



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOF 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

# GESTIÓN Y ESTIMACIÓN DE INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DOMÉSTICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA SOBRE PLATAFORMA ANDROID

Christian David Robayo Díaz

Universidad Santo Tomás  
Bogotá, Colombia

## Resumen

Este trabajo propone la estimación de indicadores de eficiencia energética, que permita al usuario final decidir el uso racional de la energía en cada uno de nuestros domicilios. La meta u objetivo es desarrollar una aplicación móvil sobre plataforma Android que facilite la visualización de dichos indicadores, y sensibilizar a la comunidad en común sobre los niveles de eficiencia que se manejan en nuestros hogares. El trabajo incluye la documentación y análisis de los parámetros de entrada relacionados al diseño del sistema, además de la arquitectura Android y los argumentos calculados para dichos indicadores impuestos en la aplicación. Con esto se llega a la mayoría de la población aprovechando la alta demanda en los dispositivos móviles, y cumplir el objetivo de sensibilizar una cultura energética en Colombia.

**Palabras clave:** indicadores; energía; Android; Ethernet; TCP/IP; gestión

## Abstract

This document proposes the indicator estimation of energy efficiency, allow to the final user decides the rational use of energy in our home. The objective is came develop a mobile application, based in Android platform. In such away this application facilitates to visualize these indicators, and educate the community, about the efficiency levels related in our home. The document includes the documentation and analysis of the input parameters related to the design of the system; besides, this document describes the Android architecture and, the calculations related to the indicators included in the application. With this I would like to create an energy culture in Colombia.

**Keywords:** indicators; energy; Android; Ethernet; TCP / IP; management

## 1. Introducción

La gestión y administración de cualquier tipo de recurso en nuestro caso la energía eléctrica, es básicamente la optimización del mismo, recurriendo pues a métodos de gestión energética.

El objetivo principal es diseñar e implementar una plataforma para la gestión y estimación del consumo de energía eléctrica doméstica con una aplicación sobre la plataforma ANDROID.

De la idea anterior en mi investigación yo difiero del concepto de optimizar, ya que no tiene sentido hablar en estos términos, en un sentido más real nos enfocamos en diseñar un sistema gestión más eficiente; en consecuencia partimos de diseñar un sistema de control a lazo abierto y como variable principal la energía eléctrica (W/h), es decir la variable medida. En base a lo anterior acondicionamos un sistema de adquisición de datos y procesando la información en una base de datos.

Al final del proceso se despliega la información en la aplicación móvil en tiempo real y asociada al objetivo propuesto.

## 2. Marco de referencia

### 2.1 Modelo de Gestión Integral de la Energía

En esta reseña se hace una breve presentación de las bases teóricas, experimentales e históricas que fueron el punto de partida para el desarrollo del Modelo de Gestión Integral de la Energía (MGIE). En forma sucinta puede decirse que el MGIE es un conjunto de procedimientos y actividades, que están conceptuados para que se integren al modelo de gestión organizacional de la empresa, y que sirven de guía para la implementación y operación del Sistema de Gestión Integral de la Energía (SGIE).

Un amplio estudio de los modelos de gestión de energía usados en el mundo, mostró que estos consideran necesario desarrollar una cultura organizacional para el uso racional y eficiente de la energía, dirigida en términos estratégicos a lograr la sostenibilidad energética y ambiental de los procesos productivos, y en términos tácticos a incrementar el nivel de competitividad empresarial. Asimismo, se muestra que en general la gestión energética está desarticulada de los marcos de los sistemas ambientales y de innovación tecnológica, y son poco compatibles con los sistemas de gestión de la producción. En Colombia existen antecedentes de elaboración de modelos de gestión energética para el sector productivo que han sido aplicados en las empresas. Los más representativos han sido:

- 2.1.1 Modelo de control del consumo energético.
- 2.1.2 Guía de buenas prácticas para el uso racional de la energía para el sector de las pequeñas y medianas empresas.
- 2.1.3 Modelo de Mejora Continua de la Eficiencia Energética.
- 2.1.4 Modelo de Gestión Integral de la Eficiencia Energética en ambientes competitivos.

De lo anterior MGIE está formado por tres etapas consecutivas con las cuales llegamos a nuestro objetivo principal:

- 2.1.5 Decisión Estratégica
- 2.1.6 Instalación
- 2.1.7 Operación

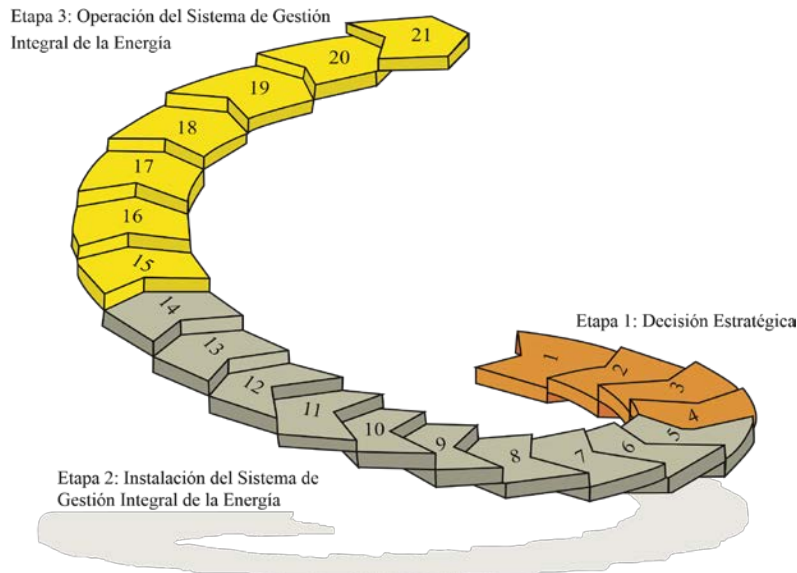


Fig.1 Modelo de Gestión Integral de la Energía

## 2.2 Arquitectura Android

Para desarrollar la aplicación con bases de datos, gráficos más apropiados a la necesidad del usuario debemos conocer más de su arquitectura. La siguiente figura muestra los diferentes niveles que se pueden encontrar en la arquitectura del Android.

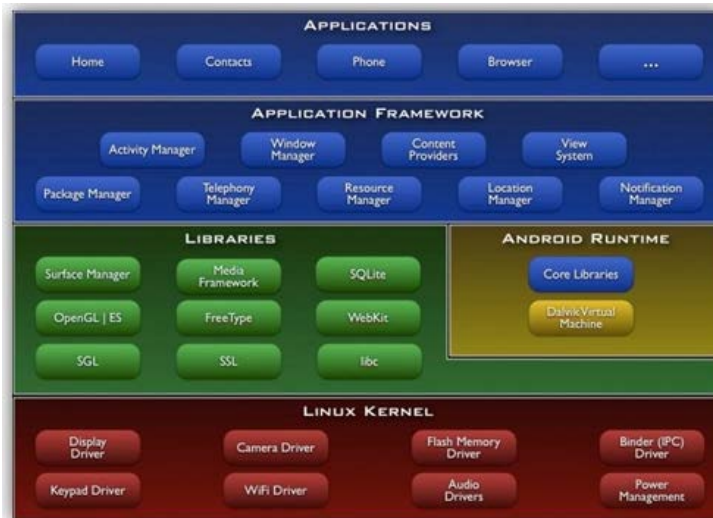


Fig.2 Arquitectura Android

### 2.2.1. Nivel de aplicaciones

Se corresponde al nivel de las aplicaciones base de la plataforma. Éstas incluyen un cliente de correo electrónico, un programa para mandar y gestionar SMS, un calendario, mapas y navegador web y una aplicación de gestión de contactos entre otras. Todas las aplicaciones de este nivel están programadas mediante el lenguaje de programación Java utilizando el SDK proporcionado por Android.

### 2.2.2. Marco de trabajo de aplicaciones

Con el fin de facilitar la tarea a los desarrolladores, Android ofrece un framework mediante el cual permite acceder y utilizar cualquier dispositivo presente en el teléfono móvil para poder desarrollar aplicaciones. De esta manera se pueden acceder a los servicios de los distintos componentes y reutilizar sus funcionalidades.

### 2.2.3. Librerías de Android

Android dispone de un conjunto de librerías muy extenso. Por un lado se encuentra un grupo de librerías base, escritas en Java, disponible en el paquete del SDK ofreciendo funcionalidades que serán utilizadas por las aplicaciones en su tiempo de ejecución.

### 2.2.4. Run time de Android

En este nivel se encuentra la máquina virtual Dalvik. Esta máquina virtual se caracteriza por tener una arquitectura basada en registros a diferencia de otras máquinas virtuales que poseen una arquitectura basada en pila. De esta manera cada aplicación de Android ejecuta su propio proceso con una instancia de la máquina virtual. Está diseñada para ocupar poco espacio de memoria y no requerir una velocidad alta de procesamiento.

### 2.2.5. Kernel de Linux

Android está basado en el Kernel de Linux 2.6 actuando como una capa de abstracción entre el hardware y el resto de capas de la arquitectura. Las funciones más significativas que cumple son de seguridad, gestión de memoria y procesos, protocolo de red y gestión de drivers del sistema. Otra característica muy importante de la información almacenada es que debe ser fácilmente accesible para poder trabajar con ella, por lo que se ha optado por el uso de una base de datos.

Para ello se ha decidido utilizar las funcionalidades que ofrecen Android y SQLite que permite acceder a los datos mediante consultas de manera rápida y sencilla. Esta base de datos debe contener las siguientes tablas con sus correspondientes atributos:

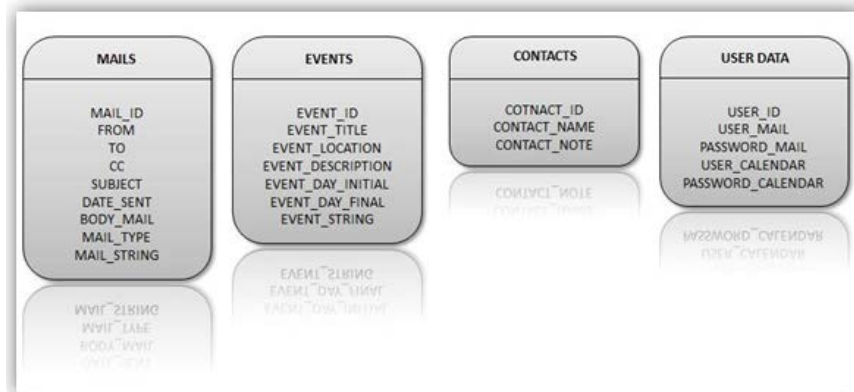


Fig.3 Sistema base de datos en Android

por ultimo se desarrolla la aplicación establecida para graficar y monitorear de forma remota la información del consumo con base a las variables de ya descritas anteriormente.

En conclusion todas las fases de desarrollo al final se diseñara un modo de usuario para el cual se puede interactuar de forma amigable para la gestion de energia el cual tendra estadistica de su propio consumo.

### 2.3. Estimación de los índices de sostenibilidad

Este trabajo define los indicadores de eficiencia para el sistema eléctrico del edificio de la sede central de la Universidad Santo Tomas en Bogotá, Colombia, esta es una construcción típica de edad considerable, donde por su uso la principal fuente de energía utilizada es de tipo eléctrico. La propuesta es representativa para utilizarla entonces en edificios de construidos para propósitos educativos.

Las principales transformaciones energéticas que se hacen en la edificación son para suplir necesidades de iluminación y alimentación de equipos de cómputo, en este sentido lo que se pretende es el análisis del servicio prestado con relación a la energía consumida para determinar qué tan eficiente se está siendo. La idea es poder tener un estimativo de la eficiencia actual para un posterior análisis en el caso de realizar mejoras en el sistema.

En forma general se puede definir un indicador de eficiencia que relaciona la energía consumida mes sobre el área construida como se indica en la ecuación 1:

$$I_{General} = \frac{Energía [kWh\_mes]}{Área [m^2]} \quad (1)$$

Sin embargo, los indicadores de consumo por transformación son igual o más importantes, pues estos definen el grado real de aprovechamiento de la energía independientemente de limitantes tecnológicas:

Indicador energético de Iluminación:

$$I_{iluminación} = \frac{Potencia - Instalada [kW] * 100}{Superficie * Iluminación - mantenida [m^2 - Lux]} \quad (2)$$

Indicador energético de equipos de cómputo:

$$I_{cómputo} = \frac{Energía [kWh\_mes]}{\# PCs * Horas\_de\_uso} \quad (3)$$

Se toman estos indicadores para realizar la evaluación de eficiencia del sistema eléctrico, por ser las cargas que representan un 95% del total de equipos utilizados. De igual forma se debe tener cuenta que se los índices individuales se toman por sectores, aulas, oficinas y laboratorios.

Bajo el modelo planteado en la figura 2 es posible obtener un indicador de sostenibilidad del edificio particular para este modelo de gestión, este se refiere entonces, al porcentaje de energía que la edificación es capaz de generar con referencia al total consumido.

$$I_{Sostenibilidad} = \frac{Energía\_generada [kWh\_mes]}{Energía\_Total\_Consumida [kWh\_mes]} * 100 \quad (4)$$

### 3. Propuesta metodológica

- ✓ *Técnica de recolección de datos:* se hará con sensores de energía eléctrica activa en diferentes puntos del domicilio en este caso se empezara en las instalaciones de la Universidad Santo Tomas de forma análoga.

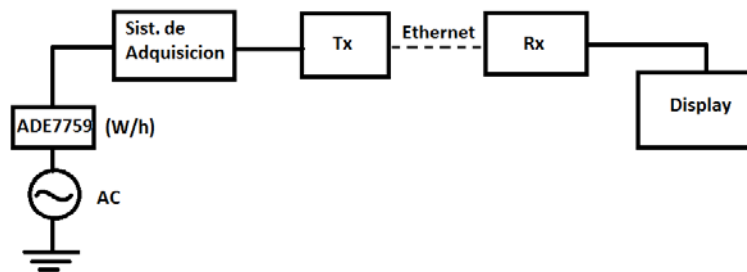


Fig.4 Diagrama del sistema

- ✓ *Procesamiento de la información:* se hace la utilización de una tarjeta de adquisición de datos que en principio es ARDUINO, el cual procesa la información de los sensores y posteriormente desplegado en la aplicación Android.

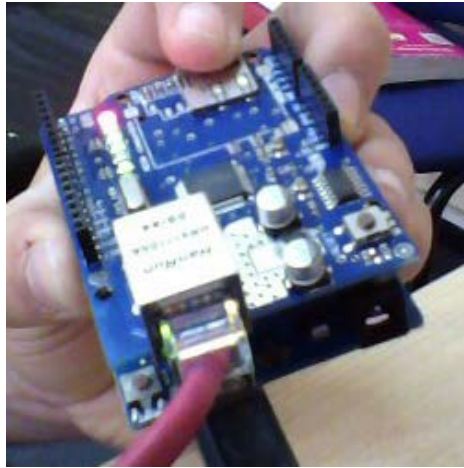


Fig.4 Tarjeta ARDUINO para adquisición de datos

*Instrumentos:* Inicialmente se requiere de una tarjeta de adquisición de datos (ARDUINO), sensor de energía eléctrica monofásico (ADE7759), Batería, dispositivo para el despliegue de la información (Tablet o dispositivo móvil).

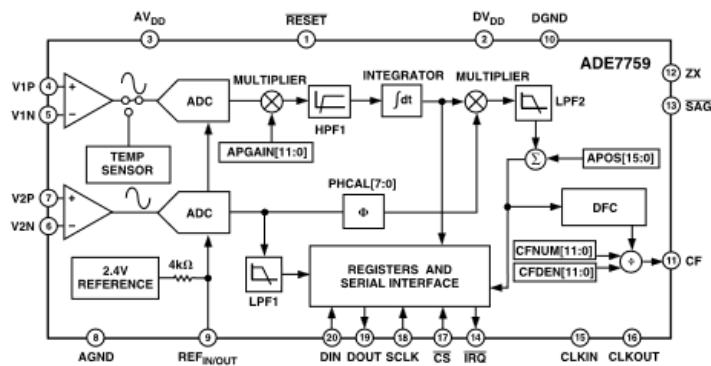


Fig.5 sensor de energía eléctrica ADE7759

✓ *Técnicas de análisis:* conversores, almacenamiento en bases de datos.

✓ Estrategias de Investigación

Establecer un orden lógico en esta metodología.

El diseño de la interfaz gráfica debe mostrar el consumo de energía en tiempo real de nuestro Sistema eléctrico, en principio se desarrolla la visualización de datos básicos como lo son la tensión del Sistema eléctrico la corriente consumida, y la estadística en tiempo real la energía consumida.

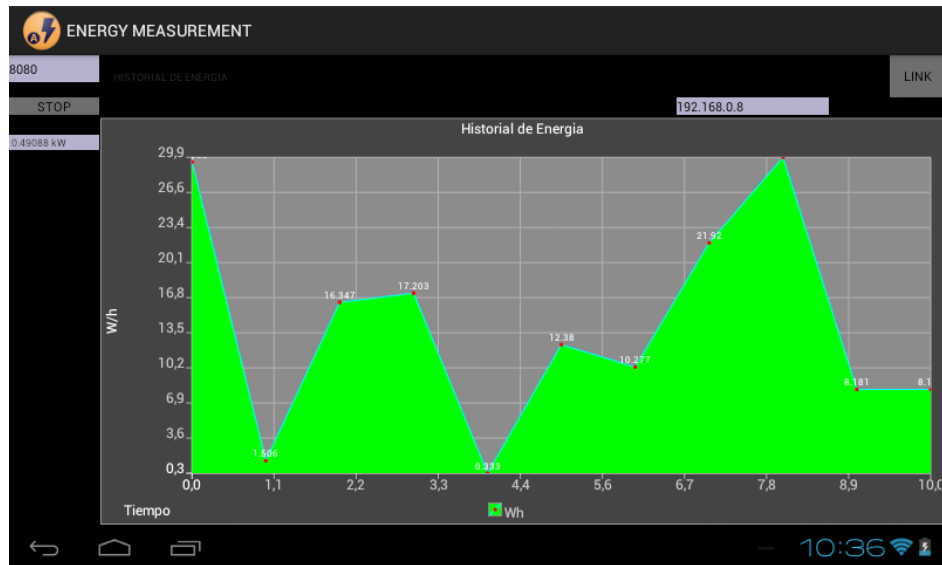


Fig.6 HMI diseñada para el sistema

#### 4. Conclusiones

Hasta ahora la plataforma de estimación de indicadores de energía, se ha desarrollado en tres fases, una de ellas es simular el comportamiento del sistema con dos aplicaciones en plataforma Android. Y la segunda que está en curso implementación del sistema con los sensores que se han sincronizado con la aplicación de una manera eficiente.

#### 5. Bibliografía

- [1] LA CONCESIÓN DENTRO DE LA GESTIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA, Cárdenas Gómez, Zulma Yolima, Usta, 1996.
- [2] GESTIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA: CÁLCULO DEL CONSUMO, INDICADORES Y MEJORA. Antonio Carretero Peña y Juan Manuel García Sánchez., 2012
- [3] EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, Jordi Autonell, Josep Balcells, Joan Brossa y Francesc Fornieles, 2011 (1ª Edición)
- [4] EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS EDIFICIOS, José María Fernández Salgado, 2011 (1ª Edición).
- [5] CURSO PROGRAMACIÓN ANDROID V2, Salvador Gómez Oliver, 2011, Autoedición

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)