



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: JHON JAIRO CARRILLO VELANDIA
CESAR RODOLFO GONZALEZ GARCIA

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DIRECTOR: FABIO ELICEO VILLAMIZAR JAIMES

**TITULO DE LA TESIS: DISEÑO PARA PRODUCIR AGUA CALIENTE
SANITARIA MEDIANTE LA UTILIZACION DE ENERGIA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA LA EMPRESA IPS UNISALUD (SEDE ATALAYA)
QUE OPERA EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

RESUMEN

El Presente trabajo ofrece una base sólida de información relacionada con la generación de energía solar fotovoltaica, mostrando el proceso de Generación, perdidas, formulas, parámetros de diseño, ventajas y estímulos; teniendo como fin aumentar la confiabilidad y durabilidad del sistema. De igual forma se realizo el diseño de un Sistema de calentamiento de agua utilizando este tipo de energía para la IPS UNISALUD (sede Atalaya).

CARACTERISTICAS

PAGINAS 121 PLANOS ILUSTRACIONES CDROM 1

**DISEÑO PARA PRODUCIR AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE LA
UTILIZACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA
EMPRESA IPS UNISALUD (SEDE ATALAYA) QUE OPERA EN LA CIUDAD
DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.**

JHON JAIRO CARRILLO VELANDIA

CESAR RODOLFO GONZALEZ GARCIA

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTRÓMECANICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2007**

**DISEÑO PARA PRODUCIR AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE LA
UTILIZACION DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA
EMPRESA IPS UNISALUD (SEDE ATALAYA) QUE OPERA EN LA CIUDAD
DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA.**

**JHON JAIRO CARRILLO VELANDIA
CESAR RODOLFO GONZALEZ GARCIA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el titulo de Ingeniero
Electromecánico**

**Director
FABIO ELICEO VILAMIZAR JAIMES
Licenciado Electromecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA ELECTRÓMECANICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2007**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA



ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 07 DE DICIEMBRE DE 2007 HORA: 10:00 a. m.

LUGAR : SALA 4 - EDIFICIO CREAD - TERCER PISO - CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA ELECTROMECANICA

TITULO DE LA TESIS: "DISEÑO PARA PRODUCIR AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE LA UTILIZACION DE ENERGIA SOLAR FOTO-VOLTAICA PARA LA EMPRESA IPS UNISALUD (SEDE ATALAYA) QUE OPERA EN LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA".

JURADOS : LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ
JAIME ELIECER VILLALOBOS

DIRECTOR : LICENCIADO FABIO ELISEO VILLAMIZAR JAIMES.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION NUMERO	LETRA
JHON JAIRO CARRILLO VELANDIA	0090319	4,2	CUATRO, DOS

A P R O B A D A

FIRMA DE LOS JURADOS:


LUIS RODOLFO DAVILA MARQUEZ


JAIME ELIECER VILLALOBOS

Vo. Bo. 
SANDRA PATRICIA JAIMES RICO
Coordinadora Comité Curricular

Betty M.

Avenida Gran Colombia 12E - 96 Colsag. Teléfono: 5753515. Fax: 5771988
Cúcuta - Norte de Santander - Colombia - inelemec@motilon.ufps.edu.co

A Dios por estar siempre presente a mi lado, por haberme creado y hecho nacer en una excelente familia que a pesar de los problemas me han ayudado a adquirir instrucción, prudencia, rectitud y equilibrio.

A mi madre, Carmen Alicia Velandia quien en sus constantes esfuerzos hizo posible este logro y no permitió que desvaneciera a mitad del camino ofreciéndome cariño, confianza y seguridad.

A mi padre, Juan José Carrillo, a pesar que hoy no se encuentre entre nosotros, me oriento y enseño sabios consejos cuando era niño.

A mi tío, Fernando Velandia, quien siempre me brindo seguridad y me apoyo en aquellos momentos mas difíciles, evitando que perdiera el sendero de mi vida.

JHON JAIRO

AGRADECIMIENTOS

Se expresan agradecimientos:

Al Gerente Hector Angulo Tenorio, por brindarnos su confianza y apoyo permitiéndonos ingresar a esta prestigiosa institución para la realización de este proyecto.

Al Licenciado Fabio Eliceo Villamizar Jaimes por su dirección y por tener las virtudes de paciencia y enseñanza.

Al Ingeniero Jorge Eduardo Granados Granados por su asesoría en este proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. ANALISIS DE LA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	18
1.1 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	18
1.1.2 Sistemas fotovoltaicos autónomos (SFA)	19
1.1.3 Sistemas fotovoltaicos conectados a la red (SFCR)	21
1.2 LA CELDA FOTOVOLTAICA	21
1.3 EL MODULO SOLAR FOTOVOLTAICO	25
1.3.1 Interconexión de los módulos	28
1.4 LA BATERIA DE PLOMO-ACIDO	31
1.4.1 La batería de plomo-acido de electrolito líquido	31
1.4.2 Problemas típicos	32
1.5 REGULADOR DE CARGA	35
1.6 EL INVERSOR	38

1.7 FACTORES DE PERDIDAS ENERGETICAS	38
1.7.1 Pérdidas por no cumplimiento de la potencia nominal	38
1.7.2 Pérdidas de mismatch o de conexionado	38
1.7.3 Pérdidas por polvo y suciedad	39
1.7.4 Pérdidas angulares y espectrales	39
1.7.5 Pérdidas por caídas ohmicas en el cableado	39
1.7.6 Pérdidas por temperatura	39
1.7.7 Pérdidas por rendimiento AC/DC del inversor	40
1.7.8 Pérdidas por sombreado del generador FV	40
1.8 GENERALIDADES SOBRE PROTECCION Y CONEXIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	43
1.8.1 Medios de desconexión	43
1.8.2 Puesta a tierra del sistema	44
1.8.3 Capacidad de corriente de los conductores	47
1.9 VENTAJAS Y ESTIMULOS	49
1.9.1 Ventajas	49

1.9.2 Estímulos	50
2. DISEÑO DEL SISTEMA	53
2.1 DATOS DE PARTIDA	53
2.1.2 Obtención de los datos de radiación solar	53
2.2 DISEÑO DE LA MINICENTRAL FOTOVOLTAICA	55
2.2.1 Dimensionado del sistema fotovoltaico autónomo	55
2.2.2 Selección del regulador de carga	63
2.2.3 Dimensionado del sistema de acumulación	64
2.2.4 Selección del inversor	64
2.2.5 Dimensionado del cableado	65
2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRAULICO	70
2.3.1 Pérdidas debido a la transferencia de calor	71
3. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA	81
3.1 MINICENTRAL FOTOVOLTAICA	81
3.1.1 Conexión a tierra	82

3.1.2 Módulos fotovoltaicos	82
3.1.3 Controlador de carga	83
3.1.4 Batería	84
3.1.5 Caja de conexiones	88
3.1.6 Inversor	88
3.2 SISTEMA DE CALEFACCION Y DISTRIBUCION	89
3.2.1 Desmontaje de la resistencia	89
3.2.2 Limpieza resistencia	89
3.2.3 Sustitución ánodo	89
4. CONCLUSIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	92