ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

"Implementar un sistema electrónico didáctico para la captación de energía solar fotovoltaica"



AUTORA :

Manotoa Lema, Gissela Beatriz

DIRECTORA:

Ing. Calvopiña Osorio, Jenny Paola

Planteamiento del Problema

- ✓ Falta de integración de tecnologías.
- ✓ Prácticas independientes.
- ✓ Necesidad de un módulo didáctico

El proyecto surge de la necesidad de fortalecer la formación práctica de los estudiantes de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación en el área de energías renovables. Si bien existen equipos y prácticas relacionadas con energía fotovoltaica, estas se desarrollan de manera independiente y no se dispone de un módulo que integre generación, regulación, almacenamiento, conversión, instrumentación y monitoreo en una sola plataforma.

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar un sistema electrónico didáctico para la captación de energía solar fotovoltaica

Objetivos Específicos

- ✓ Seleccionar y caracterizar el panel solar fotovoltaico, realizando mediciones de voltaje, corriente y potencia bajo diferentes niveles de irradiancia, utilizando instrumentos de medición eléctrica y/o sensores integrados al sistema.

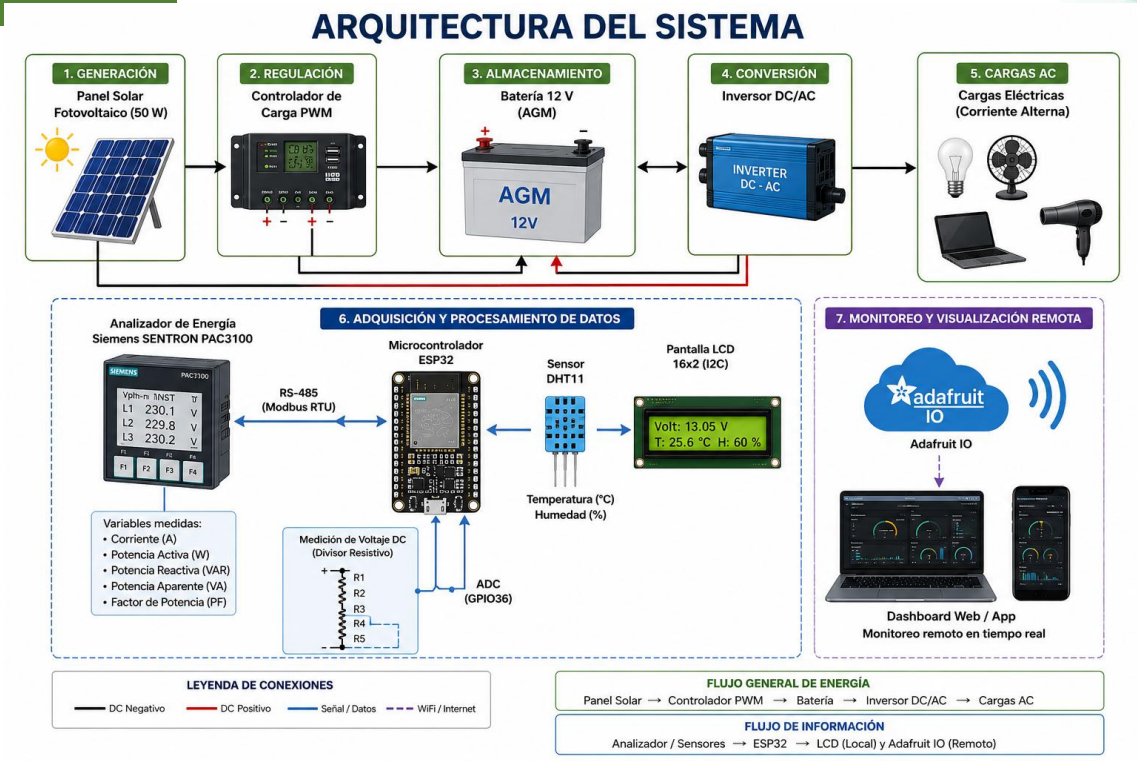
- ✓ Analizar la relación entre la irradiancia solar y las variables eléctricas generadas, mediante la recolección de datos experimentales y la elaboración de tablas y gráficas comparativas para su interpretación didáctica.

ESTADO DEL ARTE

Panel fotovoltaico	Controlador PWM	Batería	Inversor	Monitoreo y Adquisición
Convierte la radiación solar en energía eléctrica DC mediante el efecto fotovoltaico.	Regula la energía proveniente del panel antes de entregarla a la batería.	Almacena la energía generada para utilizarla posteriormente.	Gabinete. Estructura. Conductores. Protecciones. Tomacorrientes.	PAC3100. ESP32. DHT11. Adafruit IO. SCADA.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

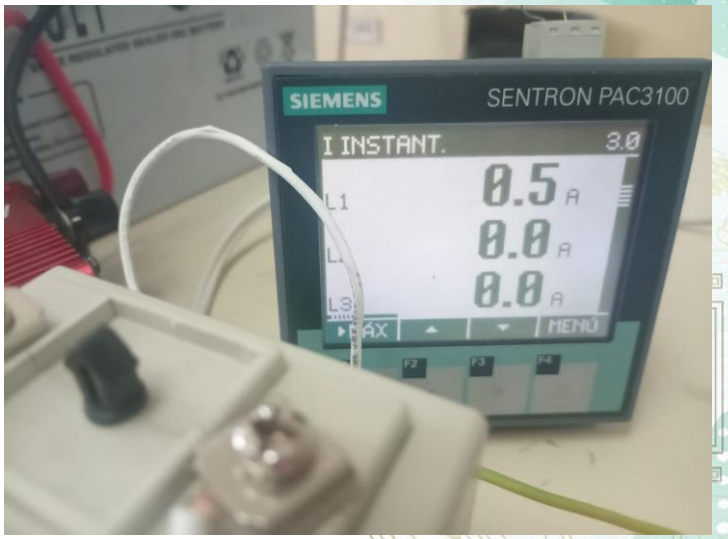
Poner diagrama



IMPLEMENTACIÓN FÍSICA







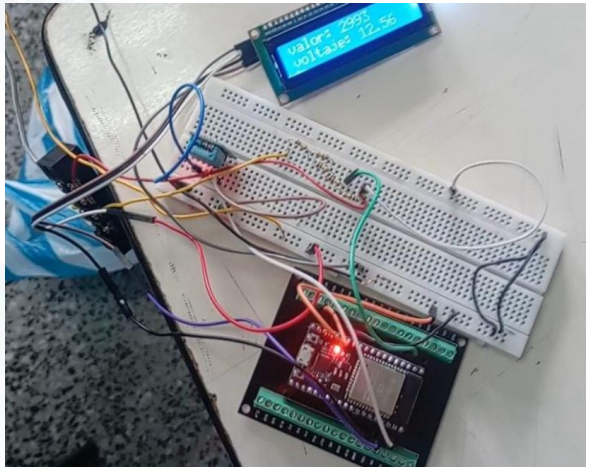
IMPLEMENTACIÓN FÍSICA







IMPLEMENTACIÓN FÍSICA





IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

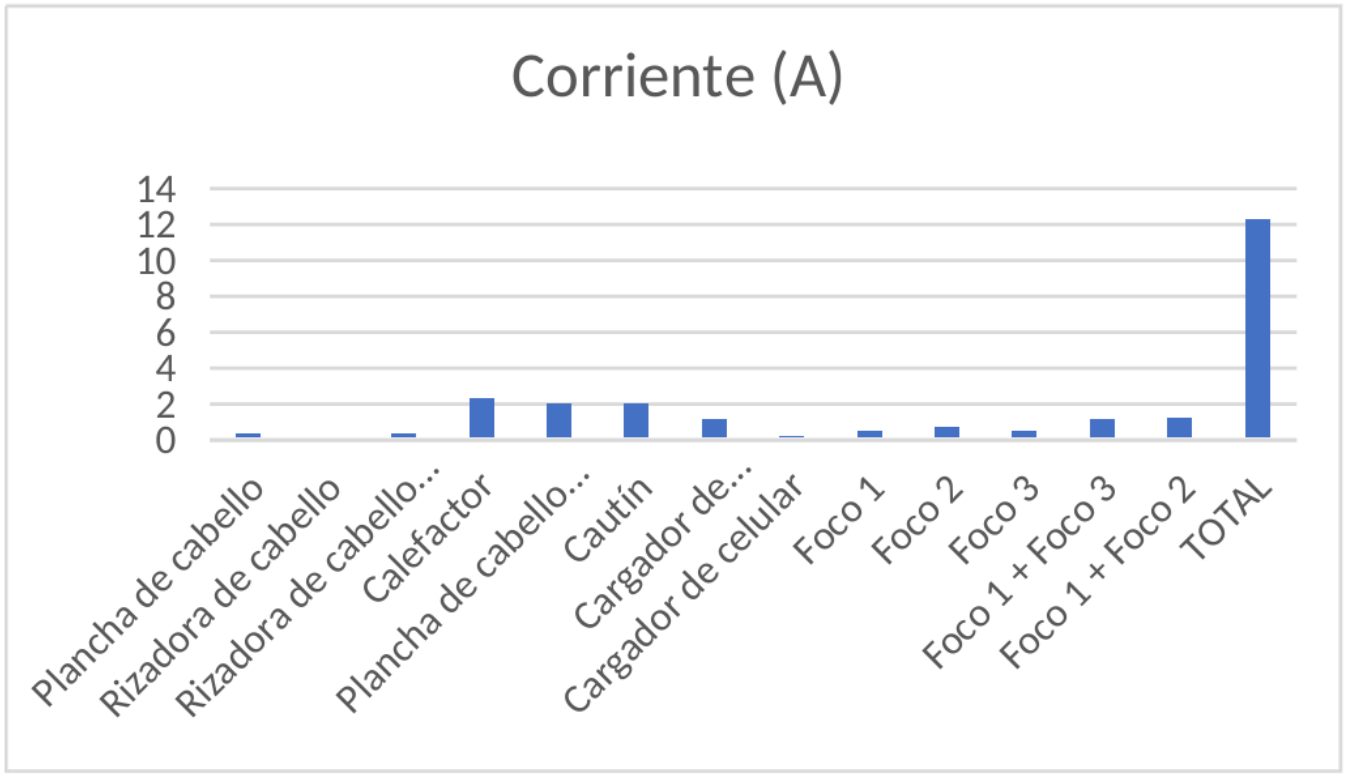




Consumo de corriente de las diferentes cargas

Carga	P. aparente (VA)	P. activa (W)	P. reactiva (VAR)	Factor de potencia
Plancha de cabello	30	10	10	0,9
Rizadora de cabello	20	10	10	0,9
Rizadora + plancha	30	30	10	0,9
Calefactor	220	220	30	0,9
Plancha + 3 focos	210	210	30	0,9
Cautín	20	20	10	0,88
Cargador de computador	80	10	30	0,19
Cargador de celular	30	10	10	0,9
Foco 1	60	60	10	0,9
Foco 2	80	70	20	0,9
Foco 3	60	60	10	0,9
Foco 1 + Foco 3	120	120	20	0,9
Foco 1 + Foco 2	**0,13**	**0,13**	**0,03**	**0,9**
TOTAL	**960,13**	**840,13**	**190,03**	**—**

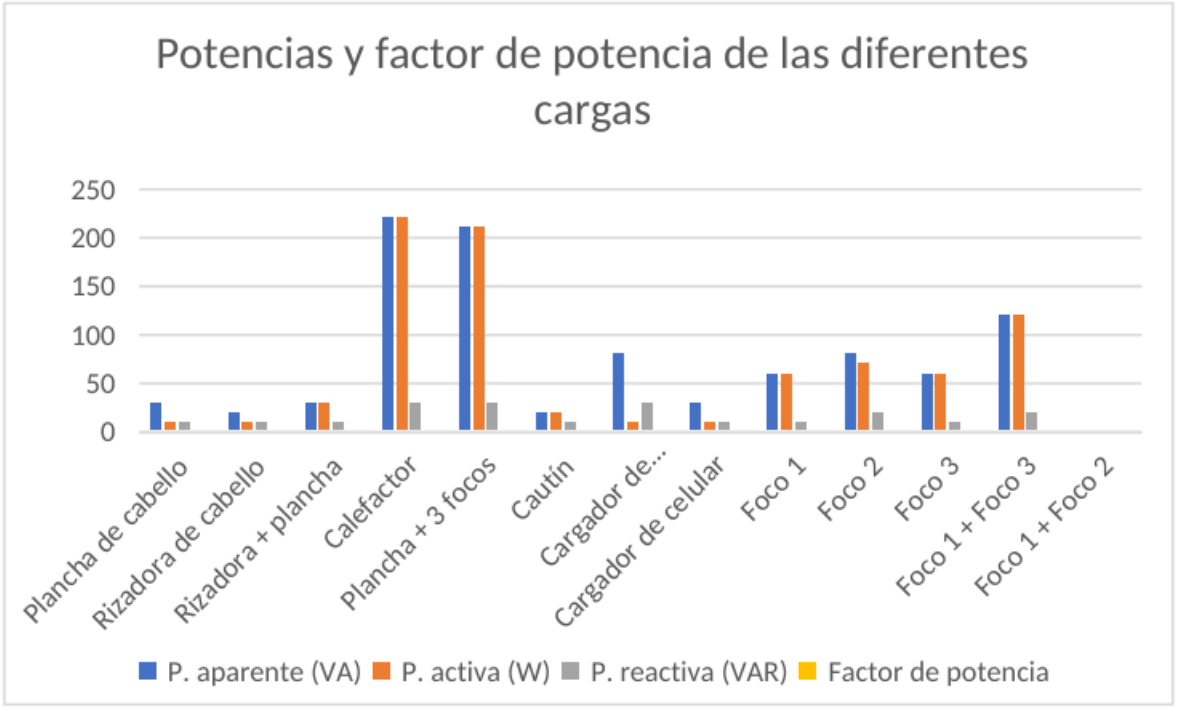
Comparación del consumo de corriente de las diferentes cargas



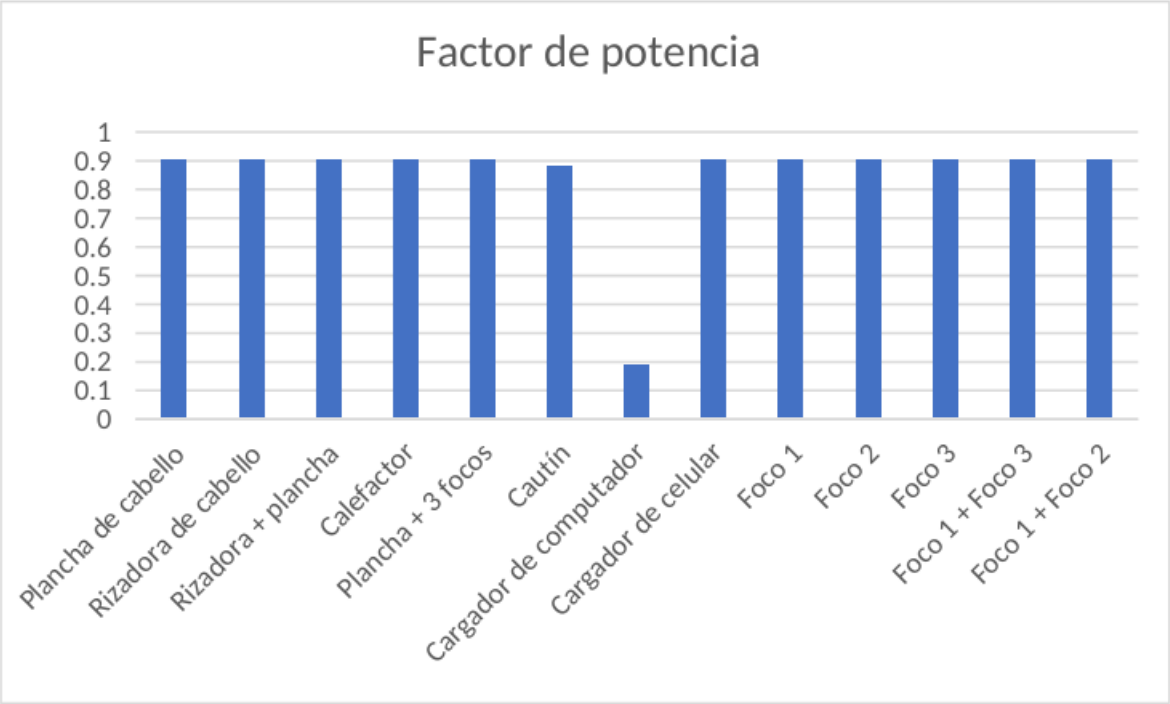
Potencias y factor de potencia de las diferentes cargas

Carga	P. aparente (VA)	P. activa (W)	P. reactiva (VAR)	Factor de potencia
Plancha de cabello	30	10	10	0,9
Rizadora de cabello	20	10	10	0,9
Rizadora + plancha	30	30	10	0,9
Calefactor	220	220	30	0,9
Plancha + 3 focos	210	210	30	0,9
Cautín	20	20	10	0,88
Cargador de computador	80	10	30	0,19
Cargador de celular	30	10	10	0,9
Foco 1	60	60	10	0,9
Foco 2	80	70	20	0,9
Foco 3	60	60	10	0,9
Foco 1 + Foco 3	120	120	20	0,9
Foco 1 + Foco 2	**0,13**	**0,13**	**0,03**	**0,9**
TOTAL	**960,13**	**840,13**	**190,03**	**—**

Comparación de las potencias y el factor de potencia de las diferentes cargas evaluadas



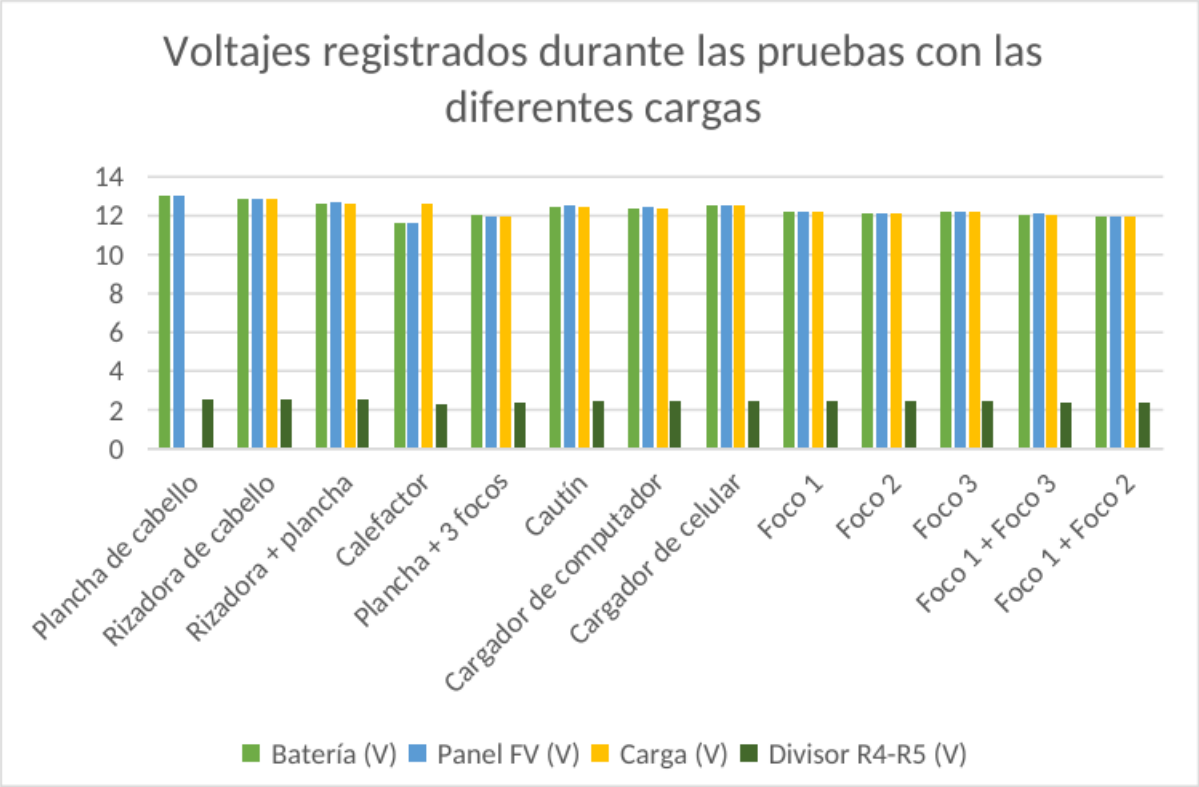
Cargas eléctricas utilizadas durante las pruebas y sus respectivos valores de factor de potencia



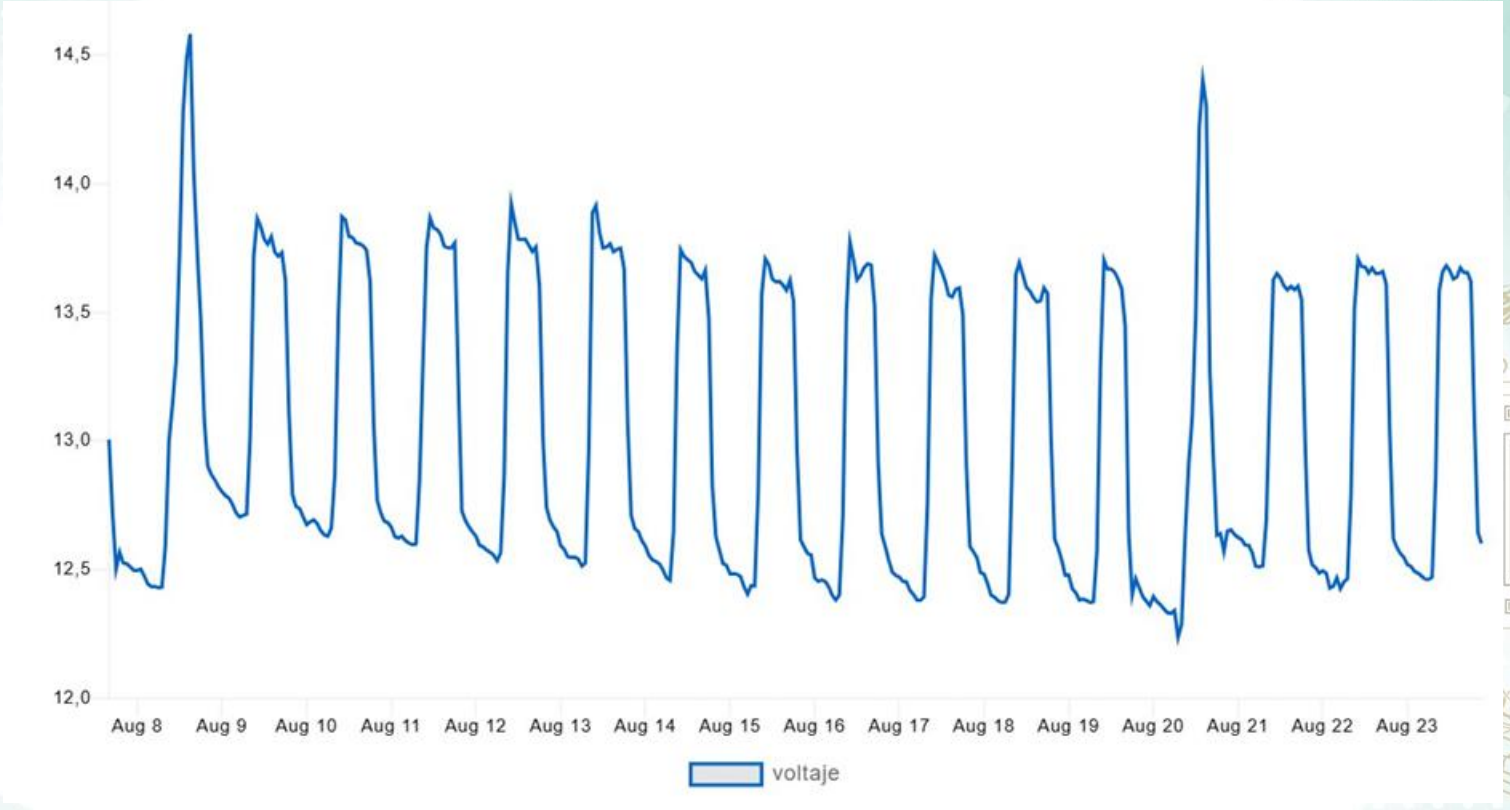
Comparación de las potencias y el factor de potencia de las diferentes cargas evaluadas

Carga	Batería (V)	Panel FV (V)	Carga (V)	Divisor R4-R5 (V)
Plancha de cabello	12,96	12,98	12,00*	2,52
Rizadora de cabello	12,79	12,84	12,79	2,52
Rizadora + plancha	12,60	12,65	12,60	2,48
Calefactor	11,59	11,62	12,58	2,27
Plancha + 3 focos	11,97	11,95	11,91	2,33
Cautín	12,41	12,46	12,42	2,45
Cargador de computador	12,36	12,41	12,36	2,42
Cargador de celular	12,49	12,52	12,47	2,46
Foco 1	12,16	12,20	12,16	2,40
Foco 2	12,08	12,05	12,08	2,38
Foco 3	12,16	12,20	12,16	2,40
Foco 1 + Foco 3	12,02	12,06	12,01	2,36
Foco 1 + Foco 2	**11,91**	**11,95**	**11,90**	**2,34**
TOTAL	**159,50**	**159,89**	**159,44**	**31,33**

Comparación de los voltajes registrados en los diferentes puntos del sistema



Comportamiento general del voltaje registrado durante el periodo de monitoreo



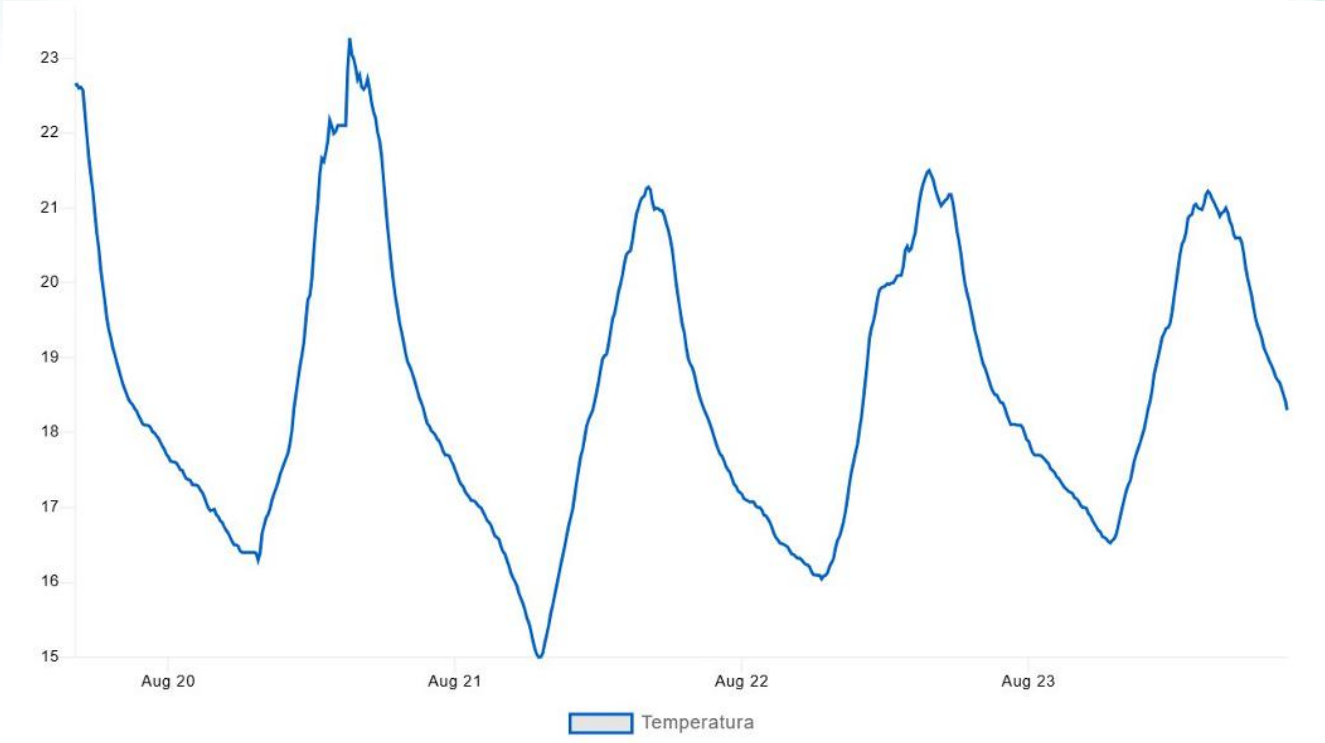
Resumen estadístico de los valores de voltaje registrados durante el periodo de monitoreo

Parámetro	Valor
Número total de registros	17 160
Voltaje mínimo	10,22 V
Voltaje máximo	15,76 V
Voltaje promedio	13,05 V
Desviación estándar	0,60 V

Resumen estadístico de los valores de humedad registrados durante el periodo de monitoreo

Parámetro	Resultado
Número de registros	5 970
Humedad mínima	41 %
Humedad máxima	57 %
Humedad promedio	49,55 %
Desviación estándar	3,85 %

Comportamiento general de la temperatura registrada durante el periodo de monitoreo



Resumen estadístico de los valores de temperatura registrados durante el periodo de monitoreo

Parámetro	Resultado
Número de registros	5 968
Temperatura mínima	15,00 °C
Temperatura máxima	23,40 °C
Temperatura promedio	18,55 °C
Desviación estándar	1,84 °C

CONCLUSIONES

- ✓ Se implementó satisfactoriamente un sistema electrónico didáctico para la captación, regulación, almacenamiento, conversión y aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, integrando como componentes principales un panel fotovoltaico de 50 W, un regulador de carga PWM, una batería de 12 V y 12 Ah, un inversor DC/AC y diferentes cargas eléctricas.
- ✓ Mediante el analizador de energía Siemens SENTRON PAC3100 se caracterizó el comportamiento eléctrico de nueve cargas físicas, evaluadas en 13 condiciones de prueba individuales y combinadas. La corriente registrada varió entre 0,1 A y 2,3 A; el calefactor presentó la mayor demanda, con 2,3 A y 220 W de potencia activa, seguido de la combinación de la plancha de cabello con tres focos, con 2,0 Ay 210 W.

CONCLUSIONES

- ✓ La incorporación del sensor DHT11 permitió complementar el monitoreo con variables ambientales. Para la humedad se obtuvieron 5 970 registros, con valores entre 41 % y 57 %, un promedio de 49,55 % y una desviación estándar de 3,85 %. Para la temperatura se registraron 5 968 valores, con un mínimo de 15,00 °C, un máximo de 23,40 °C, un promedio de 18,55 °C y una desviación estándar de 1,84 °C.
- ✓ El monitoreo continuo del voltaje permitió obtener un total de 17 160 registros, con un valor promedio de 13,05 V, un mínimo de 10,22 V, un máximo de 15,76 V y una desviación estándar de 0,60 V. Estos resultados evidencian la capacidad del sistema para realizar la adquisición y registro continuo de datos, permitiendo analizar las variaciones de voltaje durante el funcionamiento del módulo
- ✓ Durante las pruebas realizadas entre el 20 y el 25 de agosto, se comprobó la 103 relación entre la radiación solar y el voltaje de la batería. La radiación obtenida mediante Solcast presentó valores cercanos a 0 W/m² durante la noche, mientras que durante el día su incremento favoreció la recuperación del voltaje, registrado mediante Adafruit IO entre aproximadamente 12,3 V y 14,4 V.

RECOMENDACIONES

- ✓ Mantener un registro de las condiciones de operación durante cada práctica, incluyendo la tensión de la batería, las cargas conectadas y las variables eléctricas obtenidas mediante el PAC3100. Esto permitirá comparar los resultados entre diferentes sesiones experimentales.
- ✓ Evitar conectar cargas cuya demanda total se aproxime o supere la capacidad nominal del inversor y considerar siempre el estado de carga de la batería antes de iniciar las pruebas, con el propósito de garantizar una operación segura de los componentes.
- ✓ Verificar las conexiones del divisor de voltaje antes de realizar las mediciones y evitar aplicar directamente niveles de tensión superiores a los permitidos por las entradas del ESP32, considerando que los GPIO del microcontrolador trabajan con niveles lógicos de 3,3 V.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar nuevas pruebas bajo diferentes condiciones ambientales y durante 104 periodos de monitoreo más prolongados, con el propósito de ampliar la cantidad de datos disponibles y obtener una caracterización más completa del comportamiento del sistema fotovoltaico.
- ✓ Como trabajo futuro, se recomienda ampliar el sistema de monitoreo incorporando nuevas variables y funciones, como corriente y potencia del panel, estado de carga de la batería, alarmas por bajo nivel de tensión y almacenamiento local de datos. Estas mejoras permitirían incrementar las capacidades didácticas y de supervisión del módulo