

## PRÁCTICA 5

### MODELO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.

### ALGORITMO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA

### POTENCIA (MPPT).

#### **1. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA**

El objetivo de esta práctica es estudiar un sistema real de generación fotovoltaica mediante un modelo matemático que permita describir, explicar y predecir el comportamiento del sistema en diversas condiciones de operación, así como estudiar el algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia.

#### **2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO.**

El comportamiento de una célula solar cuando funciona como generador de corriente puede explicarse como la diferencia entre la corriente fotogenerada  $I_l$  debida a la generación de portadores en la iluminación y la corriente de diodo  $I_d$  que corresponde a la corriente en oscuridad por la recombinación de portadores que produce el voltaje externo:

$$I = I_l - I_d \quad (1.1)$$

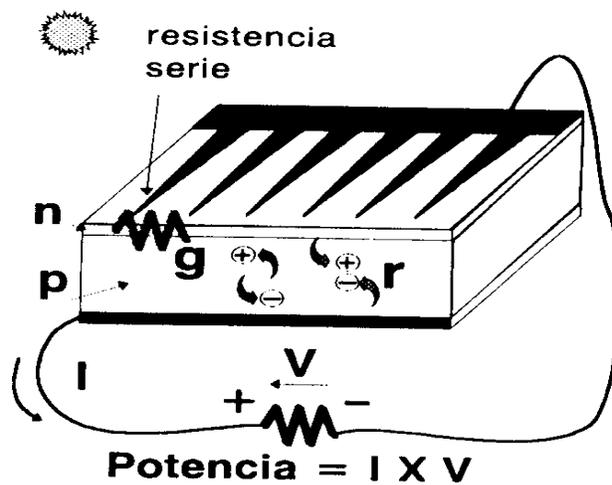
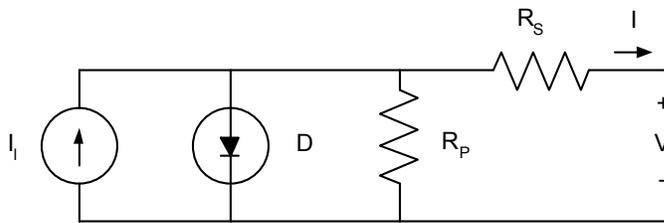
La ecuación que describe adecuadamente la característica  $I$ - $V$  de la mayoría de las células solares fotovoltaicas es la siguiente:

$$I = I_l - I_0 \left[ \exp\left(\frac{V + I \cdot R_S}{m \cdot v_t}\right) - 1 \right] - \frac{V + I \cdot R_S}{R_P} \quad (1.2)$$

donde  $I_l$  es la corriente fotogenerada,  $I_0$  es la corriente inversa de saturación del diodo,  $R_S$  es la resistencia serie debida fundamentalmente a los contactos metálicos con el semiconductor,  $R_P$  es la resistencia paralelo debida a fugas de corriente, picos de difusión, etc.,  $m$  es el factor de idealidad del diodo y  $v_t$  es el voltaje térmico ( $KT/e$  siendo  $K$  la

constante de Boltzman,  $T$  la temperatura en grados Kelvin y “ $e$ ” la carga del electrón). Con  $m = 1$  y  $T = 300$  K, se obtiene un  $v_t = 25$  mV.

El circuito correspondiente a esta ecuación es el siguiente:



El problema en el modelado de las células y módulos consiste no en la elaboración de un modelo adecuado, ya que éste existe y es el mostrado en la figura anterior, sino en el modo de determinar los parámetros del modelo. Normalmente se calculan por algún método analítico.

Los parámetros del modelo expresados en unidades de corriente ( $I_t$ ,  $I_0$ ) se ven afectadas por el número de celdas en paralelo, las resistencias serie y paralelo están afectadas tanto por el número de celdas en serie como en paralelo. Y el factor de diodo  $m$  solamente por el número de células en serie.

En esta práctica se usará un modelo simplificado de un módulo con  $N_P$  y  $N_S$  células asociadas en paralelo y serie respectivamente. Para llegar a dicho modelo simplificado se realizan las siguientes hipótesis:

1. Los efectos de la resistencia paralelo son despreciables

2. La corriente generada  $I_l$  es igual a la corriente de cortocircuito  $I_{SC}$ .
3.  $\exp\left(\frac{V + I \cdot R_s}{v_t}\right) \square 1$  para cualquier condición de trabajo.
4. Todas las células son idénticas y trabajan igualmente iluminadas y a la misma temperatura.
5. Las caídas de tensión en los conductores que interconexionan las células son despreciables.

Con éstas hipótesis las ecuaciones de un módulo quedan:

$$I_G = I \cdot N_p \quad (1.3)$$

$$V_G = V \cdot N_s \quad (1.4)$$

$$I_{SCG} = I_{SC} \cdot N_p \quad (1.5)$$

$$V_{OCG} = V_{OC} \cdot N_s \quad (1.6)$$

$$R_{SG} = \frac{R_s \cdot N_s}{N_p} \quad (1.7)$$

$$I_G = I_{SCG} \cdot \left( 1 - \exp\left(\frac{V_G - V_{OCG} + I_G \cdot R_{SG}}{N_s \cdot v_t}\right) \right) \quad (1.8)$$

donde  $I_G$  e  $V_G$  son la corriente y la tensión del generador fotovoltaico.

### **3. SIMULACIÓN A REALIZAR**

- a) Obtener la característica I-V variando la corriente del panel. Representar también la potencia producida frente a la tensión (P-V).
- b) Modificar el valores de  $R_s$  y comentar el efecto sobre la curva I-V.
- c) Un parámetro que caracteriza a una curva I-V es el factor de forma  $FF$ . Dicho parámetro tiene la siguiente expresión:

$$FF = \frac{V_M \cdot I_M}{V_{OC} \cdot I_{SC}} \quad (1.9)$$

donde  $V_M$  e  $I_M$  son los valores de tensión e intensidad correspondientes al punto de máxima potencia.

Realizando una simulación en la que actúe el algoritmo de seguimiento de máxima potencia, calcular el factor de forma.

- d) La eficiencia de una célula (o de un conjunto de ellas) se define como:

$$\eta = \left( \frac{I_{SC} \cdot V_{OC} \cdot FF}{A \cdot P_{SOL}} \right) \cdot 100 \quad (1.10)$$

que relaciona la potencia que se obtiene de la célula y la potencia que incide sobre ella. Calcular la eficiencia sabiendo que  $A$  es el área de las células (las 160 células de esta práctica son de 10cm de lado) y  $P_{SOL}$  es la potencia por metro cuadrado que en condiciones estándar es igual a 1000 W/m<sup>2</sup>.

- e) La disposición serie paralelo de las células no influye en el factor de forma ni en la eficiencia del módulo, ya que se han supuesto todas las células iguales. Indicar cual sería la mejor disposición serie paralelo de las 160 células si se dispone de un convertidor DC-DC elevador y se quiere alimentar a una carga de 24 V.