pines correspondientes del “ATmega16U2 USB-Serial”.

c. PWM (Modulación por Ancho de Pulso): Los pines que se pueden configurar para PWM son del 2 al 13 y del 44 al 46 salidas, estas salidas son de 8 bits.

d. SPI: Serial Peripheral Interface. Los pines desde el 50 al 53 soportan la comunicación SPI.

e. I2C (Interfaz de Dos Hilos): Los pines para la comunicación de dos hilos son el 20 (SDA) y el 21(SCL).

f. ADC (Conversión Análoga-Digital): La placa "Arduino Mega2560 R3" tiene 16 entradas analógicas, las cuales trabajan con 10 bits de resolución, éstas por defecto se miden con referencia de 0 a 5 voltios, pero es posible cambiar la referencia utilizando el pin (AREF) [22].

Mediante esta plataforma se realiza la conversión análoga digital de las señales de corriente y voltaje con una resolución de 10bits. Luego se realiza el procesamiento adecuado de los datos mediante un algoritmo de programación, una vez que se realiza el procesamiento de los datos se crea un algoritmo adicional para la presentación de los datos en una pantalla TFT-LCD, y finalmente se crea un algoritmo para establecer la comunicación a internet.

f.5 COMUNICACIÓN A INTERNET MEDIANTE EL SHIELD ETHERNET DE ARDUINO

La shield ethernet de arduino permite a una placa arduino conectarse a internet, está basada en el chip ethernet Wiznet W5100. El Wiznet W5100 permite conectarse a la red IP, y soporta los protocolos TCP y UDP, además tolera hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas. El W5100 es un chip controlador ethernet con conexión a internet de 10/100 Mbps con todas las funciones, diseñado para aplicaciones embebidas donde se requiere facilidad de integración, estabilidad, rendimiento, y el control de costos que un sistema requiere. Este chip ha sido diseñado para facilitar la implementación de la

conectividad a internet y sin requerir un sistema operativo. Además es compatible con el estándar IEEE 802.3 10BASE-T y 802.3u 100BASE-TX.

El chip W5100 ethernet incluye la capa TCP / IP y es compatible con los protocolos TCP, UDP, ICMP, ARP, IGMP y PPPoE, posee 16Kbytes de buffer interno que es incluido para la transmisión de datos. Para facilitar la integración, existen tres interfaces diferentes como forma de acceso a la memoria, llamadas directas, bus indirecta y SPI, están soportadas por la unidad de control multipunto (MCU). El uso de este dispositivo es muy adecuado para muchas aplicaciones integradas.

f.5.1. APLICACIONES

a. Dispositivos de red doméstica; Set-Top Boxes, adaptadores de medios digitales.
b. Serial a ethernet; controles de acceso.
c. Paralelo a ethernet; Mini-Impresoras, copiadoras.
d. USB a ethernet; Dispositivos de almacenamiento, impresoras de red.
e. Red de sensores.
f. Sistemas de seguridad, cámaras de red.
g. Servidores embebidos.
h. Equipos de monitoreo médico.

f.5.2. CARACTERÍSTICAS

Las características principales del chip de ethernet tenemos los siguientes:

a. Soporta Protocolos TCP / IP: TCP, UDP, ICMP, IPv4 ARP, IGMP, PPPoE, Ethernet
b. En la capa Física; 10BaseT/100BaseTX ethernet integrado.
c. Soporta a la negociación automática (full dúplex y half dúplex)
d. Auto soporte MDI/ MDIX (conexión directa o cruzada)

e. Conexión ADSL Apoyo (con soporte PPPoE Protocolo de autenticación PAP/ CHAP modo).

f. Soporta 4 entradas independientes de forma simultánea

g. Memoria interna de 16Kbytes Tx / Rx para Buffers.

h. Consumo de corriente máxima en 100BateT de 183mA.

i. Operación 3.3V con la tolerancia de la señal de E / S de 5V.

Figura 22. Shield Ethernet de Arduino. Fuente [15]

El shield ethernet de arduino tiene una conexión estándar Rj-45, además tiene una ranura para incorporarle una tarjeta micro-SD que se la puede utilizar para almacenar archivos y funcionar como servidor en una red. El arduino se comunica tanto con el W5100 y la tarjeta SD a través del bus SPI, esto es mediante los pines digitales 50, 51, 52 y 53 del “Arduino Mega 2560 R3”. El pin 10 es utilizado para seleccionar el W5100 y el pin 4 para la micro-SD, dichos pines no pueden ser utilizados para otros fines mientras la shield de ethernet esté conectada.

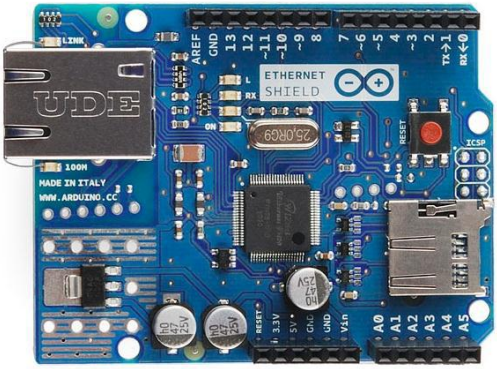


Figura 23. Arduino Mega y Shield Ethernet de Arduino. Fuente [15]

f.6 CONFIGURACIÓN DE LA RED EN ARDUINO

En el arduino se debe configurar la dirección MAC y la IP, para lo cual hay dos opciones; si la red dispone de un servicio DHCP, se puede establecer esta opción mediante la función "Ethernet.begin ()" establecida en la librería ethernet, para que el shield de ethernet tenga automáticamente una dirección IP, aquí únicamente se configura la dirección física del shield ethernet. Sin embargo esta opción aumenta el tamaño del programa significativamente, por el procesamiento que esto implica, la opción más recomendada en programas avanzados, es la asignación de una dirección estática, además se debe configurar la máscara de subred, servidor DNS, puerta de enlace, y el nombre del servidor.

f.7 PRESUPUESTO TENTATIVO PARA LA IMPLANTACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Sensor de corriente STC 013-000	4	$ 40	$ 160
Sensor de Tensión	4	$ 15	$ 60
Arduino ATmega 2560 R3	2	$ 60	$ 120
Shield Ethernet	1	$ 35	$ 35
Placa de acondicionamiento de la Señal	1	$ 30	$ 30
Cables y conectores RJ-45	20m	$ 10	$ 10
Fuente de energía para el prototipo	1	$ 10	$ 10
Diseño y construcción		$ 150	$ 150
Diseño e Implantación de Software		$ 500	$ 500
		TOTAL	$ 1.075

Tabla 11. Presupuesto Tentativo de Implementación. Fuente [El autor]

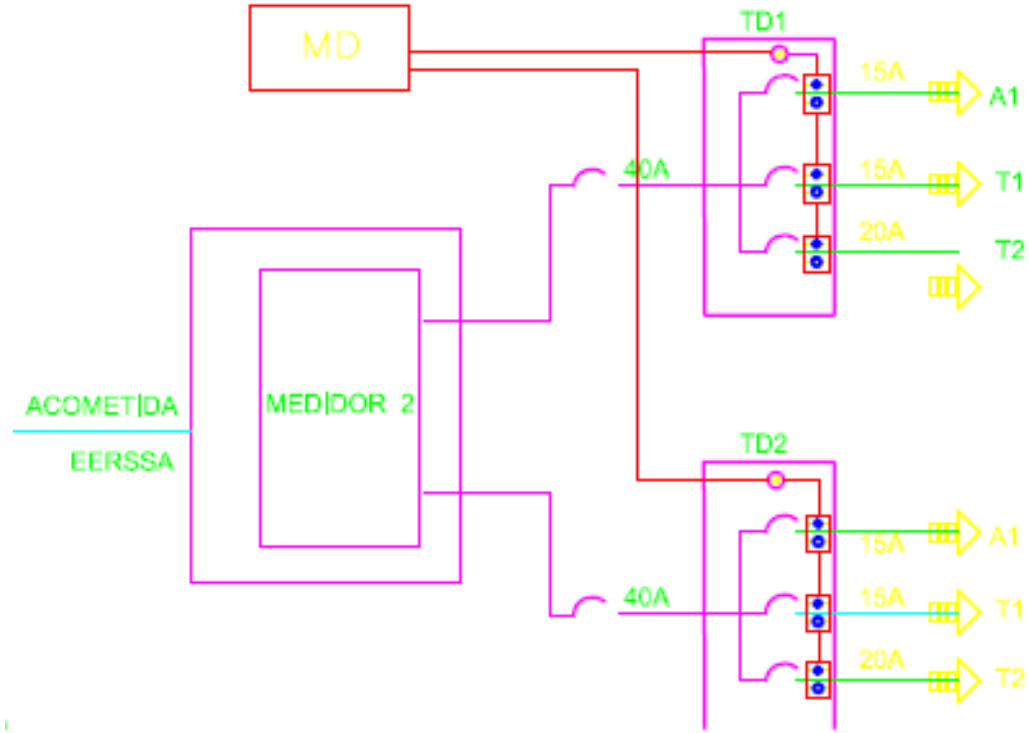


Figura 24. Diseño de la Red de Monitoreo. Fuente [El Autor]

f.8 MANUAL DE AHORRO DE ENERGIA A NIVEL RESIDENCIAL

Cada vez que usamos la energía, afectamos nuestro ambiente. De igual modo, cada uno podemos tomar medidas para reducir el impacto de nuestro consumo de energía en la tierra, el agua y el aire.

Podemos aligerar la carga aplicada a nuestro ambiente con el consumo de energía y reducir nuestros costos al usar ciertas medidas prácticas propuestas en este manual. Incluye sugerencias útiles y de ahorro de energía para adultos y actividades divertidas para que los niños aprendan sobre cómo el uso eficiente de la energía ayuda a todos.

En casa, normalmente usa la energía de diferentes maneras:

- Calentar. Cocinar, mantener la casa caliente, calentar agua para bañarse.
- Enfriar. Se necesita energía para mantener los alimentos fríos en el refrigerador, hacer cubos de hielo, evitar que se derrita el helado y que funcione el aire acondicionado.
- Tener luz. Sin energía, estaría a oscuras, literalmente. Ya sea directamente del sol, de la pila de una linterna o de un contacto eléctrico, la energía produce la luz que le permite ver.
- Trabajar. La energía la usa para que funcione la lavadora y secadora, la batidora, la podadora de césped y el automóvil, entre otras cosas. Es decir, usa la energía para trabajar en cosas que de otro modo tendría que hacer a mano.

Como puede ver, usa la energía para todo

La energía que usa en su casa, la electricidad y el gas natural provienen de los recursos naturales, muchos de los cuales se desarrollaron hace millones de años y cuyo suministro ahora es limitado. Estos recursos naturales con frecuencia se describen en términos de qué tan fácil es reponerlos. Los combustibles fósiles tardaron millones de años en desarrollarse y por lo común se conocen como recursos “no renovables”. Por el contrario, la energía solar y eólica, como pueden reponerse continuamente, se consideran recursos “renovables”.

f.8.1 AHORRAR ENERGÍA

Ahorrar energía es dejar de consumir o consumir menos energía. Esto puede significar reducir o dejar de realizar determinadas actividades, para evitar el consumo de energía. Cuando hay crisis y se requiere un ahorro inmediato, se recurre al racionamiento.

El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios.

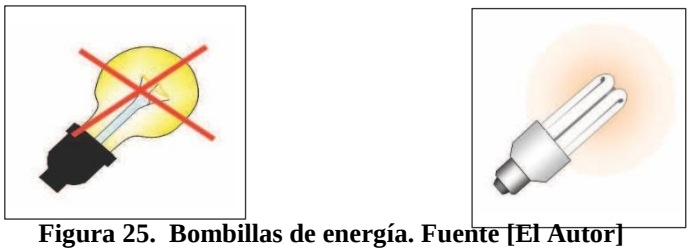


Figura 25. Bombillas de energía. Fuente [El Autor]

Gran parte de la energía que usamos se desperdicia por diversas razones. Usar la energía de manera eficiente (es decir con inteligencia) nos permite realizar todas nuestras actividades y ahorrar dinero

f.8.2 BENEFICIOS DE AHORRAR ENERGIA

Beneficios para las personas

- Reduce los gastos en energía en los hogares y en las empresas.
- Reduce el impacto de tus hábitos de consumo sobre el medio ambiente
- Reduce los costos de producción, mejorando la competitividad de las empresas.

Beneficios para la sociedad

- Permite ahorrar energía y disminuir la dependencia energética.
- Reduce el daño ambiental y la contaminación
- Mejora la calidad del aire, lo que significa menores daños a la salud
- Mejora la seguridad en el Abastecimiento

Beneficios para el planeta

- Menor uso de recursos naturales.
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Menor contaminación

Existen muchas medidas para usar la energía de manera inteligente y eficiente, pero hay que empezar con acciones que logran mucha eficiencia y que requieren poca inversión.

Las medidas deben priorizarse de acuerdo al ahorro que producen, al costo de implementarlas y al tiempo que tardamos en recuperar el costo de la inversión realizada. Las mejores medidas son las que permiten mayor ahorro de energía a más bajo costo.

f.8.3 POTENCIALES DE EFICIENCIA

El Potencial de la Eficiencia Energética es el porcentaje de energía y electricidad que podemos dejar de consumir sin dejar de hacer nuestras actividades ni poner en riesgo la satisfacción de nuestras necesidades

POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SECTORES

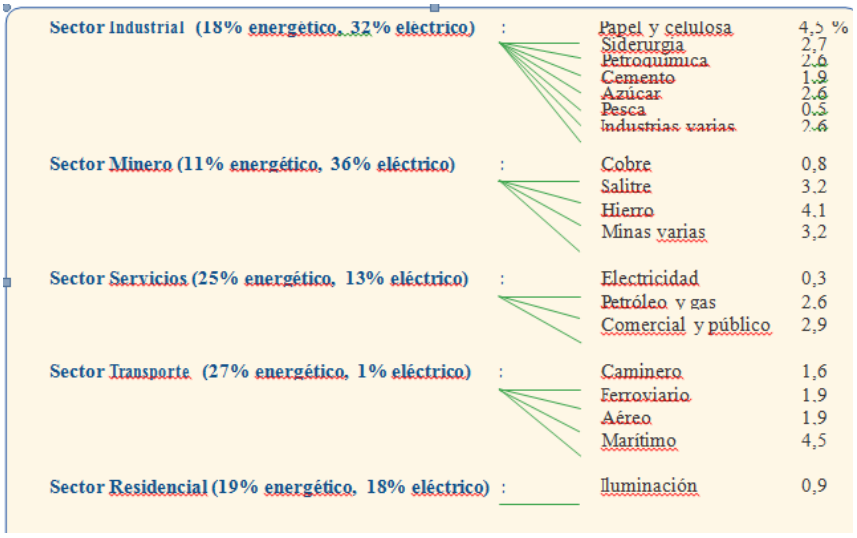


Figura 25. Potencial de Eficiencia Energética en sectores. Fuente [El Autor]

La experiencia internacional demuestra que para mejorar la eficiencia en el uso de la energía, el mercado no funciona por sí solo. Para provocar una verdadera reducción en los consumos a nivel país, es ineludible una decidida acción del Estado, que debe actuar sobre los Grandes Consumidores, donde están los mayores volúmenes de pérdidas e ineficiencias

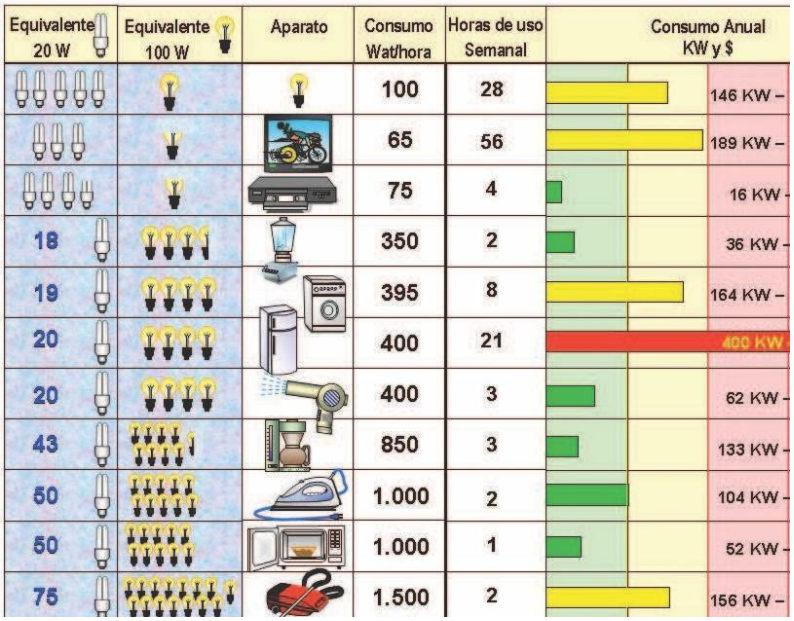
Aplicar una política exitosa para el Uso Eficiente de la Energía, implica costos para el Estado y los consumidores en el corto plazo. Pero permite, en el mediano y largo plazo, obtener importantes beneficios: ahorrar energía, disminuir la dependencia energética, ahorrar divisas, reducir la contaminación, mejorar la calidad de vida de las personas y disminuir las cuentas individuales de energía.

f.9 MEDIDAS DE AHORRO

Es posible ahorrar mucha energía con pequeños cambios en nuestros hábitos y a un bajo costo. Para ello lo primero es informarse sobre el consumo energético de cada uno de los aparatos que usamos y calcular el costo de nuestros hábitos.

El consumo anual de cada artefacto depende de la cantidad de horas de uso diario.

En la Figura 21 se muestra el gasto de energía de los electrodomésticos más comunes en los hogares, de acuerdo al número de horas de uso y su equivalente en número de bombillas comunes y bombillas eficientes.



Equivalente 20 W	Equivalente 100 W	Aparato	Consumo Wat/hora	Horas de uso Semanal	Consumo Anual KW y $
			100	28	146 KW –
			65	56	189 KW –
			75	4	16 KW -
18			350	2	36 KW -
19			395	8	164 KW –
20			400	21	400 KW
20			400	3	62 KW -
43			850	3	133 KW -
50			1.000	2	104 KW -
50			1.000	1	52 KW -
75			1.500	2	156 KW –

Figura 27. **Consumo de energía de electrodomésticos Fuente [El Autor]**

Cambiar los hábitos de consumo no tiene costos y produce un gran ahorro, entre 10% a 20%, y beneficios inmediatos. El cambio de hábitos es importante, porque aunque usted. posea aparatos más modernos o acceda a nuevas tecnologías, si no los usa bien consumirán más energía innecesariamente.

Pero modificar las conductas para usar la energía en forma inteligente y eficiente requiere el esfuerzo y la voluntad de cambiar los hábitos que hemos sostenido durante años, de manera automática.

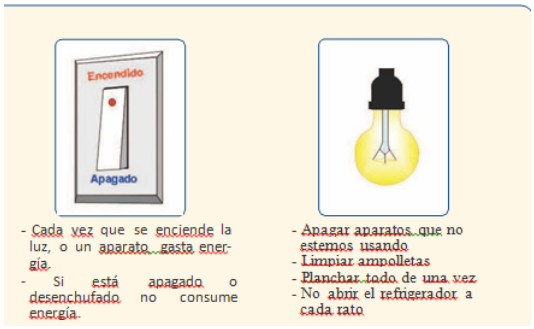


Figura 28. **Hábitos de ahorro. Fuente [El Autor]**

La primera acción que se debe realizar para verificar que la red eléctrica del hogar esta funcionado de la manera correcta. Para realizarlo se debe seguir los siguientes pasos:

- Apague y desenchufe todos los artefactos de su casa, departamento o empresa.
- Observe el medidor.
- Si sigue girando o marcando como si hubiese algún aparato encendido, tiene fugas, está perdiendo plata y corriendo un riesgo.

Figura 29. Hábitos de ahorro en iluminación. Fuente [El Autor]

Apague el televisor o el equipo de música si no lo estás utilizando.

Use la lavadora, lavavajillas y secadora de ropa con carga completa.

f.9.1 AHORRO EN ILUMINACIÓN

Una medida de bajo costo para mejorar la iluminación es aprovechar la luz natural, usando colores claros en las superficies. Pintar las paredes y cielos con colores claros, idealmente blanco, puede significar un ahorro de 5 % de energía.

Figura 30. Hábitos de ahorro en iluminación (Superficies). Fuente [El Autor]

El cambio de bobillas comunes por bombillas eficientes requiere una pequeña inversión y genera importantes beneficios. Las bombillas eficientes son más caras que las corrientes, pero duran más horas y gastan menos energía. Su uso permite ahorrar entre 25 y 30% de electricidad.

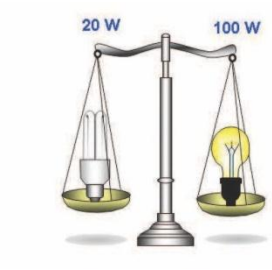


Figura 31. Ahorro en bombillas. Fuente [El Autor]

Instalar una luz más baja en balcones o pasillos; y lámparas individuales para iluminar directamente las superficies de los escritorios, mesas o puestos de trabajo, permite ahorrar entre un 10% y un 20% de energía eléctrica. Instalar tubos fluorescentes para una iluminación general suave y complementarlos con lámparas individuales sobre el escritorio, la mesa o el mesón donde se está trabajando, da muy buen resultado.

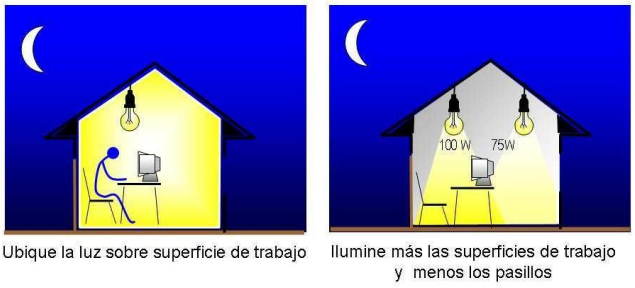


Figura 32. **Hábitos de ahorro en iluminación (Diseños). Fuente [El Autor]**

Los circuitos de iluminación son el sistema de cables, bombillas e interruptores que iluminan los diferentes sectores de una casa u oficina. Al separarlos, es posible alumbrar única o principalmente el área que estamos ocupando, sin iluminar todo el lugar. Esta es una medida que requiere una inversión algo mayor, pero genera un ahorro entre 5% a 10%.

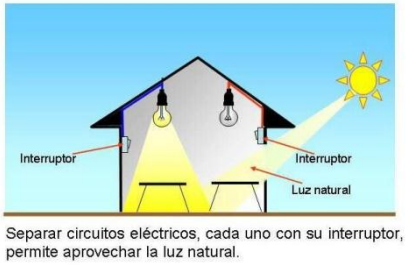


Figura 33. **Hábitos de ahorro en iluminación (Red eléctrica). Fuente [El Autor]**

Prender un interruptor de luz es un movimiento sencillo. Lo hace muchas veces al día sin pensarlo. Es hora de poner atención. Según el Instituto Mundial de Recursos, la producción de energía para luz representa el 10% de todas las emisiones de dióxido de carbono. Del 5% al 10% de su recibo de luz residencial se va para pagar luz. Así que es importante conservar la energía con el uso correcto de la luz.

El polvo en un foco o basura en una lámpara de vidrio puede reducirla luz que produce y parecer que necesita un foco más brillante y de más vatios.

Abra las cortinas durante el día para ahorrar energía. La luz solar directa es 100 veces más brillante que la luz de una lámpara de lectura fuerte.

Apague las luces cuando salga de una habitación. La gente normalmente cree que se gasta más energía si se apaga un foco que si se deja prendido, pero no es cierto.

Sólo use los vatios necesarios. ¿Para qué gastar más luz? Si cree que sí le servirá un foco de menos vatios, pruébelo y vea si todavía es lo bastante brillante.

Sacuda los focos y quite los bichos muertos de la lámpara antes de poner un foco de más vatios.

Use menos focos en lámparas de focos múltiples. La mayoría de la gente no se da cuenta que es más eficiente un foco de más vatios que muchos de pocos vatios. Por ejemplo: Un solo foco de 100 vatios usa la misma cantidad de energía que cuatro de 25, pero produce el doble de luz. Y usa menos energía que dos focos de 60 vatios, pero produce el mismo nivel de luz. Nota: Por el bien de la seguridad, ponga focos fundidos en los portafocos vacíos.

Si con frecuencia deja luces prendidas en su casa cuando no debería, instale un temporizador para apagarlas automáticamente. El temporizador se conecta a la pared y la lámpara se conecta al temporizador

Puede instalar interruptores con regulador de intensidad cuando sólo en ocasiones necesite luz brillante. Si es un interruptor con regulador de intensidad ahorrador de energía (revíselo cuando lo compre), tendrá la opción de usar menos energía en luz en otras ocasiones.

Instale lámparas fluorescentes compactas en su casa, sobre todo donde tiene las luces prendidas más de dos horas al día.

Use un foco fluorescente compacto en la lámpara que ya tenga. Requiere de 1/4 de la energía que utiliza uno incandescente y dura 10 veces más. Si compra uno para exteriores, responderá mejor a temperaturas extremas.

Use un foco halogenuro metálico. Puede encontrarlo en la mayoría de las tiendas de mejoras para el hogar y ferreterías. Comparado con un foco incandescente, ofrece siete veces más luz por vatio de energía consumida.

Focos de sodio de alta presión producen más de siete veces la luz de un foco incandescente por la mitad del costo. El costo inicial es alto y se requiere una lámpara especial. Pero dura hasta 24,000 horas.

Ponga luces exteriores bajo un control de fotoceldas o temporizador compatible para que sólo se enciendan cuando sea necesario.

Luz solar. Use luz solar exterior cuando sea posible. Asegúrese de tener focos y pilas de repuesto.

f.9.2 AHORRO EN ELECTRODOMESTICOS

Las televisiones, reproductores de DVD, VCR y decodificadores representan más de la mitad de la carga por conexión de una casa típica. Aunque estos aparatos estén apagados, siguen consumiendo energía para las características de apoyo como encendido instantáneo, control remoto, memoria de canales y pantallas de reloj de LED.

Conecte todo el equipo de entretenimiento en un contacto múltiple. Si lo apaga, eliminará el consumo en espera de estos aparatos. Si debe dejar encendido un aparato, conéctelo a un contacto múltiple o enchufe separado.

Para ahorrar energía, simplemente apague o desconecte el equipo cuando no lo use.

La mejor forma de reducir el consumo de energía de los aparatos de oficina en casa es habituarse a encenderlos sólo cuando tenga que usarlos. Si tiene que imprimir o fotocopiar, puede hacerlo en un volumen grande.

Experimente con ciclos de lavado y enjuague con agua fría. El resultado en casi toda la ropa es tan bueno como el lavado con agua caliente y enjuague con agua tibia y reduce el consumo de energía a la mitad.

Ajuste el nivel de agua de la lavadora al tamaño adecuado de la carga; ahorrará agua y energía.

Procure lavar en el ciclo “delicado” en vez del “normal”. El motor no trabajará tanto.

El consumo eficiente de energía de una secadora de ropa depende de la circulación libre del aire, por lo que debe mantener limpios el filtro y la manguera de escape

Limpie el filtro de pelusa después de cada ciclo de secado. Con ello permite que el aire circule con eficiencia. Cuanto más difícil le sea al aire pasar a su ropa, más tiempo debe tener encendida la secadora.

Seque cargas completas, pero no sobrecargue la secadora. La ropa necesita espacio para girar a fin de que el aire circule alrededor de ella.

Si su secadora tiene un ajuste automático o “más/menos secado”, úselo. Apagará automáticamente la secadora cuando la ropa esté seca y normalmente reduce el consumo de energía en un 15%.

Seque por separado telas pesadas y ligeras. Así, toda la ropa de una carga estará lista al mismo tiempo. No incluya ropa húmeda a una carga que ya está parcialmente seca.

Procure que las cargas de secado sean consecutivas para aprovechar el calor acumulado.

Procure usar un tendedero. Es natural, anticuado y no consume energía. Para cargas pequeñas como calcetines y ropa interior, use una pequeña rejilla para secado en interiores. Como bono adicional, su ropa tendrá un mejor aroma.

¿Qué sabe de su refrigerador? Tal vez no mucho, que no sea lo que hay en él. Su refrigerador hace mucho más que mantener fríos los alimentos. Aunque no lo crea, probablemente consuma más electricidad que cualquier otro aparato electrodoméstico en su cocina.

Mantenga la temperatura correcta del refrigerador y congelador. Si sólo están a una temperatura 10°F más fría de lo necesario, su consumo de energía aumentará a un sorprendente 25%. Si cuida la temperatura, controlará la energía. El refrigerador debe estar entre 38° y 40°F y el congelador debe estar ajustado a 0°F.

Asegúrese de que la puerta esté bien cerrada. De no ser así, gastará energía. Revise que el empaque (sello de goma) no tenga cuarteaduras o comida seca.

Sin sudor. Si su refrigerador tiene un interruptor de “ahorro de energía”, úselo. Controla un pequeño calentador integrado al frente del panel angosto que divide al congelador del refrigerador para evitar la formación de gotas de agua en el panel en clima húmedo. Apague el calentador excepto cuando esté húmedo

Es mejor que mantenga el refrigerador y congelador lo más lleno posible porque los alimentos retienen mejor el frío que el aire. No los sature; el aire tiene que circular.

Los contenedores con tapa conteniendo líquidos disminuyen la humedad en el refrigerador y reducen la cantidad de agua que se acumula en la charola debajo de la unidad.

Puede pasar los alimentos del congelador al refrigerador un día antes para que estén descongelados cuando los necesite. Así, los alimentos congelados dejan descansar al motor del refrigerador mientras se descongelan.

f.9.3 AHORRO DE ENERGIA EN COCINAS A INDUCCIÓN

Los hornos de microondas usan cerca de 66% menos energía que los hornos convencionales. Son más eficientes para pequeñas porciones o para descongelar; y es menos eficiente para productos como pavos.

Las ollas de “cocción lenta” son muy eficientes para sopas y guisados.

Las ollas de presión ahorran mucho más energía que los hornos normales.

Aunque usted no lo crea: Cada vez que abre el horno estando prendido, pierde de 25 a 50 grados o más.

Revise el termostato del horno para asegurarse que marca bien la temperatura. Es muy posible que no sea así.

Revise el empaque en la puerta del horno que no tenga grietas o rasgaduras. Incluso una pequeña rasgadura o espacio es suficiente para que se escape mucho calor. Y vale la pena mantener limpio el empaque (para retener mejor el calor).

f.10 SUGERENCIAS PRÁCTICAS

Si usa platones de vidrio o cerámica para hornear, puede bajar la temperatura 25°, porque estos materiales retienen mejor el calor que otros.

Use el molde del tamaño correcto. Lo mejor son los fondos planos, sobre todo para hornillas eléctricas y lisas.

Descongele primero los alimentos en el refrigerador para reducir el tiempo de cocción.

Cubrir el horno con papel aluminio puede reducir la contaminación ambiental interior al mantenerlo limpio adentro. Pero antes, revise el manual para que no interfiera con la operación del horno.

Cambie la cubierta cuando se ensucie.

Limpie el horno de limpieza automática después de usarlo para aprovechar el calor residual. Primero, limpie lo que pueda con la mano para acelerar el proceso.

No hornee con la puerta del horno abierta, esta práctica común es un desperdicio.

Ponga la tapa. Las tapas ayudan a conservar el calor y aceleran el tiempo de cocción.

f.11 CONSEJOS AL MOMENTO DE REALIZAR COMPRAS

Elija un refrigerador con congelador arriba o abajo, en vez de una unidad vertical, el ahorro promedio es de 16%.

Busque un lavavajillas con ajuste de secado con aire que pueda reducir el consumo de energía de su lavavajillas hasta 50%

Los modelos con opciones de ciclos cortos pueden ahorrar hasta 25% de agua caliente y electricidad para lavar cargas ligeramente sucias.

Busque lavadoras de ropa con niveles de agua y controles de temperatura ajustables para que sólo use lo necesario.

Busque una secadora con “sensores de humedad”. Los sensores apagan automáticamente la secadora cuando se seca la ropa y el consumo de energía pude bajar de 10% a 15%.

Los ciclos de enfriamiento harán girar su ropa en aire más fresco durante los últimos cinco minutos del ciclo de secado, lo que ahorraría energía y al mismo tiempo disminuiría la cantidad de arrugas.

f.12 TENGA CUIDADO DE LOS ELECTRODOMESTICOS VAMPIROS

Una casa con los electrodomésticos apagados, pero no desenchufados suponen un gasto de energía de 1,6 kWh diarios. Si están enchufados a la corriente consumen energía porque funciona la fuente de alimentación. Es lo que se conoce como consumo en modo de espera o stand by. Según la Agencia Internacional de la Energía, el consumo de los aparatos en modo de espera es responsable del 5% al 10% del total de la electricidad consumida en la mayoría de los hogares y de una cantidad desconocida en oficinas, comercios y fábricas.

- Televisión

  Si es de pantalla común, en funcionamiento consume 186 vatios. En espera utiliza 3,06 vatios. Apagado pero todavía enchufado, gasta 2,88 vatios. Los LCD consumen 28 vatios encendidos, 1,38 cuando están en espera, y 1,13 apagados y enchufados.

- Aire Acondicionado

  A no ser que se desenchufe, sigue consumiendo casi 1 watt. Cargador del teléfono celular: cuando está cargando consume entre 2 y 3 vatios, pero cuando se deja enchufado sin que cargue nada, consume 0,26 vatios.

  Radio reloj: consume 2 vatios.

- DVD, reproductor

  Mientras funciona consume 9,91 vatios, encendido pero sin pasar DVD usa 7,54 vatios. Apagado pero enchufado, 1,55.

- Equipo de música

  Mientras funciona con un CD consume 6,8 vatios, con la radio 3,3 vatios. Encendido pero sin tocar música consume 4,11 vatios. Apagado en espera 1,66.

- Cafetera

  Aunque esté apagada, si sigue enchufada consume 1,14 vatios.

- Horno de microondas

  Cocinando consume 1433 vatios. Si no está desenchufado, consume 3,08 vatios, pero si se olvidó la puerta abierta y sigue enchufado, consume 25,79 vatios.

- Estufa eléctrica

  Encendidas suelen consumir 340 vatios, pero apagadas y enchufadas siguen consumiendo 4,21 vatios.

- Computadora de escritorio

  Mientras está en uso consume 74 vatios. Cuando está en espera 21 vatios, y estando apagada pero todavía enchufada usa 2,84 vatios.

- Computadora Notebook

  Totalmente cargada y funcionando usa unos 30 vatios. En uso y cargándose usa 44 vatios. En espera, 15 vatios. Apagada y enchufada, sigue consumiendo 8,9 vatios. El cargador solo si está enchufado consume 4,42 vatios

- Monitor de la computadora

  Si es CRT consume 65 vatios cuando está encendido, mientras permanece en stand by, o sea cuando se “apaga” automáticamente sigue consumiendo 12 vatios, y estando apagado y enchufado gasta 0,8 vatios.

- Modem

  Uno de DSL, funcionando, consume 5,37 vatios. Apagado y enchufado sigue usando 1,37 vatios. El modem de cable usa 6,25 vatios cuando está en funcionamiento y 3,84 estando apagado y enchufado.

- Impresora

  En modo stand by tiene un consumo promedio de 5 watios hora.

- Fax

Si es a chorro de tinta consume 5,31 vatios cuando está apagado, y 6,22 cuando está encendido. En cambio uno laser no consume nada estando apagado, y 6 encendido.

- Escáner

En uso consume 9,6 vatios, pero si sigue enchufado cuando se deja de usar continúa consumiendo 2,48 vatios.

Qué se puede hacer

1. Exigir a los fabricantes que especifiquen en los catálogos y etiquetas de los productos en venta el consumo en reposo o stand by.
2. Seleccionar los electrodomésticos que no registren consumos internos cuando no funcionan o, en su defecto, que éste sea el menor posible.
3. Escoger aparatos que no dispongan de relojes o termómetros electrónicos a no ser que sean realmente imprescindibles para su funcionamiento interno.
4. Apagar a menudo con un interruptor suplementario los aparatos que queden conectados permanentemente a la corriente como la televisión, el video o el amplificador de antena. Se puede conectar directamente a corriente continua aparatos como alguna radio, el teléfono sin hilos, el contestador automático.
5. En ocasiones es mejor escoger los aparatos que funcionan a pilas como el radio despertador.

f.13 ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGETICA

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable ha gestionado, trabajado y participado con diversas instituciones como el INEN y COMEX para promover el uso de equipos eficientes. [20]

Se ha obtenido las siguientes normativas obligatorias:

a. Reglamento RTE INEN 036 “Eficiencia energética. Lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado que además regula

las importaciones de tal forma que solo se permite la comercialización de lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores) etiquetados con los rangos de desempeño energético A y B.

b. RTE INEN 035" Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía, métodos de prueba y etiquetado" y sus modificatorias en la que se estableció que a partir de marzo de 2011 se permite únicamente la comercialización de aparatos de refrigeración de rango energético A

c. RTE INEN 072 "Eficiencia Energética para acondicionadores de aire sin ducto", mismo que entró en vigencia desde el 29 de mayo de 2013.

d. RTE INEN 094 "Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW y etiquetado"

e. RTE INEN 101 "Aparatos electrodomésticos para cocción para inducción"

f. RTE INEN 109 "Eficiencia térmica de calentadores de agua a gas"

g. RTE INEN 110 "Calentadores de agua eléctricos de acumulación"

h. RTE INEN 111 "Eficiencia Energética. Máquinas secadoras de ropa. Etiquetado"

i. RTE INEN 112 "Eficiencia energética para ventiladores, con motor eléctrico incorporado de potencia inferior o igual a 125 W".

j. RTE INEN 117 "Eficiencia Energética en Televisiones. Reporte de Consumo de Energía, Método de Ensayo y Etiquetado"

k. RTE INEN 122 “Eficiencia energética en hornos eléctricos. Reporte de consumo de energía y etiquetado”

l. RTE INEN 123 “Eficiencia energética para hornos microondas”

m. RTE INEN 124 “Eficiencia energética y etiquetado de máquinas lavadora-secadora de ropa”

n. RTE INEN 133 “Lavavajillas. Eficiencia energética y Etiquetado”

o. PRTE INEN 138 “Eficiencia energética para ventiladores de motor de potencia eléctrica de entrada”

p. PRTE INEN 141 “Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.”

También existen normas técnicas ecuatorianas voluntarias de eficiencia energética tales como:

a. NTE INEN 2498 “Eficiencia Energética en motores eléctrico estacionarios”

b. NTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”

c. NTE INEN 2507 “Rendimiento térmico de colectores solares en sistemas de calentamiento de agua para uso sanitario. Requisitos”

d. NTE INEN 2511 “Eficiencia energética en cámaras de refrigeración instaladas en vehículos automotores. Requisitos”

e. NTE INEN 2567 “Eficiencia Energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos”

f. NTE INEN 2555 “Seguridad en cocinas de inducción”

Junto con el COMEX se ha gestionado las siguientes resoluciones:

1. Resolución COMEXI 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem) de lámparas compactas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.

2. Resolución COMEXI 529: Se prohíbe las importaciones de focos incandescentes entre 25 y 100W de uso residencial a partir de enero de 2010.

3. Resolución COMEXI 595: Incluye a los artefactos de refrigeración en la Resolución 450 del COMEXI que contiene al nómina de productos sujetos a controles previo la importación.

4. Resolución COMEX 076: Restringe la importación de equipos acondicionadores de aire de rango B, C, D E, F y G.

En el marco del proyecto Eficiencia Energética en la Industria ejecutado por el MEER con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), se adoptó la norma ISO 50001[Anexo 27], como NTE INEN ISO 50001 “Sistemas de Gestión de Energía. Requisitos con orientación para su uso”

Como leer una etiqueta de eficiencia energética

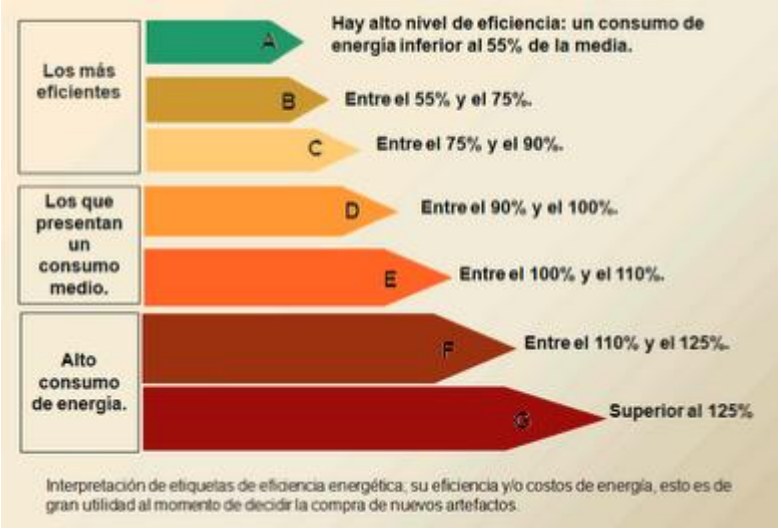


Figura 34. Etiqueta de Eficiencia Energética. Fuente [20]

h. CONCLUSIONES

Luego de realizado el diseño y revisada toda la bibliografía se puede concluir lo siguiente:

- En el mercado existen diferentes sistemas de monitoreo pero ninguno tan sencillo que permita que el propio usuario lo pueda manipular y tomar los correctivos en situ, de tal forma que se pueda prever ahorros significativos d energía de acuerdo a las necesidades del cliente, por lo mismo la presente propuesta influirá positivamente en el ahorro de energía eléctrica

- De todos los sensores de corriente disponibles en el mercado se utilizan los sensores lineales debido al tipo de datos que arroja la red eléctrica domiciliaria.

- El uso de sensor de corriente STC 013-000 va a permitir trabajar en la red eléctrica domiciliaria sin la necesidad de acceder a la red de alta tensión.

- El dimensionamiento y escalabilidad del diseño depende del número de circuitos con los que cuente la instalación eléctrica del domicilio, para una casa promedio de $90m^2$ el costo de la implementación es de 1045 UDS, el mismo que puede reducirse si se fabricará en serie. .

- La interfaz del Software que se ha implementar debe ser amigable al usuario y de fácil comprensión para que el abonado pueda acceder a la información sin ningún problema

- En el diseño el Microcontrolador Arduino ATmega 2560 R3 ya que es sencillo de programar debido a que existe un software libre de fácil acceso y posee varias interfaces de comunicación.

- El sector residencial es un sector clave en el ahorro de energía, ya que cada vez existen muchos más planes habitacionales y hacen que la demanda de energía aumente con cada año.

- Pese a que existen normas de etiquetado para el ingreso de productos al país, muchas personas no saben de estas normativas ni tampoco pueden leer o interpretar una etiqueta de eficiencia energética y este desconocimiento hace que en el país no se adquieran estos productos y no exista el ahorro de energía que se quiere tener con equipos eficientes.

i. RECOMENDACIONES

Luego de realizado el diseño y revisada toda la bibliografía se puede recomendar lo siguiente:

- Si existe una pérdida de energía dentro de la red eléctrica del domicilio, no hay que correr riesgos, se debe consultar con personas capacitadas.

- Al momento de realizar un diseño, tener en cuenta cual es el dimensionamiento real del sistema eléctrico en el hogar.

- El uso del sensor de Rogowsky se lo puede implementar en el diseño, si la red de monitoreo se implantaría en las industrias.

- Para realizar la implementación de esta propuesta se recomienda elaborar un Plan de Negocios el mismo que permitirá conocer la demanda de este tipo de sistemas en la ciudad de Loja y de esta manera garantizar la rentabilidad del proyecto

- Este diseño sirve como base para futuros temas de tesis, ya que dentro del sector residencial existen diferentes variables que pueden ser medidas y de esta manera contribuir con la sociedad en el uso eficiente de energía.

j. BIBLIOFRAFIA

[1] CONSUMO DE ELECTRICIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE [consulta en línea] disponible en http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjmbr/v32_2/old0277.pdf

[2] USO RACIONAL Y EFICIENCIA DE LA ENERGIA [Consulta en línea] disponible en http://www.corpoelec.gob.ve/uso-racional-y-eficiente-de-la-energia-electrica

[3] María Gabriela Núñez Ramos (2013), Modelo para la creación de una empresa de generación de energía renovable a través de electricidad fotovoltaica como envolvente arquitectónico, Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Máster en Administración de Empresas [Consulta en línea]disponible en http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8295/1/AC-ESPEL-ENI-0321.pdf

[4] Ministerio de Energía, Leyes Anexas [Consulta en Línea] disponible en http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/2.7-Leyes-conexas.pdf

[5] PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN [Consulta el línea] disponible en http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10132_PME20122021.pdf

[6] TARIFAS ELECTRICAS [Consulta en línea] disponible en http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-sector-electrico/xx.-la-tarifa-electrica

[7] SISTEMAS DE MONITOREO DE INDICADORES ENERGETICOS [Consulta en línea] disponible en http://www.acee.com.mx/sistemas-de-monitoreo-de-indicadores-energeticos

[8] CORRIENTE ELECTRICA [Consulta en línea] disponible en https://prezi.com/ejqflix7n8er/la-corriente-electrica-o-intensidad-electrica-es-el-flujo-de/

[9] CALIDAD DEL SUMINISTRO DEL SISTEMA ELECTRICO [Consulta en línea] disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Calidad_de_suministro_el%C3%A9ctrico

[10] RESISTENCIA ELECTRICA [Consulta en línea] disponible en http://www.grupofcs.com/vmena/resistencia.html

[11] TIPOS DE POTENCIAS [Consulta en línea] disponible en http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_potencia/ke_potencia_elect_1.htm

[12] AUTOMATIZACION DE PROCESOS INDUSTRIALESSENSORES DE CORRIENTE
Ignacio Aliaga Vargas, Paulina Bravo, Ricardo Bustamante, Beatriz Castillo, Camila Gonzales, FelipeGuzmán, Fernando Hernández, Francisco Oyarce, Álvaro Rojas
Universidad de Talca, Campus Los Niches

[13] EFICIENCIA ENERGETICA EN EL HOGAR. [Consulta en línea] Disponible en http://www.epec.com.ar/docs/seguridad/eficiencia.pdf, Consulta julio de 2012

[14] ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SECTOR RESIDENCIAL EN ESPAÑA [Consulta en línea] Disponible en http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf Consulta julio de 2012

[15] PROPUESTA DE ACCIONES Y POLÍTICAS EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL ECUADOR [Consulta en línea] Disponible en http://www.eclac.cl/drni/noticias/noticias/1/28921/Santiago_Sanchez.pdf

[13] DISEÑO ELECTRONICO ANALOGICO [Consulta en línea] Disponible en http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/diseno-electronico-analogo/diseno-electronico-analogo.pdf

[14] CONSUMO DE ENERGIA DE APARATOS ELECTRICOS [Consulta en línea] disponible en http://www.niunhogarsinenergia.org/panel/uploads/documentos/guia%20de%20consumo%20energetico%20de%20aparatos%20electricos.pdf

[15] DIEGO CHAMBA, Redes Inteligentes, Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones [Consulta en línea] disponible en http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/7731/1/Chamba%20Loaiza,%20Jos%C3%A9%20David.pdf

[16] CATALOGO EQUIPOS DE MEDIA Y ALTA TENSION [Consulta en línea] disponible enhttp://www.saferinstrument.com/archivos/CATALOGO_MEGGER_MEDIA-Y-ALTA-TENSION.pdf

[17] NORMAS DE ENERGIA [Consulta en línea] disponible en http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8889/1/UPS-KT01086.pdf

[18] ENTORNO VIRTUAL ARDUINO [Consulta en línea] disponible en http://www.flowfields.es/tag/arduino/

[19] ARDUINO SOFTWARE LIBRE [Consulta en línea] disponible en https://raulespinola.wordpress.com/category/hardware-libre/

[20] NORMALIZACIÓN Y ETIQUITADO, Ministerio de Energía, [Consulta en línea] disponible en http://www.energia.gob.ec/plan-de-normalizacion-y-etiquetado/

k. ANEXOS