

Prototipo de monitoreo de la red eléctrica en un entorno de microrredes mediante dispositivos móviles

Trabajo Terminal No. — — — — —

Benitez Ramirez Sergio*, Salvador Bucio Pedro Armando, Sanchez Valdivia Natalia Lisset

Directores: Carranza Castillo Oscar, Ortega Gonzáles Ruben

**e-mail: nsanchezv1501@alumno.ipn.mx*

Resumen – Este documento presenta la propuesta del desarrollo de un prototipo de monitoreo de la red eléctrica en un entorno de microrredes, el prototipo recabará datos de los sistemas de generación de energías renovables y de las cargas conectadas a la microrred y los enviará a un servidor, para realizar este proceso se emplean sensores para medir las variables de la red eléctrica y microcontroladores para procesar las señales y enviarlas a un servidor, así mismo se implementará una aplicación móvil que desplegará la información obtenida de las fuentes de generación y de las cargas conectadas a la microrred, con la finalidad de generar reportes que permitan visualizar la generación y el consumo de la energía eléctrica en una microrred.

Palabras clave – Dispositivos móviles, microcontrolador, microrredes, monitoreo.

1. Introducción

Una de las principales problemáticas actualmente en la sociedad es el cambio climático debido al calentamiento global. Es cierto que existen muchas razones por las cuales este problema ha incrementado de manera considerable en las últimas décadas, está comprobado que el ineficiente proceso en la generación de energía a base de combustibles fósiles y otros medios perjudiciales, es de los principales factores que aceleran el proceso del calentamiento del planeta.

El impacto ambiental de las energías renovables es un tema de interés mundial. Las energías renovables son una fuente de generación alternativa a los combustibles fósiles que se utilizan desde hace décadas. Las fuentes de energía renovables, como la energía solar, eólica e hidroeléctrica, son más respetuosas con el medio ambiente que los combustibles fósiles en muchos sentidos. Por ejemplo, no emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera. Además, muchas fuentes de energía renovable pueden almacenarse y usarse en momentos en que no se pueden usar combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo [1].

Por otra parte, aunque el aprovechamiento del potencial de energías renovables es visto como un medio que sustituya las fuentes actuales, es necesaria una transformación completa de la industria energética global que aplique diversos conceptos como el de las microrredes que, en conjunto con las energías limpias, marquen una tendencia hacia un sistema energético sostenible que permita reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero [2].

Es por lo mismo que la gestión de este tipo de fuentes de energía es importante y útil hoy en día, ya que esto permitirá la estandarización del uso de las mismas en la mayoría de los sistemas de microrredes para la integración de los dispositivos que estas requieran.

Una de las fuentes renovables que está teniendo un gran auge en las empresas y en los hogares o residencias es la energía fotovoltaica, debido a que pueden colocarse en cualquier parte siempre y cuando en esa zona incide la luz solar, con lo que esto permite acercar la generación de energía eléctrica al lugar de consumo, con lo que se consigue obtener una generación distribuida y al tener múltiples fuentes de generación cerca de las cargas dando lugar a la integración microrredes, con lo que se ayuda a la sociedad en la transición del cambio del uso de energía producida a base de combustibles fósiles a energías limpias.

La siguiente tabla muestra el estado del arte.

SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO
Sistema de monitoreo para microrredes usando IoT	Implementar un prototipo de sistema embebido para el monitoreo de parámetros en una microrred eléctrica usando el concepto de Internet de las Cosas (IoT) el cual consiste de un sensor, una unidad de procesamiento y un módulo de comunicación	Desconocido [3]
SolarEdge Monitoring	SolarEdge Monitoring es una aplicación pensada para monitorizar distintas instalaciones fotovoltaicas.	Gratis [4]

	<p>Algunas de sus características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación actual del sistema. <ul style="list-style-type: none"> • Energía obtenida. • Energía diaria, semanal y producción anual. 	
SolarCT – Solar PV Systems Calculator	<p>SolarCT es otro conjunto de utilidades pensado para ayudar a los usuarios a dar el salto a la energía solar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La aplicación permite realizar monitorización y cálculos. • Conocer los requisitos de las instalaciones solares. • Incluye información necesaria, como la radiación solar diaria, mensual y anual. 	Gratis [5]
PV Solar Power System	<p>La clásica calculadora solar fotovoltaica que te permite anticipar la productividad de una instalación fotovoltaica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calcular la relación instalación/productividad • Calcular cuánto tiempo el sistema se amortizará por sí mismo. • Estimación de los ingresos generados y los ahorros obtenidos por la instalación de los paneles. 	Gratis [6]

Tabla 1. *Estado del arte*

2.Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un prototipo que permita monitorear la red eléctrica en un entorno de microrredes, para monitorear la cantidad de energía generada y demandada por diferentes consumidores que pueden ser representados como nodos dentro de la microrred.

Objetivos específicos

- Investigar qué parámetros son necesarios para el monitoreo de una microrred
- Diseñar la etapa de sensado de los parámetros de la red eléctrica.
- Diseñar las interfaces de la aplicación para su correcta comunicación
- Almacenamiento de datos obtenidos.
- Realizar pruebas del prototipo.
- Diseñar y presentar los manuales técnicos y de usuario respectivos.

3.Justificación

La sobreexplotación de los combustibles fósiles es un tema de preocupación, debido al impacto ambiental que generan y el cambio climático derivado de su uso excesivo. El uso de los combustibles fósiles fue la base de la industrialización de los países ricos que hasta hoy en día sigue impulsando su economía, generando desde hace décadas una saturación en los servicios de energía que se brindan en un sistema centralizado que es ineficiente en su distribución, teniendo pérdidas en el transporte a los puntos donde se solicita su uso, como consecuencia del deficiente proceso de generación de energía en relación con la disponibilidad del recurso, los combustibles fósiles resultan insostenibles para la era en la que se vive, se prevé que durante el siglo XXI haya un agotamiento del recurso siendo solo limitado por restricciones geológicas que limitarán las emisiones de gas invernadero que reduzcan la posibilidad de un escenario climático dramático [8].

En la actualidad, aprovechar el uso de fuentes de energía alternativas y el desarrollo de tecnologías que cumplan con este objetivo es indispensable, la propuesta del prototipo tiene como una de sus principales características la gestión de la energía generada por

microrredes que contribuye a la generación distribuida de energía, creando una solución alternativa de la demanda en una fuente primaria, reduciendo costos en infraestructura para su transporte [8], los beneficios de una microrred es la facilidad para comunicar su eficiencia si se tiene un concepto de red que tiende a ser inteligente, el mismo bajo concepto en el que se maneja nuestro prototipo.

De esta manera se propone una herramienta viable para la situación actual, que consistirá en sensores y microcontroladores que permitan medir los elementos de la red eléctrica, recolectando los datos y almacenarlos en una base de datos no relacionales con la ayuda de un servicio en la nube y a su vez desplegarlos en una aplicación móvil, teniendo cómo objetivo monitorear la energía eléctrica dentro de una microrred, haciendo uso de menores recursos económicos que los que presenta un sistema de gestión industrial como sistema SCADA [7], brindando calidad y confiabilidad en aplicaciones semejantes.

4.Productos o Resultados esperados

Los productos esperados de este proyecto se enlistan a continuación:

- 1.Prototipo de circuitos
- 2.Manual de usuario
3. Manual técnico
4. Código fuente.

La arquitectura propuesta para el sistema se muestra en la Fig. 1, a continuación se describe cada componente.

- 1.Etapa de sensado: Proceso que consta de tres elementos, el primero es un sensor de corriente/voltaje que se encarga de obtener la carga generada de una fuente de energía renovable y la carga consumida por cada nodo de consumo.El segundo elemento es el microcontrolador que se encarga de procesar la información para ser enviada a la nube por el tercer elemento que es el módulo wifi. Cabe destacar que hay una etapa de sensado por cada nodo de consumo eléctrico.
- 2.Almacenamiento de datos: Se encarga de almacenar datos que se reciben del cliente en un servicio en la nube.
- 3.Aplicación móvil: Recibe información almacenada en el servicio de almacenamiento en la nube previamente obtenidas de la microrred y las despliega en diferentes paneles de información y graficación.

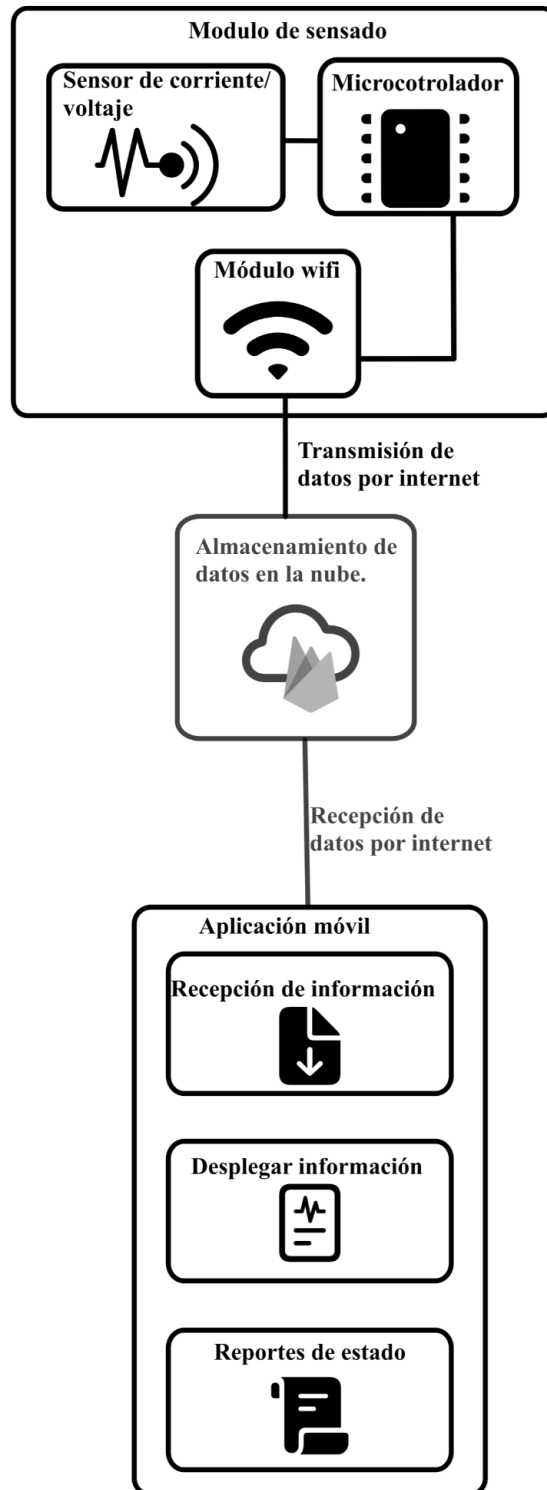


Figura 1. *Arquitectura propuesta*

5. Metodología

La metodología a emplear por este proyecto es el modelo V, esta es una derivación de la metodología en cascada, ambas son metodologías basadas en el ciclo de vida clásico, que sugiere un enfoque sistemático y secuencial para el desarrollo de un sistema, empieza con la especificación de requerimientos del cliente y avanza por la planificación, modelado y construcción, a medida que avanza los requerimientos básicos del problema se vuelven más detallados asegurando una planificación y desarrollo estratégico, posteriormente al subir por el lado derecho de la V se ejecutan una serie de pruebas a las que debe someterse el prototipo asegurando así su calidad [10].

Esta metodología permitirá lograr que el desarrollo del proyecto sea hecho con calidad y resultando un proceso eficaz del prototipo que será aplicado de manera que crea un producto útil que proporciona valor medible para el equipo y a quienes lo utilicen, es decir que pueda disminuir los esfuerzos de mantenimiento, menos errores y prever riesgos, cumpliendo los tiempos propuestos, y alcanzando los objetivos planteados.

El uso de Metodología en V ilustrada en la Fig. 2, define siete etapas fundamentales las cuales son las siguientes[11]:

- Modelado de requerimientos: Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del prototipo a desarrollar.
- Diseño de la arquitectura: Obtener un diseño y visión general del prototipo, así cómo definir los componentes que formarán parte del diseño.
- Diseño de los componentes: Detalla cada bloque de la planeación anterior con especificaciones técnicas más detalladas.
- Implementación: Es donde se materializa el hardware y software teniendo en cuenta los requerimientos planteados al inicio de la planeación.
- Pruebas unitarias: En esta etapa se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.
- Pruebas de integración: Se comprueba en esta etapa que todos los módulos anteriores funcionen en conjunto así cómo su documentación de pruebas.
- Pruebas operacionales: Se realizarán las etapas de prueba del prototipo en su ubicación real verificando que los resultados obtenidos sean los correctos y cumplan con los objetivos.

Para el desarrollo del proyecto se contarán con los siguientes roles:

Líderes del proyecto: Directores del Trabajo Terminal.

Desarrolladores: Benítez Ramírez Sergio, Salvador Bucio Pedro Armando, Sanchez Valdivia Natalia Lisset

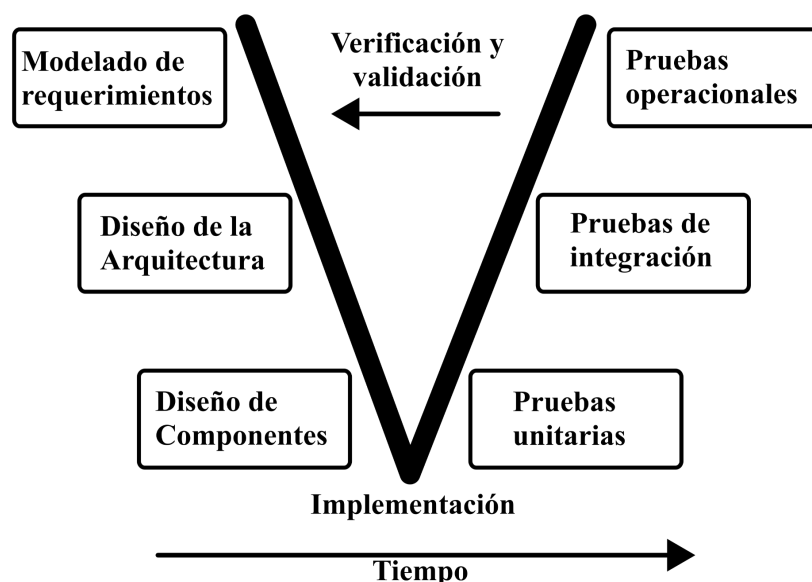


Figura 2 . Metodología de desarrollo Modelo V.

6. Cronograma

Ver Anexo 1, 2 y 3.

7. Referencias

- [1] J. Santamarta (2004) “*Las energías renovables son el futuro*”. [En línea]. Disponible en: <<https://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/511.pdf>> [Accedido 21 de Marzo 2022]
- [2] O. Salazar (2020) “*History and use of renewable energies*” [Online]. Available: <<http://www.spentamexico.org/v10-n1/A1.10%281%291-18.pdf>> [Accessed March 17th 2022]
- [3] E. Miranda, E. Sarabia, K. Torres “*Sistema de monitoreo para microrredes usando IoT*”. Trabajo Terminal, Escuela Superior de Cómputo - Instituto Politécnico Nacional (2020)
- [4] <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.solaregde.apps.monitoring>
- [5] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mnn.solarct&hl=es_419/
- [6] https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_ahaanwar2.Sun&hl=es_MX&gl=US
- [7] M. Siggins (2019) “*SCADA System Price: How Much Should You Be Paying?*”. [Online]. Available: <<https://www.dpstele.com/blog/price-of-scada-how-much-should-you-pay.php#:~:text=SCADA%20PLC%20Price%20Range&text=They%20inform%20the%20brain%20and,for%20the%20hardware%20and%20software>> [Accessed April 1st 2022]
- [8] R. Jusmet, S. Fernández (2010). “*AGOTAMIENTO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES Y EMISIONES DE CO2: ALGUNOS POSIBLES ESCENARIOS FUTUROS DE EMISIONES*”. [En Línea]. Disponible en: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39113124001>> [Accedido 1 Abril 2022]
- [9] R. Medina (2014). “*Microrredes basadas en Electrónica de Potencia: Características, Operación y Estabilidad*. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología”. [En línea]. Disponible en: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=505554818003>> [Accedido 3 Abril 2022]
- [10] S. Pressman “*Ingeniería de Software Un Enfoque Práctico*”. 7ma. Edición, University Of Connecticut, 2010
- [11] A. Perez, O. Berreteaga, A. Ruiz de Olano (2007) “*UNA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE EMBEBIDOS EN SISTEMAS CRÍTICOS DE SEGURIDAD*”. [En Línea]. Disponible en: <<http://www.iiisci.org/journal/pdv/risci/pdfs/c863gm.pdf>> [Accedido 15 de Abril 2022].

8. Alumnos y Directores

Benitez Ramirez Sergio. - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630528, Tel: 5527377035, email: sbenitezr1500@alumno.ipn

CARÁCTER: Confidencial
FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.
PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.

Firma: _____

Salvador Bucio Pedro Armando. - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630514, Tel. 5520809889, psalvadorb1500@alumno.ipn.mx

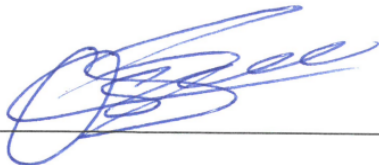
Firma: _____

Sanchez Valdivia Natalia Lisset. - Alumno de la carrera de Ing. En Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta: 2019630213, Tel. 5551864267, nsanchezv1501@alumno.ipn.mx

Firma: _____

Carranza Castillo Óscar.- Dr. en Ingeniería Electrónica por la Universidad Politécnica de Valencia en 2012, Maestría en Ingeniería Electrónica por la Universidad Politécnica de Valencia en 2009. Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica por ESIME, Zacatenco en el 2000, Ing. En Comunicaciones y Electrónica por ESIME, Zacatenco en 1996. Profesor de ESCOM-IPN (Depto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación) desde 1999, Miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México Nivel I. Miembro de la Red de Energía del IPN. Senior Member de la IEEE. Áreas de Interés: Electrónica Analógica, Electrónica de Potencia, Instrumentación, Microcontroladores, Ext. 52066, email: ocarranzac@ipn.mx

Firma: _____



Rubén Ortega González.- Recibí el grado de licenciatura en ingeniería eléctrica por el Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, 1999, el grado de M.Sc. en ingeniería de sistemas en el Instituto Politécnico Nacional, México, el de M.Sc. en ingeniería eléctrica, electrónica de computadores y sistemas de la Universidad de Oviedo, Oviedo, España, en 2009. El grado de Ph.D con mención honorífica en ingeniería electrónica por la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, en 2012. He sido Profesor en la Escuela Superior de Cómputo, Instituto Politécnico Nacional desde 1995. Mis principales campos de investigación son en el modelado y control de convertidores de potencia aplicados en la generación de energía en el ámbito de las microrredes, smart grids y energías renovables, así como procesamiento digital de señales, Tel. 5564167430, email: rortegag@ipn.mx

Firma: _____



Anexo 1

Nombre del alumno(a): Benítez Ramirez Sergio

Proyecto No.:

Título del proyecto: Prototipo de monitoreo de la red eléctrica en un entorno de microrredes mediante dispositivos móviles

[illegible]

Anexo 2
Nombre del alumno(a): Salvador Bucio Pedro Armando

Proyecto No.:

Título del proyecto: Prototipo de monitoreo de la red eléctrica en un entorno de microrredes mediante dispositivos móviles

[illegible]

Anexo 3

Nombre del alumno(a): Sanchez Valdivia Natalia Lisset

Proyecto No.:

Título del proyecto: Prototipo de monitoreo de la red eléctrica en un entorno de microrredes mediante dispositivos móviles

[illegible]