

INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO PARA PRODUCIR AGUA CALIENTE SANITARIA CON DISPOSITIVO PARA LECTURA DE TEMPERATURA Y FLUJO MÁSSICO A TRAVÉS DE CONEXIÓN BLUETOOTH COMPATIBLE CON SISTEMAS ANDROID

UNAN-Managua FAREM-Estelí.

Autor:

Silvio Alfonso Terán Mayorga. teranmayorga@gmail.com

Darwin Manuel Guevara Gutiérrez. guevaraincorporation@gmail.com

Lesther Francisco Cruz Olivas. Francruz496@gmail.com

Tutor: Msc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta. lfuentesp072@yahoo.com.mx

RESUMEN

El proyecto contempla la instalación de un sistema solar térmico para la producción de agua caliente sanitaria en el edificio de deporte de la UNAN-FAREM-Estelí, con el propósito de obtener mediciones paramétricas de dicho sistema a través de un dispositivo que enviará información de temperatura de cuatro puntos diferentes, a través de tecnología innovadora como lo es Arduino One con conexión vía bluetooth al celular compatible con sistema Android, para que estudiantes de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables puedan realizar prácticas que afianzarán sus conocimientos prácticos y teóricos sobre la producción de agua caliente sanitaria y su correspondiente medición.

Entre otros beneficios adjuntos al proyecto es evitar la emisiones de CO2 por el uso de la energía eléctrica convencional para las duchas, ahorro económico en la facturación al no utilizar duchas eléctricas, además de apoyar al personal de mantenimiento de la universidad con las medidas de ahorro y uso eficiente de la energía, definido en el Decreto No.2-2008: “Ordenamiento del uso de la energía” decretado por el presidente de la República de Nicaragua el 30 de Enero del año 2008.

Palabras clave: Arduino One, Android, Bluetooth, Sistema Solar Térmico.

**INSTALLATION OF A THERMAL SOLAR SYSTEM FOR PRODUCING HOT
SANITARY WATER WITH DEVICE FOR READING TEMPERATURE AND
MASS FLOW THROUGH BLUETOOTH CONNECTION COMPATIBLE WITH
ANDROID SYSTEMS**

UNAN-Managua FAREM-Estelí

Author:

Silvio Alfonso Terán Mayorga. teranmayorga@gmail.com

Darwin Manuel Guevara Gutiérrez. guevaraincorporation@gmail.com

Lesther Francisco Cruz Olivas. Francruz496@gmail.com

Tutor: Msc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta. lfuentesp072@yahoo.com.mx

RESUME

The project involves the installation of a solar thermal system for the production of domestic hot water in the sports building of UNAN-FAREM-Estelí, in order to obtain parametric measurements of this system through a device that will send temperature information Of four different points, through innovative technology as it is Arduino One with connection via bluetooth to the cellular compatible with Android system, so that students of the race of Engineering in Renewable Energies can realize practices that will strengthen their practical and theoretical knowledge on the production Of domestic hot water and its corresponding measurement.

Among other benefits attached to the project is to avoid CO2 emissions from the use of conventional electric power for showers, economic savings in billing by not using electric showers, in addition to supporting the maintenance staff of the university with savings measures And efficient use of energy, defined in Decree No.2-2008: "Ordinance of the use of energy" decreed by the President of the Republic of Nicaragua on January 30, 2008.

Keywords: Arduino One, Android, Bluetooth, Solar Thermal System.

INTRODUCCIÓN

El agua caliente constituye un consumo energético importante, por ejemplo, en una casa teniendo diversos usos, entre ellos y probablemente el más importante, la higiene personal. A nivel internacional existen algunos estudios de medida de este consumo (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía).

En general, a nivel mundial, se ha convertido en el segundo uso energético doméstico en importancia después de la calefacción y la refrigeración. Por esta razón, el calentamiento de agua mediante energía solar, más allá de ser una alternativa ecológica, se ha convertido en una tecnología económicamente atractiva y competitiva en muchos países.

Los colectores solares son dispositivos utilizados para absorber y transferir la energía proveniente del sol hacia un fluido, que puede ser agua o aire. La energía solar, puede ser utilizada para calentar agua, para sistemas de calefacción o para climatización de piscinas, entre otros.

Para calentar agua a temperatura media, para calefacción de espacios y para procesos industriales, las aplicaciones más utilizadas son los colectores planos, en los cuales es prioridad que sean controlados con dispositivos reguladores y medidores de temperatura así como registro de funcionamiento tanto en condiciones mínimas y máximas de operación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Plan Nacional de Desarrollo Humano 2012-2016.

Hasta el año 2006, el pueblo de Nicaragua enfrentaba el problema de los apagones de hasta 8 y 12 horas diarias, que paralizaban el desarrollo del país. La generación de energía dependía de un 75% de derivados del petróleo y tanto la cobertura como la calidad del servicio de energía eléctrica era deficiente, afectando mayoritariamente a los pobres. (Gobierno de Reconciliación y Unidad nacional (GRUN), Nov. 08-2012, Pág.136, párr.596).

Interpretando lo anterior, la utilización de sistemas solares térmicos para el aprovechamiento de la energía solar térmica, viene a formar parte del cambio en el uso de la energía eléctrica, fomentando el desarrollo tecnológico, científico y económico del país.

Una limitante evidente que existe en la carrera de ingeniería en energías renovables es la falta de algunas herramientas para enriquecer nuestra experiencia basada en la práctica, ejemplo de ello la falta de prototipos que son fabricados con énfasis en la enseñanza universitaria, como HL 313 Calentador de agua industrial con colector plano.

La ausencia de dichas herramientas necesarias para el entrenamiento práctico y la falta de confort en el área de deportes, es decir, la falta de duchas con agua caliente para el aseo personal después de actividades deportivas, nos motiva a llevar a cabo este proyecto para beneficio de todos en la universidad.

JUSTIFICACIÓN

La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en hogares, hoteles y centros turísticos, etc. ha venido creciendo en las últimas dos décadas y asimismo los costos de consumo energético para suplir esta demanda, por lo cual se han buscado formas viables de reducir este consumo sin afectar el servicio a los consumidores.

Por ello la disposición de instalar un sistema solar térmico, con el objetivo que funciones como un recurso didáctico en nuestra Facultad, donde los estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables utilicen para evaluar el funcionamiento en condiciones reales y así lograr un mayor aprendizaje, un análisis más profundo del funcionamiento del mismo y una valoración de los materiales utilizados.

El interés principal es promover el aprendizaje básico sobre las energías renovables, de forma manipulativa, puesto que consideramos que el aprendizaje así conseguido, es más significativo y duradero.

Esto permitirá a la Facultad brindar al estudiante la motivación necesaria para desarrollar habilidades de construcción, reparación y mantenimiento a los dispositivos que han sido instalados en la universidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área del proyecto

El proyecto se realizó en el departamento de Estelí, municipio Estelí, específicamente en las instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM-Estelí.

2.2 Fases del proyecto

Para lograr los objetivos del proyecto se dividió en cinco fases experimentales:

2.2.1 Fase 1: Diseño y construcción de bases soportes

Con el fin de tener una mejor percepción de una instalación del sistema térmico, base soporte estructural y accesorios de conexiones se diseñó a través de software en 2D y 3D la base soporte de acuerdo a manual práctico del técnico solar 2013.

En este caso se utilizó angulares de 3/4"x1/8" de 6m de longitud, del cual se hizo el marco electro soldado para soportar el colector solar con una inclinación de 15° y un marco para soportar el tanque de almacenamiento de 150 litros y cimentación de concreto en las bases.

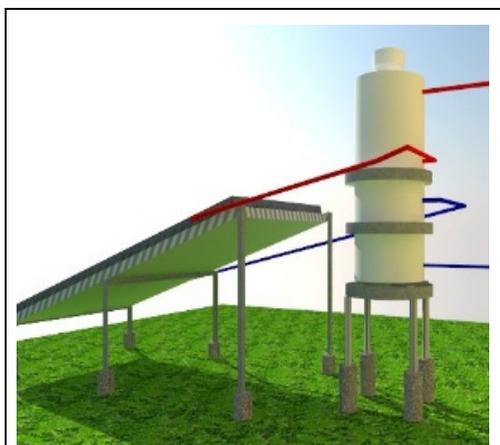


Fig. No.1: Vista posterior del sistema térmico

Fuente: Elaboración Propia-Sketchup 2016

Fase 2: Conexión entre colector y tanque almacenamiento

Para la conectividad del sistema se utilizó material de fontanería como tubería de hierro galvanizado, cobre, PVC y CPVC, entre la tubería que se conecta el colector solar al termo

tanque se utilizó tubería de cobre para la transferencia del fluido calentado dentro del mismo, para las conexiones del sistema hidráulico que va del termo tanque a las duchas se utilizó PVC, CPVC y tubería galvanizada.



Fig. No.2 Conexiones entre tanque y colector

Fase 3: Dispositivo para lectura de temperatura y flujo másico.

Para la obtención de temperaturas tanto de entrada y salida de las tuberías (agua fría y agua caliente), se ensambló en el panel de control del tanque de almacenamiento un dispositivo de medición nombrado DATATEMPFLU (Datos, temperaturas y flujo) el cual consta de un micro controlador Arduino One, sensores de temperatura DS18B20 y medidor de flujo YF-S201, todo esto con la capacidad de conexión vía Bluetooth modelo HC-05 compatible con celulares bajo sistemas Android, el cual usa una terminal gratis llamada Blueterm que se puede descargar del sitio:



Fig. No. 3 Arduino One y Case

<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.pymasde.blueterm&hl=es>

Esta aplicación (app) sirve para ver y poder guardar los datos enviados desde DATATEMPFLU al celular.

Fase 4: Instalación y puesta en marcha del sistema térmico

Para la producción de agua caliente sanitaria de dos duchas, una para el baño de hombres y la otra para el baño de mujeres, se utilizará un sistema solar térmico que según especificaciones técnicas tiene una producción promedio mensual de 84.2 Kwh/mes*m².

El sistema térmico se ubicó en el costado oeste del edificio de deportes por su cercanía a las duchas de los deportistas de JUDO, se realizó la conexión a la red de agua potable para alimentar al sistema, la conexión que aporta el agua caliente a las duchas y por último la instalación de las llaves mezcladoras mono mando para regular la temperatura final en la ducha.



Fig. No. 4 Instalación Sistema Solar

2.2.5 Fase 5: Obtención de Mediciones.

Instalación y puesta en marcha del sistema solar térmico para producir agua caliente sanitaria, se realizaron las medidas paramétricas del sistema en días promedio nublado y soleado, en cuanto a radiación promedio, temperaturas de entrada de la red, temperatura del colector de entrada y salida, temperaturas del tanque de almacenamiento tanto de la entrada como la salida de dicho tanque.

Para mejor comprensión se muestra en la siguiente tabla parte de los datos obtenidos en dos registros uno con un día promedio nublado como operación del sistema en mínimas condiciones de trabajo y un día promedio soleado como máximas condiciones de trabajo con sus respectivas gráficas que representan la radiación solar y las temperaturas del sistema.

Obtención de datos promedio de día nublado					
Tiempo	Rad. solar w/m ²	Te Colector °C	Ts Colector °C	Te Tanque °C	Ts Tanque °C
09:00	46	26.50	30.50	30.75	31.00
09:15	42	26.85	30.85	31.10	31.35
09:25	48	27.50	31.50	31.75	32.00
09:35	45	27.75	31.75	32.00	32.25
09:45	56	27.50	31.50	31.75	32.00
09:55	52	30.50	34.50	34.75	35.00
10:05	59	29.50	33.50	33.75	34.00
10:15	67	31.85	35.85	36.10	36.35
10:25	85	32.75	36.75	37.00	37.25
10:35	35	33.50	37.50	37.75	38.00
10:45	68	33.50	37.50	37.75	38.00
10:55	86	34.00	38.00	38.25	38.50
11:05	84	35.50	39.50	39.75	40.00
11:15	58	35.75	39.75	40.00	40.25
11:25	36	44.25	48.25	41.38	41.42
11:35	90	37.00	48.25	41.88	42.25
11:45	163	31.00	44.25	42.00	42.25
11:55	167	31.00	40.25	42.00	42.60
12:05	205	27.00	37.50	41.00	42.00
12:15	189	27.00	37.75	42.00	42.25
12:25	138	24.50	34.50	41.88	42.25
12:35	234	25.50	31.50	41.25	42.00
12:45	270	25.00	31.25	41.25	42.00
12:55	276	26.50	29.74	41.00	43.00
13:05	248	26.00	30.50	40.43	42.60
13:15	265	26.50	30.25	40.50	41.75
13:25	278	26.97	43.74	42.24	42.49
13:35	235	27.34	44.48	42.98	43.23
13:45	190	27.71	45.22	43.72	43.97
13:55	178	28.08	41.25	39.75	40.00
14:05	169	28.45	39.25	37.75	38.00
14:15	158	28.82	39.99	38.49	38.74
14:25	180	29.20	40.73	39.23	39.48
14:35	164	29.57	36.25	34.75	35.00
14:45	168	33.50	45.50	29.00	30.00
14:55	171	33.50	44.25	30.75	31.25
15:05	52	34.00	44.00	31.75	32.25
15:15	61	31.00	38.74	32.38	32.75
15:25	62	33.00	40.24	32.75	32.75
15:35	115	32.50	41.75	33.50	33.75
15:45	50	30.50	34.75	33.63	34.00
15:55	66	31.50	36.75	33.75	34.25
16:05	45	31.00	35.75	34.00	34.50
16:15	62	33.00	39.50	34.75	35.00
16:25	46	33.00	39.75	34.88	35.25
16:35	44	33.50	38.50	35.00	35.25
16:45	38	32.00	36.00	34.88	35.25
16:55	40	32.00	35.50	34.50	35.00
17:05	38	31.00	35.00	34.25	35.00
17:15	41	30.00	35.00	33.00	34.50
17:25	35	28.00	34.00	34.00	35.00
17:35	38	27.25	33.00	35.00	34.50
17:45	41	26.00	34.00	35.00	35.50
17:55	47	27.00	33.00	35.00	34.50
18:05	30	25.00	34.00	34.00	34.00

Tabla No. 1 Matriz para registrar datos de temperatura, radiación y tiempo día nublado

Fuente: Elaboración Propia – Excel 2016

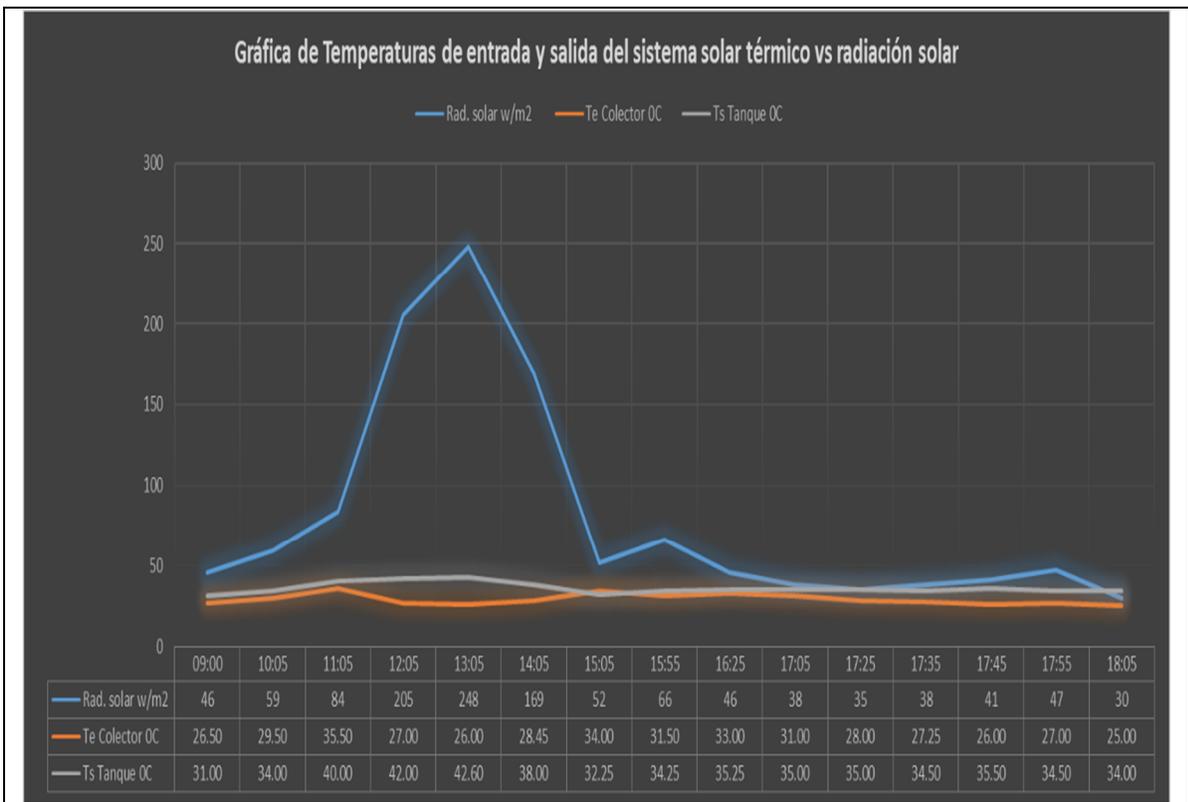


Fig. No. 5 Resultados en gráfico de datos obtenidos en las mediciones del sistema solar

Fuente: Elaboración Propia – Excel 2016

Obtención de datos promedio de día Soleado					
Tiempo	Rad. solar w/m ²	Te Colector °C	Ts Colector °C	Te Tanque °C	Ts Tanque °C
09:00	178	26.63	28.27	26.85	27.00
09:15	166	26.98	28.25	26.85	27.00
09:25	189	27.63	31.00	29.05	29.20
09:35	234	27.88	33.00	32.45	32.60
09:45	265	27.63	34.00	33.15	33.30
09:55	354	30.63	35.47	34.05	34.20
10:05	376	29.63	36.00	35.05	35.20
10:15	406	32.00	38.00	38.35	38.50
10:25	456	32.00	37.00	37.35	37.50
10:35	535	33.63	42.00	40.15	40.30
10:45	590	32.00	41.00	39.85	40.00
10:55	634	34.13	43.00	41.85	42.00
11:05	680	35.63	44.00	42.85	43.00
11:15	723	35.88	45.07	43.65	43.80
11:25	811	33.13	46.00	42.85	43.00
11:35	931	37.50	49.37	47.95	48.10
11:45	955	32.00	52.77	51.35	51.50
11:55	937	31.15	55.00	51.85	52.00
12:05	960	26.30	55.50	55.05	55.20
12:15	973	26.00	54.47	53.05	53.20
12:25	950	24.63	58.37	56.95	57.10
12:35	966	25.63	60.57	59.15	59.30
12:45	980	25.13	59.87	58.45	58.60
12:55	867	26.63	62.00	60.58	60.73
13:05	956	26.13	64.13	62.71	62.86
13:15	934	26.63	66.26	64.84	64.99
13:25	960	27.10	68.39	66.97	67.12
13:35	854	27.47	70.52	69.10	69.25
13:45	832	27.84	72.65	71.23	71.38
13:55	890	28.21	74.78	73.36	73.51
14:05	789	28.58	76.91	75.49	75.64
14:15	867	28.95	79.04	77.62	77.77
14:25	824	29.33	81.17	79.75	79.90
14:35	814	29.70	81.52	80.10	80.25
14:45	803	33.63	81.73	80.31	80.46
14:55	760	33.63	81.94	80.52	80.67
15:05	745	34.13	82.15	80.73	80.88
15:15	330	32.25	82.36	80.94	81.09
15:25	585	33.13	82.57	81.15	81.30
15:35	600	32.50	82.78	81.36	81.51
15:45	307	32.00	82.99	81.57	81.72
15:55	475	31.63	83.20	81.78	81.93
16:05	300	32.00	83.41	81.99	82.14
16:15	275	33.13	83.62	82.20	82.35
16:25	95	32.00	79.42	78.00	79.12
16:35	245	33.63	77.42	76.00	77.12
16:45	150	32.13	71.17	69.75	70.87
16:55	178	31.00	67.92	66.50	67.62
17:05	170	31.13	64.42	63.00	64.12
17:15	169	31.00	64.21	62.79	63.91
17:25	160	28.13	58.42	57.00	58.12
17:35	156	27.38	56.92	55.50	56.62
17:45	154	26.13	53.42	52.00	53.12
17:55	130	27.50	53.57	52.15	53.27
18:05	119	25.13	48.42	47.00	48.12

Tabla No.2: Matriz para registrar datos de temperatura, radiación y tiempo en día soleado

Fuente: Elaboración Propia – Excel 2016

Gráfica de Temperaturas de entrada y salida del sistema solar térmico VS radiación solar

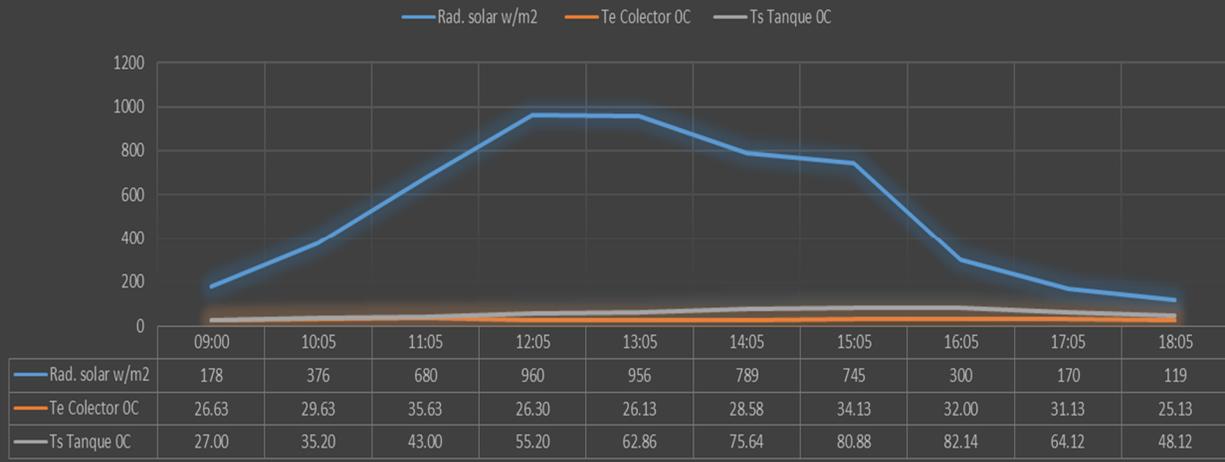


Fig. No.6 Resultados en gráfico de datos obtenidos en las mediciones del sistema solar día soleado

Fuente: Elaboración Propia – Excel 2016

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Las tablas No. 1 y 2 con sus respectivas gráficas de resultados obtenidas de las mediciones realizadas en días nublados y soleados con el dispositivo DATATEMPLFLU y la obtención de la radiación solar, nos muestra la correlación que existe en el sistema que la temperatura del agua almacenada en el tanque depende directamente de la radiación solar, a través del fenómeno termosifón.
- En los resultados de la toma de mediciones podemos notar que el sistema opera en mínimas condiciones de sol, logrando captar la poca radiación solar para alcanzar una temperatura aceptable para su uso de hasta 40°C , en caso contrario en un día promedio soleado el sistema puede alcanzar aproximadamente los 80°C .

CONCLUSIONES

- Con la instalación del sistema solar térmico en la Facultad Multidisciplinaria Regional del Norte, Estelí, se logró un doble propósito de uso para aseo personal de los deportistas de JUDO y de utilización como herramienta didáctica para estudiantes de la carrera de Ingeniería en energías renovables.
- Siguiendo las líneas de investigación y desarrollo de la carrera de Energías Renovables se logró incorporar tecnología nueva e innovadora, como es el caso del subsistema de medición de temperatura que conecta a dispositivos celulares vía bluetooth, que por iniciativa propia de los estudiantes y aplicando conocimiento transmitidos por los docentes de dicha ingeniería se llevó a cabo su incorporación de formar parte como otra herramienta didáctica para que sea analizada y mejorada por las futuras generaciones de estudiantes de ingeniería.
- Se puso en operación al sistema solar térmico para evaluar las condiciones mínimas y máximas de operación registrando temperaturas mínimas ambientales y máximas hasta 80°C.

IV. BIBLIOGRAFIA

- ASIT. (2010). *Guía ASIT de la Energía Solar Térmica. Technical Report, Asociación Solar de la Industria Térmica.* España.
- Group, H. b. (s.f.). Manual do produto colector solar.
- <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>. (s.f.).
- <https://www.arduino.cc/>. (s.f.).
- Martínez, J. C., Noceto, P., & Suárez, R. (2013). *Manual Técnico de Energía Solar Térmica.* Uruguay.
- Universidad Politécnica de Cataluña. (2007). *Master en Energías Renovables "Energía Solar Térmica"*.
- UPC, F. (2007). *Master En desarrollo Sostenible; Energía Solar Térmica Módulo 4.* España.