



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Automatización e Instrumentación

“Implementación de un sistema de generación de energía fotovoltaica, con conexión a la red eléctrica pública para abastecer la demanda de las instalaciones eléctricas de las oficinas de la empresa “SIMOTIC” en la ciudad de Quito.”

AUTORES: RODRIGUEZ SANGURIMA, MARIA ISABEL
SERRANO CORDERO, STEEVEN GABRIEL

TUTOR: ING. CAJAS BUENAÑO, MILDRED LISSETH

Latacunga

2023



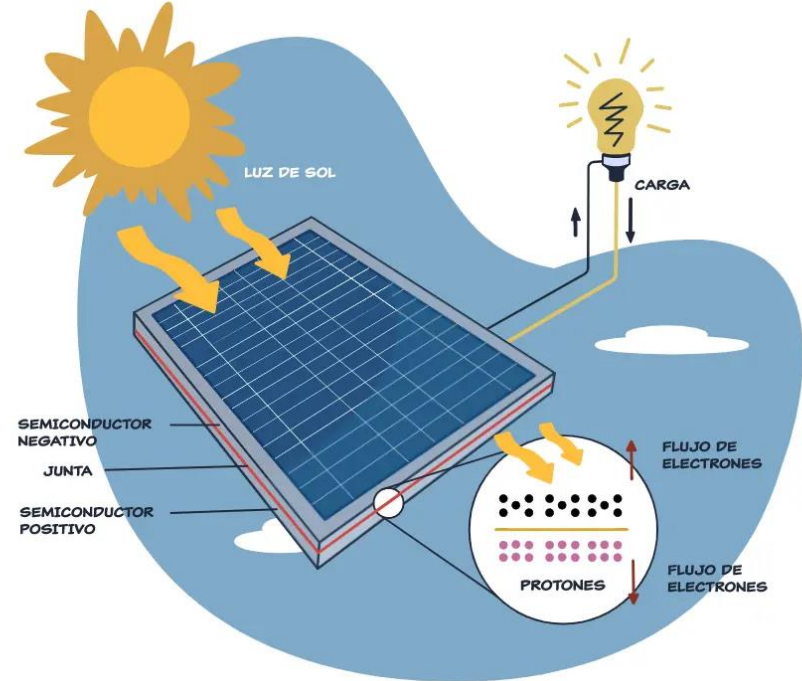
ÍNDICE

- ❑ INTRODUCCIÓN
- ❑ OBJETIVOS
 - General
 - Específicos
- ❑ METODOLOGÍA
- ❑ DESARROLLO
- ❑ ANÁLISIS DE RESULTADOS
- ❑ CONCLUSIONES
- ❑ RECOMENDACIONES

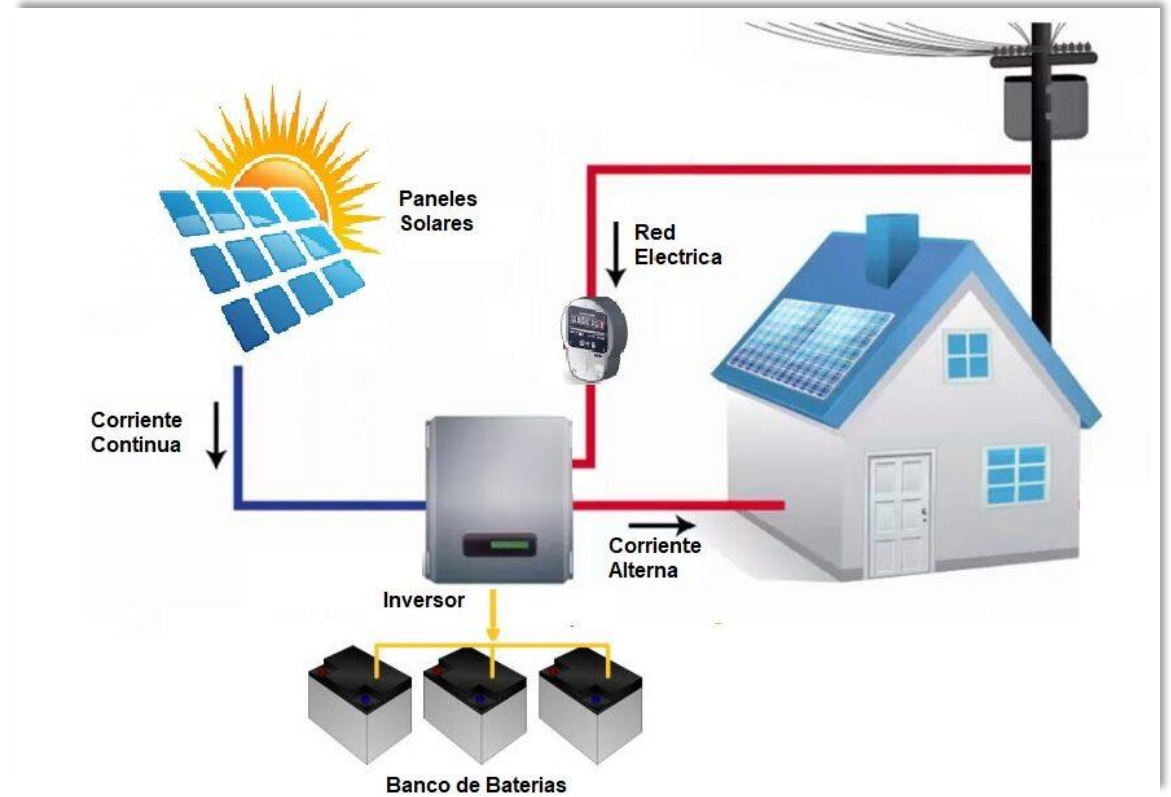
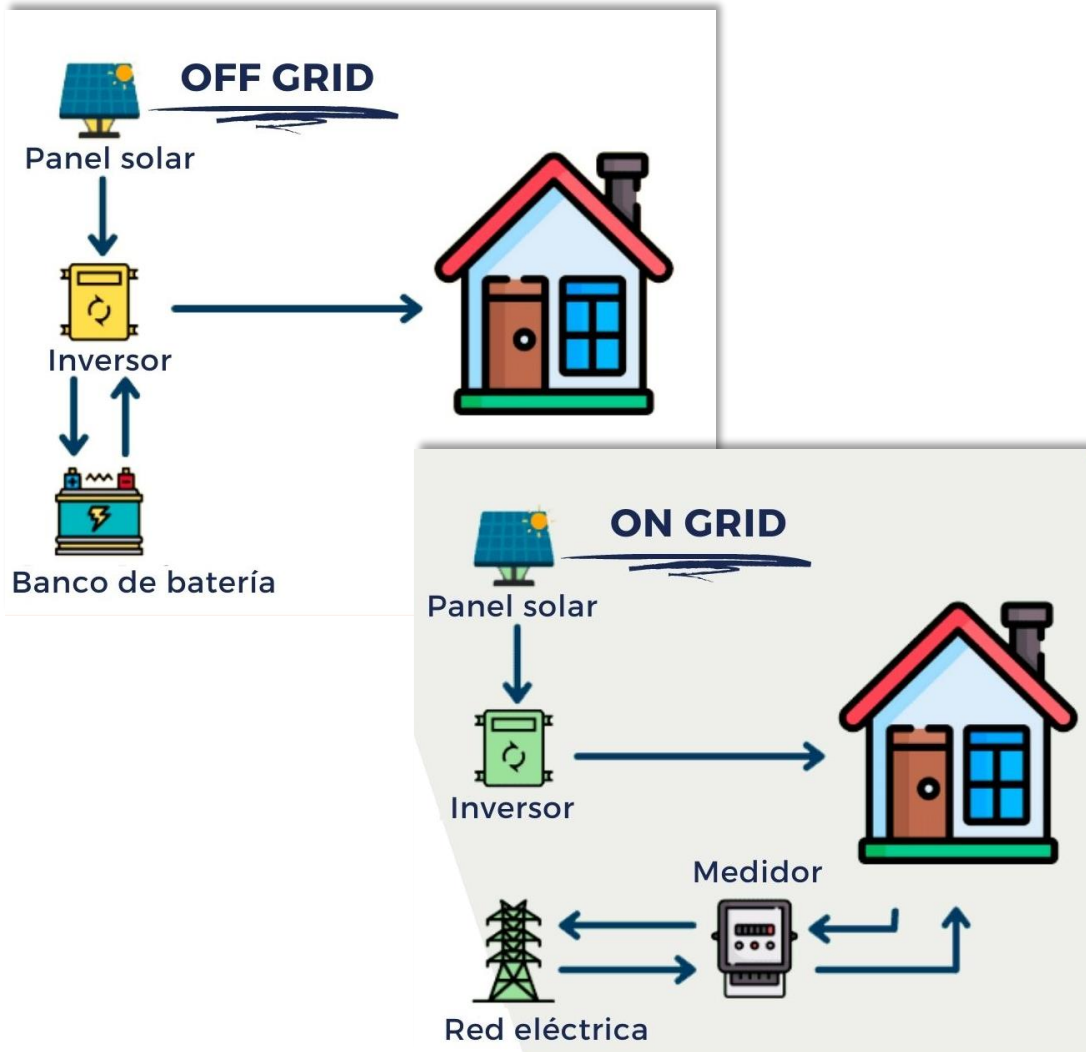
INTRODUCCIÓN

6 tipos de energías renovables

Fuente: Acciona.



INTRODUCCIÓN



OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de generación de energía fotovoltaica mediante paneles solares y elementos eléctricos que se instalarán en las oficinas administrativas de la empresa; Automatizaciones “SIMOTIC” en Quito.

Específicos

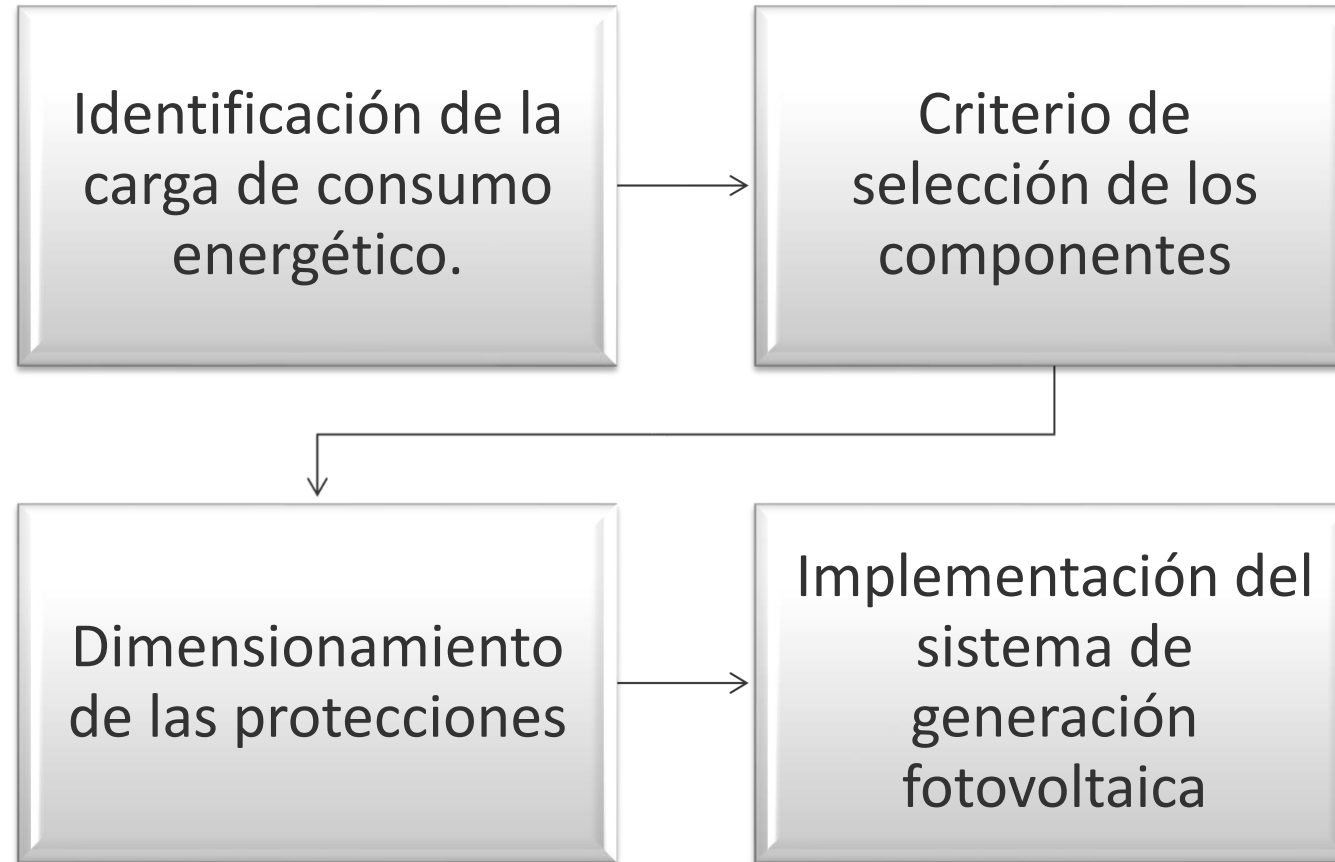
Realizar un estudio carga/demanda de la empresa Automatizaciones SIMOTIC para determinar las características de la instalación actual.

Investigar información sobre la disponibilidad de irradiancia en las instalaciones de la empresa.

Seleccionar los equipos que se requieren para la instalación.

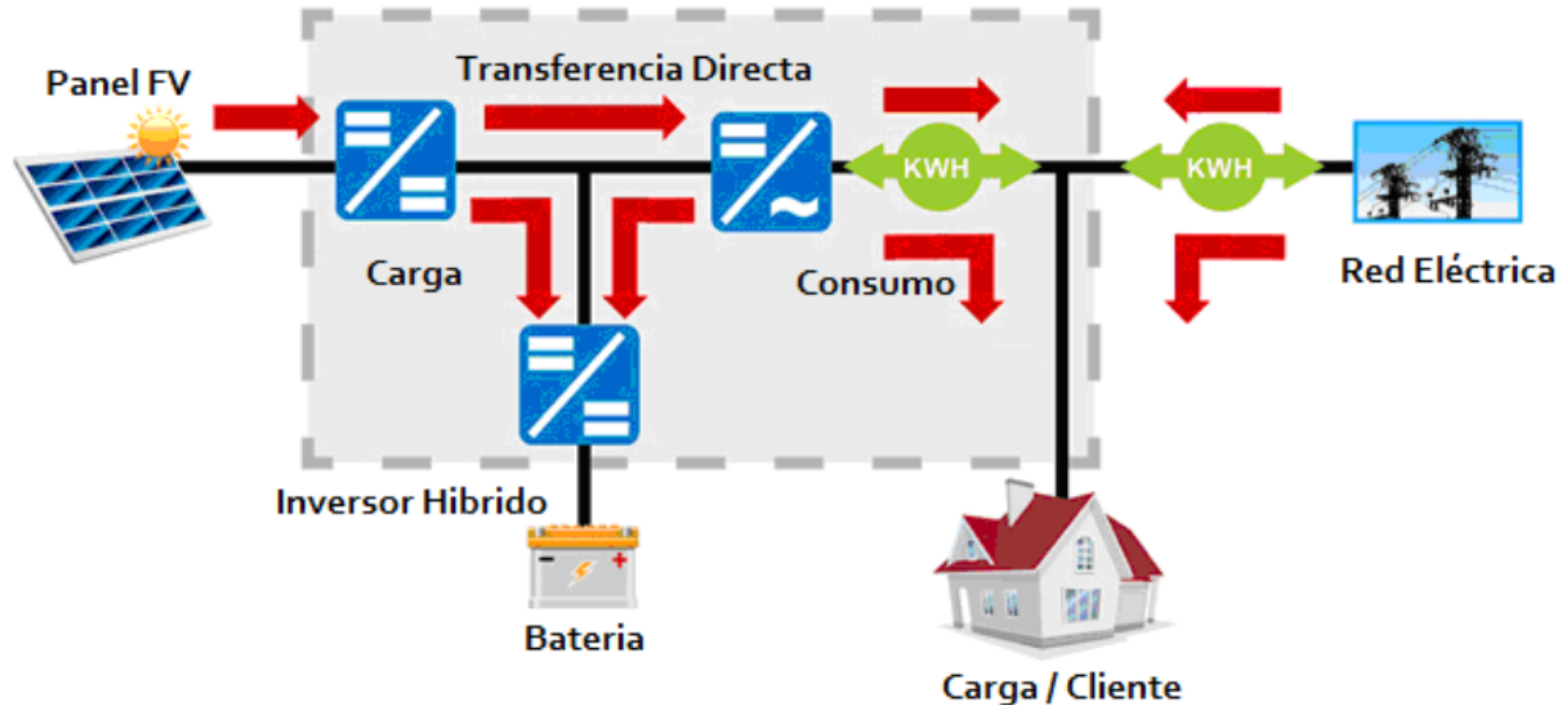
Implementar y realizar pruebas de funcionamiento

METODOLOGÍA



METODOLOGÍA

- Diseño de un sistema de energía solar híbrida.



DESARROLLO

- Identificación de la carga de consumo energético.

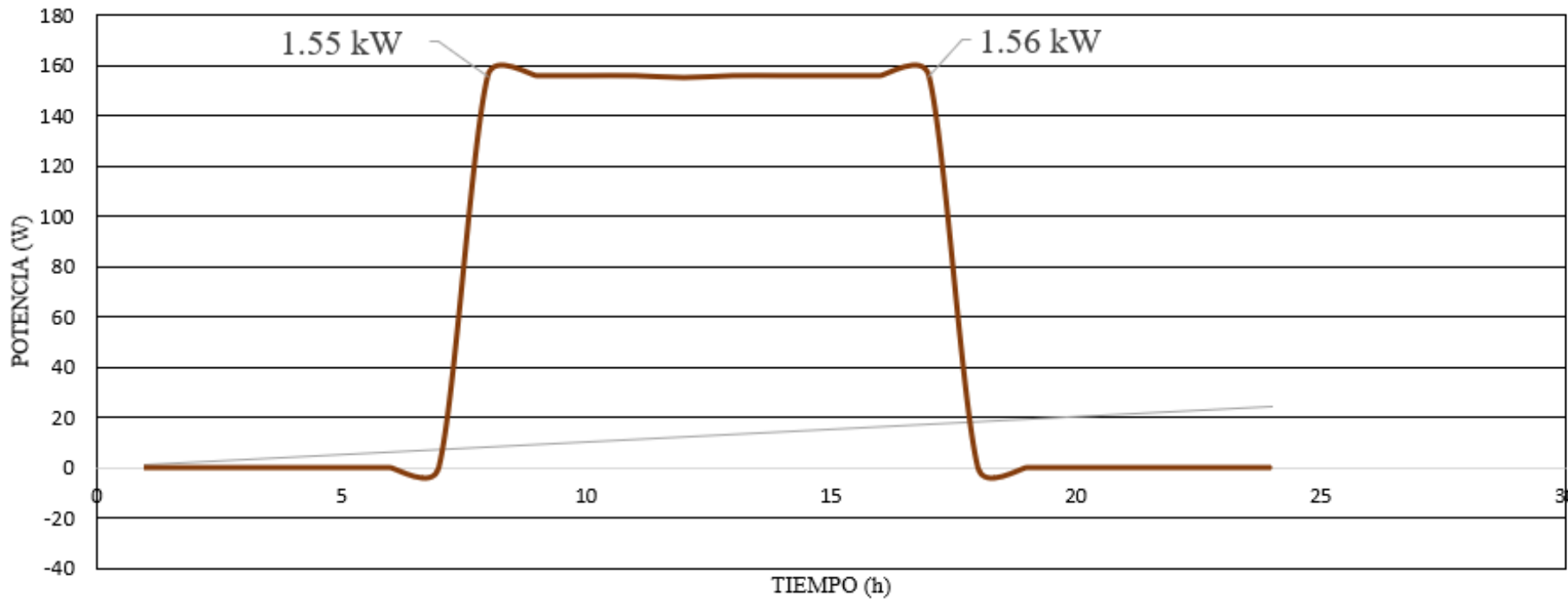
			HORAS DE USO DE LOS DISPOSITIVOS																								
OFICINA GENERAL																											
DISPOSITIVOS	CANTIDAD	POTE. (U)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
COMPUTADORA 1	1	200								0.257	0.257	0.257	0.257		0.257	0.257	0.257	0.257	0.257								
COMPUTADORA 2	1	200								0.257	0.257	0.257	0.257		0.257	0.257	0.257	0.257	0.257								
COMPUTADORA 3	1	200								0.257	0.257	0.257	0.257		0.257	0.257	0.257	0.257	0.257								
IMPRESORA 1	1	200								7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5								
IMPRESORA 2	1	200								7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5								
ROUTER	1	20								20	20	20	20	20	20	20	20	20	20								
EQUIPO DE SONIDO	1	60								60	60	60	60	60	60	60	60	60	60								
COCINETA ELÉCTRICA	1	1000																									
HORNO MICROONDAS	1	1000																									
CAFETERA	1	700																									
TELEVISION	1	300																									
LUMINARIA (LAMPARA DE ALÓGENO)	5	12								60	60	60	60	60	60	60	60	60	60								
			DEMANDA AL DÍA (kW)																								
TOTAL	16	4,092	0	0	0	0	0	0	0	155.8	155.8	155.8	155.8	155	155.8	155.8	155.8	155.8	155.8	0	0	0	0	0	0	0	1.556939

Se identifica el consumo de cada dispositivo en vatios durante el horario laboral de 08h00 hasta 17h00. Teniendo un total de 1.6 [kW] del consumo energético.

DESARROLLO

- Identificación de curva de la demanda máxima.

CURVA DE DEMANDA MÁXIMA



Los datos del consumo muestran los picos de potencia máxima, obteniendo un 1.55 [kW] en el horario de entrada 08h00 a 09h00, manteniendo una potencia por debajo de 1.53 [kW] durante el día. Tomando en cuenta que el horario de salida que es de 17h00 a 17h30 el pico de potencia máxima es de 1.56 [kW]

DESARROLLO

- Criterio de selección.

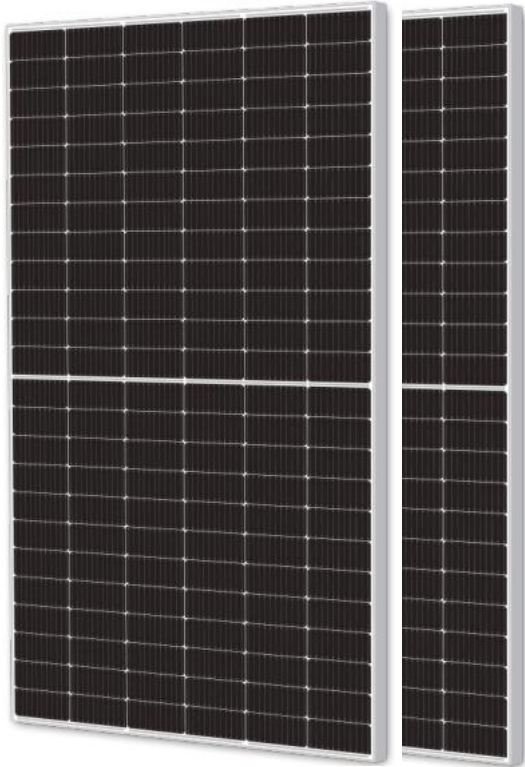
Inversor Solar UPS Híbrido 3 kW modelo NUHIB-7504 - ON-GRID



ENTRADA PV		SALIDA MODO BATERÍA	
Potencia máxima arreglo PV	2000W	Voltaje nominal de salida (Configurable)	101/110/120 VAC
Tensión nominal de operación	80 VDC	Tipo de onda de salida	Senoidal pura
Voltaje máximo arreglo PV en circuito abierto	145 VDC	Eficiencia máxima de conversión (DC/AC)	90%
Isc PV	80A	CARGADOR DE BATERÍA	
SALIDA DE RED (AC)		Voltaje nominal DC	24 VDC
Topología de salida	Monofásica	Máxima corriente de carga desde la RED	60 A
Cantidad de hilos 3	(Fase + neutro + GND)	Máxima corriente de carga desde la PV	80 A
Voltaje nominal de salida (Configurable)	101/110/120V AC	Máxima corriente de carga	140 A
Corriente nominal de salida	29.7A a 101V AC / 27.2A a 110V AC / 25.0A a 120V AC	Especificaciones de las baterías	VRLA / GS / FT / OPz / GEL
Potencia	2.4KW	Corriente máxima de baterías	132A
Rango de frecuencia	57 - 62Hz a 60Hz	INTERFAZ	
ENTRADA DE RED		Puertos de comunicación	USB, RS232, Contacto seco
Topología de entrada	Monofásica	Tarjeta de red (Opcional)	Monitoreo y gestión SNMP
Cantidad de hilos	3 (Fase + neutro + GND)	Conexión en paralelo (Kit incluido)	Hasta 9 unidades configurables para topologías monofásica, bifásica y trifásica
Rango de voltaje aceptable	65 - 140 VAC	Software (Libre)	SolarPower para Windows, Linux (32bit y 64bit)
Rango de frecuencia	50 Hz/60 Hz (Detección automática)	Display LCD	Visualiza parámetros de entrada, salida, configuración, advertencias y alarmas
Corriente máxima de entrada	40A		

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Panel solar modelo DM540M10-B72HSW



Modelo	Potencia	Vmp (V)	Imp (A)	Voc (V)	Isc (A)
DM540M10-B72HSW	540 [W]	40,69	13,28	49,77	13,68

BATERIA SELLADA 12V-100AH REF. FLS121000 de la serie de baterías Fulibattery GS



Modelo	Voltaje Nominal	Capacidad nominal (100 Hr)
FLS121000	12 [V]	110 [Ah]

DESARROLLO

- Criterio de selección de las protecciones.

	Voltaje máximo carga	Corriente máxima de carga	Interruptor termomagnético
Conexión 1 Paneles-Inversor	90-100 [VDC]	13.68 [A]	32 [A] 230-400[V] Bipolar
Conexión 2 Red eléctrica-Inversor	120 [V]	12.97 [A]	63 [A] 230-400[V] Bipolar
Conexión 3 Inversor-Baterías	24 [VDC]	43 [A]	63 [A] 230-400[V] Bipolar
Conexión 4 Carga	120 [V]	8-10 [A]	63 [A] 230-400[V] Bipolar

- Criterio de selección del cable conductor.

	Amperaje habitual	Conductor
Conexión 1 Paneles-Inversor	40 [A]	2 x 10AWG
Conexión 2 Red eléctrica-Inversor	10 [A]	12AWG
Conexión 3 Inversor-Baterías	50 [A]	1 x 8AWG

DESARROLLO

Implementación de paneles solares

- **Ángulo de inclinación**

Ubicación	
Latitud	-0,1407132
Longitud	-78,4609452
Altura	2850 m.s.n.m
Clima	Húmedo Fresco

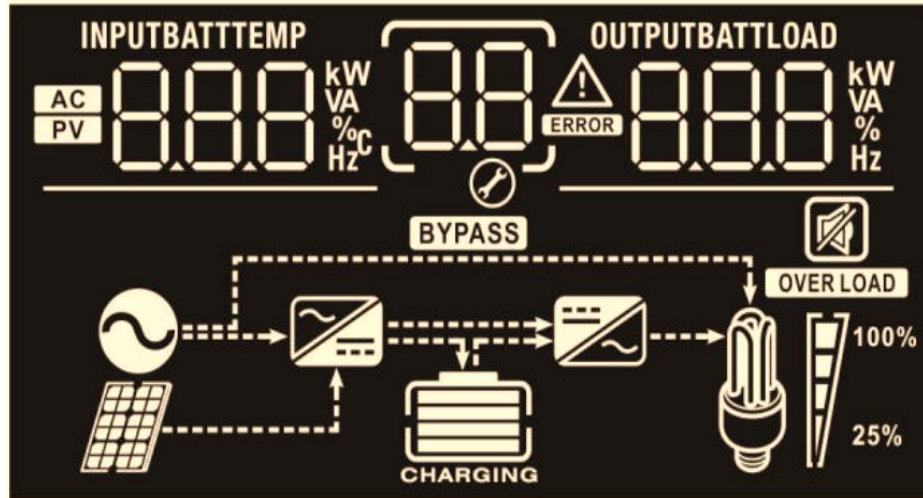
- **Ángulo óptimo de Irradiación.**

Latitud: -0,1407 Longitud: -78,4609												
Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ángulo óptimo	0°	0°	0°	7,5°	15°	20°	19,5°	13,5°	3°	0°	0°	0°
Orientación	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

El panel debe tener un ángulo de 20° con dirección al Norte

DESARROLLO

- Configuración en el LCD del equipo

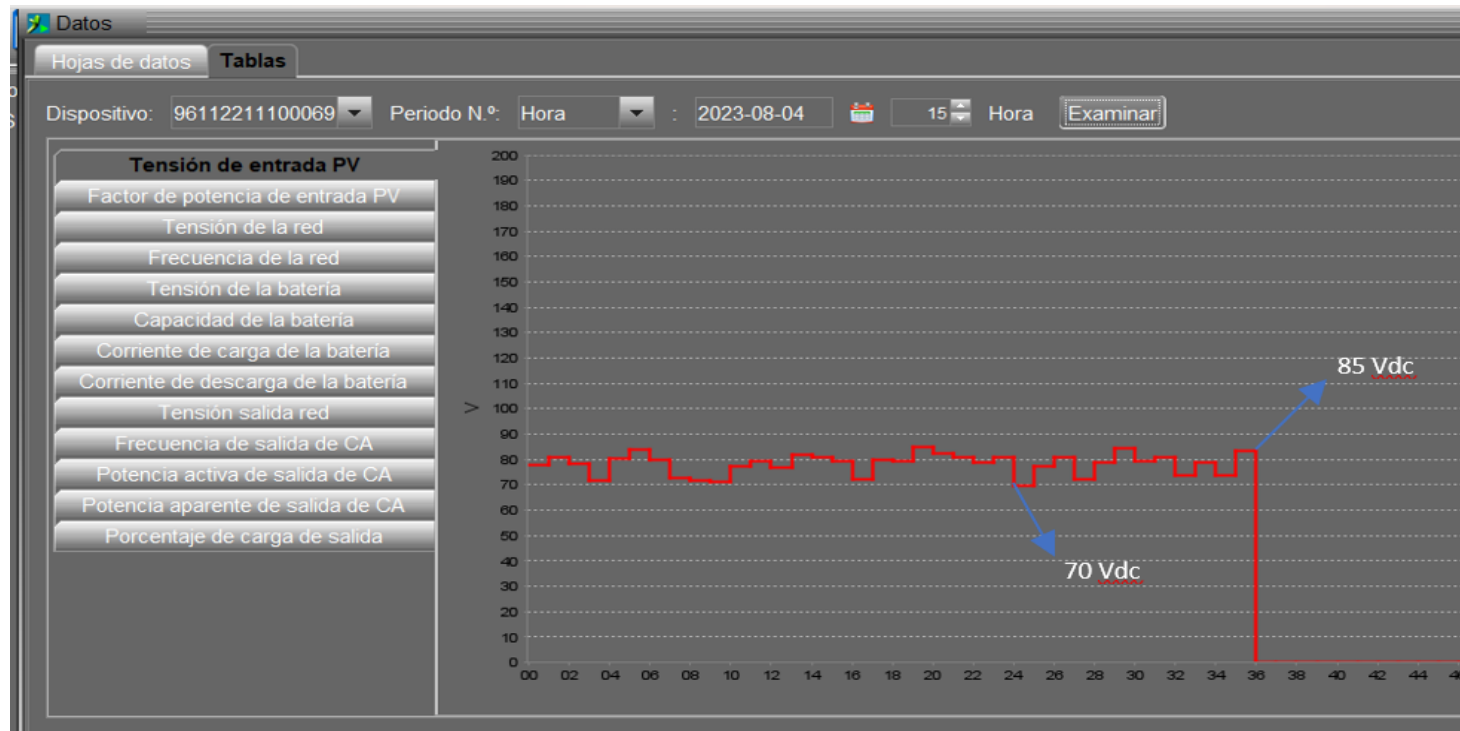


- Configuración en el software de monitoreo



Análisis de resultados

Señal de la tensión de entrada PV



Monitoreo de la tensión de entrada de los paneles fotovoltaicos obteniendo 70 Vdc de tensión mínima y 85 Vdc de tensión máxima.

Análisis de resultados

Potencia activa de salida de CA.



Monitoreo de la potencia activa que está alimentando la carga de las oficinas, donde se puede ver una carga de consumo máxima de 1400 VA

Análisis de resultados

- Voltaje panel fotovoltaico.

Hora	Voltaje panel solar [Vdc]	Condición climática
8:00 AM	90,5	NUBLADO
9:00 AM	92,2	SEMIDESPEJADO
10:00 AM	96,8	DESPEJADO
11:00 AM	96,5	DESPEJADO
12:00 PM	97	DESPEJADO
1:00 PM	95,4	DESPEJADO
2:00 PM	95,5	DESPEJADO
3:00 PM	93,5	SEMIDESPEJADO
4:00 PM	92,9	SEMIDESPEJADO
5:00 PM	90,0	SEMIDESPEJADO

- Medición del sistema híbrido fotovoltaico

MEDICIÓN DE CARGA MÁXIMA		
PANELES FOTOVOLTAICOS	98,5 [V]	1.5 [kW]
	15,6 [A]	
INVERSOR	24,8 [V]	0.21 [kW]
	8,6 [A]	
BATERÍA-INVERSOR.	24,5 [V]	1.05 [kW]
	43 [A]	
RED ELÉCTRICA	110,7 [V] 8,2 [A]	0.90 [kW]

Resultados físicos



(A)



(B)



(C)



CONCLUSIONES

- Se determinó mediante el estudio de la demanda energética realizada en las instalaciones de las oficinas del área de ventas de la empresa “SIMOTIC” una demanda energética promedio entre 0.99 kW a 1.6 kW, este rango depende de la conexión y desconexión de los equipos electrónicos que se utilizan diariamente.
- Para el sistema fotovoltaico implementado se requirió de la instalación de un inversor-controlador solar que trabaja a una potencia máxima de 3 kW, lo cuál para nuestro sistema instalado de 1.6 kW pudo ser utilizado. El algoritmo de control del módulo inversor es mediante el control MPPT el cuál se basa en mantener un punto de máxima potencia ante variaciones de la irradiancia solar.
- Mediante el cable USB se realizó la comunicación para la configuración del inversor para que la energía fotovoltaica obtenida sea la potencia necesaria para abastecer la demanda energética de las las oficinas (1.6 kW); y en los días de poca irradiación solar y por lo tanto baja potencia generada se realice una conexión automática a la red de distribución hacia la carga, adicional que esta conexión automática sea cuando se tenga una demanda energética superior a los 1.6kW o superior a los 3 kW (potencia máxima del inversor/controlador).
- Se reconoció que dentro de la empresa el pago de las facturas de electricidad se encontraban elevadas de precio ya que siendo un área de oficinas se conectan varios dispositivos a la carga, el arreglo solar mejoró ese precio reduciendo un 40% en la última factura ya que los watios consumidos desde la red eléctrica en el último mes redujeron a 0.8 kW. Se esperan realizar más estudios en los próximos meses.

RECOMENDACIONES

- El sistema al encontrarse a la intemperie se ve afectado constantemente por polvo, lluvia y otro tipo de elementos que puedan perjudicar drásticamente la generación de energía, siempre es recomendable tener un cronograma de mantenimiento para prolongar la vida del sistema.
- Al momento de elegir paneles fotovoltaicos, es recomendable usarlos con mayor capacidad de potencia, ya que esto disminuye el área de instalación optimizando el espacio físico, de esta manera disminuir costos.
- Se tiene como recomendación realizar un estudio exhaustivo de la viabilidad del proyecto para en un futuro realizar el cálculo del retorno de inversión esperado y comparar los costos iniciales con los ahorros proyectados a lo largo del tiempo.

¡GRACIAS!!