

Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada

Se realiza un informe de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red a partir de los datos de entrada introducidos considerando los consumos estimados según las necesidades y el uso de los mismos y la radiación solar en función a la ubicación, orientación e inclinación de la instalación.

DATOS DE UBICACION Y ORIENTACIÓN

La instalación esta situada : Paseo de los Canarios 116, Cd Apodaca, N.L., México

En las coordenadas :25.744667, -100.148706

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

- Inclinación :29 °
- Desorientación respecto al Sur :0 °

Usara un sistema de corriente alterna con un voltaje de 230 V

El sistema no dispone de generador auxiliar

CONSUMOS.

Se calcula el consumo a partir del uso de los electrodomésticos y la iluminación por día. A continuación se muestra las tablas de elementos existentes y sus consumos:

Consumo electrodomesticos (día)			
Aparato	Horas	Energía	Total
Televisor	6	360 W	2160 Wh
Televisor	6	360 W	2160 Wh
Televisor	6	360 W	2160 Wh
Bomba	6	756 W	4536 Wh
bomba	8	756 W	6048 Wh
Frigorifico	24	105 W	2520 Wh
Frigorifico	24	84 W	2016 Wh
Lavadora	1.1	750 W	825 Wh
Secadora	.8	5600 W	4480 Wh
Secador de pelo	.25	1600 W	400 Wh
Microondas	1200	0.25 W	300 Wh
Licuada	0.16	400 W	64 Wh
Otros	0.25	2100 W	525 Wh
Televisor	6	360 W	2160 Wh
Televisor	6	360 W	2160 Wh
Televisor	6	360 W	2160 Wh
mini	20	1170 W	23400 Wh
mini	20	1170 W	23400 Wh
mini	20	1170 W	23400 Wh
mini	20	1170 W	23400 Wh
mini	20	1170 W	23400 Wh
mini	20	1170 W	23400 Wh
Secador de pelo	0.16	1000 W	160 Wh
plancha	1.5	1000 W	1500 Wh
abanico exterior	3	10 W	30 Wh

TOTAL **176764 Wh/d**

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara dicroica	60	12	26 W	18720 Wh
Lámpara incandescente	4	12	75 W	3600 Wh
TOTAL				22320 Wh/d

TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA 199084 WH/DIA

Para el calculo del rendimiento (Performance Ratio) se han utilizado los siguientes parametros:

Coficiente perdidas en batería	5 %
Coficiente autodescarga batería	0.5 %
Profundidad de descarga batería	50 %
Coficiente perdidas conversión DC/AC	8 %
Coficiente perdidas cableado	5 %
Autonomía del sistema	1 d
Rendimiento General	81.18 %

Lo que nos proporciona los siguientes resultados de energía.

TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (WH/DIA): 245237.74

Se trata de una (vivienda de Uso habitual con los siguientes consumos distribuidos por meses a lo largo del año.

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	245238	245238	245238	245238	245238	245238	245238	245238	245238	245238	245238	245238

HORAS SOL PICO

Para el calculo de las hora son pico, se ha utilizado la base de datos NREL-NASA, contemplando la inclinación y orientación elegidas, así como los datos de localización del lugar.

La declinación solar se ha calculado con la siguiente formula:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \text{sen} \left(360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right)$$

δ : declinación (grados)
 δ_n : día del año (1...365, tomado 1 para el día de enero)

Se ha elegido un día de cada més, que viene a coincidir con un día a mediados de mes.

Para el calculo de la elevación solar se han tomado los valores:

- $(90^\circ - \varphi - \delta)$ en el solsticio de invierno
 - $(90^\circ - \varphi + \delta)$ en el solsticio de verano
- siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para determinar la inclinación optima se han utilizado las siguientes premisas:

- $\beta = \varphi - \delta$ en el solsticio de verano
 - $\beta = \varphi + \delta$ en el solsticio de invierno
- pasando por el valor $\beta = \varphi$ en los equinoccios
 siendo φ la latitud del lugar y δ la declinación.

Para la estimación del parametro rad_glo_op, se ha usado la siguiente fórmula:

$$G_a(\beta_{opt}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2}$$

$G_a(\beta_{opt})$: valor medio anual de la irradiación global sobre superficie con inclinación óptima ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$)
 $G_a(0^\circ)$: media anual de la irradiación global horizontal ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)

Para la obtención del factor de irradiancia (FI) se han utilizado las siguientes expresiones:

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

FI : Factor de radiación (sin unidades)
 β : Inclinación real de la superficie ($^\circ$)
 β_{opt} : inclinación óptima de la superficie ($^\circ$)
 α : acimut de la superficie ($^\circ$)

Finalmente las horas sol pico (HSP) es el resultado de multiplicar la radiación global óptima ($G_a(\beta_{opt})$) por el factor de irradiación (FI).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
Nº día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	42.99°	50.64°	62.24°	74.04°	83.52°	87.64°	85.44°	77.38°	66.07°	53.93°	44.65°	40.85°
Inclinación optima	47.01°	39.36°	27.76°	15.96°	6.48°	2.36°	4.56°	12.62°	23.93°	36.07°	45.35°	49.15°
rad_glo_hor	3.24	3.95	5.08	5.54	5.99	6.37	6.45	6.04	5.08	4.41	3.63	3.1
rad_glo_op	4.53	4.95	5.67	5.76	6.04	6.38	6.48	6.19	5.51	5.32	4.94	4.49
FI	0.96	0.99	1	0.98	0.94	0.91	0.93	0.97	1	0.99	0.97	0.95
HSP/día	4.34	4.9	5.67	5.64	5.68	5.81	6.03	6.01	5.51	5.27	4.79	4.26
HSP/mes	134.54	137.2	175.77	169.2	176.08	174.3	186.93	186.31	165.3	163.37	143.7	132.06
Temp día max	18.25°	20.99°	24.48°	27.79°	28.48°	29.4°	30.37°	30.27°	27.7°	25.19°	21.52°	18.31°
Consu/HSP día	56506.39	50048.52	43251.81	43481.87	43175.66	42209.59	40669.61	40804.95	44507.76	46534.68	51197.86	57567.54

CALCULOS DE MODULOS

Para el calculo del campo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido. Dando los siguientes valores:

- * El mes más desfavorable según consumos: Diciembre
- * Inclinación optima anual: 21.46°
- * Inclinación optima anual por consumos: 25.89°
- * Inclinación elegida: 29°
- * Azimut módulos : 0°
- * Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 19.36°
- * Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 4.26 HSP
- * Energía Real Diaria desde módulos: 245237.74 Wh/d
- * Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- * Potencia pico módulos calculada: 58216 Wp

La elección del módulo, tiene en cuenta los distintos parametros electricos, que determinan el rendimiento, las unidades necesarias y su acoplamiento con el regulador y bateria. A continuación se observan los detalles del modulo y los calculos elegidos.

AXITEC AXITEC 330 MONOCRISTALINO			
Voltaje a circuito abierto (voc):	45.83 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	37.7 V
Corriente de cortocircuito (isc):	9.27 A	Corriente a potencia máxima (imp):	8.76 A
Potencia máxima:	330 W	Coeficiente de temperatura de Pmax:	-0.44 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	332.4816 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	56760 Wp	Nº de series paralelo:	86
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	0.97	Total modulos :	172
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			97 %

CALCULOS REGULADORES

Para la elección del regulador se tienen en cuenta los valores de tensión del sistema, los parametros de los módulos fotovoltaicos, lo que nos aporta un determinado grado de optimización. Ver a continuación:

- * Tensión sistema: 48 V
- * Tensión modulos Circuito abierto: 45.83 V
- * Tensión modulos maxima potencia : 37.7 V
- * Corriente de cortocircuito modulo: 9.27 A
- * Corriente a potencia máxima modulo: 8.76 A
- * N° de módulos serie instalar: 2
- * N° de módulos paralelo instalar: 86
- * Total modulos instalar: 172
- * Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 9.27 A
- * Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 8.76 A
- * Intensidad total sistema (abierto) : 797 A

La elección del regulador ha sido la siguiente:

VICTRON ENERGY 150100 MPPT			
Tensión:	12-24-48 V	Voltaje máximo:	150 V
Potencia nominal:	5800 Wp	Consumo propio:	10 mA
Capacidad de carga:	100 A	Ratio aprovechamiento :	0.99
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		101 % N° Reguladores :	10

CALCULOS BATERIAS

Para el calculo de la bateria, se ha tenido en cuenta, la energía necesaria, la tensión del sistema, así como la profundidad de descarga y la autonomía de dicho sistema en días.

- * Tensión nominal de baterías: 48 V
- * Profundidad de descarga de baterías: 50 %
- * Autonomía del sistema: 1 días
- * Energía Real Diaria: 245238 Wh/día
- * Capacidad útil baterías calculada: 5109 Ah
- * Capacidad real baterías calculada: 10218 Ah

De lo que se desprende, que, adaptándonos al fabricante, utilizaremos una batería con 4 vasos en serie de 40 series en paralelo de 230 Ah en C20 , por serie, dando un total de 9200 Ah en C20 y 48 V. Con esta acumulación se tendría la capacidad de almacenamiento de 1 días, con los consumos teóricos.

DURAVOLT 12V FLAT PLATE									
Capacidades de carga en función a sus horas de descarga:									
C 10:	230 Ah	C 20:	230 Ah	C 40:	230 Ah	C 100:	230 Ah	C 120:	230 Ah
Tensión:			12 V	Nº de elementos serie :			4		
Capacidad nominal acumulador :			9200 Ah	Nº de series paralelo :			40		
Tensión nominal acumulador :			48 V	Total elementos :			160		
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de								90 %	

INVERSOR

Para el dimensionado del inversor se han utilizado los siguientes datos:

- * Tensión sistema DC: 48 V
- * Tensión salida AC: 230 V
- * Potencia máxima: 25201.25 W
- * Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- * Potencia mínima necesaria: 17641 W
- * Factor de seguridad: 0.8
- * Potencia de calculo : 22051 W

La elección del inversor ha sido la siguiente:

VICTRON PHOENIX C24/2000			
Tensión:	24 V	Potencia nominal:	2000 W
Potencia continua:	1450 W	Potencia pico:	4000 W
Consumo en vacio :	11 W	Eficiencia :	92 %
Ratio aprovechamiento :	1521 %	Nº inversores :	15
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			99 %

RESUMEN

Resumen de los elementos resultantes del calculo

Unidades	Elementos
172	Modulo tipo -AXITEC AXITEC 330 MONOCRISTALINO
10	Regulador tipo - VICTRON ENERGY 150100 MPPT
160	Bateria tipo - DURAVOLT 12V FLAT PLATE
15	Inversor tipo -VICTRON PHOENIX C24/2000

Con los elementos de consumos seleccionados y los componentes de las instalación calculados, obtenemos la siguiente comparativa de consumos y producción estimados a lo largo del año

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	7602	6867	7602	7357	7602	7357	7602	7602	7357	7602	7357	7602
Producción	7551	7701	9866	9497	9883	9783	10492	10457	9278	9170	8066	7412

Consumo total al año: 89509 Kw

Producción total al año: 109156 Kw

Total kg/año CO2 evitados: 59163

