

# Energía Producida por una SFCR

Energía Solar Fotovoltaica

Oscar Perpiñán Lamigueiro

Universidad Politécnica de Madrid

① Energía Producida por un SFCR

② Performance Ratio

# Potencia en un SFCR

## ► **Potencia** a la Salida del Generador FV

$$P_{dc} = A_g \cdot \eta_g(G_{ef}, T_a) \cdot G_{ef} = \frac{\eta_g(G_{ef}, T_a)}{\eta_g^*} \cdot \frac{G_{ef}}{G^*} \cdot P_g^*$$

## ► **Potencia** a la Salida del Inversor

$$P_{ac} = P_{dc} \cdot \eta_{inv}(P_{dc}, V_{dc}) = P_{dc} \cdot \eta_{inv}(G_{ef}, T_a)$$

## ► **Energía** Producida por un SFCR

$$E_{ac} = \int_T \frac{\eta_g(G_{ef}, T_a)}{\eta_g^*} \cdot \frac{G_{ef}}{G^*} \cdot \eta_{inv}(G_{ef}, T_a) \cdot P_g^* \quad dt$$

# Energía producida

$$E_{ac} = P_g^* \cdot \frac{G_{ef}}{G^*} \cdot PR \cdot (1 - FS)$$

- ▶  $E_{ac}$  es la **energía producida** en un periodo.
- ▶  $G^*$  es la **irradiancia** en condiciones estándar de medida (STC,  $G_{stc} = 1 \text{ kW m}^{-2}$ ,  $T_c = 25 \text{ °C}$ )
- ▶  $P_g^*$  es la **potencia nominal** del generador FV (kWp) en STC
- ▶  $G_{ef}$  es la **irradiación efectiva incidente** en el plano del generador
- ▶  $PR$  es el **rendimiento del sistema** o *performance ratio*
- ▶  $FS$  es el **factor de sombras**

# Productividad

En algunas ocasiones se habla de **productividad** del sistema,  $Y_f$ , que es el cociente entre energía producida y potencia nominal del **generador**:

$$Y_f = \frac{E_{ac}}{P_g^*} (\text{kWh kWp}^{-1})$$

## Factor de sombras

- ▶ **El factor de sombras suele tomar valores alrededor del 2 al 4%**, tanto en instalaciones estáticas como de seguimiento.
- ▶ En casos específicos este factor puede ser más alto (por ejemplo, debido a la existencia de edificios cercanos, o en aquellas plantas con un nivel de ocupación de terreno superior al óptimo).

① Energía Producida por un SFCR

② Performance Ratio

# Definición

- ▶ Está concebido para incluir todas las **pérdidas que no tienen dependencia con las condiciones meteorológicas**.
- ▶ Este factor *puede* caracterizar el funcionamiento de un sistema **independientemente de la localidad**.
- ▶ En sentido estricto no es cierto porque sí hay relación con la meteorología del lugar.
- ▶ Sin embargo, dado que estos factores son de segundo orden comparados con la relación entre potencia e irradiancia, **suele aceptarse** que el **PR** sirve para caracterizar la **calidad de un sistema fotovoltaico**.



## Desglose de pérdidas

- ▶ **Dispersión de parámetros** entre los módulos que componen el generador (2-4%)
- ▶ **Tolerancia de potencia** de los módulos respecto a sus características nominales (3%)
- ▶ **Temperatura** de funcionamiento de los módulos (5-8%)
- ▶ Conversión DC/AC realizada por el **inversor** (8-12%)
- ▶ **Efecto Joule** en los cables (2-3%)
- ▶ Conversión BT/MT realizada por el **transformador** (2-3%)
- ▶ **Disponibilidad** del sistema (0,5-1%)

## Valores reales

- ▶ El análisis de funcionamiento de diversos sistemas FV europeos ha mostrado que el rango de valores que toma el *performance ratio* es bastante amplio, con mínimos de 0,4 y máximos de 0,85.
- ▶ Para sistemas instalados entre 1980 a 1990, **el valor promedio ha sido de 0,7.**
- ▶ Para sistemas instalados entre 2005 a 2012, **el valor promedio ha sido de 0,8.**