

# Instalacion FV

Fuente: [Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red .PCT-C-REV - julio 2011](#) y PCT-A-REV - febrero 2009

## DIMENSIONADO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO (\*\*)

### I. Estimación del consumo diario de energía

#### 1 Generalidades

- 1.1 La estimación correcta de la energía consumida por el sistema fotovoltaico sólo es sencilla en aquellas aplicaciones en las que se conocen exactamente las características de la carga (por ejemplo, sistemas de telecomunicación). Sin embargo, en otras aplicaciones, como puede ser la electrificación de viviendas, la tarea no resulta fácil pues intervienen multitud de factores que afectan al consumo final de electricidad: tamaño y composición de las familias (edad, formación, etc.), hábitos de los usuarios, capacidad para administrar la energía disponible, etc.
- 1.2 El objeto de este apartado es estimar la energía media diaria consumida por el sistema,  $E_D$  (Wh/día).
- 1.3 El cálculo de la energía consumida incluirá las pérdidas diarias de energía causadas por el autoconsumo de los equipos (regulador, inversor, etc.).
- 1.4 El consumo de energía de las cargas incluirá el servicio de energía eléctrica ofrecido al usuario para distintas aplicaciones (iluminación, TV, frigorífico, bombeo de agua, etc.).
- 1.5 Para propósitos de dimensionado del acumulador, se calculará el consumo medio diario en Ah/día,  $L_D$ , como:

$$L_D (\text{Ah/día}) = \frac{E_D (\text{Wh/día})}{V_{\text{NOM}} (\text{V})}$$

donde  $V_{\text{NOM}}$  (V) es la tensión nominal del acumulador.

- 1.6 Los parámetros requeridos en la Memoria de Solicitud para una aplicación destinada al bombeo de agua serán calculados por el instalador usando los métodos y herramientas que estime oportunos. En su defecto, el apartado 2 describe un procedimiento aproximado de cálculo que permite considerar las características dinámicas del pozo.

#### 2 Bombeo de agua

##### 2.1 Definiciones

- 2.1.1 Altura de fricción:  $H_f$  (m).  
Contribución equivalente en altura de las pérdidas por fricción en las tuberías para un caudal determinado.
- 2.1.2 Altura del depósito:  $H_D$  (m).  
Altura entre el depósito de agua y el suelo.
- 2.1.3 Altura total equivalente:  $H_{TE}$  (m).  
Altura fija (constante).
- 2.1.4 Volumen diario de agua requerido:  $Q_d$  (m<sup>3</sup>/día).  
Cantidad de agua que debe ser bombeada diariamente por el sistema fotovoltaico.
- 2.1.5 Caudal medio o aparente:  $Q_{AP}$  (m<sup>3</sup>/h).  
Valor medio del volumen diario de agua requerido ( $Q_{AP} = Q_d / 24$ ).
- 2.1.6 Eficiencia de la motobomba:  $\eta_{MB}$ .  
Cociente entre la energía hidráulica y la energía eléctrica consumida por la motobomba.
- 2.1.7 Energía eléctrica consumida por la motobomba:  $E_{MB}$  (Wh/día).
- 2.1.8 Energía hidráulica:  $E_H$  (Wh/día).  
Energía necesaria para bombear el volumen diario de agua requerido.
- 2.1.9 Prueba de bombeo.  
Experimento que permite determinar el descenso de nivel de agua de un pozo al extraer un determinado caudal de prueba. Mediante este ensayo de bombeo se caracteriza el pozo con la medida de tres parámetros:
  - Nivel estático del agua:  $H_{ST}$  (m).  
Distancia vertical entre el nivel del suelo y el nivel del agua antes de la prueba de bombeo.
  - Nivel dinámico del agua:  $H_{DT}$  (m).  
Distancia vertical entre el nivel del suelo y el nivel final del agua después de la prueba de bombeo.
  - Caudal de prueba:  $Q_T$  (m<sup>3</sup>/h).  
Caudal de agua extraído durante la prueba de bombeo.

## 2.2 Cálculo de la energía eléctrica requerida por la motobomba

- 2.2.1 Se estimará la energía eléctrica consumida por la motobomba como:

$$E_{MB} \text{ (Wh/día)} = \frac{E_H \text{ (Wh/día)}}{\eta_{MB}} = \frac{2,725 Q_d \text{ (m}^3\text{/día)} \cdot H_{TE} \text{ (m)}}{\eta_{MB}}$$

- 2.2.2 Para sistemas de bombeo de corriente alterna, la eficiencia de la motobomba es un parámetro que suele estar incluido en el rendimiento del conjunto inversor-motobomba. Habitualmente, el fabricante proporciona herramientas gráficas para el cálculo del rendimiento global del sistema, incluyendo el propio generador fotovoltaico. Por defecto, puede utilizarse un rendimiento típico  $\eta_{MB} = 0,4$  para bombas superiores a 500 W.
- 2.2.3 La altura equivalente de bombeo,  $H_{TE}$ , es un parámetro ficticio que incluye las características físicas del pozo y del depósito, las pérdidas por fricción en las tuberías (contribución equivalente en altura) y la variación del nivel dinámico del agua durante el bombeo. Para su cálculo puede utilizarse la fórmula siguiente:

$$H_{TE} = H_D + H_{ST} + \left( \frac{H_{DT} - H_{ST}}{Q_T} \right) Q_{AP} + H_f$$

La suma de los dos primeros términos es la altura desde la salida de la bomba en el depósito hasta el nivel estático del agua (figura 3). El tercer término es una corrección para tener en cuenta el descenso de agua durante el bombeo y el cuarto es la contribución equivalente en altura de las pérdidas por fricción en las tuberías y en otros accesorios del sistema hidráulico (válvulas, codos, grifos, etc.). Estas pérdidas, de acuerdo con el PCT, serán inferiores al 10 % de la energía hidráulica útil (es decir,  $H_f < 0,1 H_{TE}$ ).

## II. Dimensionado del sistema

### 1 Generalidades

- 1.1 El objeto de este apartado es evaluar el dimensionado del generador fotovoltaico llevado a cabo por el instalador, con independencia de los métodos que el instalador utilice para esta tarea.
- 1.2 Para ello se le pedirá que indique la eficiencia energética esperada para la instalación.

### 2 Definiciones

- 2.1 Ángulo de inclinación  $\beta$ .

Ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es  $0^\circ$  para módulos horizontales y  $90^\circ$  para verticales.

- 2.2 Ángulo de azimut  $\alpha$ .

Ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Valores típicos son  $0^\circ$  para módulos orientados al sur,  $-90^\circ$  para módulos orientados al este y  $+90^\circ$  para módulos orientados al oeste.

•

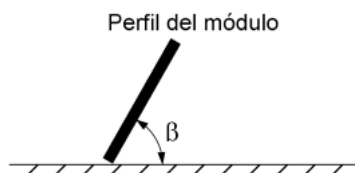


Fig. 1

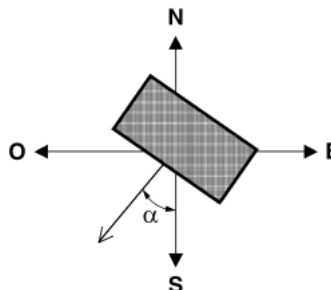


Fig. 2

- 2.3  $G_{dm}(0)$ .  
Valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal en kWh/(m<sup>2</sup> A día).
- 2.4  $G_{dm}(\alpha_{opt}, \beta_{opt})$ .  
Valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador orientado de forma óptima ( $\alpha_{opt}, \beta_{opt}$ ), en kWh/(m<sup>2</sup> A día). Se considera orientación óptima aquella que hace que la energía colectada sea máxima en un período.

- 2.5  $G_{dm}$  ( " ,  
). *Valormediamensualde la irradiación diariasobre el planodel generadore en kWh/(m<sup>2</sup>Adía) y en el que se hayandescontadolaspérdidaspor:*  
) respecto  
a la correspondiente para una orientación e inclinación óptimas ( " = 0°, \$ opt ). Las pérdidas de  
radiación respecto a la orientación e inclinación óptimas vienen dadas por (1 – FI).
- 2.7 Factor de sombreado (FS).  
Porcentaje de radiación incidente sobre el generador respecto al caso de ausencia total de  
sombras. Las pérdidas por sombreado vienen dadas por (1 – FS).
- 2.8 Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.  
Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo para el período de diseño, de  
acuerdo con la ecuación:

$$PR = \frac{E_D \cdot G_{CEM}}{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp}}$$

$$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$$

$P_{mp}$ : Potencia pico del generador (kWp)

$E_D$ : Consumo expresado en kWh/día.

Este factor considera las pérdidas en la eficiencia energética debido a:

- La temperatura.
  - El cableado.
  - Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
  - Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
  - La eficiencia energética,  $\eta_{rb}$ , de otros elementos en operación como el regulador,
  - batería, etc.
  - – La eficiencia energética del inversor,  $\eta_{inv}$ .
  - – Otros.
- Valores típicos son, en sistemas con inversor,  $PR \cdot 0,7$  y, con inversor y batería,  $PR \cdot 0,6$ . A  
efectos de cálculo y por simplicidad, se utilizarán en sistemas con inversor  $PR = 0,7$  y con  
inversor y batería  $PR = 0,6$ . Si se utilizase otro valor de PR, deberá justificarse el valor elegido  
desglosando los diferentes factores de pérdidas utilizados para su estimación.  
En caso de acople directo de cargas al generador (por ejemplo, una bomba), se

## 3 Procedimiento

### 3.1 Período de diseño

Se establecerá un período de diseño para calcular el dimensionado del generador en función de  
las necesidades de consumo y la radiación. Se indicará cuál es el período para el que se realiza  
el diseño y los motivos de la elección. Algunos ejemplos son:

- – En escenarios de consumo constante a lo largo del año, el criterio de “mes peor”  
corresponde con el de menor radiación.
- – En instalaciones de bombeo, dependiendo de la localidad y disponibilidad de agua, el  
“mes peor” corresponde a veces con el verano.
- – Para maximizar la producción anual, el período de diseño es todo el año.

### 3.2 Orientación e inclinación óptimas. Pérdidas por orientación e inclinación

Se determinará la orientación e inclinación óptimas ( " = 0°, opt ) para el período de diseño  
elegido. En la tabla III se presentan períodos de diseño habituales y la correspondiente  
inclinación (  $\beta$  ) del generador que hace que la colección de energía sea máxima.