

Índice

Capítulo 1. INTRODUCCION.....	1
1.1.- Introducción General.....	1
1.2.- Revisión Bibliográfica.....	2
1.2.1.- Trabajos Previos.....	2
1.2.2.- Factores de perdidas en paneles solares	2
1.2.3.- Influencia de la Irradiancia	4
1.2.4.- Influencia de la Temperatura	5
1.2.5.- Modelado de una celda fotovoltaica.....	6
1.2.6.- Discusión Bibliográfica	10
1.3.- Hipótesis de Trabajo.....	11
1.4.- Objetivos.....	11
1.4.1.- Objetivo General	11
1.4.2.- Objetivos Específicos	11
1.5.- Alcances.....	12
1.6.- Metodología	13
Capítulo 2. MARCO TEORICO	14
2.1.- Introducción	14
2.2.- Efecto fotovoltaico	14
2.3.- Tecnologías en células solares	15
2.3.1.- Tipos de celdas.....	15
2.3.2.- Materiales semiconductores.....	17
2.3.3.- Silicio.....	17
2.3.4.- Germanio	17
2.4.- Características de un panel fotovoltaico	17
2.4.1.- Circuito equivalente	17
2.4.2.- Características eléctricas de un panel fotovoltaico	21
2.4.3.- Corriente de cortocircuito (I_{SC}).....	21
2.4.4.- Voltaje de circuito abierto (V_{OC})	21
2.4.5.- Punto de máxima potencia (P_m)	21
2.4.6.- Factor de forma (FF)	21
Capítulo 3. ANALISIS DE UNA CELDA	22
3.1.- Comportamiento de I_{SC} en una celda frente a la irradiancia	22
3.1.1.- Parámetros eléctricos del sistema fotovoltaico.	22
3.1.2.- Experimento.....	22
3.2.- Comportamiento de V_{OC} en una celda frente a la irradiancia	23
3.2.1.- Parámetros eléctricos del sistema fotovoltaico	23
3.2.2.- Experimento.....	24
3.2.3.- Obtención de la ecuación para la irradiancia	26
3.2.4.- Obtención de la ecuación para la temperatura	27
Capítulo 4. DISEÑO Y FABRICACION	30
4.1.- Diseño del proyecto.....	30
4.1.1.- Fabricación del prototipo de panel solar	30

4.1.2.-	Lista de materiales.....	30
4.1.3.-	Proceso de fabricación.....	30
4.2.-	Construcción del sensor de corriente	35
4.2.1.-	Lista de materiales.....	36
4.2.2.-	Construcción del sensor.....	36
4.3.-	Sensor de voltaje	37
4.4.-	Dispositivos y elementos adicionales.....	38
4.4.1.-	Módulo Step up Booster	38
4.4.2.-	Arduino Uno	38
4.4.3.-	Shield LCD 16x2	39
4.5.-	Ensamble del conjunto	39
4.5.1.-	Proceso de conexión.....	39
Capítulo 5.	RESULTADOS Y DISCUSION	42
5.1.-	Introducción	42
5.2.-	Simulación del sistema en PSIM	42
5.2.1.-	Simulaciones de estimación de irradiancia y temperatura	42
5.2.2.-	Condiciones de variación de irradiancia y temperatura	43
5.2.3.-	Resultados.....	44
5.3.-	Pruebas experimentales	44
5.3.1.-	Medición experimental.....	44
5.3.2.-	Análisis de resultados.....	46
5.3.3.-	Instrumentos patrones.....	48
5.4.-	Análisis de costos.....	49
5.5.-	Comparación.....	50
Capítulo 6.	CONCLUSIONES.....	52
6.1.-	Conclusiones generales	52
6.2.-	Trabajo Futuro	53
Capítulo 7.	Bibliografía	54

Índice de Figuras

Figura 1.1 Esquema de Irradiancia Incidente	2
Figura 1.2 Gráfico de la corriente de cortocircuito versus Irradiancia	4
Figura 1.3 Gráfico del voltaje de circuito abierto versus Irradiancia	5
Figura 1.4 Efecto de la Irradiancia en la corriente de salida del modulo PV	6
Figura 1.5 Efecto de la temperatura en el voltaje y la corriente de salida	6
Figura 1.6 Prototipo de medidor de irradiancia.....	7
Figura 1.7 Circuito equivalente de diodo simple.....	8
Figura 1.8 Circuito de medición de bajo costo.....	9
Figura 2.1 Efecto Fotovoltaico. [23].....	15
Figura 2.2 Circuito equivalente ideal.....	17
Figura 2.3 Circuito equivalente real	18
Figura 3.1 Gráfico de I_{sc} v/s irradiancia	23
Figura 3.2 Parámetros afectados por el aumento de la temperatura [25].....	24
Figura 3.3 Experimento para obtener V_{oc}	25
Figura 3.4 Gráfico de V_{oc} v/s irradiancia.....	26
Figura 3.5 Celda en cortocircuito	26
Figura 3.6 Celda en circuito abierto.....	28
Figura 4.1 (a) Perfil tubular de 30x60 cm (b) Corte transversal	31
Figura 4.2 Corte 45° (a) Vista Lateral (b) Vista Frontal.....	32
Figura 4.3 Perfil de la estructura (a) Perfil con acople (b) Ensamblado	32
Figura 4.4 Marco ensamblado	32
Figura 4.5 Celda soldada con conductores Tab Wire	34
Figura 4.6 Columna de celdas soldadas en serie	34
Figura 4.7 Conexión del arreglo fotovoltaico	34
Figura 4.8 Montaje final (a) Vista frontal (b) Vista trasera	35
Figura 4.9 Esquemático Sensor de Corriente Aislado	36
Figura 4.10 Diagrama PCB del sensor.....	37
Figura 4.11 Sensor de corriente.....	37
Figura 4.12 Módulo Step Up Booster	38
Figura 4.13 Arduino Uno	39
Figura 4.14 Shield LCD físicamente	39
Figura 4.15 Sistema de medición integrado (a) vista interior (b) vista exterior.....	40
Figura 4.16 Sistema de medición montado	41
Figura 5.1 Simulación en PSIM	42
Figura 5.2 Diagrama de flujo algoritmo.....	43
Figura 5.3 Variaciones ambientales de S y T contrastado con sus estimaciones	44
Figura 5.4 Medición experimental.....	45
Figura 5.5 Medición experimental en laboratorio	47
Figura 5.6 Solarímetro HT-204	48
Figura 5.7 Termómetro infrarrojo.....	49

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Nomenclatura utilizada en la ecuación de I_L	19
Tabla 2.2 Nomenclatura utilizada en la ecuación de I_D	19
Tabla 2.3 Nomenclatura utilizada en la ecuación de I_{sh}	20
Tabla 3.1 Valores de I_{SC} para cambios de irradiancia	23
Tabla 3.2 Valores de V_{OC} ante cambios de irradiancia	25
Tabla 4.1 Tabla de materiales para el panel solar	30
Tabla 4.2 Tabla de materiales para sensor	36
Tabla 5.1 Variación de condiciones externas	43
Tabla 5.2 Parámetros de la celda de medición	45
Tabla 5.3 Mediciones experimentales	46
Tabla 5.4 Valores comparativos de Irradiancia	47
Tabla 5.5 Valores comparativos de temperatura	48
Tabla 5.6 Tabla de materiales para panel solar	49
Tabla 5.7 Tabla de materiales para el sistema de medición	50
Tabla 5.8 Comparación de costos	51

Nomenclatura

Escalares

I_L	: Corriente foto generada.
K	: Constante de Boltzman.
V_D	: Voltaje en el diodo.
I_0	: Corriente de saturación inversa del diodo.
q	: Constante de la carga del electrón.
R_s	: Resistencia serie.
R_{sh}	: Resistencia paralela o Shunt.
S	: Irradiancia incidente del sol.
S_0	: Irradiancia Nominal.
C_t	: Constante de Temperatura.
I_{SC}	: Corriente de corto circuito.
I_{SC0}	: Corriente de corto circuito nominal.
V_{OC}	: Voltaje de circuito abierto.
T	: Temperatura.
n	: Factor de idealidad del diodo.
T_{ref}	: Temperatura de referencia.
I_D	: Corriente en el diodo.

Abreviaciones

Mayúsculas

- PI : Controlador proporcional integral.
STC : Standard Test Conditions
LCK : Ley de Corrientes de Kirchhoff

Minúsculas

- rms : Root Mean Square
fp : Factor de Potencia.