

APÉNDICE I

1. Diseño del modelo de energía

En esta sección se presenta el desarrollo del sistema de energía fotovoltaica, su estructura y la función que cumplen cada uno de los elementos para brindarle autonomía al sistema.

1.1.Módulo solar

Cuándo se desea realizar un modelo del módulo solar necesariamente se debe tener en cuenta los efectos de recombinación, las pérdidas del material semiconductor que están ligadas a los procesos químicos de dopado, fabricación y manufactura del elemento.

Entre las principales pérdidas se destacan pérdidas en serie y pérdidas en paralelo. Las primeras hacen referencia a las que se encuentran relacionadas con la resistencia del semiconductor que se opone al flujo de la corriente que viaja a través del material entre emisor y base de la celda solar y los contactos metálicos. Estas pérdidas son inherentes a las propiedades del material. [42]

En cambio, las pérdidas en paralelo están asociadas con la tecnología de fabricación de las películas delgadas que tiene el material semiconductor. Dichas pérdidas están localizadas en la capa del emisor o en el perímetro de celdas en paralelo, y para efectos de representación circuital se reúnen bajo un resistor R_{sh} en paralelo con el diodo difusor. [42]

1.1.1. Consumo de energía modulo solar

Para hallar el consumo de energía, se conectaron todos los elementos del sistema. Una vez hecho esto, se midió el voltaje y la corriente del sistema estando este en funcionamiento.

Se realizaron las mediciones y se conoció que el voltaje del sistema es de 12,5 V , la corriente oscila entre 450 ma Y 500ma debido a que la corriente aumenta cuándo el módulo SIM900 transmite las variables hacia los bases de datos.

Una vez hallada la potencia por medio de la (1.1):

$$W = V.I \text{ (1.1)}$$

$$W = (12,50 \text{ V}) * (500 \times 10^{-3})$$

$$W = 6,25 \text{ W}$$

El cálculo de la energía consumida se da por medio de la fórmula (1.2):

$$E_{consumida} = P_{consumida} * T_{Funcionamiento} \text{ (1.2)}$$

$$E_{consumida} = 6,25 \text{ W} * 24$$

$$E_{consumida} = 150 \text{ W}$$

Considerando una autonomía de 24 horas y potencia máxima de 6,25W se calcula el consumo de energía mediante la ecuación (1.2) obteniéndose un valor de 150W-h

Considerando una relación de energía generada y consumida de 1.1 y tomando información sobre radiación solar local del peor mes se calcula las horas de radiación normalizada a 1000W, se calcula el tiempo obteniendo 4.5 h/día (valor tomado de Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia) ,para el cálculo de la potencia del panel se utiliza la fórmula (1.3).

$$P_{panel} = \frac{E_{consumida} * 1.1}{Horas_{Radiación_{1000W}}} (1.3)$$

$$P_{panel} = \frac{150 * 1.1}{4,5} = 36,66 \text{ W}$$

Se busca un panel con el valor comercial más cercano, en este caso es 40W.

Para el calcular la potencia generada por día en el peor mes utilizamos la fórmula (1.4).

$$E_{generada} = Potencia_{panel} * Horas_{Radiación_{1000W}} (1.4)$$

$$E_{generada} = 36,66 * 4,5 = 165W - h$$

Donde se obtiene que la energía generada por día es de 165W-h.

1.2.Batería

En sistemas solares y eólicos, las baterías tienen que dar la energía sobre un tiempo largo y frecuentemente se descargan a niveles bajos. Dichas baterías de tipo ciclo profundo tienen capas de plomo gruesas que además brindan la ventaja de prolongar la vida útil de estas. Esas baterías son relativamente grandes y pesadas por el plomo. Se encuentran compuestas de celdas de 2 voltios que se juntan en serie para lograr baterías de 6, 12 o más voltios.

La función de esta batería está ligada con el regulador de voltaje y el panel de energía solar, debido a que la energía que recibe el panel solar es administrada por el regulador de voltaje quién envía la energía solar a la batería, esta es almacenada y utilizada cuándo el sistema deje de recibir radiación solar.

1.2.1. Cálculo autonomía del sistema

Para el cálculo de la autonomía del sistema se determina la capacidad de la batería por medio de la fórmula (1.5):

$$C_{Bateria} = \frac{E_{consumida} * \text{Número días autonomía}}{\text{Profundidad}_{descarga} * \text{Tensión}_{Bateria}} \quad (1.5)$$

$$C_{Bateria} = \frac{150 \text{ W} * 2}{0,7 * 12V}$$

$$C_{Bateria} = 35,71 \text{ AH}$$

Considerando la tensión en la batería 12V, buscando tener una profundidad de descarga en la batería de 0.7 y considerando que en el peor de los casos ausencia de radiación será de 2 días se procede a calcular que la mínima capacidad de la batería es de 35,71 AH.

1.2.2. Cálculos carga de la batería

Una vez hallada la potencia del sistema, se calculó el tiempo de carga de la batería por medio de la ecuación:

$$\text{Tiempo de carga de batería} = \frac{\text{Potencia baterías} * \text{horas}}{\text{Potencia sistema}}$$

$$\text{Tiempo de carga de batería} = \frac{6,25W * 12h}{12W}$$

$$\text{Tiempo de carga de batería} = 6,25 \text{ h}$$

1.3.Regulador

Una parte crucial en el sistema fotovoltaico es el manejo eficiente de la energía, para de ese modo evitar que la batería entre en estados de sobrecarga o sobre descarga. Por esto, la eficiencia en la conversión de energía es vital, y no solo la transformación de la energía lumínica a la eléctrica, sino también en cómo está distribuida en los componentes del sistema.

Con lo anterior dicho, se seleccionó un regulador que cumpliera con dichas características como en el caso del regulador de carga solar Steca Solaris PRS que ofrece un diseño moderno, un display que permite monitorear el estado de carga de la batería y finalmente todo a un precio asequible.

Este regulador brinda protección contra sobrecarga, descarga total, polaridad inversa de los módulos, carga y batería. Además, brinda protección contra un cortocircuito de la carga y los módulos solares, protección contra sobretensión en la entrada del módulo, protección contra circuito abierto sin batería, protección contra sobre temperatura y sobrecarga.

1.4.Producción de energía de un sistema fotovoltaico

La cantidad de energía producida por el sistema fotovoltaico depende básicamente de la eficiencia de los módulos y de la irradiación solar, o de la radiación solar incidente.

La radiación solar incidente en la tierra tiene un valor variable en función de la distancia entre la Tierra y el Sol, o de la latitud de la localidad dónde se encuentran instalados los módulos fotovoltaicos. También, es importante la inclinación de los módulos, debido a que una correcta inclinación influye mucho en la cantidad solar que es captada por el panel y por esto la cantidad de energía eléctrica producida puede ser mayor.

1.4.1. Funcionamiento sistema de energía fotovoltaico

Una vez captada la energía por el panel de energía fotovoltaica, la energía generada viaja hacia el regulador de voltaje dónde es distribuida. Durante las horas en las que exista radiación solar, un porcentaje de la energía se dirige hacia la batería, mientras que el porcentaje restante se dirige hacia los módulos que se encuentran en funcionamiento dentro de la estación meteorológica, con el fin de que cuando exista ausencia de radiación solar, exista la cantidad de carga necesaria en las baterías para que el sistema pueda seguir funcionando.

Todo el proceso de obtención, distribución y almacenamiento de la energía realizado por el sistema le brinda autonomía la cual se ve evidenciada en los cálculos del consumo de energía por parte del módulo solar y consumo de energía de baterías.