



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN  
DE INGENIEROS EN LA  
ERA DIGITAL



# **DISEÑO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA ALIMENTACIÓN DE UN BANCO DE LUCES DE ATERRIAJE EN EL BATALLÓN DE INFANTERÍA N° 15 GENERAL SANTANDER OCAÑA**

**Edwar Alfredo Alvarez Claro, Angie Fernanda Ruedas Rodríguez, Eduardo José Sánchez Lobo, Duván Sánchez Quintana, Fernando Jesús Regino Ubarnes**

**Universidad Francisco de Paula Santander  
Ocaña, Colombia**

## **Resumen**

En los últimos años ha aumentado la inversión en el desarrollo de aplicaciones para la producción de energía que funcionen con recursos renovables, dichas fuentes de energía están disponibles en el entorno, por lo tanto, se requiere una buena administración de los recursos locales.

Las energías provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales del planeta, haciendo posible que se disponga de estos recursos de manera permanente. Las energías alternativas o renovables son las que se aprovechan directamente de los recursos considerados inagotables como el sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación, el oleaje del mar o el calor interno de la tierra entre otros, además, en el mundo entero el término renovable se asocia con la disminución de emisiones contaminantes y con la "no-producción" de desechos, lo cual contribuye a la disminución de los efectos del cambio climático.

Dado lo anterior se puede decir que la energía solar es la más abundante y más limpia fuente de energía renovable disponible, y Colombia posee uno de los índices más altos de radiación solar en América. El presente proyecto está encaminado al diseño de una planta de energía solar fotovoltaica, dado que el potencial de radiación solar en la provincia de Ocaña del departamento de Norte de Santander oscila entre 4.5 y 5 Kwh/m<sup>2</sup> durante el año, lo cual supera el valor promedio mundial de 3.9 Kwh/m<sup>2</sup>.

En el batallón de infantería N°15 Santander se requiere alimentar un sistema luminario para mejorar las condiciones de aterrizaje, despegue y carreteo en la zona del helipuerto, puesto que

se dificulta el aterrizaje nocturno de los helicópteros. Debido a esto se diseñó un sistema de alimentación con paneles fotovoltaicos para proveer energía suficiente que permita el correcto funcionamiento de un banco de luces infrarrojas, que mejoren las condiciones de aterrizaje nocturno.

**Palabras clave:** energía solar fotovoltaica; radiación solar; almacenamiento de energía

### **Abstract**

*In recent years has increased investment in the development of applications for energy production that run on renewable resources, such energy sources are available in the environment, therefore, requires good stewardship of local resources.*

*Energy comes from resources that are related to the natural cycles of the planet, making it possible to make these resources available on a permanent basis. Alternative or renewable energies are those that take direct advantage of resources considered inexhaustible such as the sun, wind, water bodies, vegetation, the waves of the sea or the internal heat of the earth, among others. In addition, throughout the world the term renewable is associated with the reduction of polluting emissions and with the "non-production" of waste, which contributes to reducing the effects of climate change.*

*Given the above, it can be said that solar energy is the most abundant and cleanest source of renewable energy available, and Colombia has one of the highest rates of solar radiation in the Americas. The present project is aimed at the design of a photovoltaic solar energy plant, given that the solar radiation potential in the province of Ocaña in the department of Norte de Santander oscillates between 4.5 and 5 Kwh/m<sup>2</sup> during the year, which exceeds the world average value of 3.9 Kwh/m<sup>2</sup>.*

*In infantry battalion No. 15 Santander is required to feed a lighting system to improve landing conditions, takeoff and taxiing in the heliport area, since it is difficult to land helicopters at night. Due to this, a power system was designed with photovoltaic panels to provide enough energy to allow the correct operation of a bank of infrared lights, which improve night landing conditions.*

**Keywords:** photovoltaic solar energy; solar radiation; energy storage

## **1. Introducción**

En los últimos años, el planeta ha tenido cambios ocasionados por el uso de energías no amigables con el medio ambiente, éstas han generado cambios en el ecosistema debido a el proceso de obtención de dichos recursos naturales y el gran consumo de energía eléctrica que demanda la humanidad (Meinel & Meinel, 1982).

Una de las tendencias que ha tenido un auge en el avance tecnológico ha sido el desarrollo de la energía solar fotovoltaica, como una de las alternativas que brinda mitigar el daño causado por la



**DISEÑO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA ALIMENTACIÓN DE UN BANCO DE LUCES DE ATERRIZAJE EN EL BATALLÓN DE INFANTERÍA N° 15 GENERAL SANTANDER OCAÑA**

aeronáutica civil de Colombia para la instalación del alumbrado de los helipuertos. A continuación, se presentan algunos cálculos realizados para la ejecución del diseño del banco de luces del helipuerto en el batallón de infantería número 15 General Santander.

De acuerdo al plano y estudio realizado, se establece la utilización de 42 lámparas para un consumo total requerido mínimo de 3100Wh, ubicadas en las siguientes coordenadas:

Latitud: 8.22159295 grados

Longitud: -73.32493 grados



Fuente: GoogleMaps

Según los datos tomados del IDEAM como lo es la radiación mes a mes, se determina que abril presenta un menor índice de radiación con 3.6KWh/m<sup>2</sup> con una energía mensual de 93KWh y un factor de energía de 1,16.

Se procede a calcular el rendimiento de la instalación con la siguiente ecuación

$$R = 1 - \left[ (1 - b - c - v) \times a \times \frac{N}{Pd} \right] - b - c - v$$

Donde  $b$  es el coeficiente de pérdidas por las baterías,  $c$  es el coeficiente de pérdidas en el inversor,  $v$  es el coeficiente de otras perdidas en la instalación,  $a$  es el coeficiente de descarga de las baterías,  $N$  es el número de días de autonomía y  $Pd$  es la profundidad de descarga, obteniendo un resultado de 0,6407.

Luego se calcula la energía necesaria para el sistema teniendo en cuenta el mes más crítico:

$$E = \frac{Et}{R} (Wh / dia)$$

Donde  $Et$  Es la energía en el mes más Crítico (Abril), obteniendo una energía necesaria de 4838,45Wh.

## 2.1. Paneles Solares

Los paneles fotovoltaicos son dispositivos que pueden transformar la energía solar en energía eléctrica, están constituidos por celdas que funcionan de acuerdo con el principio del efecto fotoeléctrico(SunSupply, 2017).

Para la obtención del número de paneles, de acuerdo a la potencia requerida por el sistema, teniendo en cuenta los siguientes datos obtenidos, tenemos:

VARIABLES	VALOR
Declinación solar ( $\delta$ )	-23.371
ángulo de salida del sol ( $W_s$ )	-86,419
Angulo de salida del sol sobre un plano inclinado ( $W_{ss}$ )	-90,497
inclinación del lugar ( $\beta$ )	9,3731
factor de excentricidad ( $E_o$ )	1,032
radiación sobre el plano horizontal ( $H_d, m(0)$ )	81,55Wh/m <sup>2</sup>
índice de claridad ( $K_m$ )	0,530
fracción difusa de la radiación ( $F_{dm}$ )	0,40
radiación difusa ( $D_d M(0)$ )	1881,27Wh/m <sup>2</sup>
radiación que llega al plano inclinado ( $H$ )	2818,726Wh/m <sup>2</sup>
factor de corrección ( $K$ )	1,130
radiación directa sobre el plano inclinado ( $H(\beta, \alpha)$ )	3185,391Wh/m <sup>2</sup>
radiación difusa sobre el plano inclinado ( $D(\beta, \alpha)$ )	1868,714WH/m <sup>2</sup>
Radiación albedo sobre el plano inclinado ( $Al(\beta, \alpha)$ )	6,275WH/m <sup>2</sup>
radiación total sobre el plano inclinado ( $G(\beta, \alpha)$ )	5060,381Wh/m <sup>2</sup>
horas pico solares ( $HPS(h)$ )	5,060 horas
potencia pico ( $P_p$ )	956,144W

$$N_p = \frac{P_p}{0,9 \times P_{\text{modulo}}}$$

Donde  $P_{\text{modulo}}=250W$ ; se encuentra un número necesario de paneles de 4,249, aproximando a 5 paneles con un modulo de 250 W.

## 2.2. Acumuladores o Baterías

Son los elementos encargados de realizar la función de almacenar energía cuando la producción fotovoltaica exceda la demanda de la aplicación, para entregarla al usuario en forma de corriente continua. Este elemento resulta ser de gran importancia en la aplicación de paneles solares, debido a su papel principalmente de acumulación de la energía y la estabilización de la tensión de la respectiva instalación(Agusta, 2009).

Para el cálculo del consumo de batería se tiene en cuenta una capacidad de descarga de 75%, una autonomía de un día, un voltaje de 12V. y un factor de corrección de temperatura de 1.

$$C_{ne} = \frac{E(L_{md}) * N}{P_{DE} * F_{CT}}$$

Obteniendo como resultado una capacidad nominal de la batería de 537,606Ah por lo cual se seleccionaron 6 baterías de litio de 6Ah a 12V.

### **2.3. Dimensiones del Regulador**

Son elementos que permiten cargar las baterías adecuadamente y evitar adicionalmente sobrecargas y descargas excesivas de las baterías. Siempre que se use baterías en algún sistema fotovoltaico debe haber también algún tipo de regulador que soporte las necesidades de la batería (Agusta, 2009).

$$I_{ent} = FS * I_{CS} * N_p$$

Corriente de corto circuito del panel (ICS): 8,65 depende del panel a utilizar

Factor de seguridad (FS): 1,3

$$I_{ent} = 56,225A$$

$$I_{sal} = \frac{FS * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{Bat}}$$

Potencia en corriente alterna (PAC): 3100Wh

Potencia en corriente directa (PDC): 0

Eficiencia del inversor ( $\eta_{inv}$ ): 0.9

$$I_{sal} = 373,14815A$$

### **2.4. Dimensiones del Inversor**

Sabiendo que los paneles solares entregan corriente directa o continua, se hace necesario el uso de inversores de corriente; para conversión de la misma; en caso de requerirse de corriente directa o continua (DC o CC) a corriente alterna, para alimentar algunos puntos de iluminación u electrodomésticos, que trabajan necesariamente con corriente alterna (Agusta, 2009).

$$P_{inv} = FS * P_{AC}$$

Factor de seguridad (FS): 1.3

$$P_{inv} = 4030Watt$$

## **3. CONCLUSIONES**

- 3.1 Al hacer la respectiva medición del área del helipuerto se logró identificar y delimitar los obstáculos de ubicación de luces y paneles solares teniendo en cuenta los ángulos de radiación y condiciones geográficas que dificultan el aterrizaje y despegue de sus aeronaves.

3.2 Debido a que los componentes de los helipuertos son especializados no son de fácil adquisición, además de eso requieren de un presupuesto elevado por lo que se requiere ser lo más estrictos posibles en el cálculo para la optimización de recursos.

3.3 Se realizó el diseño topográfico que es de vital importancia para tener una visión y dimensionamiento del sistema a implementar.

3.4 De acuerdo a las normas y recomendaciones mencionadas en el anterior artículo y el análisis topográfico se estableció el uso de 42 lámparas infrarrojas alimentadas por 5 paneles fotovoltaicos de 250W.

#### **4. REFERENCIAS**

- Agusta. (2009). Solar 2009, 1-5.
- business as unusual. (2019). Energía solar fotovoltaica y su contribución | ACCIONA. Recuperado 13 de junio de 2019, a partir de <https://www.accion.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>
- Meinel, A. B., & Meinel, M. P. (1982). *Aplicaciones de la energía solar*. Reveré.
- SunSupply. (2017). Componentes de un sistema de energía solar fotovoltaico. Recuperado 14 de junio de 2019, a partir de <https://www.sunsupplyco.com/componentes-de-un-sistema-de-energia-solar/>

#### **Autores**

- **Edwar Alfredo Álvarez Claro:** Estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. [eaalvarezc@ufpso.edu.co](mailto:eaalvarezc@ufpso.edu.co)
- **Angie Fernanda Ruedas Rodríguez:** Estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. [afruedasr@ufpso.edu.co](mailto:afruedasr@ufpso.edu.co)
- **Eduardo José Sánchez Lobo:** Estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. [ejsanchezl@ufpso.edu.co](mailto:ejsanchezl@ufpso.edu.co)
- **Duván Sánchez Quintana:** Estudiante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. [dsanchezq@ufpso.edu.co](mailto:dsanchezq@ufpso.edu.co)
- **Fernando Jesús Regino Ubarnes:** Ingeniero Electrónico, Magíster en Automatización Industrial, Docente ocasional tiempo completo de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. [fjreginou@ufpso.edu.co](mailto:fjreginou@ufpso.edu.co)

---

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)