

# SFA: Diseño

Oscar Perpiñán Lamigueiro

<http://oscarperpinan.github.io>

## Dimensionado del SFA

### Consumo

## Dimensionado del SFA

### Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador y batería

## Consumo

Consumo:  $L$

**Probabilidad de pérdida de carga:** relación entre la energía que no puede suministrar el sistema fotovoltaico y la energía solicitada por la carga durante todo el período de funcionamiento.

$$LLP = \frac{E_{def}}{L}$$

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

# Capacidad

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

**Capacidad del generador:** relación entre los valores medios de la energía que puede producir el generador y la energía consumida por la carga.

$$C_A = \frac{\eta_G \cdot A_G \cdot \overline{G_d}(\beta, \alpha)}{L}$$

**Capacidad de acumulación:** relación entre la capacidad útil del acumulador y la energía consumida por la carga.

$$C_s = \frac{C_U}{L} = \frac{C_B \cdot PD_{max}}{L}$$

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

## Dimensionado del SFA

Nomenclatura

**Objetivo**

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador y batería

Consumo

La tarea de dimensionar un sistema fotovoltaico consiste en encontrar la mejor solución de compromiso entre coste y fiabilidad.

- ▶ Diferentes valores de  $(C_A, C_S)$  pueden conducir al mismo valor de  $LLP$ .
- ▶ Cuanto mayor es el sistema, mayor es la fiabilidad, pero mayor es el coste.

## Dimensionado del SFA

Nomenclatura

Objetivo

**Ciclado**

Métodos de dimensionado

Configuración de generador y batería

Consumo



# Ciclado diario y estacional

- ▶ El **ciclado diario** es la serie de cargas y descargas de la batería que se producen durante un periodo diario.
  - ▶  $PD_d$ , está relacionada con el consumo nocturno,  $L_n$ , y por tanto exclusivamente con la capacidad de la batería:  $PD_d = \frac{L_n}{C_B}$
- ▶ El **ciclado estacional** es la serie de cargas y descargas que se producen durante un periodo prolongado de duración variable
  - ▶ La duración,  $D$ ,  $PD_e$ , están ligados al tamaño del generador, al consumo diario (diurno y nocturno) y a la radiación disponible.
  - ▶ La batería debe proporcionar la energía necesaria pero  $PD_e < PD_{max}$ .

# Generador grande, acumulador pequeño

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

- ▶ La **combinación de  $C_A$  alta y  $C_S$  baja** conduce a ciclados diarios con valores altos de  $PD_d$  con ciclados estacionales cortos.
  - ▶ Las descargas profundas y frecuentes asociadas al valor alto de  $PD_d$  son perjudiciales para la batería,
  - ▶ La corta longitud de los ciclados estacionales es beneficiosa.
  - ▶ La estratificación será fácilmente compensable con sobrecargas controladas aplicando el mantenimiento adecuado.

# Generador pequeño, acumulador grande

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

- ▶ La **combinación de  $C_A$  baja y  $C_S$  alta** conduce a ciclados diarios con baja  $PD_d$  y ciclados estacionales largos.
  - ▶ La baja  $PD_d$  es beneficiosa para la batería,
  - ▶ La longitud de los ciclados estacionales puede favorecer la sulfatación y la estratificación.
  - ▶ Dado el tamaño relativo del generador frente al acumulador, la frecuencia de sobrecargas será baja y la estratificación no será tan fácilmente compensada.

## Dimensionado del SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador y batería

Consumo

# Métodos de dimensionado

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

**Método del LLP:** a partir de simulaciones o de curvas de isofiabilidad, establece los valores de  $C_A$  y  $C_S$  para un consumo determinado.

**Método del mes peor:** selecciona el tamaño de batería y generador para abastecer el consumo durante el mes con peor relación entre radiación y consumo (en los casos de consumo constante, el mes peor es aquel de menor radiación). El tamaño de batería y generador se selecciona en base a la experiencia acumulada según la zona geográfica y la aplicación a abastecer.

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

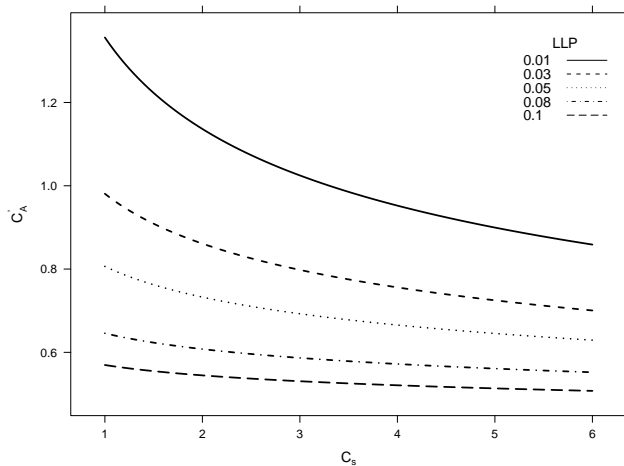
## Suposiciones

- ▶ El consumo es constante a lo largo del año
- ▶ Todo el consumo ocurre por la noche
- ▶ Los componentes del sistema FV no tienen pérdidas (incluidas dentro de  $C_A$  y  $C_S$ ) y lineales.

# Método de LLP

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)



Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

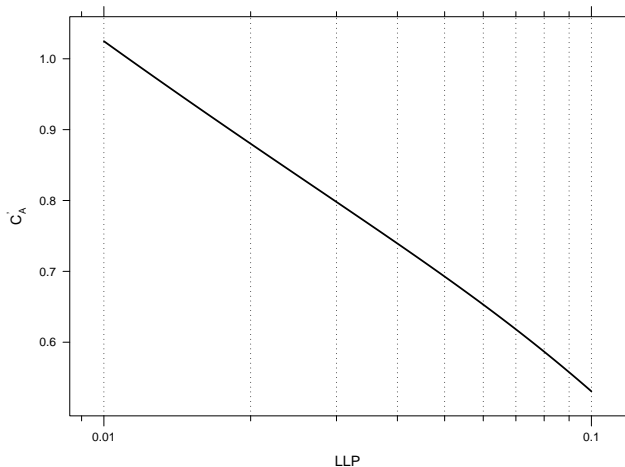
Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

# Relación entre $C'_A$ y LLP

►  $C_s = 3$



SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo



- ▶ Es posible ajustar las curvas isofiables a una ecuación analítica:

$$C'_A = f \cdot C_s^{-u}$$

- ▶  $f$  y  $u$  son dos parámetros sin significado físico, dependientes del lugar y del LLP deseado.
- ▶ Para su determinación es necesario realizar varias simulaciones previas.

# Método de LLP

- ▶ Este proceso de cálculo se apoya en series de valores de radiación solar que reproducen el comportamiento estadístico de la irradiación.
- ▶ Predicción del comportamiento del sistema limitada por la incertidumbre asociada.
- ▶ Los ejercicios de cálculo para probabilidades de pérdida de carga inferiores a  $LLP = 1 \times 10^{-2}$  carecen de utilidad.

## Recordatorio

«[...] los modelos de simulación muy exactos pueden proporcionar números también muy exactos, pero ello no significa que se traduzcan automáticamente en predicciones también muy exactas.»

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

# Método del mes peor

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

## Valores según el UTS for SHS

- ▶ Electrificación rural:
  - ▶  $C_A = 1.1$
  - ▶  $3 \leq C_S \leq 5$
- ▶ Aplicaciones profesionales:
  - ▶  $1.2 \leq C_A \leq 1.3$
  - ▶  $5 \leq C_S \leq 8$

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

## Dimensionado del SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador y batería

Consumo

# Configuración de generador y batería

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Nomenclatura

Objetivo

Ciclado

Métodos de dimensionado

Configuración de generador  
y batería

Consumo

- ▶ Una vez elegidos los valores de  $C_A$  y  $C_S$ , se deben configurar el generador y batería de acuerdo a las tensiones de trabajo.
- ▶ En general, la batería impone la tensión de trabajo (no hay buscador de MPP). Supondremos  $V_{mpp} \simeq V_b$
- ▶ Carga en Ah

$$Q_L = L/V_b$$

- Capacidad en Ah (es recomendable no usar baterías en paralelo)

$$Q_B = \frac{C_S \cdot Q_L}{PD}$$

- Hay que elegir el número de vasos en serie adecuados a  $V_b$

- Capacidad del generador

$$C_A = \frac{\eta_G \cdot A_G \cdot \overline{G_d}(\beta, \alpha)}{Q_L \cdot V_b}$$

$$I_g^* \cdot V_b = \eta_G \cdot A_G \cdot G_{stc}$$

- Corriente de funcionamiento (determina número de ramas)

$$I_g^* = \frac{C_A \cdot Q_L \cdot G_{stc}}{\overline{G_d}(\beta, \alpha)}$$

- Hay que elegir el número de módulos en serie adecuados a  $V_b$





Dimensionado del SFA

Consumo

Dimensionado del SFA

Consumo

Estimación del consumo

Escenarios

# Cálculo del consumo

SFA: Diseño

Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Consumo

Estimación del consumo

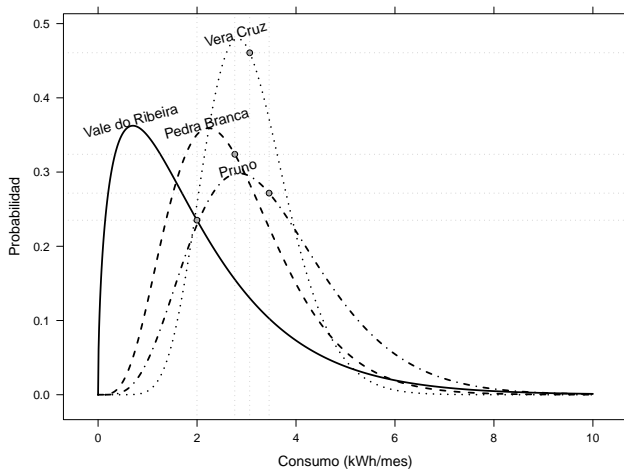
Escenarios

$$L_T = \frac{L_{dc}}{\eta_r} + \frac{L_{ac}}{\eta_{inv}}$$

$$L = \frac{L_T}{\eta_{bat} \cdot \eta_c}$$

Como valores orientativos pueden utilizarse

$\eta_{inv} = 0.9$ ,  $\eta_r = 0.95$ ,  $\eta_{bat} = 0.85$  y  $\eta_c = 0.98$ .



# Relación entre el consumo y la fiabilidad

SFA: Diseño

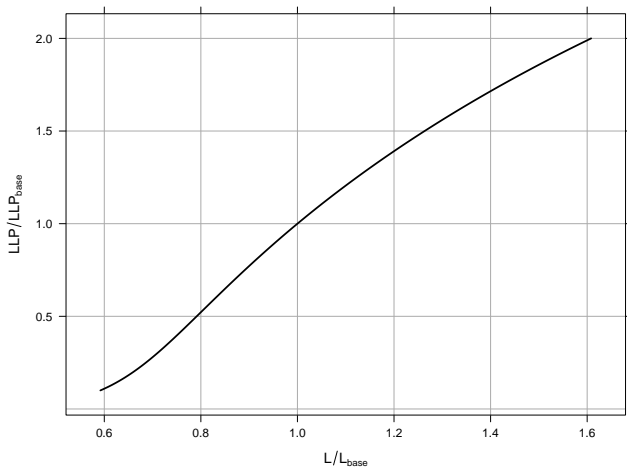
Oscar Perpiñán  
Lamigueiro  
[http://  
oscarperpinan.  
github.io](http://oscarperpinan.github.io)

Dimensionado del  
SFA

Consumo

Estimación del consumo

Escenarios



Dimensionado del SFA

Consumo

Estimación del consumo

Escenarios

## 120 Wh/día

- ▶ Iluminación
- ▶ Radio
- ▶ TV b/n,
- ▶ Sin frigorífico

Dimensionado del  
SFA

Consumo

Estimación del consumo

Escenarios

## Valores recomendados

$$C_A = 1.1$$
$$3 \leq C_s \leq 5$$

## 250 Wh/día

- ▶ Iluminación
- ▶ Radio
- ▶ TV color
- ▶ Sin frigorífico

Dimensionado del  
SFA

Consumo

Estimación del consumo

Escenarios

## Valores recomendados

$$C_A = 1.1$$
$$3 \leq C_s \leq 5$$



## 1000 Wh/día

- ▶ Iluminación
- ▶ radio
- ▶ TV color
- ▶ Con frigorífico eficiente

## Valores recomendados

$$C_A = 1.1$$

$$C_S = 5$$

Dimensionado del  
SFA

Consumo

Estimación del consumo

Escenarios

- ▶ Todo AC
- ▶ 500 Wh/día por vivienda.

## Valores recomendados

$$C_A = 1.1$$

$$C_S = 5$$