

Capítulo 3

Introducción

3.1 Dióxido de Titanio

El dióxido de titanio es un compuesto químico cuya fórmula es TiO_2 . El titanio es el noveno elemento más común de la Tierra y en condiciones normales es común que reaccione con oxígeno para formar el dióxido de titanio. Este compuesto se obtiene de forma natural extraído de minas o arena. En general no es puro, con lo que hay que eliminar otros compuestos con los que está mezclado pero es relativamente barato extraerlo. Debido a su gran abundancia este tiene un bajo precio económico por lo que es usado en diversas industrias. Este compuesto puede encontrarse en la naturaleza en varias formas, como es el rutilo (estructura tetragonal), anatasa (estructura octaédrica) y brookita (estructura ortorrómbica). [Brown] [Gómez]

Este elemento es altamente estable en el medio ambiente además de que no es atacado por compuestos orgánicos o inorgánicos. Lo que ayuda a que pueda ser utilizado en una gran variedad de ramas. Es un elemento que funciona como un excelente foto catalizador debido a que es capaz de absorber la radiación electromagnética cerca de la zona ultravioleta, debido a esto se han creado proyectos para conseguir alternativas a los paneles solares fotovoltaicos donde se busca crear la generación de energía. Es uno de las sustancias químicas más blancas que existen, por lo que es altamente utilizado para muchos materiales que necesitan que sea blanco sin serlo de forma natural, como por ejemplo la pasta de dientes. De igual manera es una de las sustancias con mayor índice de refracción por lo cual sirve para proteger algo del sol, el TiO_2 es capaz de reflejar la luz visible e ultravioleta, la luz que no refleja la absorbe por lo que es altamente utilizado como protector solar. [Brown][Gómez]

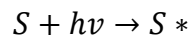
Otras aplicaciones de este material pueden ser como:

- Eliminación de bacterias
- Uso en esmaltes
- Pigmentos para la producción de pinturas y plásticos
- En artes gráficas para recubrir con pigmentos finos de TiO_2
- En la industria cerámica, la manufactura de cemento blanco y el coloreado de hule.
- Se usa como agente blanqueador en esmaltes de porcelana para lograr un acabado de gran brillo, dureza y resistencia.

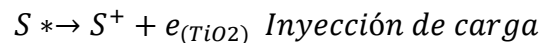
3.2 Mecanismo de funcionamiento de una Celda Solar Graetzel

El objetivo de un dispositivo fotovoltaico es el de convertir la energía solar en energía eléctrica. La celda solar Graetzel usa semiconductores como el TiO_2 , pero como este material sólo absorbe la radiación solar en el rango ultravioleta se coloca un colorante que funciona como sensibilizador ampliando la respuesta espectral y haciendo posible que las moléculas absorban fotones de la región del espectro visible. La operación de una celda solar general se divide en varias etapas. [Nazario]

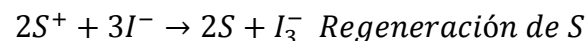
En la primera fase se absorbe la luz por el colorante S que conduce a la formación del estado electrónicamente excitado del colorante.



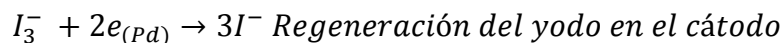
Al ser excitado el colorante se producen pares electrón-hueco lo que significa que los electrones ganan una cierta energía capaz de inyectarse en la banda de conducción del semiconductor TiO_2 .



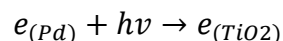
Mientras que estos huecos son llevados por el electrolito (par redox yoduro/triyoduro, I^-/I_3^-) hacia el contraelectrodo o cátodo, en este caso utilizamos paladio. Donde el electrolito dona un electrón al colorante S ayudando a que se regenere.



Al unir la celda a un circuito exterior los electrones llegan al contraelectrodo, teniendo un proceso cíclico en la celda.



Por lo que una reacción global según las reacciones citadas solo sería el efecto de la radiación solar:



Donde:

$h\nu$ = Fotón incidente en la celda solar

$e_{(\text{TiO}_2)}$: Electrón que se deslaza por el TiO_2

$e_{(\text{Pd})}$: Electrón que se deslaza por el paladio

Creando de esta manera semiconductor con un proceso cíclico en donde cada gasto energético crea un nuevo paso en el ciclo de manera que finalmente los electrones pierden su energía al depositarla cuando se encuentra conectada a un circuito exterior y finalmente regresan al colorante orgánico de donde inicialmente se inyectaron en la capa de conducción del TiO_2 . [Nazario]

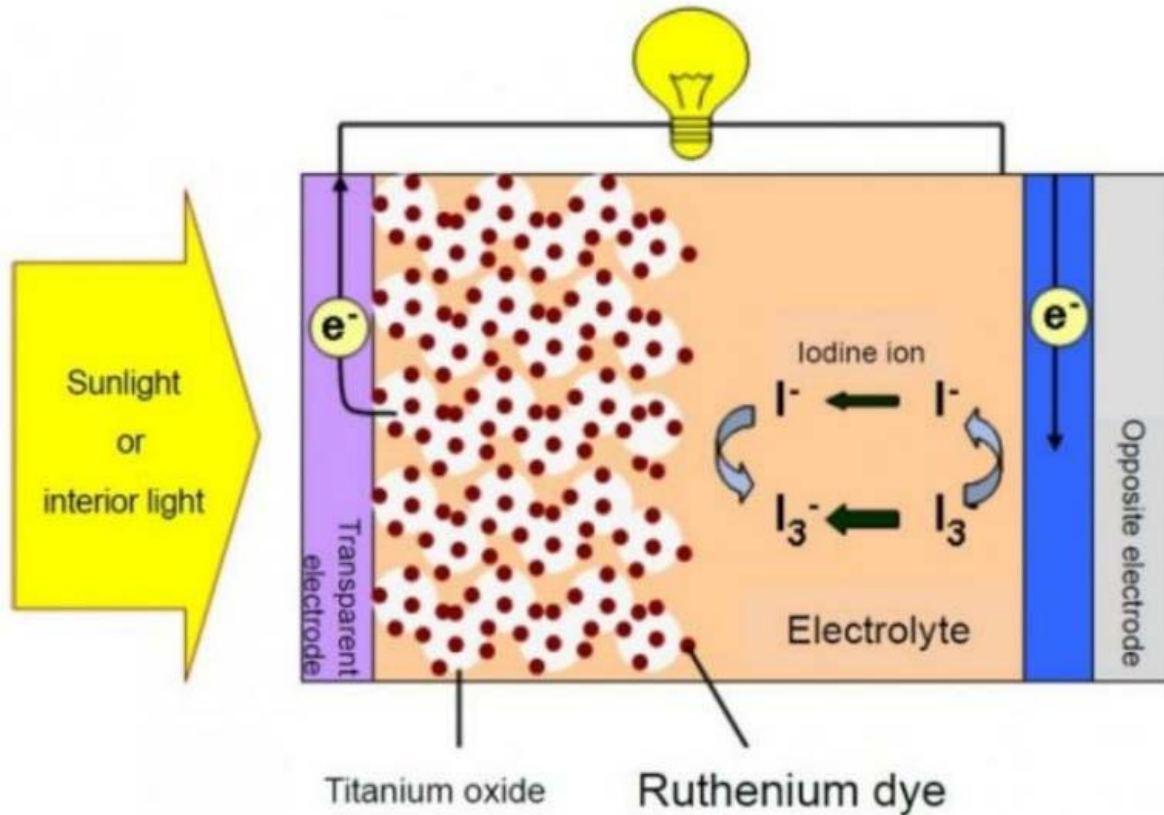


Figura 3.1 Mecanismo de transferencia electrónica en una celda solar Graetzel usando un colorante de rutenio.

3.3 Electrospinning

Existen diversas aplicaciones industriales donde se produce un material en presencia de un campo eléctrico intenso. Una aplicación de este tipo es el proceso de electrospinning, en este proceso una solución polimérica es retenida debido a su tensión superficial al final de un tubo capilar que está sujeto a un campo eléctrico. La carga es inducida directamente a la superficie del líquido y la carga de repulsión causa una fuerza opuesta a la tensión superficial. Mientras la intensidad del campo eléctrico incrementa la superficie de la solución comienza a estirarse hasta formar una geometría cónica conocida como el cono de Taylor. Cuando el campo eléctrico alcanza su punto máximo, se crea un punto crítico donde la fuerza de repulsión eléctrica es mayor que la fuerza de la tensión superficial y por lo tanto se eyecta un hilado fino de la solución desde la punta del cono de Taylor. Mientras la solución viaja en el espacio entre el capilar y el recolector el solvente se evapora, dejando únicamente una fibra de un polímero cargado la cual se sitúa en la superficie del colector y al pasar del tiempo se puede observar una red de hilados en el colector. [Doshi][Li]

Siguiendo el funcionamiento del equipo podemos decir que el proceso es afectado por diversos parámetros como son las propiedades de la solución las cuales incluyen: Viscosidad, conductividad, tensión superficial, molaridad. Mientras que las demás variables

tienen que ver con el equipo las cuales serían: Presión hidrostática en el capilar, potencial eléctrico, distancia entre el capilar y el recolector. Además de los parámetros ambientales como son la temperatura, la humedad, presión y velocidad del aire. Usando este proceso se pueden obtener fibras con diámetros extremadamente finos entre 5-0.005 micras de diámetro, este tamaño provee una gran área superficial relativo al volumen del material esto hace que sea bastante útil en diversas aplicaciones como son separación de membranas, nano compositos, anti bacterial, catalizadores, entre muchas otras. [Doshi]

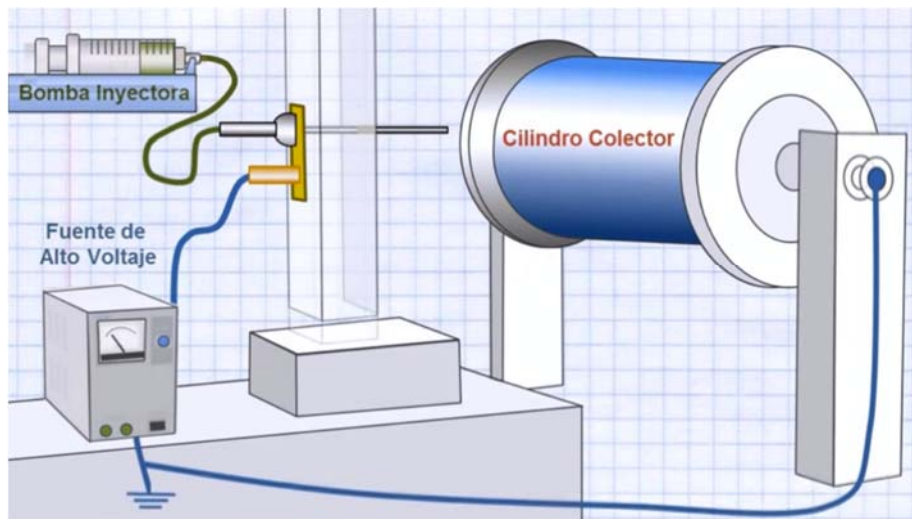


Fig. 3.2 Sistema de electrospinning

En la figura 3.3 podemos observar el sistema de electrospinning utilizado para nuestro experimento en el cual podemos observar que tenemos un sistema de inyección con el cual somos capaces de configurar la velocidad de inyección de nuestra solución desde 1-0.001 ml por lo que fuimos capaces de observar y ajustar la inyección según la solución utilizada, posteriormente vemos una aguja en la cual agregamos nuestra solución polimérica, la aguja en la cual se conecta la fuente de voltaje y la tierra de la misma se conecta al rodillo colector el cual cubrimos con aluminio para posteriormente ser capaces de recolectar más fácilmente nuestro producto y mantener nuestro sistema limpio para evitar cualquier impureza en nuestro producto, para esto utilizamos una fuente de alto voltaje de 6 kV.



Fig. 3.3 Electrospinning utilizado para este proyecto.

3.4 Spin Coating

Spin coating es un procedimiento en el cual es posible formar una fina e uniforme capa delgada de un material polimérico en un sustrato plano. Este método es principalmente utilizado en la industria microelectrónica para la producción de foto resistencias en un orden de micras de espesor. El funcionamiento básico es el siguiente, la solución es depositada sobre un sustrato plano el cual posteriormente es acelerado utilizando un motor que aplica una velocidad rotacional constante sin mover el material de su sitio inicial. El líquido fluye de manera radial debido a la fuerza centrífuga en nuestro material y el exceso se eyecta fuera de la superficie del sustrato. Posteriormente el filme comienza a disminuir su espesor hasta alcanzar un punto en equilibrio donde ya se encuentra depositado sobre el sustrato de manera estable. Durante este proceso debido a la gran velocidad de nuestra sistema se comienzan a evaporar los solventes que se utilizan que usualmente son solventes volátiles como el etanol y simplemente dejan una capa depositada del material polimérico y las demás sustancias que se utilizan en el experimento. En este proceso influyen algunas variables en el espesor de nuestro depósito como son la velocidad en la que gira nuestro sistema, donde a mayor velocidad radial menor será el espesor de la capa, de igual manera la viscosidad y concentración de nuestro material influirá. Ya que al incrementar la viscosidad y concentración se solidificara una capa más gruesa que si tuviéramos un material con baja viscosidad y una solución de baja concentración. [Hall]

En la siguiente imagen podemos observar el funcionamiento básico del spin coating y los sistemas que nosotros utilizamos en el experimento donde fuimos capaces de utilizar un sistema barato y casero en comparación a un modelo comercial.

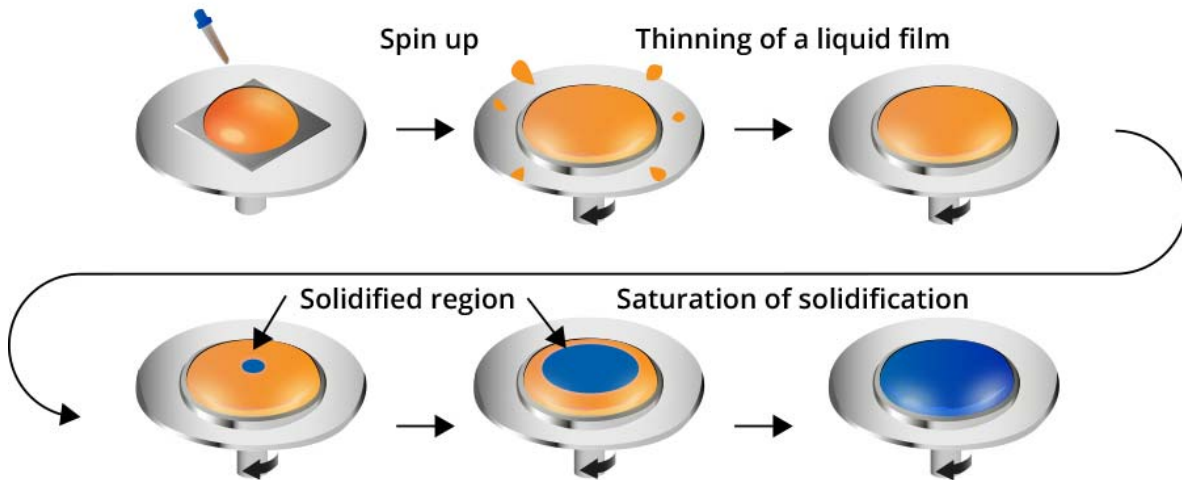


Fig. 3.4 Funcionamiento básico de spin coating

3.5 Spray Pirólisis

Un área de investigación en la actualidad es el desarrollo de auto-ensambles nanoestructurados, donde estos poseen propiedades únicas las cuales los hagan útiles en áreas como la electrónica, medicina, catálisis, alimentos, etc. Se sabe que al reducir el tamaño de los materiales a escala nanométrica estos adquieren propiedades únicas en relación con su tamaño, así las nanoestructuras presentan mayor área superficial, mayor reactividad química y selectividad. Por lo que en este proceso buscamos recubrir un vidrio común y corriente con una película delgada nano estructurada que se encuentra dentro de la clasificación de materiales 2D. [Alonso]

Los métodos de deposición de materiales por rocío pirolítico han sido empleados para producir una gran cantidad de películas delgadas. Esencialmente se ocupa un material a depositar, un precursor y una capa de sustrato donde será depositado el material. El rocío pirolítico es una técnica muy versátil y relativamente económica en comparación a las demás técnicas de deposición donde se busca crear capas delgas o gruesas de revestimientos cerámicos y polvos. Incluso se puede utilizar para la producción de películas con multicapas. Durante este proceso el precursor es rociado en forma de aerosol hacia el sustrato de manera intermitente, donde el sustrato se encuentra a una alta temperatura causando que al caer una gota exista una diferencia de temperatura y por lo tanto una descomposición química en nuestro material donde los componentes reaccionan para formar un nuevo compuesto químico sobre la superficie del sustrato y algunos productos

resultantes de la evaporización son liberados al medio ambiente. Donde idealmente todo compuesto utilizado como solvente es evaporado y solo permanece el compuesto precursor sobre el sustrato. En este tipo de deposición influye sobre la calidad de nuestra capa depositada la solución del precursor, el tamaño de la gota al salir del atomizador, la temperatura del sustrato, la presión, la distancia entre el atomizador y el sustrato además de la concentración de la composición química del precursor y su cantidad rociada. [Venegas]

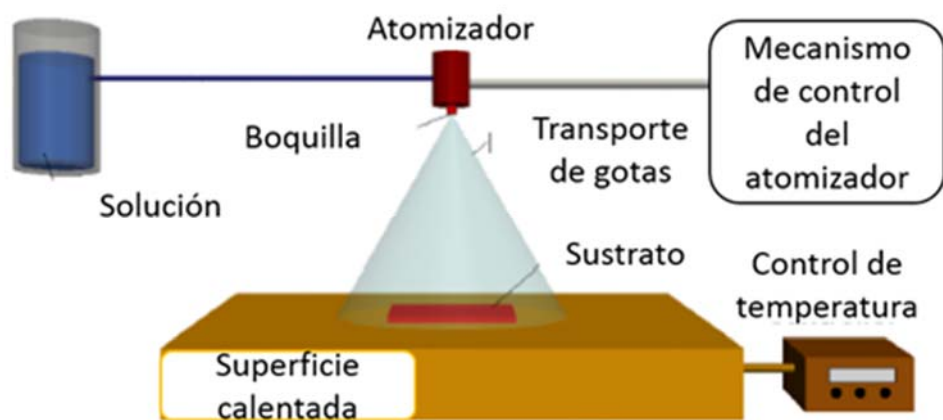


Fig. 3.5 Funcionamiento básico de un proceso de spray pirolisis

3.6 Deposición Electroquímica

La electrodeposición o deposición electroquímica es un tratamiento donde los cationes metálicos contenidos en una solución son sedimentados sobre un objeto conductor creando una capa del metal utilizado. Este tratamiento utiliza una corriente eléctrica para reducir los cationes los cuales precipitan sobre el cátodo del sistema. Esto se utiliza principalmente para adjudicar una propiedad en un material que carece de ella por ejemplo: La resistencia, protección ante la corrosión, lubricación, protección al desgaste, entre otras. Su funcionamiento es el mismo al de una celda galvánica en donde se utiliza una reacción redox para obtener una corriente eléctrica. La pieza que se desea recubrir se sitúa en el cátodo del circuito, mientras que el ánodo puede ser el metal con el que se desea recubrir u otro capaz de ionizar al metal en la solución. Su funcionamiento es el siguiente: El ánodo y el cátodo se encuentran conectados a un suministro externo de corriente continua. Ambos estarán sumergidos en un baño por una solución de sales del elemento químico con el que deseamos recubrir. El cátodo estará conectado a la terminal negativa, mientras que el ánodo a la terminal positiva y a medida que transcurre el tiempo con un cierto voltaje aplicado a ambos se realizara una deposición de los iones en la solución. [Todd][Mohler]

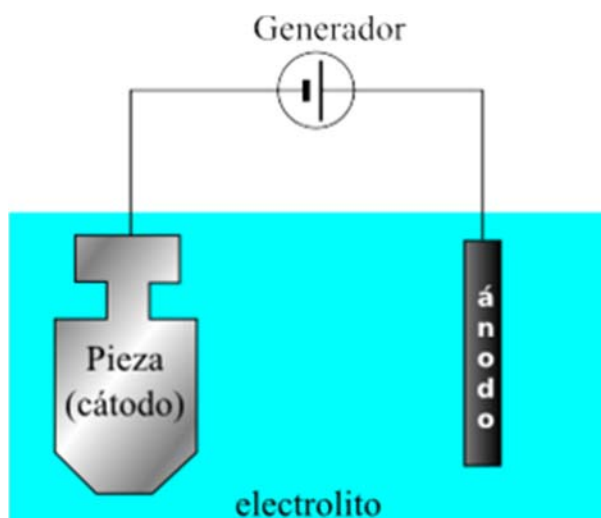


Fig. 3.6 Diseño básico de una deposición electroquímica.

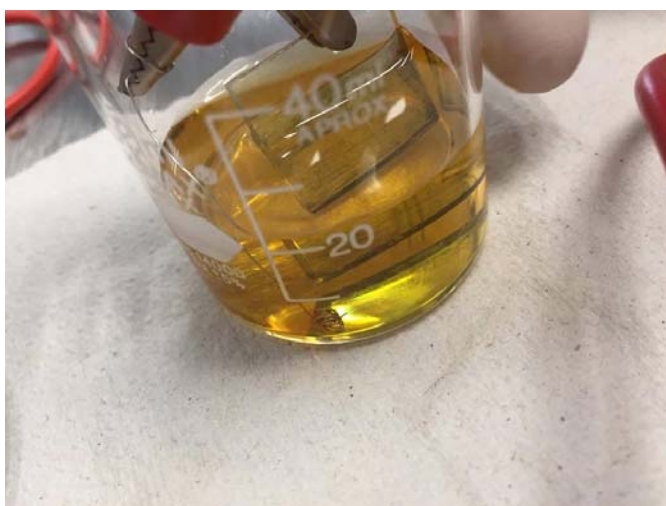


Fig 3.7 Sistema de electrodeposición utilizado en este trabajo con una solución de PdCl_2 utilizando un vidrio conductor como cátodo y un alambre de platino como ánodo.

3.7 Eficiencia en las Celdas Solares

Una de las características principales que mejor describen un módulo fotovoltaico es la relación corriente-voltaje (I-V). Donde es necesario entender como la radiación solar, la temperatura de las celdas y las cargas eléctricas afectan el comportamiento de la curva, de esta manera podemos caracterizar nuestra celda y comprender la relación entre el proceso de fabricación y los resultados obtenidos. [Barrera][Formación]

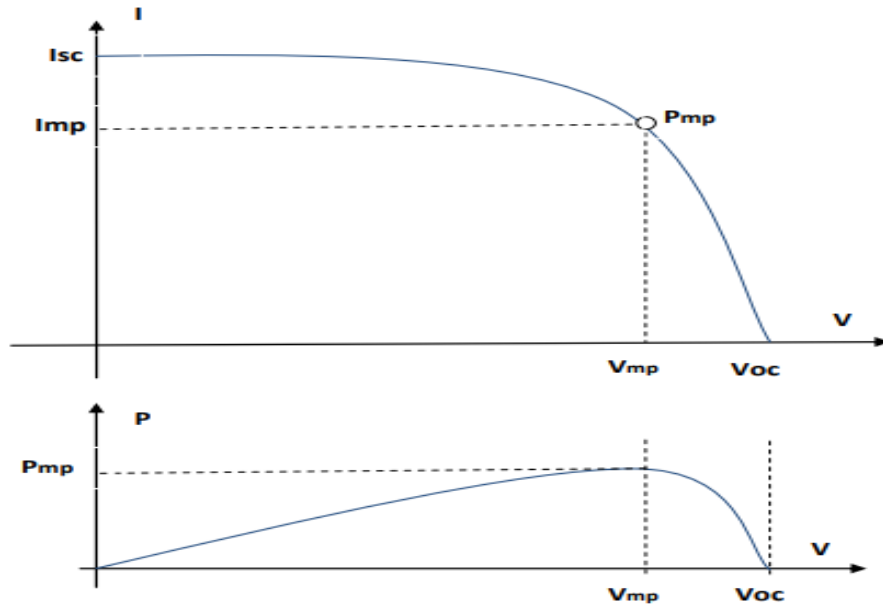


Fig. 3.8 Curvas de corriente contra voltaje o Potencia contra voltaje para caracterizar una celda solar.

Donde el voltaje de circuito abierto (V_{oc}) se encuentra en el punto en donde no hay corriente y de manera similar la corriente de corto circuito (I_{sc}) se encuentra en el punto cadente de voltaje. Con estos datos se obtiene el factor de llenado (Fill Factor, FF) el cual es el cociente de la potencia máxima de las celdas solares frente a la salida de potencia en cortocircuito ($V_{oc} \times I_{sc}$). Mientras que la eficiencia se mide en relación a la potencia máxima sobre el área de la celda y la intensidad solar aplicada a la misma: [Barrera][Formación]

$$FF = \frac{P_{max}}{(V_{oc})(I_{sc})}$$

$$n = \frac{(FF)(V_{oc})(I_{sc})}{Intensidad \times \text{Área}} \times 100 = \frac{P_{max}}{Intensidad \times \text{Área}} \times 100$$