

Fotovolt, aplicación móvil, para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos en la modalidad tipo isla e interconectados a la red

TREJO-GUERRERO, César*†, FLORES-RUIZ, Juan, MARROQUÍN-DE JESUS, Ángel y JUÁREZ-SANTIAGO, Brenda.

Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Vista Hermosa, Qro., México

Recibido Octubre 12, 2016; Aceptado Noviembre 2, 2016

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio preliminar del desarrollo de una aplicación móvil (APP) para el dimensionamiento fotovoltaico en la modalidad tipo isla, mediante el sistema operativo Android, que permite calcular el número de paneles fotovoltaicos, batería, regulador e inversor de corriente necesarios, en función de diferentes parámetros tales como la latitud, longitud y la radiación solar del lugar en donde se realizará la instalación. La APP permite ingresar al usuario datos mediante dos métodos; 1) Mediante el consumo de energía en kWh mostrado en la factura de la compañía suministradora de energía, 2) Mediante el ingreso vía teclado de las características de los electrodomésticos a utilizar tales como la potencia, el voltaje y las horas de operación para cada uno de ellos, si son cargas en corriente directa o en corriente alterna. La metodología consiste en el análisis de sistemas fotovoltaicos, el desarrollo de algoritmo matemático para desarrollar el código en lenguaje de programación Android, HTML y Java, desarrollo y diseño de la aplicación móvil para la interfaz con usuarios, se realizaron pruebas en 5 dispositivos móviles para evaluar el funcionamiento de la aplicación, la aplicación muestra los resultados obtenidos al ingresar las características de hasta 10 aparatos electrodomésticos y los resultados fueron validados, la APP genera un informe en archivo PDF.

Aplicación Móvil APP, Android, Sistema Fotovoltaico Tipo Isla, Dimensionamiento Fotovoltaico

Abstract

This paper presents a preliminary study of the development of a mobile application (APP) for photovoltaic sizing on the island type method is presented, using the Android operating system, which calculates the number of PV panels, battery, controller and power inverter necessary depending on various parameters such as latitude, longitude and solar radiation from the place where the installation is performed. The APP allows the user to enter data using two methods; 1) By energy consumption in kWh shown on the bill of the utility power, 2) By entering via keyboard features appliances to use such as power, voltage and operating hours for each of them, if they are loads in direct current or alternating current. The methodology involves the analysis of photovoltaic systems, the development of mathematical algorithm to develop the code in programming language Android, HTML and Java, development and design of the mobile application for interfacing with users, tests were performed on 5 mobile devices evaluate the performance of the application, the application displays the results by entering the characteristics of up to 10 appliances and the results were validated, the APP generates a report in PDF file.

Mobile Application, Photovoltaic System, Island Type, Photovoltaic dimensioning

Citación: TREJO-GUERRERO, César, FLORES-RUIZ, Juan, MARROQUÍN-DE JESUS, Ángel y JUÁREZ-SANTIAGO, Brenda. Fotovolt, aplicación móvil, para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos en la modalidad tipo isla e interconectados a la red. Revista de Sistemas Computacionales y TIC'S 2016, 2-6: 12-21

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: bjuarezs@utsjr.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Existen varios tipos de energías renovables: Energía solar, Energía eólica, Energía hidráulica, Energía mareomotriz, Energía geotérmica.

Este trabajo se enfoca en la energía solar, hay varios métodos para convertir este tipo de energía en electricidad, como los paneles térmicos o paneles fotovoltaicos. Para generar energía eléctrica existen tres formas: mediante un alternador (transformando la energía mecánica), mediante pilas y baterías (transformando la energía química), mediante Paneles fotovoltaico (transformando la luz solar). (Roldan, 2008)

Dado que el sol genera la mayor fuente de energía, para ello se identifican dos tipos de instalaciones fotovoltaicas: a) Tipo isla: es más utilizado en lugares que no tienen alcance de compañías de electricidad, b) Tipo conexión a red eléctrica, para ser alternados con el servicio de compañía. (Tecnologi, 2016)

Las ventajas que se tiene en usar un Sistema isla son: generar tu propia electricidad, independencia de red eléctrica, fácil instalación, mínimo mantenimiento, no contamina, almacena la electricidad, no genera costos continuos. Con un sistema fotovoltaico se deja de emitir CO₂, el consumo de 1 kWh emite 632g de 1 kW instalado que produce 150 Kilowatts al mes dejaría de emitir 1200 kg. De CO₂ a la atmosfera en un año esto equivale a dejar de circular 5 automóviles durante un mes (Tecnologi, 2016).

Las nuevas tecnologías de la información que existen actualmente disponen de nuevas capacidades para tratar la información: a) su gran capacidad para almacenar información, b) las nuevas formas de comunicación entre los individuos, para poder realizar el intercambio de información. (Avila, 2003)

El uso de nuevas tecnologías permite al usuario tener información disponible a través de internet, establecer proyectos de colaboración con empresas para beneficio de la sociedad.

Estamos viviendo una época llamada “época post-PC” en donde los dispositivos portátiles como las tablets y los Smartphone han ganado terreno frente al ordenador personal, esta nueva tendencia ha hecho que dichos dispositivos se conviertan casi indispensables, y que ahora, además de tener un ordenador personal, tengamos uno o varios de estos dispositivos electrónicos. Podemos aprovechar todas estas nuevas tecnologías para mejorar y facilitar el diseño, el desarrollo y los cálculos de las soluciones energéticas comentadas anteriormente y ayudar así a disminuir las emisiones de CO₂. (Pinilla, 2013)

Cerca del 90% del territorio nacional presenta una irradiación solar que al día fluctua entre 5 y 6 kWh por metro cuadrado.

La energía solar: es una de las energías renovables por excelencia y se basa en el aprovechamiento de la radiación solar que llega a la superficie terrestre y posteriormente transformada en electricidad.

Proceso de conversión

Para este proceso se requiere de la utilización de dispositivos que capten la energía proveniente del sol y la transformen en energía eléctrica.

Algunas de las nuevas tecnologías que están siendo utilizadas con mayor frecuencia, son dispositivos móviles utilizando App's que son programas que se instalan en el dispositivo móvil, diseñado para realizar una función específica que amplía o mejora la capacidad de funcionamiento del dispositivo, tal cual ocurre con los programas informáticos instalados en las computadoras.

Las App's se instalan en Smartphone con sistemas operativos Android, IOS, Windows phone, BlackBerry, Symbian. Algunas APP's que existen con función de dimensionamiento fotovoltaico en el mercado son:

a) Solar Checker

La herramienta fue desarrollada por la empresa SMA Solar Technology, calcula la producción de energía de los paneles y la tasa de reembolso que realizará el estado o la empresa eléctrica (dependiendo del país).

Es preciso determinar los metros cuadrados de la casa a la que se quiere instalar el sistema fotovoltaico y el número de paneles a utilizar para la producción de energía eléctrica. Solar Checker es una aplicación gratuita, se encuentra en español y está disponible para dispositivos iOS. (FERNANDEZ, 2014)

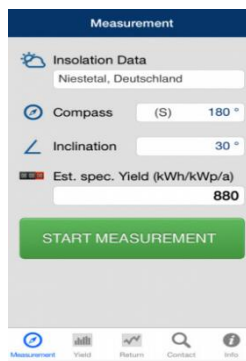


Figura 1 Pantalla Principal de Solar Checker.

b) Estimación Fotovoltaica

Estimación Fotovoltaica, es una aplicación gratuita que se encuentra disponible tanto para dispositivos móviles Android e iOS. Con la herramienta es posible calcular la energía producida por una instalación fotovoltaica, las emisiones de CO2 y las horas de luz generadas por la instalación.



Figura 2 Pantalla Principal de Estimación Fotovoltaica.

La APP FOTOVOLT, que se presenta en este trabajo es funcional en Smartphone con S.O. Android la cual permite realizar el cálculo para el dimensionamiento de instalaciones Fotovoltaicas, permitiendo el ingreso de las horas pico solar del lugar en el que se quiera realizar dicha instalación, su utilización permite el cálculo en el momento requerido ya que no necesita conexión a internet puesto que las bases de datos que maneja son internas. (S.L., s.f.)

Metodología

El proceso para realizar la aplicación se presenta en la figura 3:

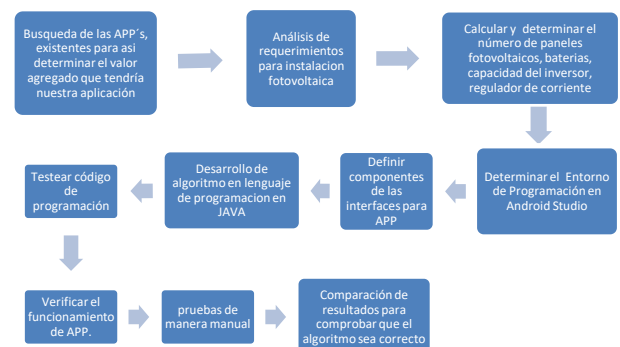


Figura 3 Etapas del Proceso para desarrollo de APP.

Desarrollo

Etapa 1: Para la búsqueda de APP, se analizaron las aplicaciones existentes y así poder determinar el valor agregado que tendría la aplicación.

En donde se identifican que solo tienen herramientas para ubicación y metros cuadrados, limitado para usuarios que requieren tener método manual y por conexión a la red de CFE.

Valentín Software

En la página de internet www.neoteo.com se encuentra información relacionada con una herramienta de cálculo para dimensionar un sistema fotovoltaico capaz de producir energía e interconectarla a la red denominada Valentín software en dicha herramienta es posible elegir algunas ciudades de algunos países, para realizar el dimensionamiento del sistema, la desventaja es que no están todas las ciudades, ni todos los países, la orientación y los módulos del hogar, para luego elegir la moneda y pinchar en el icono de calculadora para que la herramienta muestre los resultados.

RETScreen.

Es una aplicación de análisis de proyectos de energía limpia. De esta manera se podrá tener la certeza de tomar la decisión correcta y se podrá determinar si el proyecto es viable (técnica y financieramente). RETScreen es una aplicación gratuita que se encuentra disponible para sistemas operativos Windows. (FERNANDEZ, 2014)

Etapa 2: Para el análisis de Requerimientos de instalación fotovoltaica, se realizó la investigación sobre sistemas fotovoltaico en la modalidad tipo isla e interconectada a la red.

Se analizaron los requerimientos de una instalación fotovoltaica para así conocer los elementos necesarios para su funcionamiento.

Se identificaron paneles fotovoltaicos, baterías, inversores de corriente, los reguladores de voltaje.

Etapa 3: Se analizaron los cálculos necesarios para el dimensionamiento del sistema, desde conocer cuál es el consumo que se tiene en el la ubicación donde se debe instalar, conocer las características de los paneles, inversor de corriente, regulador de corriente, voltaje de la batería y su amperaje con los cuales se realizaron los cálculos una vez que se obtuvieron se procedió con los cálculos.

Se utilizaron las siguientes formulas para desarrollar el algoritmo y posteriormente ser programadas.

Consumo medio diario (lmd)

$$Lmd = \frac{Lmd_{DC} + \frac{Lmd_{AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} * \eta_{con}} = Wh/día \quad (1)$$

L md: Consumo medio diario mensual para el mes crítico.

L md, DC: Consumo medio de energía diario de las cargas en directa.

L md, AC: Consumo medio de energía diario de las cargas en alterna.

n inv: rendimiento del inversor, en torno a 90%.

η_{bat} : Rendimiento de la batería 95%.

η_{con} : Rendimiento de los conductores 100%.

Consumo de energia medio en ah/día

$$QAh = \frac{Lmd}{VBAT} = Ah/día \quad (2)$$

QAh: consumo de energía medio en Ah/día.

VBAT: Voltaje de la batería.

Calculo del número total de modulos necesarios

$$NT = \frac{Lmdcrit}{PMPP*HPSCRIT*PR} = \quad (3)$$

NT: número total de módulos necesarios.

P MPP: potencia pico del módulo en condiciones estándar de medida.

HPScrit: horas de sol pico del mes crítico.

PR: factor global de funcionamiento.

Conexión de los modulos calculados en serie o paralelo

$$NSERIE = \frac{VBAT}{VMOD,MPP} = \quad (4)$$

$$NPARALELO = \frac{NT}{NSERIE} = \quad (5)$$

NSERIE: conexión de los módulos calculados en serie.

NPARALELO: conexión de los módulos calculados en paralelo.

La corriente que debe generar el campo de captacion fotovoltaico

$$IGFV, MPP = \frac{QAH}{HPSCRIT} = A \quad (6)$$

I GFV,MPP: la corriente que debe generar el campo de captación fotovoltaico.

Total de modulos necesarios conectados en paralelo

$$NP = \frac{IGFV,MPP}{IMOD,MPP} = \quad (7)$$

NP: número de ramas en paralelo.

I MOD,MPP: corriente unitaria de cada módulo fotovoltaico.

Capacidad nominal de la bateria en funcion de la descarga maxima diaria (Cnd)

$$Cnd(Wh) = \frac{Lmd}{PDMAX,D*FCT} = Wh \quad (8)$$

$$Cnd(Ah) = \frac{Cnd(Wh)}{VBAT} = Ah \quad (9)$$

Cnd: Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima diaria.

Cne: Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional.

P Dmax,d: Profundidad de Descarga Máxima Diaria.

F CT: Factor de corrección de Temperatura.

Capacidad nominal de la bateria en funcion de la descarga maxima estacional (Cne)

$$Cne(Wh) = \frac{Lmd*N}{PDMAX,E*FCT} = Wh \quad (10)$$

$$Cne(Ah) = \frac{Cne(Wh)}{VBAT} = Wh \quad (11)$$

P Dmax,e: Profundidad de Descarga Máxima Estacional.

N: Número de días de Autonomía.

Corriente de entrada al regulador

$$Ientrada = 1.25 * I MOD, SC * NP = A \quad (12)$$

Ientrada: corriente de entrada al regulador.

I MOD,SC: corriente unitaria del módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito.

Calculo de corriente de salida (hemos de valorar las potencias de las cargas DC y las cargas AC)

$$Isalida = \frac{1.25*(PDC + \frac{PAC}{\eta_{inv}})}{VBAT} = A \quad (13)$$

Isalida: corriente de salida al regulador.

P DC: Potencia de las cargas en continua.

P AC: Potencia de las cargas en alterna.

Calculo del inversor

$$P_{inv} = (1.2 * P_{AC}) * 2.5 = W \quad (14)$$

(Lorenzo)

Etapa 4: Se seleccionó la plataforma en la cual desarrollaría la App, la cual fue Android Studio y lenguaje de programación JAVA. Es un software de licenciamiento gratuito.

Etapa 5: Se definieron las interfaces que tendría la App que es la parte visual con la que el usuario tendrá interacción la cual tendría un fácil manejo, en donde se deberán ingresar el consumo en kW del lugar, las horas de radiación solar de donde se realizara la instalación.

Etapa 6: Una vez que se conocieron los cálculos para obtener el dimensionado de sistema se realizó el algoritmo y se definieron las variables a utilizar para que se almacenen los datos que el usuario ingrese y se puedan realizar los cálculos necesarios para obtener las características de cada elemento.

Etapa 7: Se ejecutó el código y se testeó, para así evitar redundancia y de esta manera obtener el archivo APK que es el ejecutable de la aplicación y poder realizar las pruebas en diversos dispositivos con sistema operativo Android.

Etapa 8: Se realizaron las pruebas en diversos dispositivos móviles y/o tablets con diversas versiones del sistema operativo para con ello comprobar que la app si es compatible con S.O. Android Gingerbread 2.3 y superior para así comprobar que no existen errores al momento de ejecutar.

Etapa 9: Se realizaron los cálculos de forma manual para obtener el dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Etapa 10: Se realizó la comparación de los resultados obtenido con la APP y los realizados de manera manual.

Resultados

Se desarrollo la aplicación móvil App FOTOVOLT, para Sistema Operativo Android, que permite generar el dimensionamiento fotovoltaico en modalidad tipo isla o interconectado a la red, la figura 4 muestra la interface inicial en la cual se da una breve explicación de la funcionalidad.

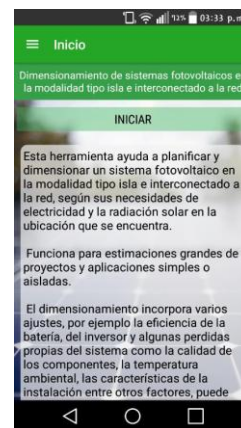


Figura 4 Pantalla Principal de FOTOVOLT.

En la figura 5 se muestra el menú de la App desde el cual se puede acceder a: inicio, ayuda, forma de cálculo como es recibo de luz y método manual.



Figura 5 Menu de la app.

En la figura 6 se muestran los métodos por los cuales se puede dimensionar que son dos el método: a) mediante factura de CFE, b) método manual.



Figura 6 Métodos de cálculo.

En la figura 7 se muestra el código para calcular mediante CFE.

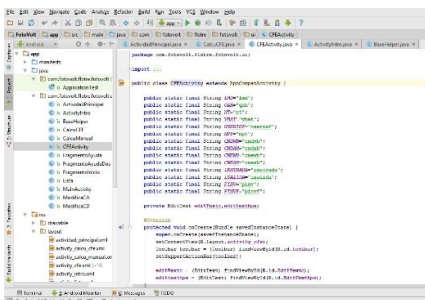


Figura 7 Código para realizar cálculo mediante CFE.

En la figura 8 se muestra el código para calcular mediante manual

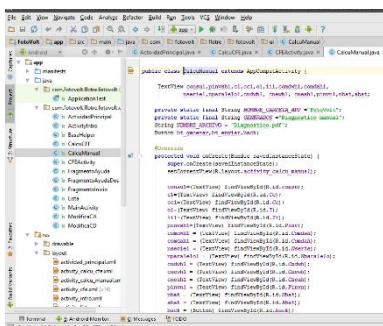


Figura 8 Código para realizar cálculo de forma manual.

En la figura 9 se muestra el método de cálculo mediante CFE.

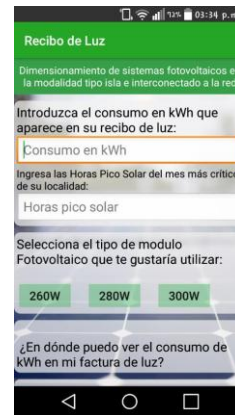


Figura 9 Cálculo mediante factura de CFE.

En la figura 10 se muestra información de en donde se encuentra el consumo en su factura de CFE.



Figura 10 Ayuda mediante CFE.

En la figura 11 muestran los resultados generados por la App con el método de CFE.

Equipo	Espe
Consumo medio diario Wh/día	8505
Consumo medio diario en Ah/día	70.87
Numero de módulos	9.00C

Figura 11 Visualizacion de resultados de CFE.

Anexos

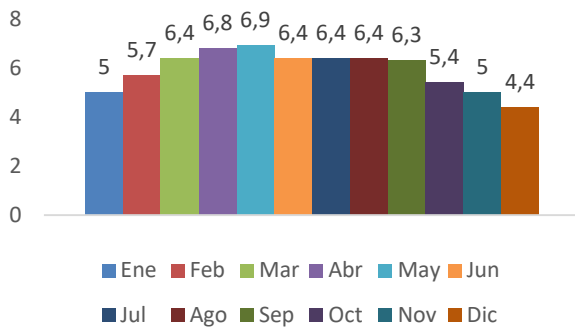


Gráfico 1. HPS del estado de Querétaro.

El gráfico 1 representa las horas pico solar del estado de Querétaro y se considera el mes con menor radiación solar para realizar los cálculos.(econotecnia, 2012).

La App, fue probada con estudiantes de la carrera de Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de San Juan del Río, en donde fue utilizada para prácticas de apoyo a su programa de estudio, obteniendo comentarios satisfactorios de dichos usuarios ya que pueden guardar en un archivo PDF los resultados y de esa manera los pueden consultar posteriormente.

Agradecimientos

A CONCYTEQ por el apoyo a la publicación del trabajo realizado.

A UTSJR, por el apoyo para hacer las pruebas de usuario final con estudiantes de carrera de Energías Renovables.

Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió conocer los diferentes tipos de instalaciones fotovoltaicas, se analizaron las formulas para desarrollar el algoritmo, y posteriormente programarlo en lenguaje JAVA, y hacer el dimensionamiento requerido, el resultado final fue la App, que permitirá registrar de manera manual datos de electrodomésticos que se tienen en el lugar de la instalación, así como las horas pico de radiación solar, y otra opción es mediante la conexión de red con los datos de recibo de CFE, el personal de empresas o instituciones que se dedican a la instalación de paneles fotovoltaicos y utilicen la App, tendrán un informe de manera inmediata en su dispositivo móvil, sin el requerimiento de internet. La mejora que se plantea a futuro es que el usuario pueda ingresar diferentes paneles ya que en esta versión de la App se realiza el cálculo con tres modelos de paneles. Se planea subir la APP en la PlayStore, después de hacer el registro en indautor, para que pueda ser utilizada por los interesados en los cálculos de dimensionamiento fotovoltaico.

Referencias

Avila, E. (2003). Las nuevas tecnologías de la informacion y la comunicacion . *Etica net*, 2. econotecnia. (2012). *econotecnia*. Obtenido de <http://econotecnia.com/radiacion-solar.html>

FERNANDEZ, E. (04 de OCTUBRE de 2014). *NEOTEO*. Obtenido de www.neoteo.com/herramientas-para-la-energia-solar#prettyPhoto

Lorenzo, J. A. (s.f.). *Ingeniero Técnico Industrial por la EUP de Ferrol*. Obtenido de www.sfe-solar.com

Pinilla, X. P. (2013). *Diseño de una aplicación Android para calcular el potencial de generacion de energia fotovoltaica*. Barcelona.

Roldan, J. (2008). *Fuentes de Energía*. Paraninfo.

S.L., O. i. (s.f.). <http://www.onyx solar.com/>.
Obtenido de <http://www.onyx solar.com/es/pv-apps.html>

Tecnologi, S. (2016). *Plantas de luz Solares* .
México.