

MEMORIA DE CÁLCULOS

1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1 CARGAS DE CONSUMO

Para realizar el dimensionado de la instalación fotovoltaica hemos de conocer las necesidades de consumo de potencia, tensión de alimentación, intensidad de corriente y número de horas estimado de funcionamiento de los equipos informáticos instalados en cada una de las *Estaciones Receptoras* y en la *Estación Emisora*. Se realizará el estudio considerando equivalente el consumo de las distintas *Estaciones Receptoras*. Una vez calculado el consumo total diario de cada *Estación* sólo es necesario multiplicar el valor hallado por el número de días del mes.

- Previsión de consumo de potencia en la *Estación Emisora*:

EQUIPOS	NÚMERO	POTENCIA NECESARIA(W)	TIEMPO DE UTILIZACIÓN DIARIO(h)	CDA (W•h/día)
Ordenador	5	60	6	1800
Eq.via satellite	1	0,035	24	0,84
Ant.WiMax Omnid.	1	18	15	270
TOTAL				2071

La Carga Diaria por Aparato en amperios hora sería 9,41.

- Previsión de consumo de potencia en la *Estación Receptora*:

EQUIPOS	NÚMERO	POTENCIA NECESARIA(W)	TIEMPO DE UTILIZACIÓN DIARIO(h)	CDA (W•h/día)
Ordenador	5	60	6	1800
Ant.WiMax Sectorial.	1	10	15	150
TOTAL				1950

La Cda en amperios hora sería 8,86.

1.2 CÁLCULO DEL SISTEMA ACUMULADOR

Lo primero que se ha de determinar, como paso previo al cálculo de acumulador de una instalación, es el número máximo N de días de autonomía previstos para la misma. Dicho número se asigna de acuerdo con las características climatológicas de la zona, el servicio que la instalación preste y las circunstancias particulares del usuarios. Para nuestro caso concreto tomaremos un valor $N = 8$ días.

Para el cálculo de la energía E que se necesita diariamente, teniendo en cuenta las pérdidas que se producen, utilizamos la siguiente expresión:

$$E = E_t / R$$

Donde: E: necesidad energética diaria.
 E_t: Energía total teórica requerida.
 R: factor global de rendimiento de la instalación.

$R = 1 - [(1 - k_B - k_C - k_V) \times k_A \times N / p_d] - k_B - k_C - k_V$; siendo:

$k_A = 0,005$, se denomina Fracción de energía de la batería que se pierde diariamente por descarga.

$k_B = 0,05$, se denomina Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador o fracción de energía que la batería no entrega respecto a la que recibe de los paneles.

$k_C = 0,1$ Rendimiento del convertidor de onda senoidal modificada.

$k_V = 0,1$ Rendimiento de los aparatos eléctricos de la instalación fotovoltaica.

$p_d = 0,7$ Profundidad de descarga máxima admisible de la batería.

$$R = 1 - [(1 - 0,05 - 0,1 - 0,1) \times 0,005 \times 8 / 0,7] - 0,05 - 0,1 - 0,1 = \mathbf{0,707}$$

- **Estación Emisora:**

$$E = 2071 / 0,707 = 2929,28 \text{ Wh / día}$$

Una vez calculados los coeficientes R y E, se halla el valor de la capacidad útil

$$C_u = E \times N = 23434,22 \text{ Wh}$$

La capacidad nominal C_F asignada por el fabricante será igual al cociente entre C_u y la profundidad máxima de descarga admisible p_d .

$$C_F = C_u / p_d = 33477,47 \text{ Wh}$$

Si expresamos la capacidad en Amperios por hora, obtenemos:

$$C_F = 33477,47 / 24 \text{ V} = 1395 \text{ Ah}$$

- **Estación Receptora:**

$$E = 1950 / 0,707 = 2758,14 \text{ Wh / día}$$

Una vez calculados los coeficientes R y E, se halla el valor de la capacidad útil

$$C_u = E \times N = 22065,07 \text{ Wh}$$

La capacidad nominal C_F asignada por el fabricante será igual al cociente entre C_u y la profundidad máxima de descarga admisible p_d .

$$C_F = C_u / p_d = 31521,52 \text{ Wh}$$

Si expresamos la capacidad en Amperios por hora, obtenemos:

$$C_F = 31521,52 / 24 \text{ V} = 1313,4 \text{ Ah}$$

Durante periodos de climatología desfavorable, esta energía será extraída de las baterías para un periodo de que hemos considerado de 8 días como máximo. Si suponemos que la carga de consumo mayoritaria para cada día se realiza en un intervalo de tiempo comprendido entre 5 y 7 horas, se elegirá de los modelos del fabricante aquellas baterías que trabajen con periodos de descarga comprendidos entre 40 y 56 horas, que sería su equivalente para 8 días de autonomía. Para evitar que en un supuesto octavo día sin recarga para las baterías, éstas llegasen a su nivel mínimo y con ello sufriesen graves consecuencias para su correcto funcionamiento, se sobredimensionará la capacidad de almacenaje eligiendo baterías con un periodo de descarga de 72 horas.

La configuración que más se podría ajustar a nuestras necesidades es un conjunto de 24 baterías VARTA Vb 2412, estando dispuestas en dos filas de 12 baterías en serie para ofrecer 24 voltios cada fila, ya que cada una de ellas ofrece 2 voltios, y finalmente ambas filas de 12 baterías en serie se conectarían en paralelo. Este modelo tiene una capacidad de descarga de 3476 Amperios Hora para un periodo de descarga de 72 horas, que nos garantiza un suministro de al menos 8 días.

1.3 RADIACIÓN RECIBIDA

La radiación captada varía en función de una serie de factores como son la época del año, la latitud del lugar considerado y la inclinación de los paneles. El calculo de la energía disponible se realizará teniendo en cuenta que el perfil de consumo es uniforme a lo largo del año por lo que para el cálculo de la inclinación de los paneles se ha tenido en cuenta el rendimiento del conjunto de paneles con 30° de inclinación, con 40° y con 50°, lo que podemos ver en los siguientes gráficos:

© CENSOLAR, 1998 - 2004

Ubicación: (particular) Nombre del proyecto: EL CHACHO

«H»: radiación diaria media sobre horizontal (MJ/m²) Latitud: -30°
 «H.S.P.»: número corregido de horas de sol pico -90° +90°

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
H	23.10	21.30	17.60	13.40	10.60	9.00	10.00	12.80	15.80	18.90	22.60	23.10
H correg.	25.41	23.43	19.36	14.74	11.66	9.90	11.00	14.08	17.38	20.79	24.86	25.41
H.S.P.	6.56	6.51	5.97	5.00	4.21	3.55	3.79	4.58	5.26	5.78	6.42	6.42

Inclinación: 30° Desviación N-S: 00° Corrección de H: ×1.10
 00° 90° 00° 70° 0.75 1.20

Generación FV anual en sistemas de conexión a red (kW·h/kW instalado)
 (supuesto el rendimiento global indicado en la casilla correspondiente): 1186

«P»: Potencia FV (W) necesaria para satisfacer el consumo diario «F»: Energía FV diaria disponible (kW·h) / Consumo diario (kW·h)

Consumo diario (W·h): 3300.0 Potencia FV a instalar (W) (la del mes peor, por defecto): 1693

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
P	916	923	1007	1202	1428	1693	1586	1312	1143	1040	936	936	
F	1.85	1.83	1.68	1.41	1.19	1.00	1.07	1.29	1.48	1.63	1.81	1.81	1.50

Potencia FV (W) para el cálculo del factor F: 1693

0 W 1693 W

Nº de paneles: 18 Nº instalado: 18 A·h necesarios: 2576 Serie: 12
 Serie: 2 Paralelo: 9 W instalados: 1692 A·h instalados: 3476 Paralelo: 2

Leer datos Guardar datos Archivo de datos: C:\Archivos de programa\Censol50\EL CHACHO.fot Menú

Rendimiento (%): 61
 kb: 0.05
 ka: 0.0050
 pd: 0.70
 kc: 0.20
 kv: 0.10
 Autonomía (días): 8
☒ Cálculo automático

Panel FV
 Potencia pico (W): 94
 Tensión nominal (V): 12

Elemento acumulador
 Tensión nominal (V): 2
 Capacidad (A·h): 1738
 Temperatura (°C): 20

Circuito de c.c.
 Tensión nominal (V): 24

Con 30 ° de inclinación obtenemos para nuestro mes más desfavorable, que viene a ser el mes de Junio, una media de 3,55 HSP, y una radiación horizontal incidente $H = 9,00 \text{ MJ} / \text{m}^2$, siendo el valor corregido para superficies inclinadas $H' = 9,90 \text{ MJ} / \text{m}^2$. Así mismo para el mes de Junio la producción de energía de las placas fotovoltaicas será aproximadamente igual a la que consumirá el conjunto de equipos informáticos necesarios para la instalación, pero como se puede apreciar el factor F, que nos indica el cociente entre la energía fotovoltaica disponible y el consumo diario, resulta de media 1,50. Esto nos indica que como media, con esta inclinación, obtendremos a lo largo del año un cincuenta por ciento más de energía que la que se va a consumir, por lo que se podrían usar pequeños electrodomésticos de forma esporádica sin perjuicio para la instalación.

Para la configuración con 40° de inclinación:

© CENSOLAR, 1998 - 2004

Ubicación: (particular) Nombre del proyecto: EL CHACHO

«H»: radiación diaria media sobre horizontal (MJ/m²) Latitud: -30°

«H.S.P.»: número corregido de horas de sol pico -90° +90°

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
H	23.10	21.30	17.60	13.40	10.60	9.00	10.00	12.80	15.80	18.90	22.60	23.10
H correg.	25.41	23.43	19.36	14.74	11.66	9.90	11.00	14.08	17.38	20.79	24.86	25.41
H.S.P.	6.00	6.18	5.81	5.04	4.31	3.66	3.85	4.58	5.12	5.43	5.94	5.79

Inclinación: 40° Desviación N-S: 00° Corrección de H: ×1.10

Generación FV anual en sistemas de conexión a red (kW·h/kW instalado) (supuesto el rendimiento global indicado en la casilla correspondiente): 1143

«P»: Potencia FV (W) necesaria para satisfacer el consumo diario «F»: Energía FV diaria disponible (kW·h) / Consumo diario (kW·h)

Consumo diario (W·h): 3300.0 Potencia FV a instalar (W) (la del mes peor, por defecto): 1642

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
P	1002	973	1035	1193	1395	1642	1561	1312	1174	1107	1012	1038	
F	1.64	1.69	1.59	1.38	1.18	1.00	1.05	1.25	1.40	1.48	1.62	1.58	1.40

Potencia FV (W) para el cálculo del factor F: 1642

0 W 1642 W

Nº de paneles: 18 Nº instalado: 18 A·h necesarios: 2576 Serie: 12

Serie: 2 Paralelo: 9 W instalados: 1692 A·h instalados: 3476 Paralelo: 2

Leer datos Guardar datos Archivo de datos: C:\Archivos de programa\Censol50\EL CHACHO.fot Menú

Rendimiento (%): 61

kb: 0.05

ka: 0.0050

pd: 0.70

kc: 0.20

kv: 0.10

Autonomía (días): 8

☒ Cálculo automático

Panel FV

Potencia pico (W): 94

Tensión nominal (V): 12

Elemento acumulador

Tensión nominal (V): 2

Capacidad (A·h): 1738

Temperatura (°C): 20

Circuito de c.c.

Tensión nominal (V): 24

Se puede observar que obtendríamos en nuestro mes más desfavorable una media de 3,66 HSP, pero en oposición a este buen dato tenemos que la media de energía fotovoltaica obtenida a lo largo del año con respecto a la necesitada baja diez puntos porcentuales.

Lo mismo ocurriría si estudiamos la configuración con 50° de inclinación:

© CENSOLAR, 1998 - 2004

Ubicación: (particular) Nombre del proyecto: EL CHACHO

«H»: radiación diaria media sobre horizontal (MJ/m²) Latitud: -30°

«H.S.P.»: número corregido de horas de sol pico -90° +90°

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
H	23.10	21.30	17.60	13.40	10.60	9.00	10.00	12.80	15.80	18.90	22.60	23.10
H correg.	25.41	23.43	19.36	14.74	11.66	9.90	11.00	14.08	17.38	20.79	24.86	25.41
H.S.P.	5.29	5.66	5.54	4.95	4.31	3.66	3.82	4.46	4.83	4.97	5.25	5.08

Inclinación: 50° Desviación N-S: 00° Corrección de H: ×1.10

00° 90° 00° 70° 0.75 1.20

Generación FV anual en sistemas de conexión a red (kW·h/kW instalado)
(supuesto el rendimiento global indicado en la casilla correspondiente): 1071

«P»: Potencia FV (W) necesaria para satisfacer el consumo diario «F»: Energía FV diaria disponible (kW·h) / Consumo diario (kW·h)

Consumo diario (W·h): 3300.0 Potencia FV a instalar (W) (la del mes peor, por defecto): 1642

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
P	1136	1062	1085	1214	1395	1642	1574	1348	1244	1209	1145	1183	
F	1.45	1.55	1.51	1.35	1.18	1.00	1.04	1.22	1.32	1.36	1.43	1.39	1.32

Potencia FV (W) para el cálculo del factor F: 1642

0 W 1642 W

Nº de paneles: 18 Nº instalado: 18 A·h necesarios: 2576 Serie: 12

Serie: 2 Paralelo: 9 W instalados: 1692 A·h instalados: 3476 Paralelo: 2

Leer datos Guardar datos Archivo de datos: C:\Archivos de programa\Censol50\EL CHACHO.fot Menú

Rendimiento (%): 61

kb: 0.05

ka: 0.0050

pd: 0.70

kc: 0.20

kv: 0.10

Autonomía (días): 8

☒ Cálculo automático

Panel FV

Potencia pico (W): 94

Tensión nominal (V): 12

Elemento acumulador

Tensión nominal (V): 2

Capacidad (A·h): 1738

Temperatura (°C): 20

Circuito de c.c.

Tensión nominal (V): 24

La media de energía disponible con respecto al consumo diario disminuye otros ocho puntos porcentuales, y sin embargo ni siquiera aumenta la media de HSP.

Por tanto elegiremos para nuestra instalación la configuración con 30° de inclinación, 0° de azimut (los paneles orientados al Norte); la cual cumple con las especificaciones técnicas de diseño y montaje de las instalaciones solares fotovoltaicas, que marca un factor F mínimo de 1,20.

1.4 HORAS DE SOL PICO

Las horas de sol pico (HSP) es el número de horas de sol que recibe una superficie de un metro cuadrado, a una intensidad de radiación constante de 1000 W / m², durante un día medio de un

determinado mes. Según el programa CENSOL 5.0 el número de Horas de Sol Pico durante nuestro mes más desfavorable será: HSP = 3,55. KWh

1.5 CÁLCULO DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Ubicación: (particular) Nombre del proyecto: EL CHACHO

«H»: radiación diaria media sobre horizontal (MJ/m²) Latitud: -30°

«H.S.P.»: número corregido de horas de sol pico -90° +90°

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
H	23.10	21.30	17.60	13.40	10.60	9.00	10.00	12.80	15.80	18.90	22.60	23.10
H correg.	25.41	23.43	19.36	14.74	11.66	9.90	11.00	14.08	17.38	20.79	24.86	25.41
H.S.P.	6.56	6.51	5.97	5.00	4.21	3.55	3.79	4.58	5.26	5.78	6.42	6.42

Inclinación: 30° Desviación N-S: 00° Corrección de H: ×1.10

Generación FV anual en sistemas de conexión a red (kW·h/kW instalado) (supuesto el rendimiento global indicado en la casilla correspondiente): 1186

«P»: Potencia FV (W) necesaria para satisfacer el consumo diario «F»: Energía FV diaria disponible (kW·h) Consumo diario (kW·h)

Consumo diario (W·h): 3300.0 Potencia FV a instalar (W) (la del mes peor, por defecto): 1693

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
P	916	923	1007	1202	1428	1693	1586	1312	1143	1040	936	936	
F	1.85	1.83	1.68	1.41	1.19	1.00	1.07	1.29	1.48	1.63	1.81	1.81	1.50

Potencia FV (W) para el cálculo del factor F: 1693

0 W 1693 W

Nº de paneles: 18 Nº instalado: 18 A·h necesarios: 2576 Serie: 12

Serie: 2 Paralelo: 9 W instalados: 1692 A·h instalados: 3476 Paralelo: 2

Leer datos Guardar datos Archivo de datos: C:\Archivos de programa\Censol50\EL CHACHO.fot Menú

Rendimiento (%): 61 kb: 0.05 ka: 0.0050 pd: 0.70 kc: 0.20 kv: 0.10 Autonomía (días): 8

Panel FV Potencia pico (W): 94 Tensión nominal (V): 12

Elemento acumulador Tensión nominal (V): 2 Capacidad (A·h): 1738 Temperatura (°C): 20

Circuito de c.c. Tensión nominal (V): 24

Como se puede observar en la interfaz gráfica del programa, el número de paneles fotovoltaicos necesarios será de 18, de 94 vatios cada uno. La configuración de los mismos será en serie en grupos de dos, formando por tanto nueve grupos conectados entre sí en paralelo, cada uno de los cuales formado por un conjunto en serie de dos paneles fotovoltaicos de 12 voltios cada uno, entregando por tanto el conjunto en paralelo un total de 24 voltios. Los paneles elegidos son de la marca ISO FOTÓN o de características similares.

1.6 CÁLCULO DEL SISTEMA DE REGULACIÓN

El sistema de regulación elegido para nuestra instalación fotovoltaica cumple con las siguientes funciones:

- Protección de las baterías contra sobrecargas.
- Protección de las baterías contra descargas excesivas mediante desconexión automática de la carga.
- Reconexión automática o manual.
- Sistema de alarma por baja carga de la batería.
- Sensor de temperatura.
- Protección contra corriente inversa de batería.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobretensiones.

El dimensionado del sistema de regulación se debe realizar con un factor de seguridad tal que entre la potencia máxima producida por el campo de paneles y la potencia máxima del regulador haya un 10% como mínimo.

La intensidad producida por nuestro campo de paneles viene dada por la expresión: $I_{\text{campo}} = N_{\text{pp}} * I_p = 9 * 5,88 = 52,92$ Amperios

Siendo N_{pp} el número de paneles en paralelo, y I_p la intensidad de pico de cada panel.

Si elegimos el regulador de la casa ISOFOFÓN, modelo Isolier 30, cuya corriente máxima es de 30 Amperios, el cálculo del número de reguladores que es necesario instalar resultará de la expresión:

$$N_r = N_{\text{pp}} * I_p * F_s / I_r$$

Siendo:

- N_r : número de reguladores.
- N_{pp} : número de paneles en paralelo.
- I_p : Intensidad de pico de cada panel fotovoltaico.
- F_s : Intensidad máxima de trabajo del regulador de carga.
- I_r : factor de seguridad para el dimensionado del regulador. Tiene un valor de 1,1.

Por tanto: $N_r = 9 * 5,88 * 1,1 / 30 = 1,94$. Habrá así que emplear dos reguladores de carga, que serán de la marca ISOFOFÓN modelo

Isolier 30 o de características similares, que admita una corriente máxima de 30 Amperios y que acepte la configuración de 24 voltios.

1.7 CÁLCULO DEL CONVERTIDOR DE ONDA SENOIDAL O INVERSOR

Para el dimensionado del inversor habrá que tener en cuenta la potencia prevista para la instalación, ya calculada anteriormente, y que es de aproximadamente 320 vatios.

Se utilizará un inversor cuya entrada sea de 24 voltios de tensión continua y de salida 220 voltios corriente alterna, de frecuencia 50 Hz, y con una potencia nominal superior a los 2071 vatios en el caso de la *Estación Emisora* y de 1950 vatios en el caso de cada una de las *Estaciones Receptoras*. El modelo seleccionado para los dos tipos de estaciones será el inversor autónomo “ISOVERTER 1500”, con una potencia nominal de salida de 1500 vatios, lo que deja la puerta abierta a una más que posible ampliación de la instalación en un futuro, ya que el consumo máximo estimado en un principio será casi 1000 vatios menos.

2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.1 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES

Para el dimensionamiento de la sección de los conductores se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. De igual manera, se tendrán en cuenta las “Especificaciones Técnicas de Diseño, Montaje y Seguridad de Instalaciones Fotovoltaicas”, en donde se establece que los valores de caídas de tensión máximas para instalaciones fotovoltaicas son:

Tabla IV	
Campo de Paneles-Acumulador	3%
Acumulador-Inversor	1%
Línea Principal	3%

El cálculo de la sección del cableado se hará según la caída de tensión y en función también de la intensidad máxima admisible.

— Sección por caída de tensión: $S = L P / \sigma e U$,

Siendo

- S: sección del conductor.
- L: longitud del conductor en metros
- P: potencia en vatios que soportará la línea.
- σ : conductividad, igual a $44 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$ (conductor de cobre y aislamiento termoestable a 90°C).
- e: caída de tensión en voltios.
- U: tensión del sistema en voltios.

— Sección por intensidad máxima admisible: $I = P / U \cos \varphi$

Siendo

- I: intensidad que circulará por el conductor
- P: potencia que soportará el mismo
- U: tensión
- $\cos \varphi$: factor de potencia (o fdp)

Los conductores empleados serán cables multiconductores con cubierta XLPE

2.2 LÍNEA PANELES FOTOVOLTAICOS-REGULADOR

Para la potencia del campo de paneles fotovoltaicos tendremos en cuenta que la salida del campo se dividirá en dos líneas, que irá cada una a un regulador. Por tanto cada línea soportará la mitad de la potencia que produzca el campo de paneles. Los datos necesarios para calcular la sección de cada línea son:

$$L = 7 \text{ m}$$

$$P = 94 \text{ W/panel} * 9 \text{ paneles} = 846 \text{ W}$$

$$V = 24 \text{ voltios}$$

$$e_{\max} = 2 \% \text{ de } 24 \text{ voltios} = 0,48 \text{ voltios}$$

$$\cos \varphi = 1$$

- Cálculo por intensidad:

$I = P / V \cos \varphi = 846 / 24 = 35,25 \text{ A}$, lo que según la instrucción técnica número 19 del RBT nos da una sección de 6 mm^2 .

- Cálculo por caída de tensión:

$S = L P / \sigma e U = 7 * 846 / 44 * 0,48 * 24 = 11,68 \text{ mm}^2$, lo que según el RBT nos obligaría a poner una sección mínima de 16 mm^2 que es el siguiente valor normalizado, permitiéndonos una intensidad máxima de 70 amperios.

Por tanto, emplearemos dos conductores de 16 mm^2 de sección que irán bajo una cubierta XLPE.

2.3 LÍNEA REGULADOR-ACUMULADOR

$$L = 3 \text{ m}$$

$$P = 846 \text{ W}$$

$$V = 24 \text{ voltios}$$

$$e_{\max} = 1 \% \text{ de } 24 \text{ voltios} = 0,24 \text{ voltios}$$

$$\cos \varphi = 1$$

- Cálculo por intensidad: $I = 846 / 24 = 35,25 \text{ A}$, lo que según la instrucción técnica número 19 del RBT nos da una sección de 6 mm^2 .
- Cálculo por caída de tensión: $S = L P / \sigma e U = 3 * 846 / 44 * 0,24 * 24 = 10,014 \text{ mm}^2$, lo que según el RBT nos obligaría a poner una sección mínima de 16 mm^2 que es el siguiente valor normalizado, permitiéndonos una intensidad máxima de 70 amperios.

Por tanto, emplearemos dos conductores de 16 mm^2 de sección que irán bajo una cubierta XLPE.

Además, para proteger a los acumuladores instalaremos entre éstos y cada regulador de carga un magnetotérmico de 2 polos de 40 A cada uno.

$$I_{\text{máx conductor}} (70\text{A}) < I_{\text{magnetotérmico}} (40 \text{ A}) < I_{\text{real circuito}} (35,25 \text{ A}).$$

Se comprueba por tanto que no es necesario aumentar la sección de los conductores.

2.4 LÍNEA ACUMULADOR-INVERSOR

$$L = 2 \text{ m}$$

$$P = 319 \text{ W (potencia prevista que se consuma)}$$

$$V = 24 \text{ voltios}$$

$$e_{\text{max}} = 1\% \text{ de } 24 \text{ voltios} = 0,24 \text{ voltios}$$

$$\cos \varphi = 1$$

- Cálculo por intensidad: $I = 319 / 24 = 13,3 \text{ A}$, lo que según la instrucción técnica número 19 del RBT nos da una sección de $1,5 \text{ mm}^2$.
- Cálculo por caída de tensión: $S = L P / \sigma e U = 2 * 319 / 44 * 0,24 * 24 = 2,517 \text{ mm}^2$, lo que según el RBT nos obligaría a poner una sección mínima de 4 mm^2 que es el siguiente valor normalizado, permitiéndonos una intensidad máxima de 30 amperios.

Por tanto, emplearemos dos conductores de 4 mm^2 de sección que irán bajo una cubierta XLPE.

2.5 LÍNEA INVERSOR-CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

$$L = 6 \text{ m}$$

$$P = 319 \text{ W}$$

$$V = 220 \text{ voltios}$$

$$e_{\text{max}} = 3\% \text{ de } 220 \text{ voltios} = 6,6 \text{ voltios}$$

$$\cos \varphi = 0,9$$

- Cálculo por intensidad: $I = 319 / 220 * 0,9 = 1,62 \text{ A}$, lo que según la instrucción técnica número 19 del RBT nos da una sección de $1,5 \text{ mm}^2$.
- Cálculo por caída de tensión: $S = L P / \sigma e U = 6 * 319 / 44 * 6,6 * 220 = 0,03 \text{ mm}^2$, lo que según el RBT nos obligaría a poner una sección mínima de $1,5 \text{ mm}^2$ que es el siguiente valor normalizado (y valor mínimo), permitiéndonos una intensidad máxima de 16 amperios. Emplearemos como elemento de protección un interruptor magnetotérmico de dos polos de 6 amperios.

$$I_{\text{máx conductor}} (16\text{A}) \leq I_{\text{magnetotérmico}} (6\text{A}) < I_{\text{real circuito}} (1,62\text{A}).$$

Por tanto, emplearemos un conductor de $1,5 \text{ mm}^2$ de sección que irá bajo una cubierta XLPE.

Se utilizará además como protección general de la instalación interior un Interruptor Diferencial de 15 A y 30 miliamperios de sensibilidad.

2.6 CIRCUITO DEL INTERIOR

Para comprobar la sección necesaria para el circuito interior procederemos de la misma manera.

$$L = 10 \text{ m}$$

$$P = 319 \text{ W}$$

$$V = 220 \text{ voltios}$$

$$e_{\text{máx}} = 3\% \text{ de } 220 \text{ voltios} = 6,6 \text{ voltios}$$

$$\cos \varphi = 0,9$$

- Cálculo por intensidad: $I = 319 / 220 * 0,9 = 1,62 \text{ A}$, lo que según la instrucción técnica número 19 del RBT nos da una sección de $1,5 \text{ mm}^2$.
- Cálculo por caída de tensión:

$S = L P / \sigma e U = 6 * 319 / 44 * 6,6 * 220 = 0,03 \text{ mm}^2$, lo que según el RBT nos obligaría a poner una sección mínima de $1,5 \text{ mm}^2$ que es el siguiente valor normalizado (y valor mínimo), permitiéndonos una intensidad máxima de 16 amperios. Esta línea se protegerá con un Interruptor Magnetotérmico de 6 A.

En el caso de la *Estación Emisora* se dispondrá de una línea independiente de la que proporcione energía a los ordenadores de bajo consumo, con el fin de alimentar el equipo vía satélite necesario para proporcionar conexión a Internet a los ordenadores. Ambas líneas tendrá las mismas características, 1,5 mm² de sección y 16 A de intensidad máxima, y como protección IM 6 A.