



## **Medición y adquisición de datos para una estación meteorológica alimentada con energía solar**

Jairo García-Domínguez<sup>1</sup>, Jorge Alberto Azuara-Jiménez<sup>1</sup>, Adriana Paulina Aranzolo-Sánchez<sup>1</sup>, Eleazar Campero

Ángeles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huichapan

Domicilio Conocido El Saucillo s/n El Saucillo, Huichapan Hidalgo, México

\*Autor de correspondencia: [jgarcia@iteshu.edu.mx](mailto:jgarcia@iteshu.edu.mx)

Recibido 22 de agosto de 2020; aceptado 27 de septiembre de 2020

### **RESUMEN**

Disponer de información meteorológica confiable y representativa de una zona contribuye al buen desarrollo y ejecución de proyectos de energías renovables, ya que en ellos las características de los recursos naturales renovables son de gran importancia. La medición y almacenamiento de los parámetros de algunas variables climatológicas pueden llevarse a cabo mediante la utilización de una estación meteorológica. El objetivo del presente trabajo es desarrollar un sistema de medición y adquisición de datos para una estación meteorológica utilizando hardware y software libre para su implementación. La integración del sistema se lleva a cabo mediante la interconexión de componentes electrónicos, así como diversos sensores para obtener mediciones que puedan ser procesadas por una tarjeta de adquisición de datos cuya programación se lleva a cabo mediante software de uso libre, además de alimentar dicho sistema mediante energía solar fotovoltaica. Como resultado se tiene una base de datos de las mediciones de algunas variables climatológicas tales como: temperatura, humedad relativa y radiación solar. La base de datos obtenida es de gran utilidad para la formulación de proyectos de energía solar fotovoltaica y eólica.

**PALABRAS CLAVE:** Solar fotovoltaica, variables climatológicas, arduino

### **ABSTRACT**

Having reliable and representative meteorological information of an area contributes to the good development and execution of renewable energy projects, since in them the characteristics of renewable natural resources are of great importance. The measurement and storage of the parameters of some climatological variables can be carried out through the use of a weather station. The objective of the present work is to develop a measurement and data acquisition system for a meteorological station using hardware and free software for its implementation. The integration of the system is carried out through the interconnection of electronic components, as well as various sensors to obtain measurements that can be processed by a data acquisition card whose programming is carried out by free software, in addition to feeding said system using photovoltaic solar energy. As a result we have a database of measurements of some climatological variables such as: temperature, relative humidity and solar radiation. The database obtained is very useful for the formulation of photovoltaic and wind solar energy projects.

**KEY WORDS:** Solar photovoltaic, climatological variables, arduino

## INTRODUCCIÓN

La medición de variables meteorológicas ha crecido en importancia ya que la información suministrada por las estaciones es vital para monitorear el cambio climático, el comportamiento de las cuencas hidrográficas y en la determinación de recursos eólicos y solares (Ruiz et. al 2018).

De acuerdo a Pardo y Castellanos (2017), el registro permanente de variables climatológicas durante largos periodos de tiempo en zonas remotas, inhóspitas o de difícil acceso, aunado a no contar con la presencia de personal que se encargue de proporcionar datos con poco porcentaje de error, hace que aparezca la necesidad de automatizar las estaciones meteorológicas.

Para la implementación de estaciones meteorológicas, es necesario la utilización de diversos componentes, entre ellos sensores y microcontroladores. Serna et al. (2010) menciona que, los sensores imitan la capacidad de percepción de los seres humanos, por ello es cada vez más usual encontrarlos incorporados a cualquier área tecnológica. Los sensores son por tanto dispositivos electrónicos que nos permiten interactuar con el entorno, de forma que nos proporcionan información de ciertas variables que nos rodean para poder procesarlas y así generar ordenes o activar procesos.

Los sensores electrónicos han ayudado a medir con

mayor exactitud las magnitudes físicas; no se puede hablar de los sensores sin sus acondicionadores de señal, ya que normalmente entregan señales muy pequeñas y es muy importante equilibrar sus características, con las del circuito que le permiten adquirir, acondicionar, procesar y actuar con las señales (Rodríguez et al. 2007). Los acondicionadores de señal son circuitos que convierten los parámetros eléctricos de salida de los sensores en una señal eléctrica (generalmente corriente, voltaje o frecuencia) que se puede medir fácilmente (Miguel y Bolado, 2010).

En un sistema de medición es necesario adquirir la información que nos proporcionan los sensores (en forma de señales analógicas o digitales), procesarla, presentarla y en algunas ocasiones se requiere registrarla para un procesamiento posterior, las funciones antes mencionadas pueden ser llevadas a cabo por algún microcontrolador. Un microcontrolador es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de poder ser programado para ejecutar una serie de instrucciones previamente definidas, es decir, un microcontrolador es un computador completo (aunque con prestaciones limitadas).

Arduino es una gama de circuitos electrónicos open source, basados la mayor parte en un microcontrolador del fabricante Atmel. Estos circuitos integran los componentes necesarios para permitir un uso rápido y sencillo del microcontrolador. Las tarjetas Arduino están equipadas con conectores estandarizados para conectar módulos compatibles, llamados shields que ofrecen extensiones de hardware permitiendo añadir funcionalidades originales a los proyectos (Goilav y Geoffrey, 2016). La plataforma Arduino se convierte en una herramienta poderosa para la solución de problemas, considerando que la programación de las placas electrónicas se realiza mediante software de uso libre. Arduino fue creado con el propósito de ser una plataforma extremadamente fácil de usar en comparación con otras, lo que hace ideal tanto para desarrolladores experimentados como para principiantes para la realización de proyectos (Pedrera, 2017).

Una de las dificultades de las estaciones meteorológicas se presenta cuando no existe disponibilidad de energía eléctrica para alimentar los componentes de la misma, situación que puede ser solventada con el uso de una fuente de energía renovable.

Las energías renovables ofrecen la posibilidad de

generar electricidad y calor prácticamente sin emisiones, a bajos precios de operación y de manera sostenible. Junto con esto, cada país tiene un lógico interés en aprovechar sus recursos renovables locales (Grzesiak, 2016).

Los módulos fotovoltaicos son sistemas que permiten la captación de la luz emitida por el sol y su conversión directa en energía eléctrica (Saénz et al. 2013). En los últimos años los sistemas solares fotovoltaicos han tenido un auge en su utilización en zonas aisladas, industriales, agropecuarias e incluso urbanas, como respuesta a la problemática del abastecimiento energético mundial y como fuente de energía amigable con el medio ambiente (Figueroa et al. 2017).

Existen dos tipos de configuración de sistemas fotovoltaicos: interconectados y aislados o autónomos. Los sistemas solares fotovoltaicos aislados están diseñados a la medida. Este tipo de instalaciones tienen la particularidad de que su tamaño debe diseñarse para un consumo que, aunque normalmente puede estimarse, a veces es difícil predecir (Serrano, 2016). Pareja (2008), menciona que un sistema aislado se trata de un sistema autoabastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica en el suministro de una instalación aun cuando no esté disponible la luz solar, permitiendo almacenar la energía en baterías quienes

determinan la autonomía del sistema.

Teniendo en cuenta, el elevado costo de los instrumentos de medición, y que en general este tipo de equipos se manufacturan en el extranjero representando un importante obstáculo para evaluar los recursos naturales (Vera et al. 2016), además de la dificultad para alimentar de energía las estaciones meteorológicas se pueden desarrollar sistemas de medición con materiales de bajo costo, alimentados con fuentes alternas de energía, que permitan almacenar y visualizar los datos medidos, y así llevar a cabo una evaluación rápida de variables climatológicas de interés para la implementación de proyectos de energías renovables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la medición y registro de las variables climatológicas se desarrolló la presente metodología basada en el uso de sensores de bajo costo e implementación de componentes electrónicos, que, al ser combinadas con tarjetas de adquisición de datos diseñadas para ser programadas mediante software libre, dan como resultado un poderoso sistema de medición y adquisición de datos que puede ser integrado en una estación meteorológica.

A continuación, se enumeran las etapas llevadas a cabo durante el desarrollo del presente trabajo.

### Selección de sensores

Para llevar a cabo la medición de la temperatura y humedad relativa del ambiente, se eligió el sensor DHT22 que es un sensor digital de bajo costo calibrado desde fábrica y que presenta mejores características respecto al DHT11 (Algunos datos comparativos pueden verse en la tabla 1), tales como mejor resolución, mayor precisión y un empaque más robusto. El voltaje de alimentación del sensor oscila en un rango de 3-5 Volts de corriente continua.

**Tabla 1** Comparativa entre los sensores DHT11 Y DHT22

*Fuente: Elaboración propia*

Parámetro	DHT11	DHT22
Rango de medición de humedad	20-90 % HR	0-100 % HR
Precisión de humedad	+5 % HR	+2 % HR
Rango de medición de temperatura	0 hasta 50°C	-40 hasta 50°C
Precisión de temperatura	+ 2 °C	+ 0.5 °C

La medición de la radiación solar se llevó a cabo mediante el uso de una celda solar de 7 V de salida. La cual fue caracterizada y calibrada con un solarímetro Solar Power Meter PCE-SPM1 obteniendo valores de intensidad de

corriente respecto a radiación solar, para su posterior utilización como un sensor analógico de radiación solar.

La lectura de los valores entregados por los sensores se llevó a cabo mediante una placa electrónica basada en el microcontrolador ATmega328 (ARDUINO UNO) misma que cuenta con 14 entradas/salidas digitales y 6 entradas analógicas, características suficientes para poder llevar a cabo la integración del sistema, mientras que los datos se almacenaron en un módulo SD card para arduino.

### Código de programación

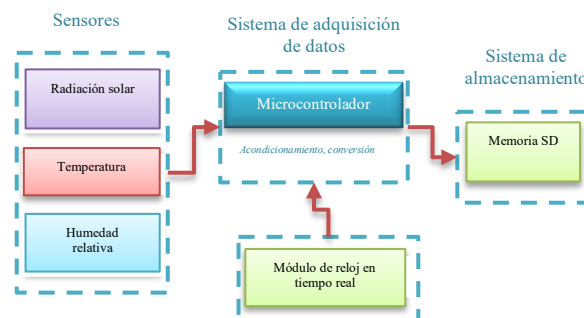
El código de programación para la lectura de sensores, procesamiento y almacenamiento de los valores medidos, se escribió en el IDE de arduino, utilizando como herramienta fundamental una computadora personal, finalmente el código se compiló y se descargó en la tarjeta ARDUINO UNO para verificar su correcto funcionamiento.

### Integración del sistema

La integración del sistema consistió en interconectar los sensores en las entradas habilitadas para llevar a cabo la lectura de los mismos y asociarlos con la fecha y hora de un módulo de reloj de tiempo real. Posteriormente se realizó el procesamiento de la información y se

guardaron los datos en forma de tabla en una memoria SD que puede ser leída fácilmente con algún editor de texto o una hoja de cálculo y de esta manera contar con bases de datos de variables climatológicas, como se muestra en la figura 1.

Para verificar la funcionalidad del sistema se compararon las mediciones realizadas por el sistema implementado contra las mediciones obtenidas por una estación meteorológica comercial.



**Figura 1.** Sistema de medición de variables climatológicas  
*Fuente: Elaboración propia*

### Sistema de generación de energía

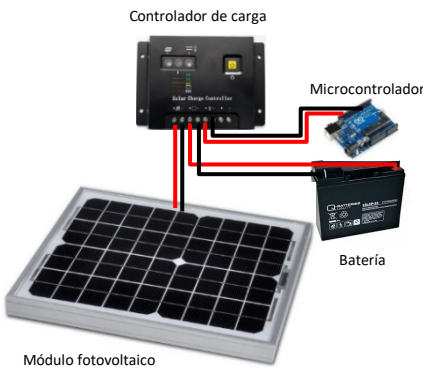
Se propuso un sistema de generación de energía renovable, la energía generada durante las horas de sol se almacena en la batería la cual garantiza su disponibilidad para el consumo de los elementos de la estación meteorológica.

El sistema consta de los siguientes elementos:

**Tabla 2.** Elementos del Sistema de alimentación solar  
Fuente: *Elaboración propia.*

Elemento	Características
<b>Módulo fotovoltaico</b>	Dimensiones (mm): 350*295*25 Potencia máxima 10 W Voltaje a máxima potencia: 17.8V Corriente a máxima potencia: 0.56 A Voltaje de cortocircuito (Voc): 21.2 V Corriente de cortocircuito (Isc): 0.6 A
<b>Controlador solar de carga</b>	10 A, 12/24V
<b>Batería</b>	Recargada sellada de ácido-plomo 12Vcc – 18 Ah

Posteriormente se estableció la interconexión de los elementos que componen el sistema fotovoltaico aislado (figura 2).



**Figura 2.** Esquema del sistema de alimentación de energía solar autónomo  
Fuente: *Elaboración propia*

Con las características del sistema de acumulación, se realizó el cálculo de la energía almacenada en la batería (Vallina, 2010), para ello se utilizó la ecuación 1.

$$Energía\ almacenada = Cap_{bat} * Volt_{bat} \quad (1)$$

Posteriormente se realizó el cálculo del consumo medio diario con la ecuación 2:

$$Energía\ almacenada = \frac{L_D * F_{SB}}{PD_{max}} \quad (2)$$

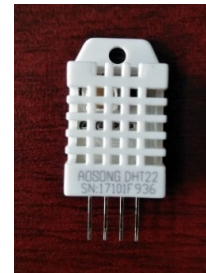
Donde:

- Cap<sub>bat</sub>: Capacidad de la batería (Ah)
- Volt<sub>bat</sub>: Tensión nominal de la batería (Volts)
- L<sub>D</sub>: Consumo medio diario (Wh)
- F<sub>SB</sub>: Días de autonomía
- PD<sub>max</sub>: Profundidad máxima de descarga (%)

## RESULTADOS

### Selección de sensores y componentes

El sensor DHT22 que se muestra en la figura 3 es el encargado de obtener las mediciones de temperatura y humedad relativa del ambiente, con la ventaja de que su señal de salida digital la envía a través de un solo bus.



**Figura 3** Sensor de temperatura y humedad DHT22  
Fuente: *Elaboración propia*

Fue necesario identificar las terminales como se muestra en la tabla 3 para realizar la interconexión con la tarjeta ARDUINO UNO.

**Tabla 3.** Secuencia del número de pines: 1 2 3 4 (de izquierda a derecha)

Fuente: *Elaboración propia*

Pin	Función
1	VCC---Alimentación
2	Señal de datos
3	No conectar
4	GND

En la siguiente tabla se muestra la caracterización de la celda fotovoltaica de 7 V que funcionó como sensor

analógico de radiación solar.

**Tabla 4.** Caracterización de celda solar

Fuente: *Elaboración propia*

W/m <sup>2</sup>	Volts	Amperes
135	4.8	0.01
145	5	0.01
155	5.1	0.01
165	5.2	0.011
170	5.3	0.011
180	5.4	0.011
190	5.5	0.011
200	5.5	0.011
220	5.6	0.012
250	5.8	0.012
300	5.9	0.013
400	6	0.013
550	6.2	0.014
600	6.1	0.015
700	6.5	0.016
800	6.8	0.017
900	6.8	0.018
1000	7	0.019

La tarjeta ARDUINO UNO (Figura 4) es el componente medular del sistema de medición y adquisición de datos, pues es la encargada de llevar a cabo la lectura, procesamiento y administración de la información para que pueda ser almacenada y se pueda disponer de ella.



**Figura 4.** Placa electrónica ARDUINO UNO

Fuente: *Fotografía propia*

## Código de programación

Se realizó la programación en IDE Arduino (figura 5), habilitando como entradas analógicas y digitales algunos pines para la lectura de sensores, interconectando la tarjeta con un módulo de reloj en tiempo real y adaptando un módulo para tarjeta SD donde se almacenó la información generada. El código que se desarrolló se muestra a continuación.

```
Datalogger_final Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Datalogger_final
/*
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE HUICHAPAN - DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES
CÓDIGO PARA ARDUINO UNO UTILIZADO PARA MEDIR TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA Y RADIACIÓN SOLAR.
*/
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <DHT.h>
#define DHTPIN 2 // Pin donde se conecta el sensor de humedad y temperatura
#define DHTTYPE DHT22 // Sensor DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
const int sensorPin = A0; // Pin donde se conecta el sensor de radiación
int sensorValue; // variable que almacena el valor raw (0 a 1023)
float value; // variable que almacena el valor (2.5 a 5.0)
uint8_t second, minute, hour, wday, day, month, year, ctrl;
File myFile;

void setup()
{
// Reloj
pinMode(A3, OUTPUT);
digitalWrite(A3, HIGH);
pinMode(A2, OUTPUT);
digitalWrite(A2, LOW);
Wire.begin();
Serial.begin(9600);
Serial.print("Iniciando SD ...");
if (!SD.begin(4)) {
Serial.println("No se pudo inicializar");
return;
}
Serial.println("inicializacion exitosa");

if (SD.exists("datalog.txt")) {
Serial.println("El archivo ya existe... ");
}
else {
myFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);//abrimos el archivo
if (myFile){
myFile.print("FECHA");
myFile.print(",");
myFile.print("HORA");
myFile.print(",");
myFile.print("TEMPERATURA");
myFile.print(",");
myFile.print("HUMEDAD RELATIVA");
myFile.print(",");
myFile.print("RADIACIÓN SOLAR");
}
myFile.close(); //cerramos el archivo
}
}

Compiado
```

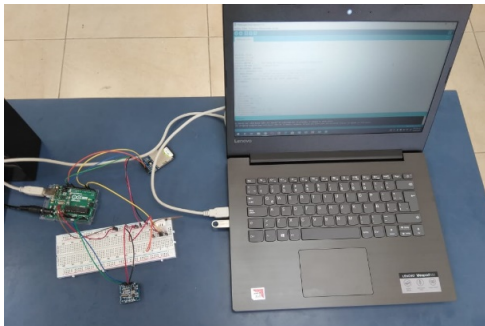
**Figura 5.** Código de programación elaborado para el sistema de medición y adquisición de datos

Fuente: *Elaboración propia*



## Integración del sistema

Se interconectaron los elementos que integran el sistema: sensor de humedad relativa y temperatura, sensor de radiación solar, módulo de reloj en tiempo real (RTC) modelo Pcf8563. y módulo para tarjeta SD, como se muestra en la figura 6.



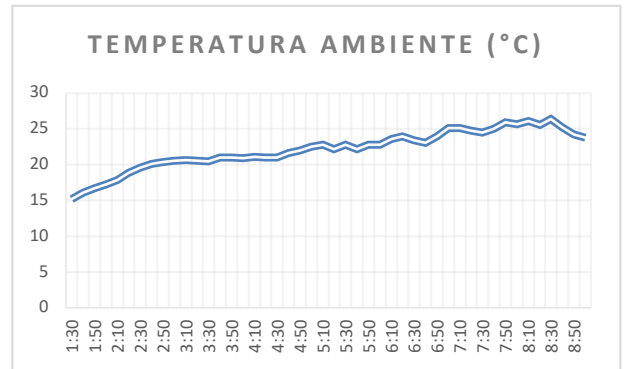
**Figura 6.** Interconexión de elementos del sistema de medición  
 Fuente: Elaboración propia

Se realizaron pruebas de funcionamiento obteniendo una base de datos tal como se muestra en la figura 7 y que al ser comparados los valores con los medidos mediante una estación meteorológica comercial se verificó que son valores medidos similares.

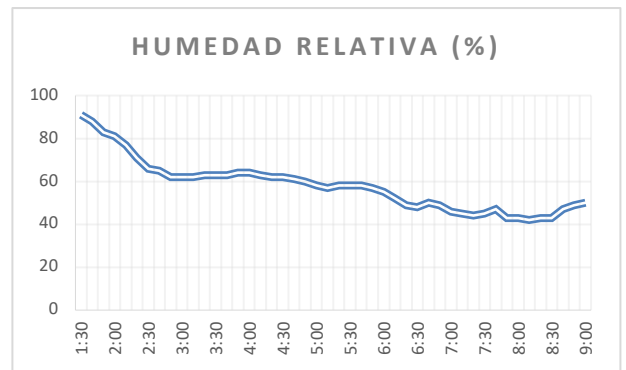
	A	B	C	D	E
5	DDMMAAAA HH:MM	TEMP	HR	RAD-SOL	
6	11/07/2019 13:30	15.2	91	215	
7	11/07/2019 13:40	16.1	88	314	
8	11/07/2019 13:50	16.7	83	348	
9	11/07/2019 14:00	17.3	81	395	
10	11/07/2019 14:10	17.9	77	405	
11	11/07/2019 14:20	18.9	71	487	
12	11/07/2019 14:30	19.6	66	526	
13	11/07/2019 14:40	20.1	65	576	
14	11/07/2019 14:50	20.4	62	593	
15	11/07/2019 15:00	20.6	62	599	
16	11/07/2019 15:10	20.7	62	654	
17	11/07/2019 15:20	20.6	63	704	
18	11/07/2019 15:30	20.5	63	744	
19	11/07/2019 15:40	21	63	714	
20	11/07/2019 15:50	21	64	876	
21	11/07/2019 16:00	20.9	64	827	
22	11/07/2019 16:10	21.1	63	879	
23	11/07/2019 16:20	21	62	829	
24	11/07/2019 16:30	21	62	889	
25	11/07/2019 16:40	21.6	61	954	
26	11/07/2019 16:50	22	60	977	
27	11/07/2019 17:00	22.5	58	1007	
28	11/07/2019 17:10	22.8	57	1012	
29	11/07/2019 17:20	22.2	58	635	
30	11/07/2019 17:30	22.8	58	1000	
31	11/07/2019 17:40	22.2	58	500	
32	11/07/2019 17:50	22.8	57	1134	
33	11/07/2019 18:00	22.8	65	546	
34	11/07/2019 18:10	23.6	52	1129	
35	11/07/2019 18:20	24	49	646	

**Figura 7.** Base de datos registrados por los sensores  
 Fuente: Elaboración propia

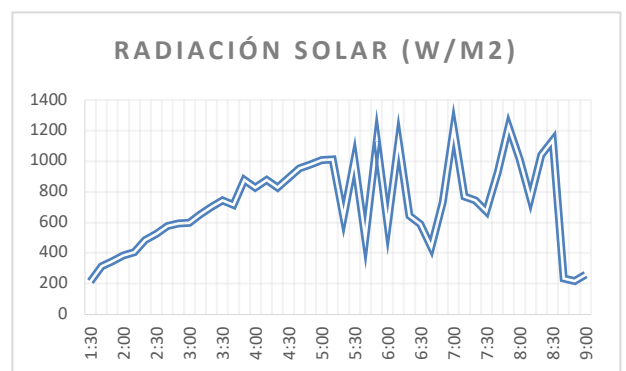
A partir de la base de datos se generaron gráficas para observar el comportamiento de las variables, figuras 8,9 y 10.



**Figura 8.** Temperatura ambiente (°C).  
 Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Humedad relativa (%).  
 Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.** Radiación solar (W/m<sup>2</sup>).  
 Fuente: Elaboración propia.

## Sistema de generación de energía

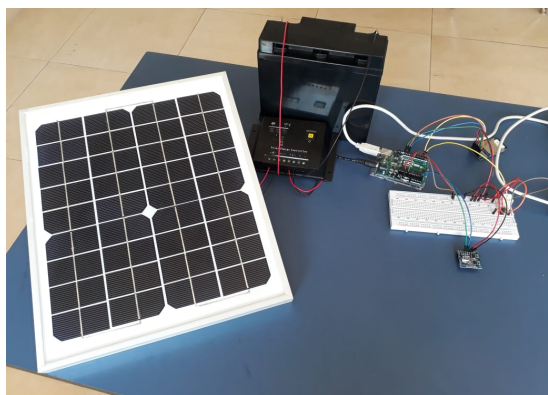
El sistema de generación que se propuso, abastece de energía eléctrica a los sensores y dispositivos existentes, así como a posteriores incorporaciones de herramientas y componentes. En la tabla 5, se muestran los resultados del sistema de generación y almacenamiento de energía.

**Tabla 5.** Resumen de resultados del sistema de generación y almacenamiento de energía

*Fuente: Elaboración propia*

Resultados del sistema de almacenamiento y generación de energía	
Capacidad de la batería ( $Cap_{bat}$ )	18 Ah
Tensión nominal de la batería ( $Volt_{bat}$ )	12 V
Energía almacenada	216 Wh
Profundidad máxima de descarga ( $PD_{max}$ )	65%
Días de autonomía ( $F_{SB}$ )	2
Consumo medio diario ( $L_D$ )	70.2 Wh
Módulo fotovoltaico	10 W
Controlador de carga	10 A, 12/24 V

Teniendo todos los elementos, se llevó a cabo la interconexión del sistema fotovoltaico autónomo con el sistema de medición de variables climatológicas como se muestra en la figura 11.



**Figura 11.** Interconexión del sistema de alimentación con el sistema de medición de variables

*Fuente: Elaboración propia*

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, al Tecnológico Nacional de México en colaboración con el gobierno del estado de Hidalgo para el financiamiento de los proyectos: “Diseño y construcción de una estación meteorológica para el monitoreo y registro de variables climatológicas” y “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para abastecimiento de energía eléctrica a dispositivos móviles”.

## CONCLUSIONES

Con la implementación del sistema de medición y adquisición de datos, se pudo analizar el comportamiento de variables climatológicas, actividad que resulta una necesidad cuando se requieren obtener datos en tiempo real y en un lugar específico. El sistema desarrollado funciona de manera similar a una estación meteorológica con las ventajas de que sus componentes son de bajo costo, además de poder configurarlo de acuerdo a los requerimientos del usuario.

La base de datos obtenida brinda la posibilidad de trabajar y procesar la información en hojas de cálculo, además de que la información generada es confiable por las características técnicas de los componentes utilizados.

El sistema es sustentable al utilizar un módulo fotovoltaico como fuente de alimentación primaria. El sistema de generación de energía implementado permite incorporar a futuro componentes y/o equipos de manera modular.

Cabe mencionar que las características del sistema se pueden mejorar agregando sensores, módulos de comunicación con otros dispositivos y aplicación de internet de las cosas.

### REFERENCIAS

- Aparicio, M. P. (2008). Energía solar fotovoltaica: Cálculo de una instalación aislada. Marcombo.
- Artero, Ó. T. (2013). ARDUINO. Curso práctico de formación. RC Libros.
- Figueroa-Cuello, A. N., Pardo-García, A., & Díaz-Rodríguez, J. L. (2017). Sistema control supervisor de clientes con acceso remoto para sistemas solares fotovoltaicos autónomos. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7(2), 367-378.
- Goilav, N., & Geoffrey, L. (2016). *Arduino: Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes*. Ediciones ENI.
- Grzesiak W. (2016) Sistema innovador para la recolección y gestión de energía en un módulo fotovoltaico. *Solar Energy*, 132, 442-452.
- Miguel, M. G., & Bolado, E. M. (2010). *Instrumentación electrónica: transductores y acondicionadores de señal* (Vol. 15). Ed. Universidad de Cantabria.
- Pardo-García, A., & Castellanos-González, L. (2017). Automatización de ambientes en invernaderos simulando escenarios futuros. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1, 29.
- Pedrerá, A. C. (2017). *Arduino para Principiantes: 2ª Edición*. IT Campus Academy.
- Rodríguez, E. J. A., Ocampo, J. W. M., & Ortega, C. A. S. (2007). Medición de temperatura: sensores termoelectricos. *Scientia et technica*, 1(34).
- Ruiz-Ayala, D. C., Vides-Herrera, C. A., & Pardo-García, A. (2018). Monitoreo de variables meteorológicas a través de un sistema inalámbrico de adquisición de datos. *Revista de investigación, Desarrollo e Innovación*, 8(2), 333-341.
- Sáenz, K. B., García, A. P., & Ch, I. T. (2013). Control aplicado a una estructura mecánica para el posicionamiento automático de módulos fotovoltaicos. *Revista colombiana de tecnologías de avanzada (RCTA)*, 2(22).
- Serna, A., Ros, F., & Rico, J. C. (2010). *Guía práctica de sensores*. Creaciones Copyright SL.

Serrano, J. C. (2016). Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas. Ediciones Paraninfo, SA.

Vallina, M. M. (2010). Instalaciones solares fotovoltaicas 2ª edición 2018. Ediciones Paraninfo, SA.

Vera, L., Cuestas, C., Firman, A., Cáceres, M., & Busso, A. (2016). Instrumento autónomo para la medición, visualización y almacenamiento de variables climáticas. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 3, 172-179.