

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE
LAMPARAS CON CELDAS SOLARES DE LA INSTITUCION
UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**SERGIO ALEXANDER ARBOLEDA VIVEROS
JHONY JAVIER CABALLERO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2017**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE
LAMPARAS CON CELDAS SOLARES DE LA INSTITUCION
UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**SERGIO ALEXANDER ARBOLEDA VIVEROS
JHONY JAVIER CABALLERO**

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Eléctrica

Asesor:

**Carlos Mario Moreno
Ingeniero Electricista**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERIA
TECNOLOGIA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2017**

Contenido

	Pág.
Glosario	9
. 9	
Introducción.....	1
1 Planteamiento del problema.....	2
1.1 Identificación y descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	2
2. Justificación.....	3
3. Objetivos	4
3.2. Objetivo general	4
3.3. Objetivos específicos	4
4.1 Potencial del sol.	8
4.2. La iluminación Led	10
4.3. Eficiencia energética y ahorro económico.	13
4.4. Los problemas astronómico, ambiental y de salud.	15
4.5. Almacenamiento de energía.....	17
4.6. ¿Qué es un regulador MPPT?	20
4.7. Unidad terminal remota.....	23
4.8. WIFI. La comunicación inalámbrica.....	24
4.9. Tcp/ip.	26
5. Metodología	30
5.1 Tipo de investigación	30
5.2 Método	30
5.3 Población y muestra	31
6 Resultados del proyecto	32
7 Recomendaciones.....	39

8	Conclusiones	40
9	Referencias bibliográficas	41
10	Bibliografía	42

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Avance de la eficiencia de las celdas solares.....	14
Figura 2 Flujo Luminoso Relativo.....	25
Figura 3. Producción de panel solar.....	30
Figura 4. Máxima potencia en la red.....	31
Figura 5. Los tres pasos del enviado de un datagrama desde erdos a quark.....	35
Figura 6. Vista frontal panel solar.....	41
Figura 7. Vista superior panel solar.....	42
Figura 8. Vista frontal panel solar.....	43
Figura 9. Vista interior del panel solar.....	43
Figura 10. Vista interior del panel solar conexión sensores.....	44
Figura 11. Vista interior terminales del panel solar.....	44
Figura 12. Vista interior panel solar.....	45
Figura 13. RTU.....	45
Figura 14. Enrutador de datos.....	46
Figura 15. Vista interior panel	46
Figura 16. Diagrama eléctrico.....	47

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Características de las fuentes de luz.....	22
Tabla 2. Velocidades de los diferentes estándares de Wifi.....	34

Resumen

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE LAMPARAS CON CELDAS SOLARES DE LA INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

**SERGIO ALEXANDER ARBOLEDA VIVEROS
JHONY JAVIER CABALLERO**

El proyecto plantea la implementación de un sistema de monitoreo de las variables de un panel solar, con el fin de hacer un seguimiento de las mismas, en tiempo real, que provea datos sobre el comportamiento de estas. El sistema de monitoreo está implementado utilizando un módulo RTU de captura de datos, al cual van conectados unos sensores de voltaje, corriente, temperatura y luminosidad. El módulo RTU se comunica vía Wi-Fi con un servidor para el procesamiento de la información, para poder verificar el funcionamiento de los paneles y poder predecir posibles fallas y así poder programar actividades de mantenimiento o poder tomar decisiones con respecto a la explotación de los activos de generación foto voltaica.

Palabras claves: Panel solar, monitoreo, Wi-Fi, Rtu, servidor.

Abstract

This project proposes the implementation of a monitoring system of the variables of a solar panel, in order to monitor them, in real time, this one provides data about the behavior of these. The monitoring system is implemented using a RTU data capture module, to which voltage, current, temperature and brightness sensors are connected. The RTU module communicates via Wi-Fi with a server for the processing of the information, in order to verify the operation of the panels and to be able to predict possible faults and thus to be able to schedule maintenance activities or to be able to make decisions regarding the exploitation of the assets of Photo voltaic generation.

Keywords: Solar Panel, monitoring, Wi-Fi, Rtu, server.

Glosario

Cantidad de la radiación solar: es la media de energía que se recibe del sol en una región o lugar. Los datos de las diferentes estaciones de medición se pueden conseguir con el Instituto Meteorológico Nacional. Es importante tener presente que la radiación solar tiene una variación mensual.

DNS: sistema por el que se asocia información con un nombre de dominio; es una ruta url en el navegador de internet del tipo <http://www.aprenderaprogramar.com>. Una vez introducida esta ruta, la información es enviada a un servidor DNS.

.

Potencial del sol: es la potencia solar que recibe el planeta Tierra (fuera de la atmósfera) es cerca de 173×10^{12} kW o una energía de 15×10^{17} kWh por año. Al atravesar la atmósfera, cerca de 53% de esta radiación es reflejada y absorbida por el nitrógeno, oxígeno,

Proxy: es un programa u ordenador que hace de intermediario entre dos ordenadores. Si pedimos a un proxy que tiene bloqueadas las extensiones. xxx, que nos muestre la página web “amanecer. xxx”, dicha página web no se nos mostrará porque el proxy actúa bloqueándola.

TCP/IP: es un protocolo de comunicaciones que permite a un cliente que se conecte a un servidor. Este tiene que identificar a cada cliente y lo hace con una dirección IP.

WEB: es la utilización de los navegadores para visitar sitios en la red, que básicamente se componen de páginas web donde los usuarios pueden acceder a informaciones con texto, videos, imágenes a través de enlaces o hipervínculos.

Introducción

En la actualidad, el aprovechamiento de los recursos naturales y la búsqueda de alternativas de fuentes de energía que sean económicas y ambientalmente viables se han convertido en la prioridad del sector energético a nivel mundial. El desconocimiento respecto a las reservas reales de recursos fósiles como el petróleo y las proyecciones que muestran escenarios de crecientes demandas energéticas sumadas a las emisiones generadas por la combustión de hidrocarburos fósiles que aumentan el efecto invernadero colocando en riesgo el equilibrio climático del planeta, revelan que debe producirse una transición hacia otras fuentes de energía renovables que permitan una sostenibilidad energética.

El uso de energías alternativas se ha vuelto una prioridad debido a los efectos adversos que han generado las tecnologías convencionales de combustibles fósiles en el clima mundial, por tal motivo se han desarrollado una serie de fuentes de energía con el fin de reducir este efecto. Una de las tecnologías que ha tenido mayor desarrollo ha sido la fotovoltaica, de tal manera que la eficiencia en el uso de esta tecnología se ha venido desarrollando continuamente; dado al incremento constante y el alto desarrollo tecnológico que se tiene, por tal motivo se ha creado la necesidad de contar con equipos para medir la operación, rendimiento y eficiencia de los paneles solares para aplicaciones en la generación de energía eléctrica en sus múltiples aplicaciones. Es en este plano, en el cual es fundamental el monitoreo de las variables de los sistemas de generación fotovoltaica.

1 Planteamiento del problema

1.1 Identificación y descripción del problema

La institución universitaria Pascual Bravo, se ha distinguido a lo largo de sus años de existencia por ser una institución en la cual la ciencia y la tecnología se han fundamentado en cada uno de las áreas de conocimiento que ofrecen a su comunidad universitaria.

La energía eléctrica se ha ido convirtiendo en una necesidad básica del ser humano, pero la concientización de su conservación ha sido poca, tanto en los hogares como por el estado mismo. La solución a este problema no solo se encuentra en el ahorro que eventualmente se genera por los habitantes, sino que también el estado tiene en sus manos la responsabilidad de implementar medios de generación alternativos, para suplir a aplicaciones puntuales la vida diaria como lo es la iluminación pública, entre otras.

Como futuros tecnólogos, y en vista de fomentar la información disponible sobre la operación de paneles solares en aplicaciones de iluminación pública, en la institución es necesario implementar una serie de sistemas de monitoreo para las lámparas solares que actualmente se encuentran instaladas en el Pascual Bravo sede Robledo.

1.2. Formulación del problema

Al finalizar el presente proyecto se dará respuesta a la siguiente interrogante con la suficiente información de respaldo: ¿Cuáles son los beneficios de implementar sistema de monitoreo en la iluminación pública de la Institución Universitaria Pascual Bravo?

2. Justificación

Para la realización de este proyecto se cuenta con la participación de estudiantes de Tecnología en Eléctrica, surge la necesidad de documentar una propuesta clara, que exponga los beneficios económicos y ambientales de implementar una nueva tecnología de iluminación pública; de esta manera nosotros como futuros profesionales podamos tomar decisiones de inversión adecuadas en el sector energético.

La institución cuenta con un conjunto de dispositivos de iluminación energizados a través de celdas fotovoltaicas. Estos equipos están funcionando exitosamente en condiciones de intemperie, lo cual conlleva a que su vida útil se reduzca a causa de los diferentes fenómenos naturales como son los cambios climáticos.

Para disminuir el impacto de futuras reparaciones o hacer sostenible el recurso, se precisa de información objetiva que permita tomar las decisiones más adecuadas y pertinentes, utilizando dispositivos de monitoreo en tiempo real de las variables de operación.

Entre las futuras aplicaciones de un sistema de monitoreo se encuentran el control remoto y centralizado de luminarias, un laboratorio en campo de prueba para luminarias, celdas solares y otros componentes, estudios de eficiencia energética y Smart-grid, entre otras.

3. Objetivos

3.2. Objetivo general

Implementar un sistema de monitoreo de celdas fotovoltaicas, a partir del uso de unidades terminales remotas mediante la conexión vía WIFI y un software de gestión de indicadores de múltiples variables todas en línea.

3.3. Objetivos específicos

Desarrollar un sistema de monitoreo de lámparas que operan con energía solar.

Instalar el sistema de monitoreo previamente desarrollado.

Realizar una toma significativa de variables generadas en el banco de lámparas designadas por la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Elaborar un estudio específico con los obtenidos en campo.

4. Marco teórico

Fue en 1839 que Edmond Becquerel descubrió que a partir del sol se podía generar energía eléctrica. Pero hoy, después de casi dos siglos, el mundo sigue dependiendo de la energía convencional, aunque es más costosa. En 2003 el consumo mundial de energía superó los 10.500 millones de toneladas equivalentes de petróleo, 2.400 de carbón, 3.600 de petróleo, 2.300 de gas natural, 610 de nuclear, 590 de hidroeléctrica y cerca de 950 de biomasa, fundamentalmente leña, y cantidades aún pequeñas de geotermia, solar y eólica. La producción, transformación y consumo final de tal cantidad de energía es la causa principal de la degradación ambiental. El consumo está muy desigualmente repartido, pues los países de la OCDE, con el 15% de la población mundial, consumen el 60% de la energía, factor este último a tener en cuenta a la hora de repartir responsabilidades de la crisis ambiental. El consumo de energía primaria en España ha pasado de 88 en 1990 a 132,6 en el año 2003 (un 50,7% de aumento), año en el que la dependencia energética alcanzó el 78%, a pesar de que en la producción de ese país se incluyó por razones metodológicas muy discutibles la energía nuclear. Colombia, es privilegiada por tener abundantes rayos solares la mayor parte del año. Actualmente se reconoce más la importancia de las energías alternativas y de ahí su crecimiento, doblándose cada dos años entre 2001 y 2012. Si esta tendencia continúa, se cubriría el 10% del consumo energético mundial en 2018 y podría llegar a proporcionar el 100% de las necesidades energéticas en el 2027. Pero en Colombia urge una política energética que dote al país de los recursos técnicos para la fabricación de celdas solares, pues la importación hace muy costosa la instalación.

Dentro de los usos que han tenido los paneles solares se encuentran los siguientes:

Centrales conectadas a red para suministro eléctrico.

Sistemas de autoconsumo fotovoltaico.

Electrificación de pueblos en áreas remotas (electrificación rural).

Suministro eléctrico de instalaciones médicas en áreas rurales.

Corriente eléctrica para viviendas aisladas de la red eléctrica.

Sistemas de comunicaciones de emergencia.

Estaciones repetidoras de microondas y de radio.

Sistemas de vigilancia de datos ambientales y de calidad del agua.

Faros, boyas y balizas de navegación marítima.

Bombeo para sistemas de riego, agua potable en áreas rurales y abrevaderos para el ganado.

Balizamiento para protección aeronáutica.

Sistemas de protección catódica.

Sistemas de desalinización.

Vehículos de recreo.

Señalización ferroviaria.

Sistemas de carga para los acumuladores de barcos.

Postes de SOS (Teléfonos de emergencia en carretera).

Parquímetros.

Recarga de vehículos eléctricos.

Durante los últimos años una serie de laboratorios científicos ha trabajado en la mejora de la eficiencia de la tecnología fotovoltaica, con el incentivo de lograr obtener un generador fotovoltaico suficientemente eficiente para ser atractivo comercialmente, en contra a los otros sistemas de generación, como térmica en base a fósiles, eólica, hidráulica, entre otros. En la Figura 1 se puede observar un gráfico con el avance de la eficiencia en las celdas solares, la cual durante los últimos años ha mejorado considerablemente y se puede ver que en el 2010 ya se cuentan con celdas de una eficiencia cercana al 41,1%.

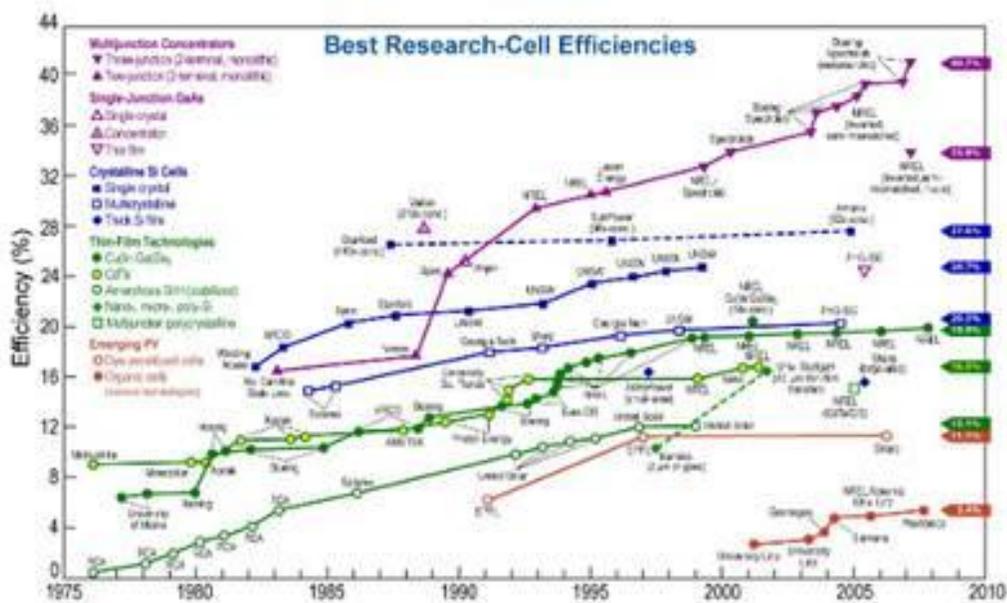


Figura 1. Avance de la eficiencia de las celdas solares.

Fuente: (Volt, 2009)

Se espera que en unos años más, se logren eficiencias tales que se aproveche más de la mitad de la energía de radiación solar que llega a los paneles, de manera de mejorar los retornos económicos y hacer que la tecnología solar sea mucho más atractiva. (Volt, 2009)

Actualmente Colombia cuenta con un total de 197 PCHs, con una capacidad instalada de aproximadamente 168,2 MW (UPME y Corpoema, 2010: V1). A continuación, se presentan algunos proyectos de PCH de gran importancia en las ZNI que fueron analizados por la empresa Consultoría Hagler Bailly Services en el año 2000.

PCH de Aracuara (Caquetá) Inició su operación en 1958 y funcionó durante 8 años, con una potencia instalada de 30kW. Después dejó de funcionar debido a problemas técnicos causados por deficiencias de mantenimiento (turbogeneradores dañados por atascamiento con hojas); hasta la fecha de la visita de la empresa de consultoría (2000) las reparaciones necesarias no se habían realizado (los turbogeneradores estaban extraviados).

PCH de López de Micay (Cauca) Inició su operación en 1998, cuenta con dos turbogeneradores de 160 kW. La PCH se encuentra en operación, genera un total de 1970 kWh diarios; presta servicio a 443 usuarios del centro urbano de Municipio de López de Micay (cabecera municipal) y las poblaciones vecinas de Jolí y Correntón. Sin embargo, ha presentado varios problemas técnicos de operación y mantenimiento, principalmente debido a la deficiente capacitación de los operadores y falta de soporte técnicos.

PCH de Bahía Solano (Chocó) Inició su operación en 1999, con una potencia instalada de 1875 kW distribuida en cinco turbo grupos de 375 kW cada uno. La PCH se encuentra en operación, genera un total de 11600 kWh diarios; presta servicio a 1660 usuarios en las poblaciones de Bahía Solano, El Valle y las comunidades indígenas de Boro- Boro, Brazo y Posa Manza. 38

PCH de Caracolí (Guajira) Inició su operación en 1995, cuenta con un turbogenerador de 64 kW, y presta servicio a 138 usuarios. Sin embargo, la prestación de servicio no satisface la demanda de la población. Al igual que en las otras plantas, los operarios no se encuentran adecuadamente capacitados y por lo tanto se generan deficiencias en el servicio. (Volt, 2009)

4.1 Potencial del sol.

La potencia solar que recibe el planeta Tierra (fuera de la atmósfera) es cerca de 173×10^{12} kW o una energía de 15×10^{17} kWh por año. Al atravesar la atmósfera, cerca de 53% de esta radiación es reflejada y absorbida por el nitrógeno, oxígeno, ozono, dióxido de carbono, vapor de agua, polvo y las nubes. Por lo tanto, al pasar esta radiación por una distancia de 150 millones de km, se reduce esta cantidad y el final planeta recibe energía promedio a 3×10^{17} kWh al año, equivalente a 4000 veces el consumo del mundo entero en un año (7×10^{13} kWh/año), lo cual nos indica la enorme potencia del Sol. Además de aprovecharla, de manera natural (vientos,

evaporación de los mares para energía hidroeléctrica, fotosíntesis para la producción de biomasa, gradiente térmico de los mares, la energía solar se puede convertir en energía calórica y energía eléctrica, y por lo tanto puede usarse para todos los usos donde se puede funcionar cualquier otra fuente convencional de energía. Para mostrar el concepto explicaremos la producción de electricidad directamente (Efecto Fotovoltaico) utilizada para diferentes aplicaciones

4.1.2 Cantidad de la radiación solar. Antes de aprovechar la energía solar en una localidad es muy importante conocer la cantidad de radiación solar en el lugar, los datos de las diferentes estaciones de medición se pueden conseguir con el Instituto Meteorológico Nacional. Es importante tener presente que la radiación solar tiene una variación mensual.

4.1.3 Captación de energía solar. Para cualquiera de las aplicaciones de la energía solar la parte principal del sistema es el COLECTOR - el artefacto que capta energía solar y convierte en energía útil- sea en forma calórica o eléctrica. Para la conversión de energía solar en energía eléctrica se utilizan las CELDAS SOLARES proveniente de los materiales semiconductores -tipo silicio principalmente. Se usan en relojes, calculadores y hasta en naves espaciales. Debido a la alta inversión inicial y complejidad de fabricación, muy pocos países del mundo están fabricando las celdas solares.

4.1.4 Conversión directa de la energía solar en electricidad. La radiación solar se puede transformar directamente en electricidad (efecto fotovoltaico) por medio de aparatos, celdas solares o pilas solares, los cuales son semiconductores puros dopados con cantidades diminutas (1ppm) de otros elementos. Varios conductores pueden emplearse, pero se prefiere el de silicio por razón de abundancia, costo (~US\$10/Watio), y principalmente por estabilidad y rendimiento (~10-15%). Es decir la electricidad producida por una celda solar de 1m², la cual está expuesta a radiación solar de 1000 Watios/m², será de 100 Watios. Una celda solar típica está formada por dos capas delgadas de silicio, cada uno de ellas con un alambre (+ y -) incorporado

cuyo extremo sale al exterior. En una de las capas, algunos de los átomos de silicio están reemplazado por átomo de fósforo (formando negativo o tipo N) y en la otra, por átomos de boro (formado positivo o tipo P). La unión entre dos capas crea una diferencia de potencial. La luz solar o visible induce a los electrones libres a moverse por el alambre de la capa tipo N hacia la capa de tipo P, con lo que se produce una corriente eléctrica. Cada celda de silicio produce cerca de 0.58 voltios y varias celdas pueden conectarse eléctricamente en forma de serie y/o paralelo, para formar un módulo (con mayor voltaje o mayor corriente), que es una unidad básica de los sistemas eléctricos solares.

El principio de una celda solar para la conversión directa de energía solar en electricidad: Por la acción de la energía solar sobre la celda solar la corriente producida es almacenada en baterías, para utilizar esta energía después de la hora del sol. Una instalación, además requiere controlar del voltaje, mediante un regulador, y dirigir la corriente hacia una batería, para almacenarla. Como la corriente eléctrica producida es directa, es necesario, para algunas aplicaciones, un inversor para convertirla en corriente alterna. Las celdas solares fueron usadas al principio para las aplicaciones espaciales y ahora han ganado mercado terrestre, para iluminación, en bombeo para sistemas de abastecimiento de agua potable, sistema de irrigación, telefonía rural, que usan electricidad solar para su funcionamiento. Aunque en los últimos años los costos de las pilas se han reducido en un 200- 300%, para lugares normales sus instalaciones resultan todavía caras, pero ciertamente competitivas cuando no existe otra forma de suministro de energía eléctrica. Además, se espera que con el desarrollo comercial de las células su costo se reduzca.

4.2. La iluminación Led

Hace unos años que se viene constatando una creciente penetración de las nuevas tecnologías de iluminación basadas en la incorporación de los LED como fuentes de luz para exteriores. Esto obedece tanto a un esfuerzo coordinado desde la industria

del sector (liderada por las grandes empresas fabricantes) como a la irrupción de otras empresas advenedizas que comercializan productos de mercados no tradicionales en este ámbito (como el asiático). En numerosas ocasiones, las agresivas campañas de promoción llevadas a cabo por muchos comerciales, quienes bien sea por desconocimiento o con la intención de engañar a clientes potenciales, no tienen inconveniente en realizar afirmaciones falsas tanto en lo que se refiere a las supuestas bondades del producto que comercializan como acerca de las supuestas debilidades de las lámparas existentes a las que pretenden sustituir. Este planteamiento ha encontrado eco en muchos cargos políticos; Como resultado de todo ello se está produciendo una rápida extensión de instalaciones de alumbrado con LED nuevas o adaptadas que se pueden encontrar ya en muchas poblaciones con desiguales resultados. Así las cosas, desde «Cielo Oscuro, Asociación contra la Contaminación Lumínica» se hizo pública una reflexión de urgencia, incidiendo en la realidad de la tecnología LED en relación con sus impactos conocidos sobre la astronomía, el medio nocturno y la salud. Como era previsible, su recepción fue en general positiva en los ámbitos astronómicos y, lo que es más importante, en los expertos en iluminación, entre los cuales se viene observando también desde hace tiempo la necesidad de disponer de información actualizada. Con este fin se vienen haciendo jornadas formativas en diversas ciudades españolas en las que, frente al optimismo de las empresas promotoras, se pone de manifiesto también la necesidad de la realización previa de un proyecto luminotécnico en cada caso que no se limite a la mera sustitución de fuentes luminosas o al aspecto de ahorro en el consumo sino que preste atención también al control en la distribución de la luz, la instalación con garantías, el correcto mantenimiento a lo largo de la vida útil de la instalación, etc. Las ponencias de estas jornadas constituyen hoy por hoy una buena base de información técnica sobre los LED.

La nota informativa de Cielo Oscuro ha motivado, como era de esperar, algunas críticas procedentes de profesionales en general más vinculados a empresas fabricantes y distribuidoras de material luminotécnico que a la actividad proyectista.

Sorprendentemente, se produjo también una crítica pública a la postura de esta asociación desde un sector del periodismo científico que dio lugar a agrios debates en la red.

4.2.1 Características de los Led. Los diodos luminiscentes, más conocidos por sus siglas en inglés LED (Light-Emitting Diode) aún representan una novedad en el mercado de la iluminación de exteriores que es preciso estudiar y valorar por su potencial de desarrollo futuro en lo que se refiere a la eficiencia energética, al control de las diferentes formas de contaminación lumínica y a su capacidad de regulación por medios electrónicos. La aparición del primer LED comercial se produjo en 1962, si bien solo emitía luz roja tenue, por lo que únicamente se empezó a usar para señalización o como LED de funcionamiento en dispositivos electrónicos. A finales de la década de los años ochenta y principios de los noventa, además de los LED rojos, se desarrollan los LED amarillos, verdes, azules y, por tanto, los blancos. Se incrementa sustancialmente su rendimiento y en los años noventa la tecnología LED conquista la industria del automóvil y la industria de paneles luminosos (displays) para dispositivos electrónicos. En la última década, de 2000 a 2010, es cuando se incrementa exponencialmente el rendimiento de los LED blancos y se inicia la conquista de la industria de la iluminación.

Los LED de luz «blanca» se basan en el LED azul con una corrección de color mediante una capa de fósforos, de manera análoga a los tubos fluorescentes. La máxima eficacia se obtiene con la mínima capa de fósforos posible, con lo que la luz emitida tiene una *temperatura de color* superior a los 6.000 K (a mayor temperatura de color mayor rendimiento, peor índice *de reproducción cromática* -IRC-, mayor sensación de luz fría y peor confort visual). Para conseguir luz con una temperatura de color más cálida cercana a los 3.000 K debe incrementarse la capa de fósforos, con lo que la eficacia disminuye considerablemente. En el proceso de fabricación de un LED puede haber variaciones de las características del mismo que afecten al color o la temperatura de color. Un proceso posterior de selección (o BINNING) agrupa los

LED según su tono, de forma que se garantice la uniformidad en el color de un grupo de LED o la tonalidad de los distintos módulos LED.

Tabla 1.
Características de las fuentes de luz

Tabla comparativa de características de las fuentes de luz actualmente más usadas en iluminación			
Tipo de lámpara	Eficacia (lm/W)	Tiempo de vida (h)	IRC
▶ Halógena	20	1.200	100
▶ Halogenuros metálicos	70 - 108	15.000	90
▶ Fluorescente	60 - 100	8.000	80
▶ Sodio baja presión	120 - 200	16.000	25
▶ Sodio alta presión	95 - 130	28.000	45
▶ LED	90 - 120	>50.000	>75

Fuente: (Carlos Herranz Dorremochea, 2011)

4.3. Eficiencia energética y ahorro económico.

Actualmente una luminaria de LED puede alcanzar en términos de eficacia de fuente de luz valores solo ligeramente por debajo de los que se obtienen con otras fuentes de luz tradicionales de tecnología actual como las lámparas de vapor sodio de alta precisión (VSAP) o las lámparas de halogenuros metálicos (HM) con quemador cerámico (ambas emplean la misma tecnología), ver en la anterior tabla. Esto será así siempre que el sistema esté diseñado, dimensionado y configurado para mantener en condiciones óptimas el funcionamiento del LED. Entonces, ¿por qué se escucha que el LED es más eficiente? La respuesta es que realmente una iluminación con LED puede obtener una mayor eficiencia, aun ofreciendo un eficacia luminosa (lm/W) de fuente de luz inferior, gracias a su mayor capacidad de «poner la luz en su sitio». Esto consigue que, aunque la luminaria emita menos luz a causa de su menor eficacia

final, los lúmenes que llegan a la superficie o espacio a iluminar lo hagan en un mayor porcentaje. Traducido a lenguaje técnico: las soluciones con LED pueden aportar un mayor factor de utilización $F_u = \text{luz recibida} / \text{luz generada por la lámpara}$ o una utilancia más cercana a la unidad $U = \text{luz recibida} / \text{luz emitida por la luminaria}$.

La eficacia del LED depende de la intensidad de funcionamiento. El LED puede ser alimentado a distintas intensidades, siempre a corriente continua y constante. Las corrientes estándar suelen ser 350 mA, 500 mA, 700 mA, 1 A y 1,5 A. La mayor eficacia se obtiene a 350 mA. No obstante, a doble intensidad de funcionamiento le corresponde tan solo un 1,65 de flujo luminoso. Asimismo, la eficacia del LED depende mucho de su temperatura de funcionamiento. El valor que da el fabricante del diodo se refiere a una medición del flujo de un LED en un encendido instantáneo en condiciones de laboratorio ($T_a = 25^\circ \text{C}$) y con el LED a 25° . No es un valor que se pueda utilizar en una aplicación concreta y sin embargo es argumento comercial de venta. La variación del flujo luminoso y de la vida útil del LED con la temperatura dependerá de la aplicación concreta y será el proyecto técnico el que lo deberá confirmar debiendo calcularse para cada caso.

Por tanto, en lo que al aspecto energético se refiere, hoy por hoy el LED como fuente de luz no es genéricamente más eficaz que otras lámparas en igualdad de condiciones: misma temperatura de color, uniformidades, deslumbramiento... Únicamente si el LED se mantiene en su aplicación de alumbrado técnico, ya sea en exterior o interior, en unas condiciones óptimas de funcionamiento en relación a su intensidad de corriente y a su temperatura, se puede obtener un rendimiento similar a otras fuentes de luz y cumplirá con la expectativa de vida útil prevista. Y si el LED funciona en la luminaria en correctas condiciones, puede ser aplicado de forma que obtenga una mayor eficiencia gracias a un factor de utilización.

El hecho de que con la tecnología LED todavía no se ahorra energía en la sustitución de instalaciones en condiciones reales, ha sido demostrado también por los análisis realizados por organizaciones independientes mediante la evaluación de distintos modelos disponibles en el mercado en situaciones comparables. A este respecto los estudios más detallados vienen siendo publicados por el observatorio de productos de iluminación que mantiene el Lighting Research Center en EE. UU.5, los cuales son categóricos al respecto de la superioridad de las instalaciones convencionales.

4.4. Los problemas astronómico, ambiental y de salud.

La publicidad comercial e institucional sobre alumbrado con dispositivos LED ignora sistemáticamente el hecho documentado de que la luz blanca azulada que emiten los LED que se comercializan actualmente es la más nociva para el medio nocturno y para la salud humana6. Efectivamente, estos dispositivos emiten un máximo valor o pico en longitudes de onda corta, próximas a los 460-470 nanómetros, correspondiente al color azul. Este tipo de luz es la que causa una mayor contaminación lumínica, ya que es la que se difunde con mayor eficacia en la atmósfera. Esto incrementa el característico resplandor luminoso que se crea sobre las poblaciones, afectando a las observaciones astronómicas y perturbando la oscuridad natural del medio nocturno a cientos de kilómetros de distancia de las mismas. Algunas empresas sostienen que, debido a la capacidad que tienen los LED de proyectar su flujo luminoso de forma muy direccional, evitan la contaminación lumínica ya que no difunden luz por encima del horizonte. Esto no es cierto, pues nada impide (salvo el sentido común) diseñar luminarias fuertemente contaminantes con LED y, de hecho, existen luminarias orientables que lo dejan al criterio del instalador.

Un último desafortunado aspecto en relación con el uso de luz blanca fría en alumbrado proviene de un ámbito bien distinto, pues los epidemiólogos advierten también del papel determinante que juega ya la luz artificial para la diseminación de

enfermedades transmitidas por insectos, mucho más afectados por la luz blanca. El efecto se ha estudiado en tres casos (enfermedad de chagas, leishmaniosis y malaria), si bien se sospecha que representan un patrón más generalizado. En este caso la iluminación nocturna artificial modifica el comportamiento tanto de la población como de los insectos facilitando así el contacto entre seres humanos y especies transmisoras de enfermedades. (Carlos Herranz Dorremochea, 2011)

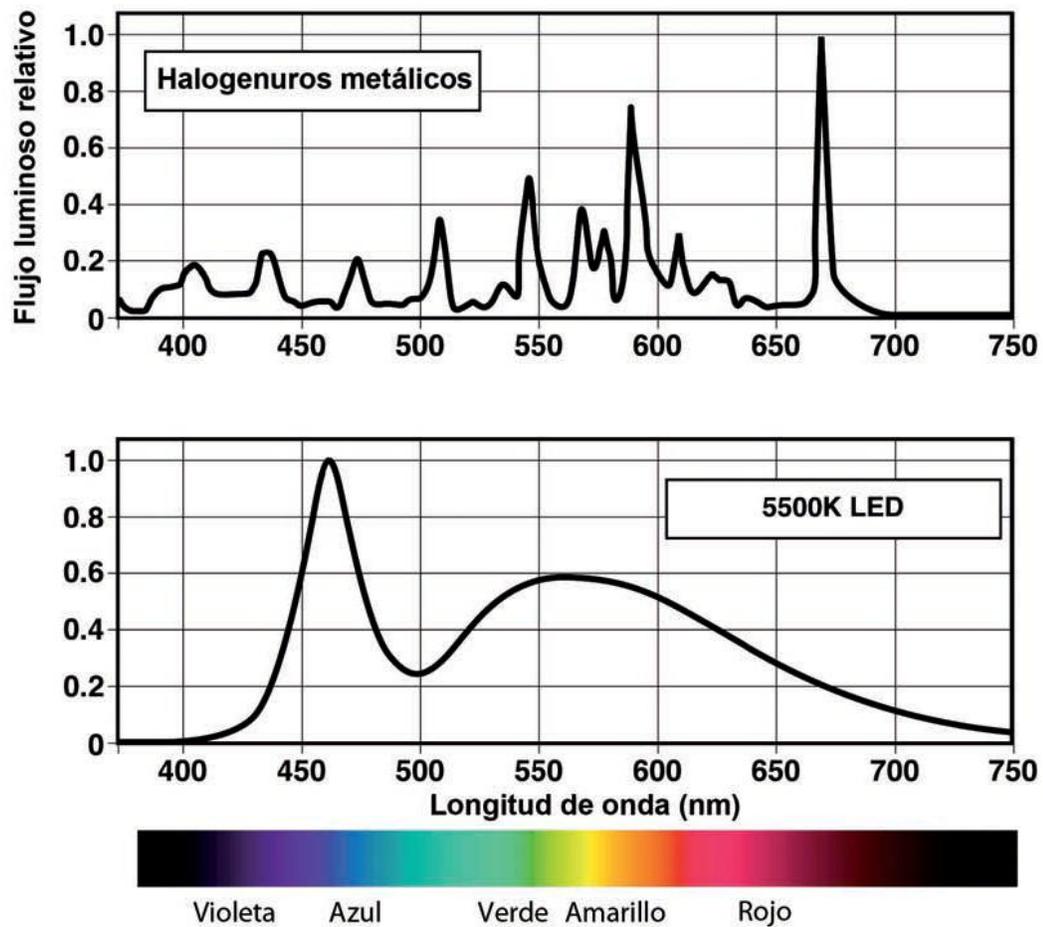


Figura 2 Flujo Luminoso Relativo
Fuente (Carlos Herranz Dorremochea, 2011)

4.5. Almacenamiento de energía.

El almacenamiento de energía comprende los métodos que tiene la humanidad para conservar en la medida de lo posible una cierta cantidad en cualquier forma, para liberarla cuando se requiera es importante tener en cuenta como se recolectó. Las formas de energía pueden ser energía potencial (gravitacional, química, elástica, etc.) o energía cinética. Muchos sistemas mecánicos funcionan almacenándola y consumiéndola lentamente: un ejemplo es el reloj mecánico que almacena en el muelle la energía para ir consumiéndola vía un regulador.

En un ordenador los condensadores existentes en un chip almacenan la energía suficiente para que al volver a encenderse tengan la memoria de algunas de las funciones previas. Incluso los alimentos son una forma que la naturaleza tiene de almacenar la energía procedente del Sol. (Oliveira e Silva & Hendrick, 2016)

La mejora de la eficiencia del sistema eléctrico a través del aplanamiento de la curva de demanda y la integración de renovables, son dos aplicaciones esenciales del almacenamiento de energía. Por ello, fomentar el aumento de la capacidad de almacenamiento energético, como herramienta al servicio de la operación del sistema, principalmente el bombeo, aunque sin olvidar otras futuras tecnologías, posibilitará una mayor integración con los recursos renovables, evitando desperdicios durante la distribución en largos periodos y al mismo tiempo se aportara mayor seguridad al sistema eléctrico.

4.5.1 Tecnologías de almacenamiento de energía. La energía eléctrica puede ser generada, transportada y transformada con facilidad, sin embargo, resulta complicado almacenarla en grandes cantidades. Pero, aun siendo complicado, existen diversos métodos de almacenamiento de energía a lo largo de la cadena de suministro:

Almacenamiento en redes (MW): pilas y baterías; condensadores y superconductores; volantes de inercia. A nivel de usuario final (kW): baterías, superconductores, volantes de inercia. Las nuevas tecnologías de almacenamiento de energía se convertirán en elementos fundamentales de los sistemas eléctricos del futuro, de tal forma que el almacenamiento eléctrico puede aportar valor en todos y cada uno de los eslabones de la cadena de suministro de electricidad. Red Eléctrica, consciente de ello, apuesta por la incorporación de estos sistemas de almacenamiento de energía, con el objetivo final de maximizar la integración de renovables y dotar de una mayor eficiencia y seguridad al conjunto del sistema eléctrico.

En su compromiso por el desarrollo de nuevas tecnologías de almacenamiento de energía que optimicen la eficiencia del sistema, Red Eléctrica tiene en marcha el proyecto Almacena, consistente en una solución de almacenamiento electroquímico de energía conectada a la red, así como la instalación de un prototipo de volante de inercia en las Islas Canarias. Además, ha comenzado la tramitación para la construcción de una central hidroeléctrica reversible en la isla de Gran Canaria, entre los embalses de Soria y Chira. (Red Electrica de Espana, 2017)

Los combustibles petroquímicos se han convertido en la forma dominante de almacenamiento de energía, tanto en la generación eléctrica y en el transporte. Los combustibles petroquímicos de uso común se procesan del carbón, la gasolina, el gasóleo, el gas natural, gas licuado de petróleo (GLP), el propano, el butano, etanol, biodiésel y el hidrógeno. Todos estos productos químicos son fácilmente convertidos a energía mecánica y luego en eléctrica, los motores de combustión interna, o calderas u otros motores de combustión externa) que se utiliza para generación de energía eléctrica. Los generadores de calor y los generadores de potencia del motor son casi universales, van desde los pequeños motores para la producción de sólo unos pocos kilovatios de utilidad a escala generadores con puntuaciones de hasta 800 megavatios. (Oliveira e Silva & Hendrick, 2016)

4.5.2 Batería eléctrica. Se denomina batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que consiste en una o más celdas

electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada, en electricidad. Cada celda consta de un electrodo positivo, o cátodo y un electrodo negativo, o ánodo con electrolitos que permiten que los iones se muevan entre los electrodos, facilitando que la corriente fluya fuera de la batería para llevar a cabo su función.

Las baterías vienen en muchas formas y tamaños, desde las celdas en miniatura que se utilizan en audífonos y relojes de pulsera, a los bancos de baterías del tamaño de las habitaciones que proporcionan energía de reserva a las centrales telefónicas y ordenadores de centros de datos. (wikipedia, 2017)

4.5.3 Batería de flujo. Es un tipo de batería recargable donde la recarga es proporcionada por dos componentes químicos, disueltos en líquidos contenidos dentro del sistema y separados por una membrana. El intercambio de iones (que proporciona flujo de corriente eléctrica) se produce a través de la membrana, mientras los dos líquidos circulen en su propio espacio respectivo. El voltaje de la celda (pila/batería) se determina químicamente por la ecuación de Nernst y rangos, en aplicaciones prácticas, desde 1,0 a 2,2 voltios.

Una batería de flujo es técnicamente similar tanto a una pila de combustible, como a una celda electroquímica (reversibilidad electroquímica). Aunque tiene ventajas técnicas, tales como depósitos de líquidos separables potencialmente y casi longevidad ilimitada sobre la mayoría de las pilas recargables convencionales, las implementaciones actuales son relativamente menos poderosas y requieren una electrónica más sofisticada. (wikipedia, 2017)

4.5.4 Pila de combustible. También llamada célula de combustible o celda de combustible, es un dispositivo electroquímico en el cual un flujo continuo de combustible y oxidante sufren una reacción química controlada que da lugar a los productos y suministra directamente corriente eléctrica a un circuito externo.

Se trata de un dispositivo electroquímico de conversión de energía similar a una batería. Se diferencia en que está diseñada para permitir el abastecimiento continuo de los reactivos consumidos. Es decir, produce electricidad de una fuente externa de combustible y de oxígeno u otro agente oxidante, en contraposición a la capacidad limitada de almacenamiento de energía que posee una batería. Además, en una batería los electrodos reaccionan y cambian según cómo esté de cargada o descargada; en cambio, en una celda de combustible los electrodos son catalíticos y relativamente estables. El proceso electroquímico que tiene lugar es de alta eficiencia y mínimo impacto ambiental. En efecto, dado que la obtención de energía en las pilas de combustible está exenta de cualquier proceso térmico o mecánico intermedio, estos dispositivos alcanzan eficiencias mayores que las máquinas térmicas, que están limitadas por la eficiencia del Ciclo de Carnot. En general, la eficiencia energética de una pila de combustible está entre 40-60%, y puede llegar hasta un > 85%-90% en cogeneración, si se captura el calor residual para su uso. Por otra parte, dado que el proceso no implica la combustión de los reactivos, las emisiones contaminantes son mínimas.. (wikipedia, 2017)

4.6. ¿Qué es un regulador MPPT?

Es un dispositivo electrónico que regula la carga de baterías, controlando el punto en el que los paneles solares empleados producen la mayor cantidad de energía eléctrica. MPPT significa Seguidor de Punto de Máxima Potencia por sus siglas en inglés (Maximum Power Point Tracker). La potencia de un Panel solar se mide en Watts. La potencia es el producto del voltaje (Volts) por la corriente (Amperes):
$$\text{Volts} \times \text{Amperes} = \text{Watts}.$$

Los controladores de carga con MPPT siempre buscan el balance entre voltaje y corriente en el que los paneles solares operan a su máxima potencia. Si utilizamos una curva que grafica el voltaje y la corriente de un panel solar, el punto de máxima potencia se encuentra en el centro o equina de la curva (ver siguiente gráfica). Un controlador de carga con MPPT se va a asegurar que los paneles solares operen lo

más cerca posible de este punto, incrementando por consiguiente la producción del arreglo solar.

Los reguladores son piezas importantes en el montaje de nuestra instalación fotovoltaica, ya hemos explicado qué es un regulador y cómo son los reguladores PWM, ahora explicaremos qué son los reguladores MPPT, Maximum Power Point Tracking.

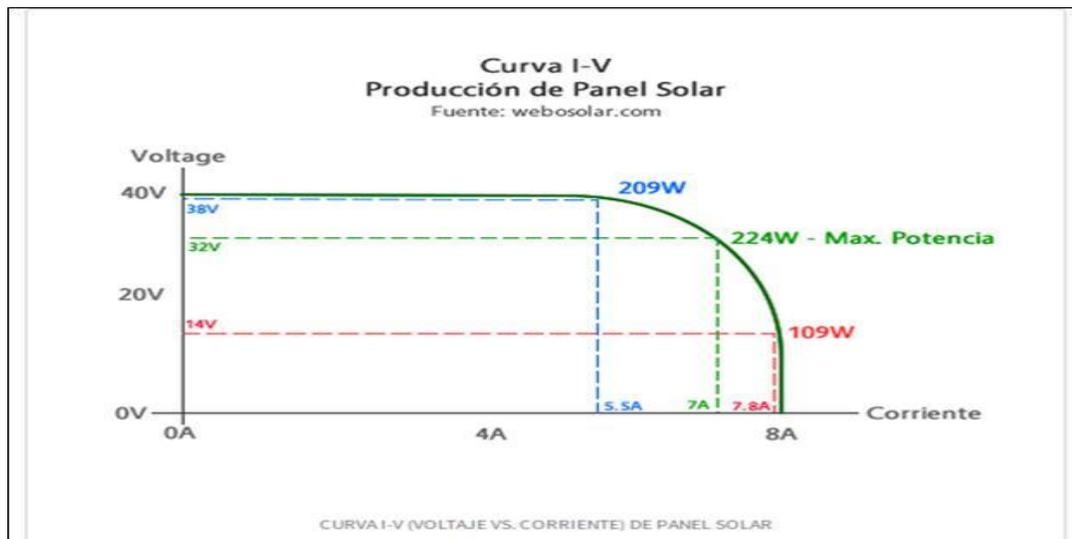


Figura 3. Producción de panel solar
Fuente: (Autosolar, 2015)

Los reguladores MPPT llevan incorporado un seguidor del punto de máxima potencia y un convertidor CC-CC, que transforma una corriente continua de alta tensión a una continua de baja tensión (para cargar la batería). A diferencia de los reguladores PWM que trabajan a la tensión de la batería, los reguladores MPPT lo hacen a la tensión que más conviene. Es decir, en algunos momentos trabajará a la máxima potencia, para sacar la mayor cantidad de energía, o bien limitará la potencia en las fases de absorción y flotación durante la carga de la batería (evitando sobrecargas). Con los reguladores MPPT se saca generalmente más rendimiento a los módulos fotovoltaicos, y permite la utilización de paneles que no se pueden emplear con los reguladores PWM (debido a cuestiones de compatibilidad de la tensión del

panel y la batería). También presenta otras ventajas como la posibilidad de añadir paneles en serie con un voltaje total superior al del banco de baterías. Podemos encontrar reguladores MPPT hasta de 80 A y por lo general ofrecen más garantía que los PWM.

Como inconvenientes encontramos que los reguladores MPPT son más caros, a veces incluso doblan el precio de los PWM, también son bastante más grandes. A la hora de elegir entre un PWM y un MPPT, aquellas instalaciones que sean pequeñas como el alumbrado de una pequeña vivienda o suministro a unos pocos electrodomésticos, es mejor la utilización de un regulador PWM. Si por el contrario la instalación es de mayores dimensiones y va a proporcionar mucha potencia, lo mejor es utilizar un regulador MPPT, que, además, ayuda a un mejor mantenimiento de las baterías, otra pieza clave en nuestra instalación fotovoltaica. (Autosolar, 2015)

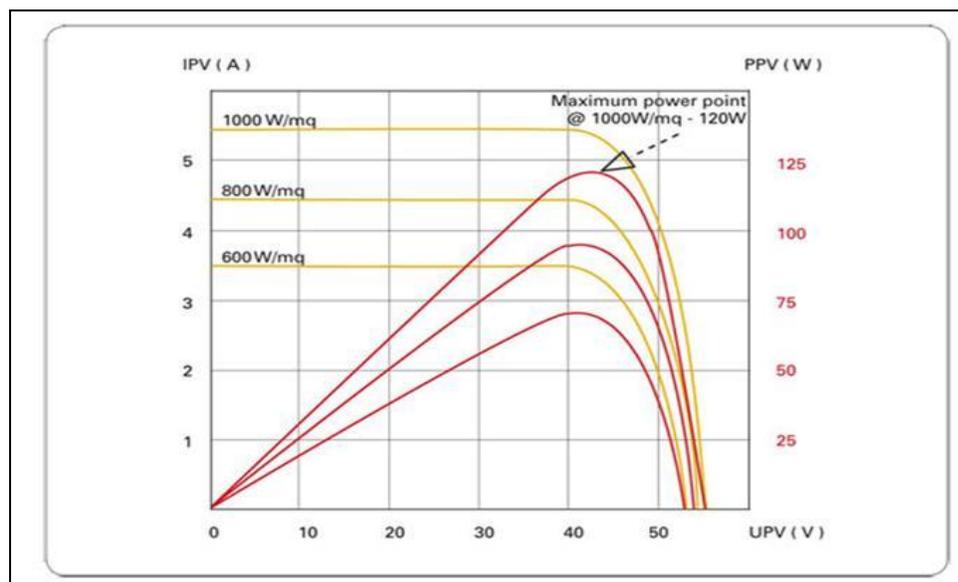


Figura 4. Máxima potencia en la red
Fuente: (Technology, 2015)

Gráficamente, el punto de máxima potencia, corresponde al punto de tangencia entre la característica del generador fotovoltaico durante un cierto valor de la radiación solar y la hipérbola de ecuación $V \times I = \text{constante}$ correspondiente. Como hemos visto, el punto de tangencia varía instantáneamente según las condiciones de

radiación solar y al cambiar la temperatura. La tarea del MPPT es precisamente la de determinar instante por instante dicho punto de máxima eficiencia energética. (Technology, 2015)

4.7. Unidad terminal remota.

UTR - Unidad Terminal Remota, sigla más conocida como RTU (sigla en inglés), es un dispositivo basado en microprocesadores, el cual permite obtener señales independientes de los procesos y enviar la información a un sitio remoto donde se procesa. Generalmente este sitio remoto es una sala de control donde se encuentra un sistema central SCADA el cual permite visualizar las variables enviadas por la UTR. Dentro del universo de las UTR existen los Controlador lógico programable quienes han complementado sus facilidades de comunicación.

En el mundo PLC surgieron los protocolos de comunicaciones para pequeños sistemas de control (RS-485, SINEC L1, MODBUS, DNP3, CAN, IEC-101, IEC - 105 etc.) En forma paralela la RTU ha evolucionado en la industria eléctrica, y otras ramas, donde grandes sistemas SCADA, requieren la gestión de gran número de señales con precisión de mili-segundos, cosa que es imposible realizar con los PLCS. Las RTUs se han desarrollado y expandido a otros equipamientos como medidores de energía, relés de protecciones, reguladores automáticos, el protocolo de comunicaciones IEC o CEI 60870-4. Para las comunicaciones internas de los equipos, o entre ellos, las RTU han adoptado el protocolo MODBUS, en la forma de MODBUS/RTU, que puede implementarse sobre una red RS-485 o sobre una red TCP/IP. (Wikiedia, 2015)

La RTU realiza una exploración periódica de las variables del proceso y, a través de un módulo de comunicación permite el intercambio de dicha información con una estación maestra (MTU) ubicada en una sala de control central, utilizando diversos medios de comunicación: línea telefónica, UHF / VHF, microondas, satélite, fibra

óptica u otro medio, a través de puertos auxiliares con otras remotas y/o terminales portátiles.

La tecnología de estado sólido ha revolucionado el diseño electrónico de las RTUs en los últimos años, extendiéndose al uso de unidades microprocesadores equipadas con memoria tipo de solo lectura y borrada electrónicamente (Electronic Erase Programmable Read Only Memory, EEPROM) y del tipo de Acceso Directo (Random Acces Memory, RAM) respaldada con batería de litio para salvaguardar la programación en caso de fallas eléctricas e incorporándoles una interfaz humano-máquina (HMI, Human Machine Interace), capacidades de comunicación con sistemas de medición, transductores, controladores lógicos programables. (Wikiedia, 2015)

4.8. WIFI. La comunicación inalámbrica.

Cuando hablamos de WIFI nos referimos a una de las tecnologías de comunicación inalámbricas más utilizadas hoy en día. WIFI es una abreviatura de Wireless Fidelity, también llamada WLAN (Wirerles lan, red inalámbrica) o estándar IEE 802.11

En la actualidad podemos encontrarnos con dos tipos de comunicación WIFI:

802.11b, que emite a 11 Mb/seg,

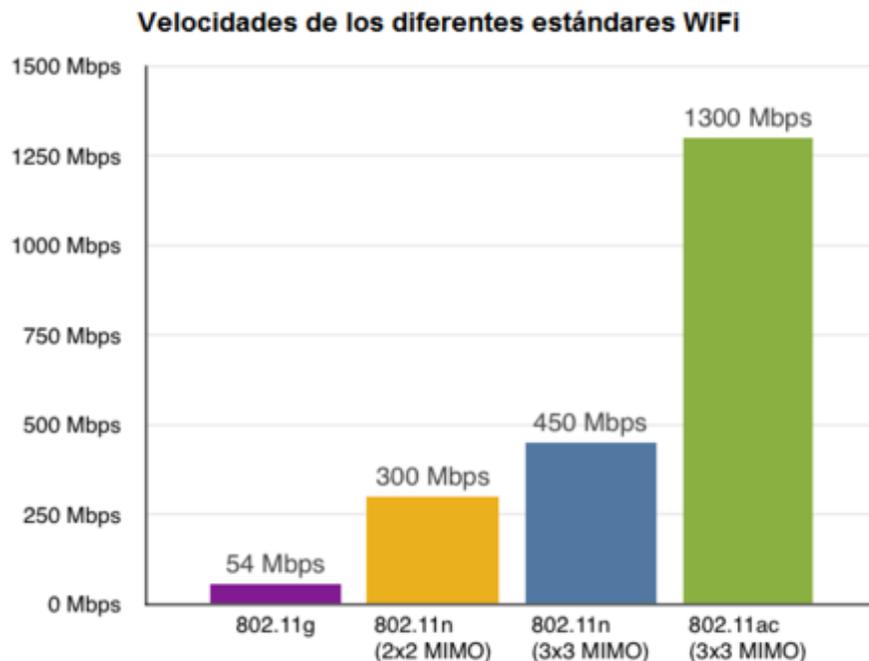
802.11g, más rápida, a 54 MB/seg.

Con su velocidad y alcance (unos 100-150 metros en hardware asequible) lo convierten en una fórmula perfecta para el acceso a internet sin cables. Para tener una red inalámbrica en casa sólo necesitaremos un punto de acceso, que se conectaría al

módem, y un dispositivo WIFI que se conectaría en nuestro aparato. Existen terminales WIFI que se conectan al PC por USB, pero son las tarjetas PCI (que se insertan directamente en la placa base) las recomendables, nos permite ahorrar espacio físico de trabajo y mayor rapidez. Para portátiles podemos encontrar tarjetas PCMI externas, aunque muchos de los aparatos ya se venden con tarjeta integrada.

En cualquiera de los casos es aconsejable mantener el punto de acceso en un lugar alto para que la recepción/emisión sea más fluida. Incluso si encontramos que nuestra velocidad no es tan alta como debería, quizás sea debido a que los dispositivos no se encuentren adecuadamente situados o puedan existir barreras entre ellos (como paredes, metal o puertas). (Rodríguez, 2016)

Tabla 2.
Velocidades de los diferentes estándares de Wifi



Fuente: (Rodríguez, 2016)

En el 2013, llega al mercado del estándar inalámbrico, el IEEE 802.11ad de la mano de un terminal móvil compatible basado en la plataforma Snapdragon 820 de Qualcomm y del primer router doméstico que integraba la nueva versión del protocolo. WiFi AD, desarrollada y aprobada con la colaboración de la Wireless Gigabit Alliance (WiGig), promete mejorar considerablemente las transmisiones a corta distancia entre nuestros terminales móviles y el resto de equipos del hogar conectado utilizando para ello la banda de frecuencias de los 60 GHz (típicamente entre 57 y 66 GHz).

4.9. Tcp/ip.

Permite identificar el grupo de protocolos de red que respaldan a la Internet y que hacen posible la transferencia de datos entre redes de ordenadores. En concreto, TCP/IP hace referencia a los dos protocolos más trascendentes de este grupo: el conocido como Protocolo de Control de Transmisión TCP y el llamado Protocolo de Internet representado con la sigla IP.

El primero de los protocolos citados lo que hace es proporcionar un transporte fiable de los datos dentro de lo que es el nivel de transporte de referencia OSI, garantiza la entrega de datos, es decir, que los datos no se pierdan durante la transmisión y también garantiza que los paquetes sean entregados en el mismo orden en el cual fueron enviados.

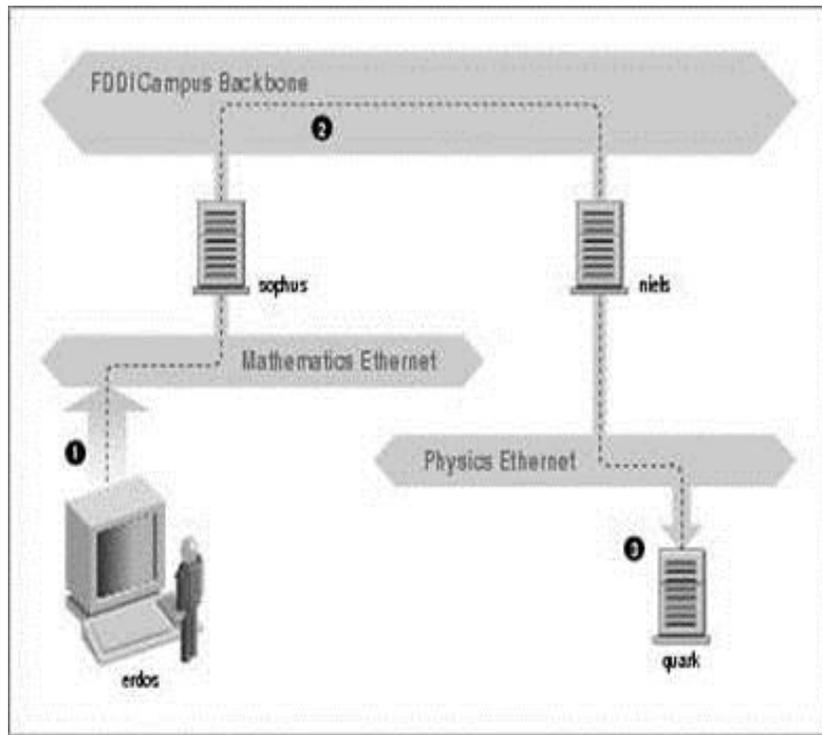


Figura 5. Los tres pasos del envío de un datagrama desde erdos a quark
Fuente:(Oracle, 2010)

El principal beneficio del IP es su cualidad de convertir a redes físicamente diferentes en una red aparentemente homogénea. A esto se le llama interconexión de redes, y a la resultante “meta-red” se la denomina internet. Obsérvese aquí la sutil diferencia entre un internet y la Internet. El último es el nombre oficial de un internet global en particular.

4.9.1 ¿Cómo se usan las bases de datos? Las bases de datos tienen todo tipo de usos, como gestión de documentos, gestión de registros, índices de motores de búsqueda, para servidores de correo electrónico y para brindar contenido dinámico de páginas web. Una persona, aplicación o script de página web puede consultar la base de datos con el lenguaje SQL.

Los servidores de bases de datos se usan en el alojamiento de páginas web para insertar contenido en páginas web dinámicas. Las páginas dinámicas utilizan diseños

de tipo estándar que son llenadas con información en función de la dirección URL de la página, o de otras variables como las credenciales de usuario o las acciones que se realicen en la página.

4.9.2 ¿Cuáles son los servidores de bases de datos más conocidos? Los cinco servidores de base de datos de empresas más conocidos son:

Oracle

SQL Server

DB2

Sybase

MySQL

MySQL es la base de datos más famosa de alojamiento web. Se trata de una opción poderosa y también gratis (código abierto) diseñada para funcionar con el famoso lenguaje de programación PHP. Microsoft SQL Server es muy popular en sitios web, empresas y más, pues se integra fácilmente con otros servicios de Microsoft.

Tabla 2.
Tipos de servidores

DENOMINACIÓN DEL SERVIDOR	DESCRIPCIÓN
Servidor de Correo	Servidor que almacena, envía, recibe y realiza todas las operaciones relacionadas con el e-mail de sus clientes.
Servidor Proxy	Servidor que actúa de intermediario de forma que el servidor que recibe una petición no conoce quién es el cliente que verdaderamente está detrás de esa petición.
Servidor Web	Almacena principalmente documentos HTML (son documentos a modo de archivos con un formato

	especial para la visualización de páginas web en los navegadores de los clientes), imágenes, videos, texto, presentaciones, y en general todo tipo de información. Además se encarga de enviar estas informaciones a los clientes.
Servidor de Base de Datos	Da servicios de almacenamiento y gestión de bases de datos a sus clientes. Una base de datos es un sistema que nos permite almacenar grandes cantidades de información. Por ejemplo, todos los datos de los clientes de un banco y sus movimientos en las cuentas.
Servidores Clúster	Servidores especializados en el almacenamiento de la información teniendo grandes capacidades de almacenamiento y permitiendo evitar la pérdida de la información por problemas en otros servidores.
Servidores Dedicados	Como ya expresamos anteriormente, hay servidores compartidos si hay varias personas o empresas usando un mismo servidor, o dedicados que son exclusivos para una sola persona o empresa.
Servidores de imágenes	Recientemente también se han popularizado servidores especializados en imágenes, permitiendo alojar gran cantidad de imágenes sin consumir recursos de nuestro servidor web en almacenamiento o para almacenar fotografías personales, profesionales

Fuente: (Garcia, 2006)

5. Metodología

5.1 Tipo de investigación

Este proyecto se realizará con el método de investigación aplicada, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Análisis de circuitos I y II, Instalaciones e iluminación, Electromagnetismo, Máquinas I y II, Análisis de sistemas de potencia.

5.2 Método

Para desarrollar un sistema de monitoreo de lámparas que operan con energía solar se requiere consultar diferentes fuentes para hacer búsqueda y recopilación de información, evaluar el problema a resolver, elaborar un estudio específico con los datos obtenidos en campo, hacer un análisis de las variables a medir y diseñar el tablero de medición.

El producto del diseño está compuesto por un diagrama de interconexión y una lista de materiales y dispositivos a adquirir. El diseño involucra el cálculo de la cantidad de entrada y las impedancias del módulo Rtu a adquirir.

Luego de hacer el diseño, se procede a instalar el sistema de monitoreo previamente diseñado. Para lo cual se hace la adquisición de sensores, unidad Rtu y módulos de comunicación. Los elementos adquiridos se interconectan entre los elementos del panel solar y un conector aéreo, que permitirá utilizar, a futuro, otro tipo de módulos electrónicos.

Posterior a todo esto se realiza la toma de datos para las diferentes variables generadas en el banco de lámparas designadas por la Institución Universitaria Pascual Bravo. Luego de lo cual se hace el análisis y evaluación de resultados. Este último

paso se realiza para verificar la comunicación, mas no para hacer una acumulación de datos, lo cual es objeto de futuros proyectos.

5.3 Población y muestra

Este proyecto impacta directamente a la comunidad pascualina, que son quienes se sirven de los sistemas de iluminación por energía solar

6 Resultados del proyecto

Este proyecto está basado en que en cada lámpara hay una unidad terminal remota, la cual mide variables físicas como voltajes, corrientes, luminosidad y temperatura. La información capturada es enviada a través de enrutadores de Wi/Fi a un servidor de datos en el cual hay una base de datos para almacenamiento de información.

La información capturada debe ser pasada por diferentes filtros de consulta para calcular indicadores que permitan prever las tendencias en el comportamiento de las lámparas y las celdas solares.

Para desarrollar un sistema de monitoreo de lámparas que operan con energía solar se requiere consultar diferentes fuentes para hacer búsqueda y recopilación de información, evaluar el problema a resolver, elaborar un estudio específico con los obtenidos en campo, hacer un análisis de las variables a medir y diseñar el tablero de medición. Estas fuentes de consulta muestran los referentes teóricos que ppermiten establecer que el panel solar genera una potencia eléctrica con un voltaje que crece con la intensidad lumínica. La corriente eléctrica depende del voltaje suministrado por el panel solar y la resistencia de la carga.



Figura 6. Vista frontal panel solar
Fuente:(Propia)

Para lograr este monitoreo de variables, se pretende que con recursos propios se compre y posteriormente se instale en las diferentes luminarias, un conjunto de componentes y dispositivos electrónicos.

Se realiza una inspección visual del panel, verificando las características de funcionamiento, ficha técnica, estado y condiciones para comenzar la manipulación del mismo de la manera más adecuada y segura.



Figura 7. Vista superior panel solar

Fuente:(Propia)

Luego de proceder con la manipulación y desmonte de los componentes del panel, se retiran los tornillos que soportan la carcasa, teniendo especial cuidado con no reventar los cables del circuito interno que hacen parte del panel solar.

El panel solar se desmonta quitando la cubierta que se ve en la vista superior. En esta cubierta se encuentran los leds y el sensor de movimiento que incrementa el nivel de luminosidad al detectar que asan personas debajo de la lámpara. Los demás componentes están ubicados en la parte posterior del dispositivo.



Figura 8. Vista frontal panel solar
Fuente:(Propia)

Se verifican los espacios internos (distribución del panel) y se define donde se van a instalar los componentes para el monitoreo de variables con su respectivo cableado.



Figura 9. Vista interior del panel solar
Fuente:(Propia)

Se define la ubicación de los sensores, el posicionamiento y el conexionado del circuito para proceder con el levantamiento del diagrama de conexiones, que dará paso a la implementación del circuito de interconexión de los diferentes elementos del sistema.

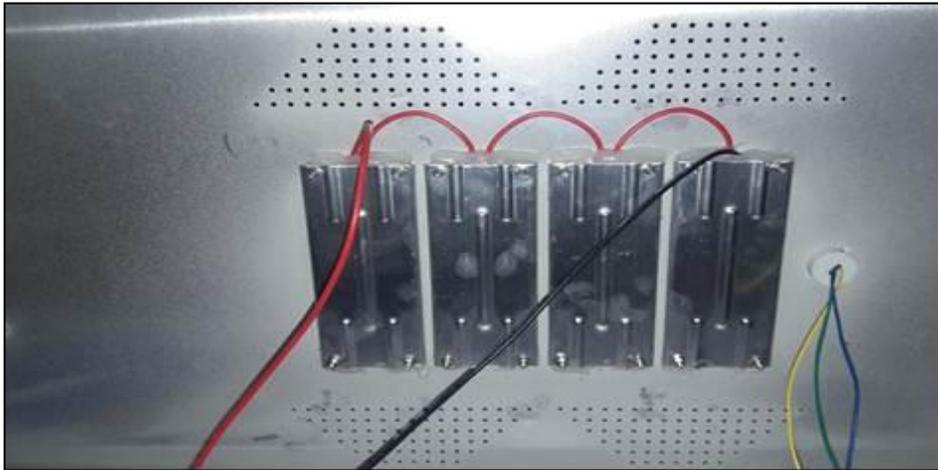


Figura 10. Vista interior del panel solar conexión sensores
Fuente:(Propia)

Se observan los cables de conexión de los leds del sistema y los cables de conexión del sensor de movimiento. Estos van conectados al controlador del sistema mediante una bornera general, de la cual serán tomadas las señales a medir.

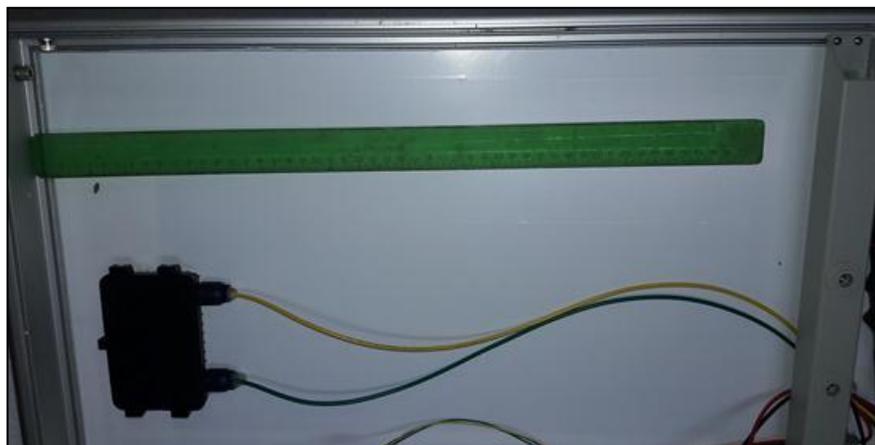


Figura 11. Vista interior terminales del panel solar
Fuente:(Propia)

El panel solar entrega su conexión a través de una caja de rectificación, la cual permite la conexión en paralelo de las celdas y evita retornos de corriente hacia las celdas, constituyéndose en una protección para estas.



Figura 12. Vista interior panel solar
Fuente:(Propia)

Luego de hacer el diseño, se procede a instalar el sistema de monitoreo previamente diseñado. Para lo cual se hace la adquisición de sensores, unidad Rtu y módulos de comunicación. La interconexión se realiza sin afectar la conexión original del panel solar. Esto es en una forma no intrusiva, ara conservar la funcionalidad original del dispositivo.



Figura 13. RTU
Fuente:(Propia)

El centro de operación del sistema de monitoreo es la Rtu, a la cual van conectados los diferentes sensores.

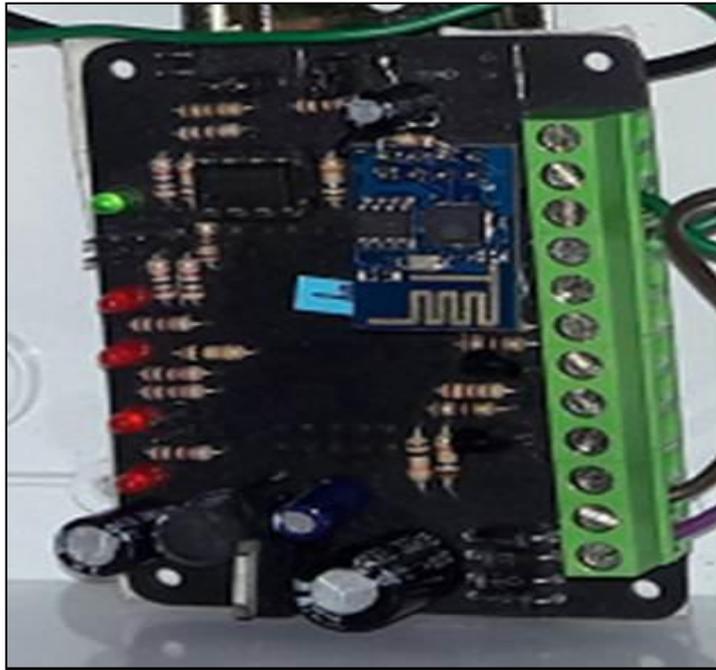


Figura 14. Enrutador de datos
Fuente:(Propia)

El módulo de Rtu va conectado al enrutador de datos, el cual transmite la información a un servidor de almacenamiento de variables.

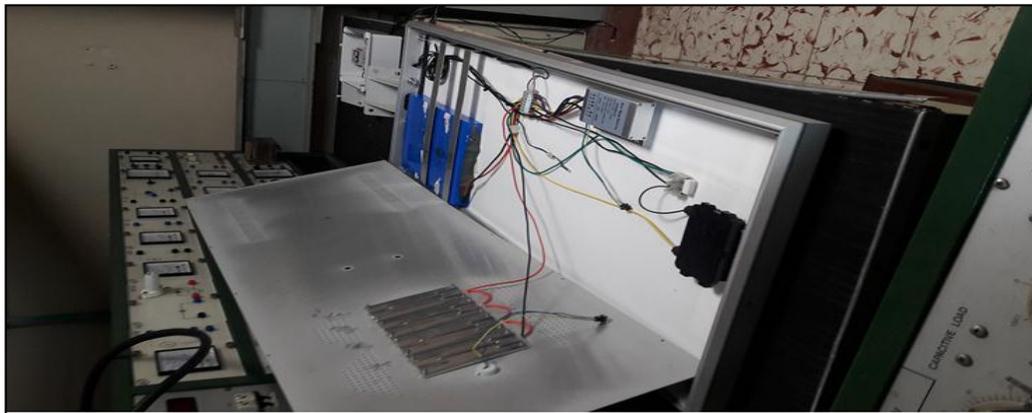


Figura 15. Vista interior panel solar
Fuente:(Propia)

Todos los elementos han sido interconectados para conformar el sistema de monitoreo, el cual realizará la función de captura y transmisión de datos.

Este montaje fue realizado de acuerdo al plano de interconexión, el cual se presenta en forma ampliada en la sección de anexos.

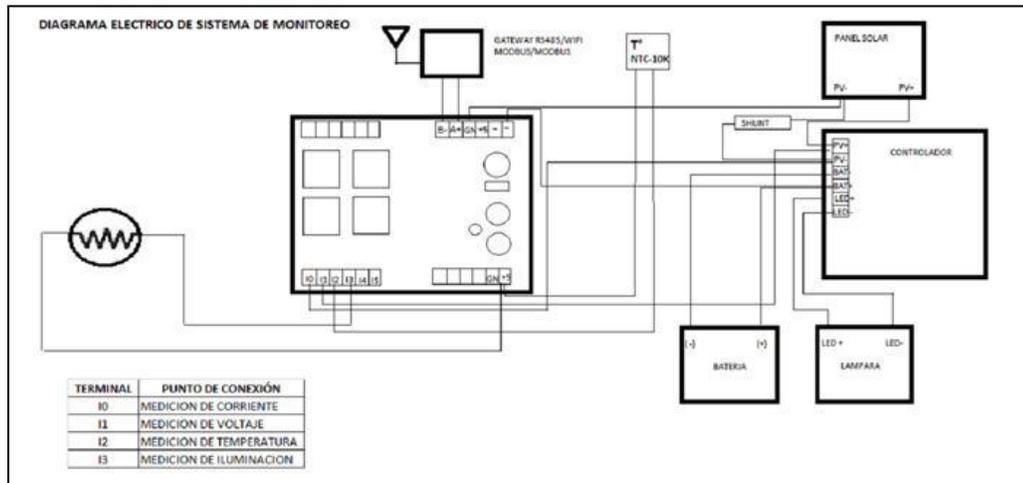


Figura 16. Diagrama eléctrico
Fuente:(Propia)

Posterior a todo esto se realiza la toma de datos para las diferentes variables generadas en el banco de lámparas designadas por la Institución Universitaria Pascual Bravo. Luego de lo cual se hace el análisis y evaluación de resultados.

7 Recomendaciones

Se recomienda utilizar una batería independiente para mantener la alimentación de los módulos de RTU y enrutador de datos. Se recomienda que la batería sea de 12 voltios y como mínimo 3 Ah.

Se recomienda utilizar un sensor de luz día para medir la eficiencia del panel solar, en lugar de utilizar una fotorresistencia, ya que el mencionado sensor mide un espectro más amplio de la luz que llega que lo que hace la fotorresistencia.

En un futuro se puede cambiar el enrutador Wi-Fi por un módulo GPRS para implementar el monitoreo en sistemas de energía solar que estén ubicados en zonas sin cobertura de redes LAN inalámbricas.

Se recomienda continuar este proyecto con análisis de los datos recolectados para generar acciones de mantenimiento y para evaluar el comportamiento de los sistemas de generación solar en diferentes condiciones.

8 Conclusiones

De los resultados del proyecto se concluye que una RTU de 6 entradas análogas es suficiente para monitorear las variables fundamentales de un panel solar con lámpara.

La realización del diseño del tablero de adquisición de datos y su posterior implementación dieron como resultado un sistema de bajo costo para hacer el seguimiento de las variables de un sistema de generación e iluminación solar.

Al conectar el módulo de RTU y el enrutador de datos de la batería del panel solar, ahí pérdida de datos en los momentos en los cuales la batería está muy descargada. En tal caso no se puede detectar la corriente inicial de carga de las baterías.

No es necesario hacer la lectura de las variables con mucha frecuencia pues las variables de un panel solar cambian con poca velocidad. Esto es se debe monitorear las variables en períodos de tiempo mayores o iguales a un minuto.

La fotorresistencia permite detectar el nivel de luminosidad pero la lectura que muestra no refleja el nivel de radiancia que llega al panel fotovoltaico. Como consecuencia de esto no es recomendable utilizar la fotorresistencia para evaluar la eficiencia del sistema.

9 Referencias bibliográficas

Fernández Salgado José, “Guía completa de la energía solar fotovoltaica”, Mundiprensa, 2 edición, 2008.

H. Scheer, “Autonomía energética”, Barcelona, Icaria editorial, 2009.

J. Vidal, “Replanteo y funcionamiento de las instalaciones solares fotovoltaicas”, IC Editorial, 2011.

González Adrián, “Desarrollo de sistema de adquisición de datos de un simulador solar”, 2015.

Keith Emery, “16 Measurement and characterization of solar cells and modules”, 2014.

Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. De Chile, “Reporte Radiación Calama”, 2009.

10 Bibliografía

Organización y control del montaje de instalaciones solares. José Roldan Vilorio.20013.

Análisis y diseño de un sistema SCADA para paneles solares. Jaume Yebra Pérez.2006.

Energía solar fotovoltaica. 2007

Instalaciones solares fotovoltaicas. Roldan. 2010.

Análisis de Circuitos| ingeniería eléctrica| Ciencia| khan academy.

Análisis de Circuitos en Ingeniería 8va edición Willian Hayt-Taringa 2016.

Análisis de Circuitos en Ingeniería -Willam Hayt y Jack kemmerly Quinta edición.

Introducción a las telecomunicaciones modernas. Enrique Herrera Pérez 1998.

Sistemas de comunicaciones electrónicas. Wayne Tomasi-2003.

Tecnología y redes de transmisión de datos. Enrique Herrera Pérez 1998.

Introducción a los sensores. Consejo superior de investigaciones y ciencias. 1987.

Desarrollo de un sistema de monitoreo de las variables. Felipe Saldivia Saldias.2005.

Anexo

