



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA
GRUPO DE ELECTRÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS**

Ignacio Íñiguez-de-la-Torre
e-mail: indy@usal.es
web.usal.es/indy/

Plaza de la Merced s/n, E-37071, Salamanca
España/Spain
Tel: +34 923294500-1304 Fax: +34 923294584
www.usal.es

Adjunto le remito la Memoria de Resultados del proyecto **ID2013/220 “ENERGÍA FOTOVOLTAICA: EXPERIMENTOS DE LABORATORIO CON CÉLULAS SOLARES”**, desarrollado durante el curso 2013/14. Le ruego, asimismo, que proceda a la expedición y envío de los certificados de participación a los interesados.

Aprovecho la ocasión para saludarle atentamente,

Salamanca, 25 de Junio de 2014

Ignacio Íñiguez de la Torre
Investigador principal

MEMORIA DE RESULTADOS

Título del proyecto:

ID2013/220:

**"ENERGÍA FOTOVOLTAICA: EXPERIMENTOS DE
LABORATORIO CON CÉLULAS SOLARES"**

Investigador principal:

Ignacio Íñiguez de la Torre

Facultad de Ciencias
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

I. Relación de los miembros de la Universidad de Salamanca participantes en el proyecto

70883131-Y	Ignacio Íñiguez de la Torre	indy@usal.es
07975835-X	Raúl Rengel Estévez	raulr@usal.es
70868491-V	Beatriz García Vasallo	bgvasallo@usal.es
X-9911368R	Yahya Meziani	meziani@usal.es

II. Introducción

En este proyecto hemos realizado el diseño y montaje de una práctica que proporciona un sistema para caracterización de células solares. Los esquemas para las medidas experimentales son los siguientes:

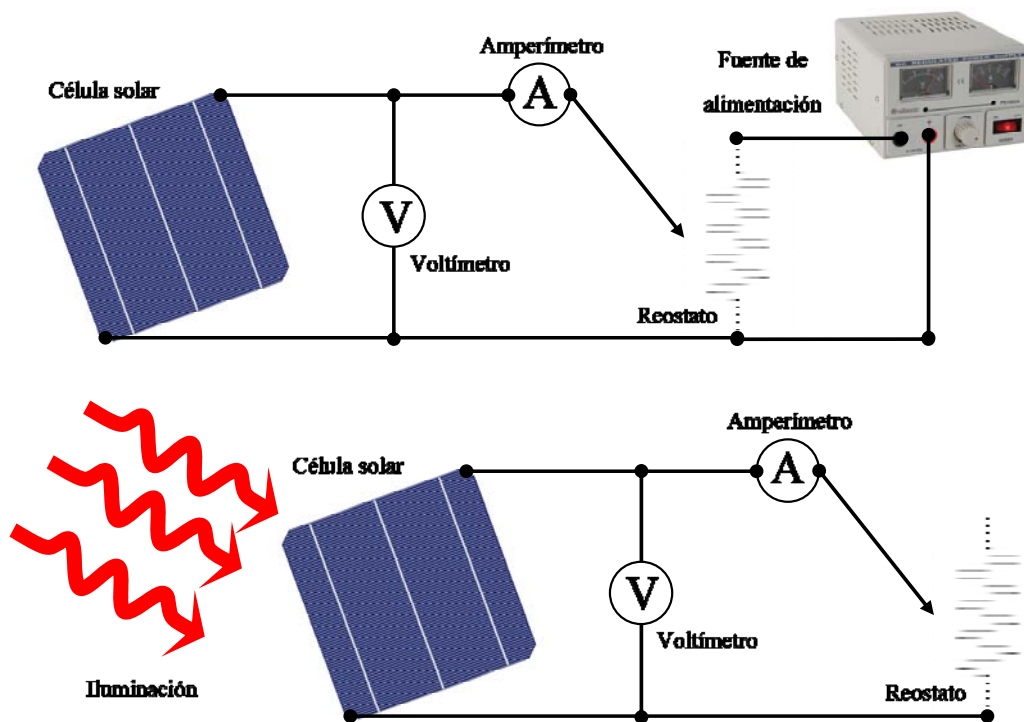


Figura 1. Montajes para medidas en oscuridad y bajo iluminación

Acorde a la memoria nuestros objetivos principales son:

- Potenciar la iniciativa de los estudiantes mediante la resolución de problemas reales que les resulten atractivos y que tengan conexión con otras temáticas como son en este caso la energía y la sostenibilidad, poniendo a su disposición las herramientas correspondientes.
- Poner de manifiesto el interés de las nuevas tecnologías.
- Facilitar el estudio de la asignatura huyendo de desarrollos matemáticos tediosos.

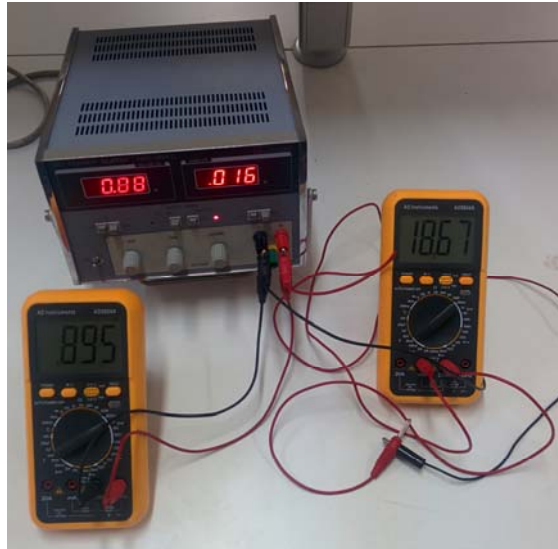
- Sensibilizar al estudiante hacia la asignatura gracias a la visualización de aplicaciones de lo estudiado en clase.

Las competencias por tanto que se adquieren en esta práctica son las siguientes:

- Conocimiento del espectro electromagnético.
- Aplicaciones de las células solares.
- Medidas eléctricas y adaptación de impedancias.
- Manejo de fuente de alimentación y multímetros: visualización y análisis de resultados.
- Adquisición de datos y presentación científica de medidas.

III. Cumplimiento de objetivos

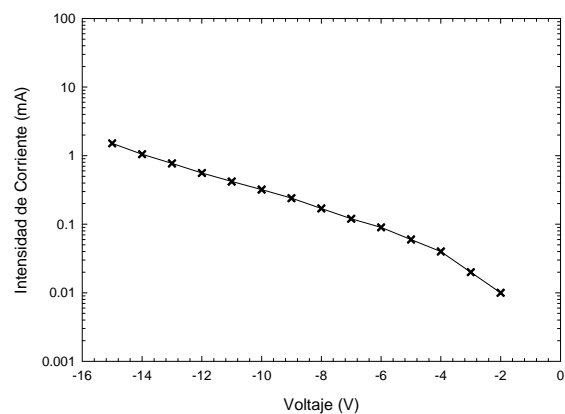
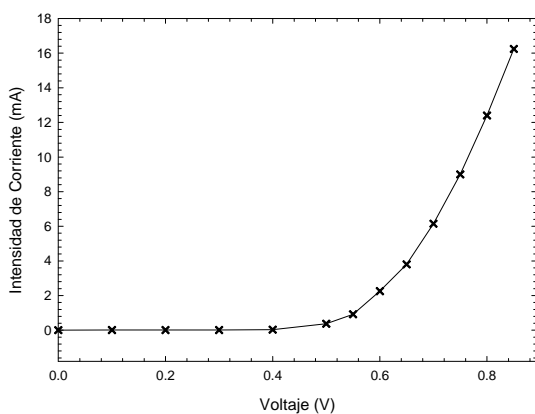
El sistema para que la caracterización en oscuridad dé lugar a las curvas I-V de la célula solar tanto en la región inversa como en directa es el siguiente:



Mediante la toma de medidas en oscuridad se pueden obtener los siguientes parámetros eléctricos:

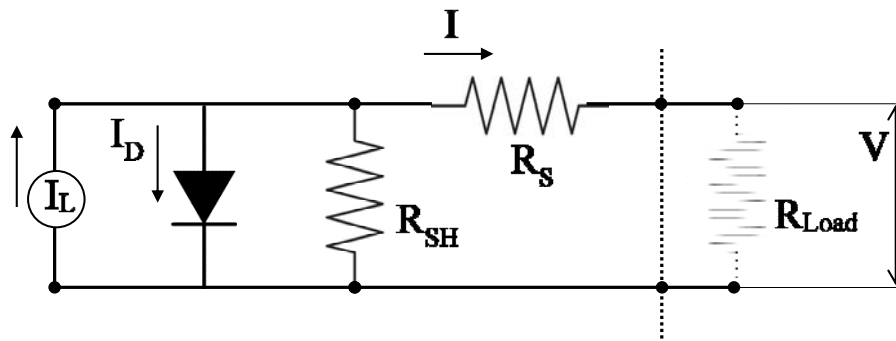
$$I_0, n, R_S \text{ y } R_{SH}$$

En esta parte se propondrán diferentes aproximaciones teóricas para la extracción de los parámetros citados. Los resultados de las medidas de prueba realizadas son los siguientes:



A partir de las mismas (que el alumno repetirá en el laboratorio) se emplea el circuito equivalente de una célula solar como el descrito a continuación, cuya ecuación analítica que describe la curva corriente-voltaje I-V es:

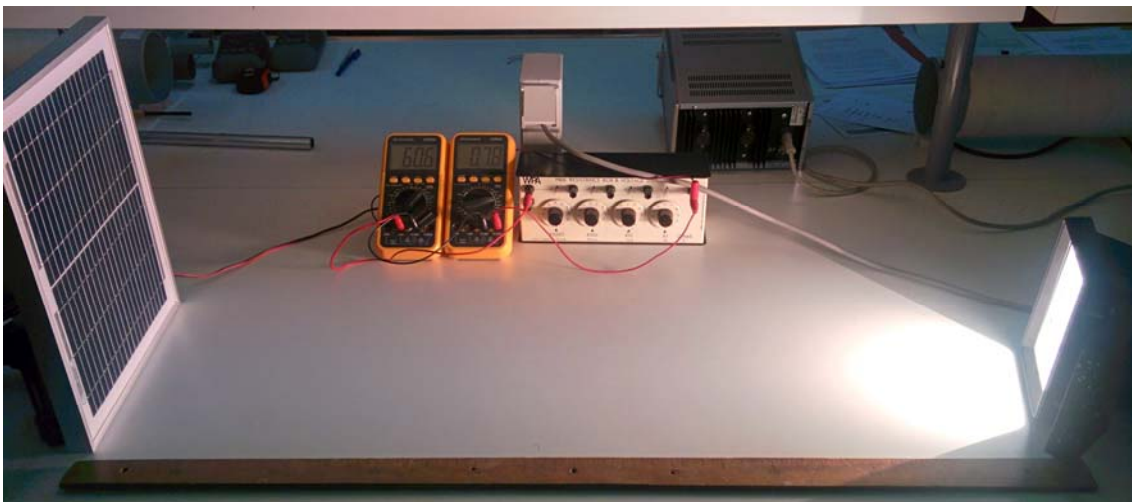
$$I = I_L - I_D - \frac{(V + IR_S)}{R_{SH}} = I_L - I_0 \left(e^{\frac{q(V+IR_S)}{nk_B T}} - 1 \right) - \frac{(V + IR_S)}{R_{SH}}$$



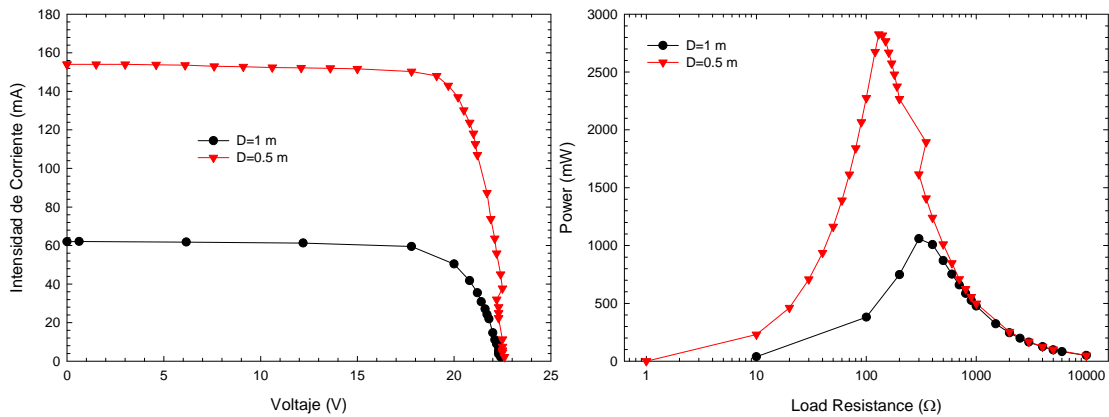
Por otra parte, las medidas bajo iluminación a diferentes distancias permitirán caracterizar las figuras de mérito señaladas en la memoria:

- Voltaje en circuito abierto, V_{OC}
- Corriente en cortocircuito, I_{SC}
- Potencia máxima nominal, $P_T = V_{OC} \times I_{SC}$
- Intensidad a máxima potencia, I_{MAX}
- Voltaje a máxima potencia, V_{MAX}
- Potencia máxima de salida, $P_{MAX} = V_{MAX} \times I_{MAX}$
- Factor de forma, $FF = P_{MAX} / P_T$
- Rendimiento, $\eta = P_{MAX} / P_{en}$

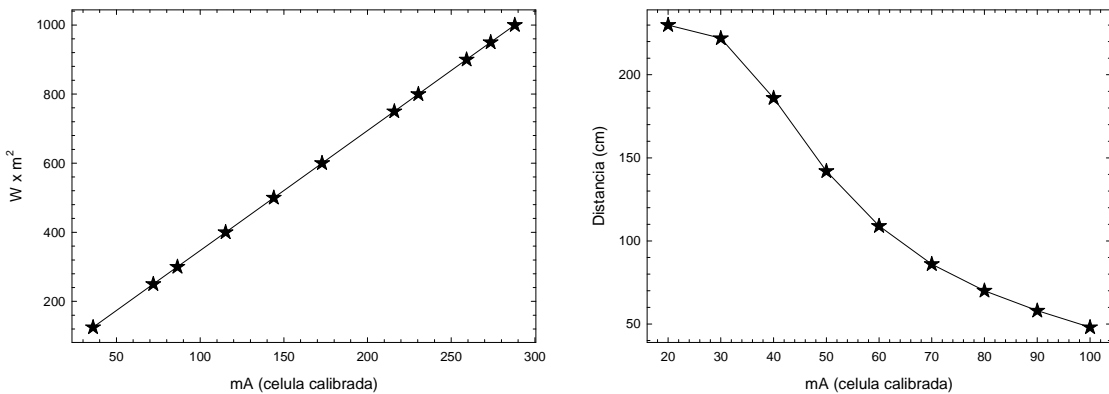
La tomas de medidas se realiza de manera similar a la descrita en la Figura.



Los resultados para dos distancias se recogen en las siguientes gráficas:



Para la calibración de la iluminación se ha utilizado una célula patrón a partir de la cual el alumno puede calcular la potencia incidente que llega a la célula por simple inspección de las siguientes gráficas:



Se pueden completar las medidas haciendo un estudio a diferentes temperaturas.

Así, el resultado final ha sido la obtención y utilización de un montaje de medida de células solares. Con los nuevos estudios de Grado implantados este montaje se utilizará en las siguientes asignaturas y titulaciones:

- La asignatura del segundo curso del Grado de Ingeniería Mecánica: Fundamentos de Electrónica
- La asignatura del segundo curso de Ingeniería de Materiales: Instrumentación

IV. Memoria económica

En este apartado se presenta la justificación de los gastos que se han realizado a cargo del presente proyecto.

PRESUPUESTO ECONOMICO			
COFINANCIACION:			
<input checked="" type="checkbox"/> Proyecto cofinanciado.			
<input type="checkbox"/> Proyecto sin cofinanciación.			
Concepto	Ayuda solicitada en la convocatoria	Cofinanciación del Centro o Departamento	TOTAL
Lámpara halógena 300 W EX-54740 Panel Solar (12 V 10 W) C-0162E Regulador (12 V 4 A) C-0190 Batería (12 V 7 Ah) C-0351 Célula Calibrada C-0121 Material RS			
SUMAS TOTALES	199.29 €	50 €	249.29 €