

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 :

En las coordenadas :4°08'31" N, 73°37'35" O

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

- Inclinación :15 °
- Desorientación respecto al Sur :0 °

Usara un sistema de corriente alterna con un voltaje de 110 V

El sistema 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	3	70 W	210 Wh
Frigorífico	8	195 W	1560 Wh
Microondas	0.8	800 W	640 Wh
TOTAL			2410 Wh/d

Consumo por iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara fluorescente	2	5	11 W	110 Wh
Lámpara incandescente	2	5	60 W	600 Wh
Tubo fluorescente	2	5	30 W	300 Wh
TOTAL				1010 Wh/d

TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA 3420 WH/DIA

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

Coefficiente perdidas en batería	5 %
Coefficiente autodescarga batería	0.5 %
Profundidad de descarga batería	60 %
Coefficiente perdidas conversión DC/AC	5 %
Coefficiente perdidas cableado	5 %
Autonomía del sistema	3 d
Rendimiento General	82.88 %

Lo que nos proporciona los siguientes resultados de energía.

TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (WH/DIA): 11142.62

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

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	11143	11143	11143	11143	11143	11143	11143	11143	11143	11143	11143	11143

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:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \sin \left(360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right) \quad \begin{array}{l} \delta: \text{declinación (grados)} \\ \delta_n: \text{día del año (1...365, tomado} \\ \quad \text{1 para el día de enero)} \end{array}$$

Se ha elegido un día de cada mes, 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:

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

$G_a(\beta_{\text{opt}})$: 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:

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

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

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 ($G_a(\beta_{\text{opt}})$) 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°
N° día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	64.73°	72.38°	83.98°	95.78°	105.26°	109.39°	107.18°	99.12°	87.81°	75.67°	66.4°	62.6°
Inclinación optima	25.27°	17.62°	6.02°	5.78°	15.26°	19.39°	17.18°	9.12°	2.19°	14.33°	23.6°	27.4°
rad_glo_hor	5.84	6.63	6.96	6.39	5.49	5.2	5.37	5.63	5.75	5.96	5.39	5.31
rad_glo_op	6.4	6.94	7.01	6.43	5.69	5.49	5.61	5.71	5.76	6.15	5.84	5.91
FI	0.99	1	0.99	0.99	1	1	1	1	0.98	1	0.99	0.98
HSP/día	6.33	6.94	6.94	6.37	5.69	5.49	5.61	5.71	5.64	6.15	5.78	5.79
HSP/mes	196.23	194.32	215.14	191.1	176.39	164.7	173.91	177.01	169.2	190.65	173.4	179.49
Temp día max	27.62°	27.51°	27.92°	28.29°	28.6°	28.04°	27.66°	27.46°	27.59°	27.41°	27.35°	27.59°
Consu/HSP día	1760.29	1605.56	1605.56	1749.23	1958.28	2029.62	1986.21	1951.42	1975.64	1811.81	1927.79	1924.46

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: Junio
- * Inclinación optima anual: 6.46°
- * Inclinación optima anual por consumos: 15.26°
- * Inclinación elegida: 15°
- * Azimut módulos : 0°
- * Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 28.1°
- * Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 5.49 HSP
- * Energía Real Diaria desde módulos: 11142.62 Wh/d
- * Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- * Potencia pico módulos calculada: 2265 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 batería. A continuación se observan los detalles del modulo y los calculos elegidos.

LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	29.8 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.22 A	Corriente a potencia máxima (imp):	7.73 A
Potencia máxima:	230 W	Coefficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	228.605 Wp	Nº de módulos serie:	2
Potencia pico módulos total :	2300 Wp	Nº de series paralelo:	5
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	1.02	Total modulos :	10
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			102 %

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: 37 V
- * Tensión modulos maxima potencia : 29.8 V
- * Corriente de cortocircuito modulo: 8.22 A
- * Corriente a potencia máxima modulo: 7.73 A
- * N° de módulos serie instalar: 2
- * N° de módulos paralelo instalar: 5
- * Total modulos instalar: 10
- * Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 8.22 A
- * Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 7.73 A
- * Intensidad total sistema (abierto) : 41 A

La elección del regulador ha sido la siguiente:

MORNINGSTAR TRISTAR 60A PWM			
Tensión:	12-24-48 V	Voltaje máximo:	125 V
Potencia nominal:	0 Wp	Consumo propio:	20 mA
Capacidad de carga:	60 A	Ratio aprovechamiento :	0.9
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		146 % N° Reguladores :	1

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: 60 %
- * Autonomía del sistema: 3 días
- * Energía Real Diaria: 11143 Wh/día
- * Capacidad útil baterías calculada: 696 Ah
- * Capacidad real baterías calculada: 1161 Ah

De lo que se desprende, que, adaptándonos al fabricante, utilizaremos una batería con 24 vasos en serie de 1 series en paralelo de 1205 Ah en C100 , por serie, dando un total de 1205 Ah en C100 y 48 V. Con esta acumulación se tendría la capacidad de almacenamiento de 3 días, con los consumos teóricos.

ECOSAFE TYS-8 TUBULAR-PLATE					
Capacidades de carga en función a sus horas de descarga:					
C 10:	876 Ah	C 20:	989 Ah	C 40:	1169 Ah
				C 100:	1205 Ah
				C 120:	1220 Ah
Tensión:			2 V	N° de elementos serie :	
Capacidad nominal acumulador :			1205 Ah	N° de series paralelo :	
Tensión nominal acumulador :			48 V	Total elementos :	
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de					104 %

INVERSOR-CARGADOR

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

- * Tensión sistema DC: 48 V
- * Tensión salida AC: 110 V
- * Potencia máxima: 2197 W
- * Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- * Potencia mínima necesaria: 1538 W
- * Factor de seguridad: 0.8
- * Potencia de calculo : 1922 W

La elección del inversor-cargador ha sido la siguiente:

VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16			
Tensión:	48 V	Potencia nominal:	3000 W
Potencia continua:	2500 W	Potencia instantanea:	6000 W
Consumo en vacio :	16 W	Eficiencia :	95 %
Ratio aprovechamiento :	77 %	N° inversores :	1
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			130 %

RESUMEN

Resumen de los elementos resultantes del calculo

Unidades	Elementos
10	Modulo tipo -LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino
1	Regulador tipo - MORNINGSTAR TRISTAR 60A PWM
24	Bateria tipo - ECOSAFE TYS-8 TUBULAR-PLATE
1	Inversor tipo -VICTRON MULTIPLUS 48/3000/35-16

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	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	345	312	345	334	345	334	345	345	334	345	334	345
Producción	404	400	443	394	363	339	358	365	349	393	357	370

Consumo total al año: 4063 Kw

Producción total al año: 4535 Kw

Total kg/año CO2 evitados: 2458



