

1.1 Cálculo del campo generador

Para calcular el número de módulos fotovoltaicos y la disposición de los mismos, tendremos en cuenta las características del inversor. Las temperaturas de diseño serán las más desfavorables para los módulos, la temperatura de las células suelen ser 20°C superior a la del ambiente, al ser la media máxima en Córdoba de 36,20 °C, la de la célula será 56,20°C≈57°C. Los inversores trabajarán dentro del margen de temperatura estipulado por el fabricante -5°C a +40°C, respetando este margen mediante climatización de la sala de potencia si fuera necesario.

Limitaciones por tensión:

Para calcular el número máximo de módulos en serie que pueden alimentar al inversor, deberemos tener en cuenta la máxima tensión de entrada del mismo.

$$N^{\circ} \text{máximo de módulos en serie} = \frac{V_{\text{máx entrada inversor}}}{V_{\text{oc módulos}}};$$

donde:

$$V_{\text{máx entrada inversor}} (0^{\circ}\text{C}) = 700 V_{\text{DC}}.$$

$$V_{\text{oc módulos}} (25^{\circ}\text{C}) = 37,40 V_{\text{DC}}.$$

La característica de los módulos de V_{oc} está medida a 25°C, por lo que sabiendo la variación de tensión en función de la temperatura:

Coeficiente de temperatura de V_{oc} (β)	-0,35%/°C
---	-----------

, podemos calcular la V_{oc} a 0°C, que es la más desfavorable:

$$V_{\text{oc módulos}} (0^{\circ}\text{C}) = 37,40 - (0-25) \frac{0,35 \cdot 37,40}{100} = 40,67 V_{\text{DC}}$$

$N^{\circ} \text{máximo de módulos en serie} = \frac{700}{40,67} = 17,21 \approx 17 \text{ módulos}$
--

Para calcular el número mínimo de módulos en serie que pueden alimentar al inversor, deberemos tener en cuenta la mínima tensión de arranque del inversor.

$$N^{\circ} \text{mínimo de módulos en serie} = \frac{V_{\text{mín arranque inversor}}}{V_{\text{mp módulos}}};$$

donde:

$$V_{\min} \text{ arranque inversor (25}^\circ\text{C)} = 400 V_{\text{DC}}.$$

$$V_{\text{mp}} \text{ módulos (25}^\circ\text{C)} = 30,20 V_{\text{DC}}.$$

Como la célula va a trabajar a 57°C y el fabricante de las mismas no nos da una variación de la V_{mp} con la temperatura, consideraremos que esta lo con el mismo porcentaje que la V_{oc} , calculando así la tensión más desfavorable.

$$V_{\text{mp}} \text{ módulos (57}^\circ\text{C)} = 30,20 - (57-25) \frac{0,35 \cdot 30,20}{100} = 26,81 V_{\text{DC}}$$

$N^\circ \text{ mínimo de módulos en serie} = \frac{400}{26,81} = 14,91 \approx 15 \text{ módulos};$
--

Limitaciones por intensidad:

La máxima intensidad de corriente de entrada en CC del inversor, será de 53 A, por lo que la intensidad de cortocircuito del campo generador deberá ser inferior a este valor.

$$N^\circ \text{ máximo de ramas en paralelo} = \frac{I_{\text{máx de entrada inversor}}}{I_{\text{cc módulos}}}$$

donde:

$$I_{\text{máx}} \text{ de entrada inversor (25}^\circ\text{C)} = 53 \text{ A.}$$

$$I_{\text{CC}} \text{ módulos (25}^\circ\text{C)} = 8,12 \text{ A.}$$

La característica de los módulos de I_{cc} está medida a 25°C, por lo que sabiendo la variación de I_{CC} en función de la temperatura:

Coeficiente de temperatura de $I_{\text{sc}} (\alpha)$	0,05%/°C
--	----------

Calculamos ahora la I_{CC} más desfavorable:

$$I_{\text{CC}} \text{ módulos (57}^\circ\text{C)} = 8,12 + (57-25) \frac{0,05 \cdot 8,12}{100} = 8,24 \text{ A}$$

$N^\circ \text{ máximo de ramas en paralelo} = \frac{53}{8,24} = 6,42 \approx 6 \text{ ramas en paralelo}$
--

Limitaciones por potencia campo generador:

Deberemos determinar el número mínimo de módulos del campo generador, para satisfacer la característica de potencia mínima/máxima del campo generador.

$$N^{\circ} \text{ mínimo de módulos FV} = \frac{\text{Potencia mínima del campo generador}}{\text{Potencia módulo}}$$

donde:

Potencia mínima del campo generador (25°C) = 12 kWp.

Potencia módulo (25°C) = 230 Wp.

La característica de los módulos de potencia está medida a 25°C, por lo que sabiendo la variación de P en función de la temperatura:

Coeficiente de temperatura de P (γ)	-0,46%/°C
--	-----------

La potencia más desfavorable será:

$$P \text{ módulos (57°C)} = 230 - (57-25) \frac{0,46 \cdot 230}{100} = 196,14 \text{ Wp}$$

$$N^{\circ} \text{ mínimo de módulos FV} = \frac{12.000}{196,14} = 61,17 \approx 62 \text{ módulos}$$

Cada inversor deberá ser alimentado por un campo generador como mínimo de 62 módulos FV.

Existen multitud de configuraciones que cumplan los requisitos que hemos calculado. Sabiendo que una deficiencia de módulos nos llevaría a un funcionamiento anómalo de la instalación y un exceso a un derroche de energía y una mayor inversión, nosotros hemos optado por la siguiente configuración:

-Cada rama estará compuesta por 16 módulos FV cumpliendo así con el número máximo/mínimo de módulos.

-Cada inversor estará alimentado por cuatro ramas en paralelo, cumpliendo así que:

$$I_{\text{máx de entrada inversor}} > I_{\text{cc campo generador}}$$

$$I_{\text{máx de entrada inversor}} > I_{\text{cc módulo}} \times n^{\circ} \text{ ramas}$$

$$53 \text{ A} > 8,24\text{A} \cdot 4$$

$$\boxed{53 \text{ A} > 32,96 \text{ A}}$$

-Y por último nos queda comprobar que se cumple con el requisito último de potencia mínima del campo generador (para un inversor):

$$\textit{Potencia del campo generador} = n^{\circ} \text{ módulos} \times \textit{potencia módulo}$$

donde:

$$n^{\circ} \text{ módulos} = n^{\circ}_{\text{serie}} \cdot n^{\circ}_{\text{paralelo}} = 16 \cdot 4 = 64 \text{ módulos FV.}$$

$$P \text{ módulos (57}^{\circ}\text{C)} = 196,14 \text{ Wp}$$

$$\boxed{\textit{Potencia del campo generador} = 64 \cdot 196,14 = 12.552,96 \text{ Wp} > 12.000 \text{ Wp}}$$

Con lo cual nuestro campo generador estará compuesto por cinco inversores, que estarán alimentados por 4 ramas en paralelo de 16 módulos en serie cada rama, quedando un campo de 320 módulos FV totales.