

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA
CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES
TÉRMICOS, Y MONITOREADA A TRAVÉS DE UN
SISTEMA INALÁMBRICO**

**AUTOR
URIEL VILLAMIZAR CASTELLANOS**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
JUNIO 2016**



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA
CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES
TÉRMICOS, Y MONITOREADA A TRAVÉS DE UN
SISTEMA INALÁMBRICO**

**AUTOR
URIEL VILLAMIZAR CASTELLANOS**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO.**

**TUTOR
MSc. CARLOS ARTURO VIDES HERRERA**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
JUNIO 2016**



DEDICATORIA

Este es un reconocimiento a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, a los primos Alexis. Elsa Villamizar Bello, por sus palabras de aliento y consejos en estos años de esfuerzo para poder llegar y lograr las metas propuestas



AGRADECIMIENTO

A Dios fuente de sabiduría y mi mayor fortaleza en los momentos difíciles, a mi familia porque siempre tuvieron una palabra de aliento sin importar lo difícil de la situación. Un agradecimiento muy especial al Ing. Carlos Arturo Vides Herrera por su paciencia y apoyo en la realización de este proyecto. A los docentes de Ing. electrónica que con sus enseñanzas me permitieron desarrollar el tema de este trabajo de grado, a mis amigos por todo el apoyo brindado en el trayecto de mi carrera, y a todos los que pusieron un grano de arena para realizar este proyecto.



RESUMEN

El presente documento contiene el desarrollo del prototipo de una piscina con un sistema de calentamiento y automatización por medio de un monitoreo inalámbrico donde se busca también analizar la viabilidad que tiene la implementación y automatización del sistema calentador térmico (panel solar) para piscinas. el diseño integral incluye uno o varios paneles solares , bombas de agua ,electroválvulas ,sensores de temperatura, y una interfaz para el manejo del sistema y control del mismo , con el fin de aprovechar las condiciones lumínicas que brinda la topología del país para brindar un sistema eficiente asequible y de utilidad a la población y de fácil control .

En la primera parte del proyecto se hará el estudio y la ejecución necesaria para correcta climatización, automatización y control del sistema de la piscina por medio de un monitoreo inalámbrico que sea de fácil manejo y su visualización sea clara.

En la segunda se procederá al cálculo y dimensionamiento del diseño del sistema de calentamiento y la realización de sistema de control y estudio de la viabilidad de la instalación y la repercusión final de la instalación según sea necesario.(materiales costos, ubicación ,tiempo de diseño e implementación y manejo de los recursos a utilizar) , con los diseños y las características del funcionamiento en forma inalámbrica y el alcance del mismo



ABSTRAC

This document contains the prototype development of a pool with a heating system and automation through a wireless monitoring where it also seeks to analyze the feasibility has implementation and automation of thermal heater (solar panel) system for swimming pools. integrated design includes one or more solar panels, water pumps, valves, temperature sensors, and an interface for system management and control thereof, in order to take advantage of lighting conditions offered by the topology of the country to provide affordable efficient and useful to the public and easy control system.

The study and implementation necessary for proper air conditioning, automation and control system of the pool through a wireless monitoring that is easy to use and display will be clear in the first part of the project.

The second will proceed to the analysis and design of the design of the heating system and the performance of the control system and study of the feasibility of the installation and the final impact of the installation as needed. (Material costs, location, design time and implementation and management of resources to use), with the designs and performance features wirelessly and the scope thereof



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
PROBLEMA.....	14
OBJETIVOS	15
Objetivo General	15
Objetivos específicos	15
CAPITULO 1. MARCO TEORICO	16
1.1 ENERGÍA SOLAR	17
1.1.1. FENÓMENO TÉRMICO	17
1.2 TIPOS DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAR AGUA	18
1.2.1 COLECTORES DE PLACA PLANA CON CUBIERTA	18
1.2.2 COLECTORES CPC ESTACIONARIOS	21
1.2.3 COLECTORES DE PLACA PLANA SIN CUBIERTA	21
1.2.4 COLECTORES DE TUBOS DE VACIO	22
1.3 COMUNICACIONES INALÁMBRICA	23
1.3.1 WIFI	23
1.3.2 ZIGBEE	24
1.3.3 BLUETOOTH	24
1.3.4 OTROS	24
1.4 ANTECEDENTES EN AMÉRICA LATINA	25
1.4.1 AUTOMATIZACION EN PISCINA COLOMBIA	26
CAPÍTULO II:	29
INGENERIA DE DETALLE DEL SISTEMA.....	29
2.1 MATERIALES	30
2.1.1 TERMOCUPLA TIPO K:	30
2.1.2 SENSOR DE AGUA MOD: YF_G21	31
2.1.3 MODULO SENSOR DE TEMPERATURA MAX 6675 TERMOPAR TIPO K - SPI	33
2.1.4 MOTOBOMBA	34



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

2.1.5 PANTALLA TÁCTIL	35
2.1.6 ARDUINOS	37
2.1.7 MODULO WIFI	38
2.1.8 PANEL TERMICO UTILIZADO	41
2.1.8.1 FACTOR DE EFICIENCIA DEL COLECTOR	41
2.1.8.2 FACTOR DE REMOCIÓN DE CALOR	42
2.1.8.3 FACTOR DE FLUJO DEL COLECTOR	43
2.1.9 PISCINA	45
2.1.10 SUPERFICIE DEL SISTEMA	45
CAPÍTULO III:	46
DISEÑO E IMPLEMENTACION	46
3.1 IMPLEMENTACION DE UN MECANISMO PARA EL MONITOREO DEL SISTEMA	47
3.3 ETAPA DE SENSADO	48
3.3.1 SENSADO DE TEMPERATURA DEL PANEL Y LA PISCINA	48
3.3.2 SENSADO DE EL CAUDAL	49
3.3.3 CONTROL DE LA MOTOBOMBA	50
3.3.4 CONEXIÓN PANTALLA TÁCTIL Y ARDUINO	51
3.3.5 CONEXIÓN ARDUINO ESP8266	53
3.4 CONTROLADOR	54
3.4.1 PASOS PARA INSTALAR EL ENTORNO DE DESARROLLO O IDE DEL ARDUINO	54
3.4.2 PASOS PARA DESCARGAR LIBRERÍAS BASE UTFT, UTOUCH.	56
3.5.2 SOFTWARE IMAGEN	58
3.6 VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA EN PANTALLA TÁCTIL ARDUINO	59
3.6.1 CALIBRACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL	62
3.7.2 COMANDOS AT	66
CAPÍTULO IV:	69
RESULTADOS	69
4.1 DATOS DE TEMPERATURA DEL SISTEMA	70
4.2 SISTEMA DE CONTROL	71



4.2.1 DIAGRAMAS DE FLUJO. DE TEMPERATURA	72
4.3 FUNCIONAMIENTO	72
4.4 DISEÑO DE UNA INTERFAZ PARA PODER MIRAR LA TEMPERATURA, CAUDAL Y EL SISTEMA ACTIDO	75
4.5 FALLOS DEL SISTEMA	76
CAPÍTULO V:	77
ANALISIS ECONOMICO	77
7.1 COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN	77
7.2 FUENTES DE FINANCIACIÓN	78
7.3 MARCO LEGAL	78
CONCLUSIONES	79
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFIA	81

LISTADO DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	15
Figura 1.1: Esquema del colector de placa plana con cubierta	19
Figura1.2: Foto de un colector solar de placa plana con cubierta	19
Figura 1.3: Colectores con absorbedores de tipo parrilla y de serpentín en vertical y horizontal.	21
Figura1.4:a) Esquema de un colector CPC. b) Foto de un colector solar tipo CPC estacionario	22
Figura 1.5: Foto de un colector de placa plana sin cubierta	22
Figura 1.6: Foto de un colector Solar de Tubo de vacío	27
Figura 1.7 Diseños de calefacción	27
Figura 1.8 Conjunto Residencial: Las Heliconias Instalación e ingeniería realizada para la empresa Cler	30
CAPÍTULO 2	31
Figura 2.1: Termocupla tipo K	32
Figura 2.2 Sensor de agua utilizado	32



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

Figura 2.3 Diagrama De Cableado	32
Figura 2.4 Curva Del Sensor De Agua.....	33
Figura 2.5 Max 6675 utilizado.	33
Figura 2.6 Pin de configuración.	33
Figura 2.7 Mini bomba de agua de 12 V CC.....	34
Figura 2.8 Modelo TFT_320 QVT.....	35
Figura 2.9 Pines del TFT	36
Figura 2.10. Placa del Arduino Mega 2560	37
Figura 2.11 Módulo Wifi Serial ESP8266	39
Figura 2.12 Pines de ESP8266.....	40
Figura 2.13 Panel Utilizado.....	41
Figura 2.14. Variación mensual de la energía promedio, estación E2, año 2012.	45
Figura 2.15 Piscina Utilizada	45
Figura 2.16 Superficie Utilizada.	45
CAPÍTULO 3	46
Figura 3.1 Diagrama de Flujo del Sistema	47
Figura 3.2 Montaje Del Sistema Utilizado	47
Figura 3.3 Diagrama en bloque.....	48
Figura 3.4 Circuito de componentes final del controlador y la termocupla.....	48
Figura 3.5 Diagrama de control de sensor de agua	49
Figura 3.6 Circuito final del controlador y sensor de agua	50
Figura 3.7 Diagrama de Control de Motobomba	50
Figura 3.8 Circuito De Control De Motobomba.....	51
Figura 3.9 Pines digitales.....	52
Figura 3.10 Conexión Pines	52
Figura 3.11 Conexión Pantalla Y Arduino Mega	53
Figura 3.12 conexión ESP8266y Arduino mega.....	53
Figura 3.13 conexión a puertos com.	55
Figura 3.14 entorno de librerías Henning Karlsen	56
Figura 3.15 Descarga de librerías.....	57



Figura 3.16 Conexión Pines SD.....	57
Figura 3.17 ImageConverter565.exe.....	58
Figura 3.18. Buscar Demo	59
Figura 3.19 Visualización del demo.....	60
Figura 3.20 Calibración de la pantalla.....	62
Figura 3.21 Calibración para X, Y y S.....	63
Figura 3.22. Descarga de librerías.....	63
Figura 3.23. Visualización del Demo.....	63
Figura 3.24 Conexión del protocolo TCP/IP	64
Figura 3.25 Configuración del Reuter y ESP8266 como AP y comunicación TCP	65
CAPÍTULO 4	70
Figura 4.1 Temperatura de la Piscina	70
Figura 4.2 Diagrama de control del sistema a controlar	71
Figura 4.3 Diagrama programación del sensor de agua.....	71
Figura 4.4 Diagrama de programación de activación temperatura	72
Figura 4.5 Visualización de datos de temperatura y caudal en la TFT.....	73
Figura 4.6 Esquema de acoplamiento	73
Figura 4.7 a) Pantalla presentación b) Titulo y boton de inicio	74
Figura 4.8 a) visualización sistema b) visualización de IP del ESP8266	74
Figura 4.9 Interfaz para el control y visualización	75
Figura 4.10 Sistema Trasmitiendo para el control y visualización.....	75



LISTADO DE TABLAS

CAPITULO 2	31
Tabla 2.1 Flujo Vs Frecuencia.....	32
Tabla 2.1.2. Energía promedio anual.....	43
Tabla2.1.2. Radiación promedio diaria, máxima y mínima.....	44
CAPITULO 3	46
Tabla 3.1 de toma de datos Temperatura del Sistema	67
Tabla 3.2 de todos los conocidos comandos AT.....	68
CAPITULO 4	70
Tabla 4.1 Toma de datos Temperatura del Sistema	71



INTRODUCCIÓN

Los Gobiernos contemporáneos han tomado la decisión de utilizar el Sol como una gran fuente de energía ya que de él se puede obtener una energía apropiada para la conservación del medio ambiente dado que no necesita de combustibles fósiles como: carbón, petróleo, gas etc...; además es una fuente energética casi ilimitada e inagotable.

Consiste en desarrollo del prototipo de una piscina con un sistema de calentamiento y automatización por medio de un monitoreo inalámbrico donde se busca también analizar la viabilidad que tiene la implementación y automatización del sistema calentador térmico (panel solar) para piscinas. el diseño integral incluye uno o varios paneles solares , bombas de agua ,electroválvulas ,sensores de temperatura, y una interfaz para el manejo del sistema y control del mismo , con el fin de aprovechar las condiciones lumínicas que brinda la topología del país para brindar un sistema eficiente asequible y de utilidad a la población y de fácil control .

En la primera parte del proyecto se hará el estudio y la ejecución necesaria para correcta climatización, automatización y control del sistema de la piscina por medio de un monitoreo inalámbrico que sea de fácil manejo y su visualización sea clara y una interfaz de gran entendimiento.

En la segunda se procederá al cálculo y dimensionamiento del diseño del sistema de calentamiento y la realización de sistema de control y estudio de la viabilidad de la instalación y la repercusión final de la instalación según sea necesario.(materiales costos ,tiempo de diseño e implementación y manejo de los recursos a utilizar) , con los diseños y las características del funcionamiento en forma inalámbrica y el alcance del mismo; y se realizara la ingeniería de detalle y el acoplamiento de todo el sistema y la ejecución de su funcionamiento y la programación del mismo y sus pruebas necesarias de comunicación y control del sistema con la pantalla TFT y la visualización en su interfaz implementada.



PROBLEMA

Con las características topográficas que cuenta nuestro país y la variedad de climas del mismo y las pocas alternativas que cuentan algunas regiones para obtener agua caliente de uso doméstico y comercial en muchos lugares y el alto costo de la energía, combustibles y el gran impacto ecológico que traería el uso del carbón y la madera para su uso y la baja temperatura del agua que en su mayoría proviene de regiones de paramo; y con el fin poder aumentar el turismo en algunos lugares me vi en la necesidad de plantear una alternativa por medio de paneles térmicos para la climatización de piscinas de interés para uso doméstico en los Santanderes en especial Bucaramanga cuenta con varios recursos hídricos pero proviene de zonas de paramo quiero brindar esa posibilidad de aumentar su temperatura y poder monitorearla por medio inalámbrico brindar un sistema acorde a la actualidad del momento y que disminuya los costos existentes lo cual brindara la posibilidad de solucionar dicho problema y mejorar la calidad de vida de las regiones donde se implemente sistema y ponerlo a la vanguardia del día y fomentar el turismo en dichas regiones poder crear empresa que brinde dicho servicio.



OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar la automatización de una piscina por medio de paneles solares térmicos, a través de un sistema inalámbrico.

Objetivos específicos

- Caracterizar el sistema de panel térmico.
- Diseñar un sistema de control inalámbrico para el monitoreo de la piscina.
- Desarrollar una interfaz para el monitoreo del sistema.
- Realizar la ingeniería del detalle del sistema de automatización.
- Validar la comunicación inalámbrica del sistema.
- Manual de funcionamiento del sistema de monitoreo de la piscina por medio de paneles térmicos



CAPITULO 1. MARCO TEORICO

En este capítulo se hará una breve descripción de uso de la energía solar para el calentamiento del agua en América Latina y en Colombia y debido a la creciente demanda de energías alternativas, los diferentes tipos de colectores que se están implementando y sus diseños según las necesidades y a su vez los distintos tipos de comunicaciones inalámbricas para su monitoreo y control



1.1 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es la energía obtenida mediante la captación de la luz y el calor emitidos por el Sol. La energía que utilizamos convencionalmente proviene de recursos NO RENOVABLES

(Combustibles fósiles), de los cuales se dice que están "almacenados" y cuyas reservas se agotan a medida que se utilizan. El caso contrario ocurre con las energías RENOVABLES, las cuales provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales de nuestro planeta, haciendo posible que dispongamos del recurso de manera permanente. [1]

La dependencia del petróleo, el carbón y el gas ha generado conflictos de orden político (guerras entre naciones) y ambiental (emisiones de dióxido de carbono, azufre, etc.); por esta razón, en los últimos años se ha hecho necesario invertir en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía que funcionen con recursos renovables. Para el ser humano es claro que estas fuentes de energía están disponibles en su entorno, entonces su interés por explotarlas también radica en una mejor administración de los recursos locales. Además, con la disminución de emisiones contaminantes y con la "no-producción" de desechos, lo cual garantiza un medio ambiente más limpio y apropiado;

Para nosotros y para las futuras generaciones. Actualmente las energías renovables cubren cerca del 20% del consumo mundial de electricidad. [1]

1.1.1. Fenómeno Térmico

El fenómeno térmico son aquellos que están relacionados con la emisión y la absorción del calor. Estos fenómenos pueden ser encontrados en cada actividad que el hombre realiza diariamente: el calentamiento de la atmósfera por la radiación solar, la



climatización de los locales por medio del aire acondicionado, la cocción de los alimentos y su refrigeración y calentamiento de agua de uso doméstico.

Una característica general de los fenómenos térmicos es que existen cuerpos que ceden energía en forma de calor, y otros que son capaces de absorber dicha energía. Con el objetivo de caracterizar cuantitativamente la emisión o la absorción del calor, se ha establecido el concepto cantidad de calor

1.2 TIPOS DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAR AGUA

- Colectores de placa plana con cubierta (Glazed flat-plate collectors)
- Colectores Concentradores Parabólicos Compuestos (CPC) Estacionarios
- Colectores de placa plana sin cubierta (Unglazed flat-plate collectors)
- Colectores de tubos de vacío (Evacuated-tube collectors)

1.2.1 COLECTORES DE PLACA PLANA CON CUBIERTA

Los colectores de placa plana son los más usados para calentar agua en los hogares y para los sistemas de calefacción. Un colector de placa plana se compone básicamente de una caja metálica con aislamiento con una cubierta de vidrio o de plástico (la ventana) y de una placa absorbe dora de color oscuro. La radiación solar es absorbida por la placa que está construida de un material que transfiere rápidamente el calor a un fluido que circula a través de tubos en el colector (Figura 1.1). [2]

Este tipo de colectores, calientan el fluido que circula a una temperatura considerablemente inferior a la del punto de ebullición del agua y son los más adecuados para aplicaciones donde la demanda de temperatura es de 30-70 °C. Son los más utilizados para calentar agua en sistemas domésticos y comerciales y en piscinas cubiertas.

Un colector de placa plana consiste en un absorbedor, una cubierta transparente, un marco, y aislación. La cubierta transparente transmite una gran cantidad de la luz de onda corta del espectro solar y al mismo tiempo, sólo deja pasar muy poca radiación de onda larga (calor emitido por el absorbedor) produciendo un efecto invernadero. [2]

Además, la cubierta transparente evita que el viento y las brisas se lleven el calor colectado (convección). Junto con el marco, la cubierta protege el absorbedor de las

condiciones meteorológicas adversas. Típicamente el marco está fabricado de materiales de aluminio y de acero galvanizado, también se utiliza plástico reforzado con fibra de vidrio.

La aislación en la parte posterior del absorbedor y en las paredes laterales reduce las pérdidas de calor por conducción. Esta aislación es por lo general de la espuma de poliuretano, lana mineral, fibra de lana de vidrio, etc. [2]

Estos colectores demostraron poseer una muy buena relación precio/calidad y tienen una amplia gama de posibilidades para su montaje (en el techo, como parte del techo, o solos).

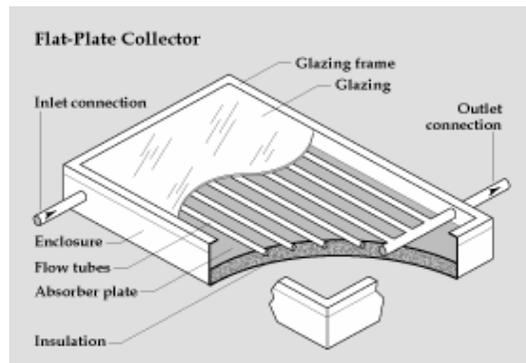


Figura 1.1: Esquema del colector de placa plana con cubierta



Figura1.2: Foto de un colector solar de placa plana con cubierta
<http://www.youtube.com/watch?v=LIG6FX9V7UU>

Han existido una gran cantidad de tipos diferentes de absorbedor, pero en la actualidad son más comercializados los que tienen un circuito de tubos de cobre en forma de parrilla

o de serpentín. En la mayoría de los casos, la distancia entre tubos paralelos suele estar en el rango de 100mm a 120mm y resulta del compromiso entre maximizar la transferencia de calor al fluido de trabajo y minimizar los costes de materiales y de fabricación. [3]

En los absorbedores tipo parrilla, el circuito hidráulico está constituido por varias tuberías paralelas que se unen a dos conductos distribuidores formando la denominada "parrilla de tubos", como se aprecia en la Fig. 1.3. Debido a que el fluido que entra por el distribuidor se distribuye por todas las tuberías paralelas, el absorbedor tipo parrilla suele presentar una pérdida de carga relativamente pequeña. Por este motivo son los que normalmente se emplean en sistemas por termosifón en los que es conveniente que haya una pérdida de carga reducida. [3]

En los circuitos de tipo parrilla es muy importante el diseño de los conductos interiores del absorbedor, ya que la distribución del caudal de circulación a través de este depende de la relación entre las pérdidas de carga de las tuberías paralelas y de los conductos distribuidores. Sin un diseño adecuado podrían circular distintos caudales por cada tubería paralela y aparecer desequilibrios hidráulicos no aceptables. Existen diferentes variantes entre los absorbedores en forma de parrilla y, entre ellas, destaca la posibilidad de montar los absorbedores de forma longitudinal o transversal, como se observa en la Figura 1.3. En los absorbedores tipo serpentín, el circuito hidráulico lo constituye una única tubería con dicha forma que recorre el absorbedor completo. Estos colectores pueden tener la salida del serpentín directamente al exterior o disponer de tubos distribuidores para facilitar la interconexión entre colectores para formar baterías. En la Figura 1.3. [3]

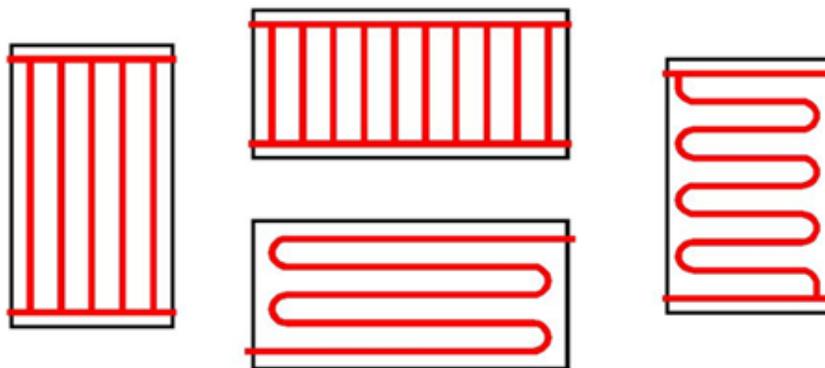


Figura 1.3: Colectores con absorbedores de tipo parrilla y de serpentín en vertical y horizontal.

1.2.2 COLECTORES CPC ESTACIONARIOS

Su funcionamiento e instalación es exactamente la misma que los colectores de placa plana convencionales.

Estos colectores poseen un sistema de concentración de radiación solar tipo Concentradores Parabólicos Compuestos, para obtener temperaturas más elevadas y un mayor rendimiento. Estas características se deben a que el área de pérdidas es menor al área de colección logrando una minimización de las pérdidas y alcanzando un rendimiento cercano al 50% (Figura 1.4).

Son colectores concentradores, de alto rendimiento y alta calidad, de patente portuguesa [2].



Figura 1.4: a) Esquema de un colector CPC. b) Foto de un colector solar tipo CPC estacionario

1.2.3 COLECTORES DE PLACA PLANA SIN CUBIERTA

Este tipo de colectores, sencillos y baratos, consisten en un absorbedor pero carecen de la cubierta transparente. No incluyen ningún aislamiento adicional, de manera que la ganancia de temperatura queda limitada a unos 20 °C sobre la del aire del ambiente, son los más adecuados para aplicaciones de baja temperatura.

Los absorbedores de estos colectores son generalmente de plástico negro tratado para resistir la luz ultravioleta, o están contruidos por tubos de metal o plástico recubiertos de pigmentos ennegrecidos por los que circula el agua (Figura 5). Dado que estos colectores

no tienen cubierta, una gran parte de la energía solar absorbida se pierde principalmente por convección [2].



Figura 1.5: Foto de un colector de placa plana sin cubierta

Fuente: <http://www.youtube.com/watchU>

1.2.4 COLECTORES DE TUBOS DE VACÍO

Estos colectores se componen de un conjunto de tubos de vacío (o evacuados) cada uno de los cuales contienen un absorbedor (generalmente una plancha de metal con tratamiento selectivo o de color negro), el cual recoge la energía solar y la transfiere a un fluido portador (calo-portador). Gracias a las propiedades aislantes del vacío, las pérdidas de calor son reducidas y pueden alcanzarse temperaturas en el rango de 77 °C a 177 °C. De esta manera, este tipo de colectores resultan particularmente apropiados para aplicaciones de alta temperatura [2].



Figura 1.6: Foto de un colector Solar de Tubo de vacío



1.3 COMUNICACIONES INALÁMBRICA

1.3.1 WIFI

WIFI nos referimos a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizada hoy en día. WIFI, también llamada WLAN (*wireless lan*, red inalámbrica) o estándar IEEE 802.11. WIFI no es una abreviatura de *Wireless Fidelity*, simplemente es un nombre comercial.

En la actualidad podemos encontrarnos con dos tipos de comunicación WIFI:

802.11b, que emite a 11 Mb/seg, y

802.11g, más rápida, a 54 MB/seg.

De hecho, son su velocidad y alcance (unos 100-150 metros en hardware asequible) lo convierten en una fórmula perfecta para el acceso a internet sin cables.

Para tener una red inalámbrica en casa sólo necesitaremos un punto de acceso, que se conectaría al módem, y un dispositivo WIFI que se conectaría en nuestro aparato. Existen terminales WIFI que se conectan al PC por USB, pero son las tarjetas PCI (que se insertan directamente en la placa base) las recomendables, nos permite ahorrar espacio físico de trabajo y mayor rapidez. Para portátiles podemos encontrar tarjetas PCMI externas, aunque muchos de los aparatos ya se venden con tarjeta integrada.

En cualquiera de los casos es aconsejable mantener el punto de acceso en un lugar alto para que la recepción/emisión sea más fluida. Incluso si encontramos que nuestra velocidad no es tan alta como debería, quizás sea debido a que los dispositivos no se encuentren adecuadamente situados o puedan existir barreras entre ellos (como paredes, metal o puertas).

El funcionamiento de la red es bastante sencillo, normalmente sólo tendrás que conectar los dispositivos e instalar su software. Muchos de los enrutadores WIFI (routers WIFI) incorporan herramientas de configuración para controlar el acceso a la información que se transmite por el aire.

Pero al tratarse de conexiones inalámbricas, no es difícil que alguien interceptara nuestra comunicación y tuviera acceso a nuestro flujo de información. Por esto, es recomendable



la encriptación de la transmisión para emitir en un entorno seguro. En WIFI esto es posible gracias al WPA, mucho más seguro que su predecesor WEP y con nuevas características de seguridad, como la generación dinámica de la clave de acceso. [5].

1.3.2 ZIGBEE

Zigbee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Creado por Zigbee Alliance, una organización, teóricamente sin ánimo de lucro, de más de 200 grandes empresas (destacan Mitsubishi, Honeywell, Philips, _ ODEM_ do, Invensys, entre otras), muchas de ellas fabricantes de semiconductores. Zigbee permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, domóticas. [6]

Las comunicaciones Zigbee se realizan en la banda libre de 2.4GHz. A diferencia de bluetooth, este protocolo no utiliza FHSS (Frequency hopping), sino que realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia, es decir, de un canal. [7].

1.3.3 BLUETOOTH

También es un sistema inalámbrico pero solo utilizado para cortas distancias. En este tipo de transmisión el emisor debe de estar dentro de la cobertura del receptor para poder establecer una comunicación entre ellos y el número máximo de unidades bluetooth que pueden comunicarse entre sí es de 8. En el caso de wifi se requieren puntos de acceso wifi para conectarse, pero con bluetooth solo se requieren dos unidades que tengan bluetooth para poder interconectarse. En el dibujo vemos como se conectan directamente un móvil con unos altavoces (los dos con bluetooth lógicamente) y sin necesidad de un punto de acceso intermedio entre los dos. [6].

1.3.4 OTROS

a) **Infrarrojo (Ir):** se trata de una tecnología de transmisión inalámbrica por medio de ondas de calor a corta distancia (hasta 1 m), capaces de traspasar cristales.

b) **Microondas:** se trata de comunicaciones a gran escala, muy caras y con poco uso doméstico. Las hay de dos tipos:



AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO

- *Satelitales*: se realizan a través de bases terrestres con antenas que envían señales al satélite, este se encarga de direccionarlas hacia la estación receptora con la onda amplificada para evitar pérdidas.
- *Terrestres*: se basan en conexiones denominadas punto a punto, ya que sus antenas deben estar sin obstáculos físicos para evitar fallas en la transmisión.

c) **Láser**: son tecnologías de muy alta velocidad, basadas en el envío de datos en grandes regiones por medio de un haz de luz láser emitida por un diodo especial (hasta 5 Km. de distancia) y un fotodiodo que reciba las señales. Tiene la desventaja de que es necesaria una conexión punto a punto, esto es que el emisor y el receptor no cuenten con ningún tipo de obstáculo entre sí. [5].

1.4 ANTECEDENTES EN AMÉRICA LATINA

Cuba, México, Brasil y República Dominicana se encuentran entre los países que ponen cada vez más atención al calentamiento de agua con energía solar. En el año 2000 existían en México 373.000 m² de colectores solares instalados, y en el último año llegaron a instalarse más de 100.000 m². En el año 2005 la CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) que es un organismo del Gobierno Federal, que tiene la función de promover la utilización de las energías renovables y el uso racional de los recursos energéticos con los que cuenta el país, lanzó un programa piloto de tres años, para promover la venta de calentadores solares de agua en el sector doméstico y realizar un seguimiento de los ahorros en combustible que obtengan los usuarios. Los resultados del programa servirán de base para diseñar una estrategia de venta de calentadores solares de agua a escala nacional, para así masificar su uso [11]. En abril de 2006 la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México, estableció una “Norma Ambiental para el Distrito Federal que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavado, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavandería y tintorerías” [6].

Al año 2002, el área total de colectores solares instalados Brasil era de 2,1 millones de m²; en los tres últimos años su mercado nacional tuvo un crecimiento estable y posee un área de colección de 1,2 m² cada 100 habitantes [7]. Este año se instalaron 500.000 m² y es por lejos el mayor mercado sudamericano. En noviembre de este año, se estableció



una norma, por la cual, los edificios públicos que se construyan en Sao Paulo (estado más poblado de Brasil, con 40 millones de habitantes) deberán contar con energía solar para calentar al menos 30% de su agua. En Brasil, ya hay siete ciudades con normas similares, incluyendo dos capitales estatales, Belo Horizonte y Porto Alegre.

El uso de los colectores solares térmicos tiene antecedentes relativamente masivos en Cuba desde la década del 80. En el país se fabrican calentadores solares de diferentes capacidades, especialmente diseñados para escuelas, hospitales, círculos infantiles, hogares de ancianos, y otros sitios de interés social. Los colectores de fabricación nacional son muy sencillos, eficientes para el clima tropical y de bajo costo a pesar de estar contruidos con materiales de alta calidad. Más recientemente se ha incrementado el uso de estos sistemas solares en instalaciones hoteleras.

1.4.1 AUTOMATIZACION EN PISCINA COLOMBIA

a) Energía Termosolar En Colombia

La energía solar térmica consiste en el aprovechamiento del calor solar mediante el uso de paneles solares térmicos.

De manera muy esquemática, el sistema de energía solar térmica funciona de la siguiente manera: el colector o panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar hacemos pasar un fluido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo.

Las aplicaciones más extendidas de esta tecnología son el calentamiento de agua sanitaria (ACS), la calefacción por suelo y el precalentamiento de agua para procesos industriales. Otras aplicaciones son el calentamiento de agua para piscinas cubiertas o a la intemperie y usos emergentes como el de climatización o frío solar alimentando a bombas de absorción.



Figura 1.7 Diseños de calefacción

Fuente: <http://www.soefi.com.co/#!/calentador-solar-piscinas/ceik>

Calentador Solar para Piscina, Bogotá Colombia figura 1.7 La gran ventaja de calentar una piscina con el sol, es que aunque la inversión inicial es mayor que la que se pudiera necesitar con cualquier otro tipo de tecnologías tradicionales, es la única que se amortiza en el tiempo. Una caldera en un clima templado para una piscina de 12 por 6 metros, puede llegar a tener un consumo de gas superior a los tres millones de pesos mensuales.

Un sistema solar para este caso tendría un costo ya instalado de unos \$30'000.000 pesos, Comparativamente una caldera para una piscina de este tamaño, puede costar ya instalada unos 10'000.000 de pesos. Así que al hacer la diferencia, el sistema solar tendría un costo \$20'000.000 superior al de la caldera. Así la recuperación de la inversión puede estar para este tipo de sistemas en un tiempo de entre 6 meses y 1 año.



Figura 1.8 Conjunto Residencial: Las Heliconias Instalación e ingeniería realizada para la empresa Cler

Fuente: <http://www.soefi.com.co/#!/calentador-solar-piscinas/ceik>



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

Área aprox. de la piscina: 126m².

Volumen aprox. de la piscina: 135m³.

Temperatura promedio escogida por el cliente: 25,5°C

Potencia solar instalada: 36,2 kW

Ubicación: Conjunto Residencial Las Heliconias (Fusagasugá, Cundinamarca) [9].

El tiempo de instalación es de 2 a 4 semanas



CAPÍTULO II: INGENERIA DE DETALLE DEL SISTEMA

En este capítulo se hará una breve descripción de cada uno de los dispositivos utilizados en el proyecto, y los materiales utilizados se tratarán algunas generalidades de los microcontroladores y las dimensiones con las cuales se trabajaron en el del proyecto

2.1 MATERIALES

2.1.1 Termocupla tipo K:

Las termocuplas son el sensor de temperatura más común utilizado industrialmente. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo (soldados generalmente). Al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño (efecto Seebeck) del orden de los mili volts el cual aumenta con la Temperatura.

En ese punto se producirán dos nuevas termocuplas con el cobre como metal para ambas, generando cada una un voltaje proporcional a la temperatura de ambiente (T_a) en el punto del empalme

Este termopar tipo K puede censar temperaturas dentro del rango de 0 a los 800 grados centígrados. La tarjeta de control MAX6675 realiza la compensación y linealización de la respuesta del sensor con un ADC. La resolución es de 0.25° y el rango de uso de la tarjeta es de 3.0V a 5.5V, por lo que la puedes utilizar con cualquier micro controlador o tarjeta de desarrollo. La temperatura de operación de la tarjeta es de -20°C a 80°C por lo que debemos de tener cuidado al instalarla. [10]



Figura 2.1: Termocupla tipo K

Fuente: Uriel Villamizar

ESPECIFICACIONES

- Voltaje de operación: 3.0V a 5.5V.
- Compensación interna con el MAX6675.
- Protocolo de comunicación: SPI.
- Resolución del ADC: 12Bits.
- Termopar: Tipo K.
- Rango de temperatura: 0°C a 800°C .



La termocupla, hecha de metal A y metal B está sometida a una temperatura T. En los extremos de la termocupla se coloca un voltímetro con puntas de prueba de cobre a temperatura de ambiente T_a . Recorriendo el circuito se encuentra el voltaje V que marca el voltímetro:

$$V = V_{cu, a}(T_a) + V_{a, b}(T) + V_{b, cu}(T_a)$$

$$V = [V_{b, cu}(T_a) + V_{cu, a}(T_a)] + V_{a, b}(T)$$

$$V = V_{b, a}(T_a) + V_{a, b}(T)$$

$$V = V_{a, b}(T) - V_{a, b}(T_a)$$

El voltaje que nos interesa saber para conocer el valor de la temperatura T es $V_{a, b}(T)$, este se consigue despejándolo:

$$V_{a, b}(T) = V + V_{a, b}(T_a)$$

Luego conociendo T_a se busca en la tabla de la termocupla el valor de $V_{a, b}(T_a)$ y se suma a V medido en el Voltímetro con lo que se obtiene $V_{a, b}(T)$. Ahora con este valor se busca en la tabla el valor de T.

Los instrumentos para TC miden T_a en su conector y suman esta cantidad $V_{a, b}(T_a)$ automáticamente para hacer la compensación de cero.

Las termocuplas K están hechas con cromel (cromo - aluminio) y alumel (aluminio -nickel) ambos de color plateado brillante pero el alumel es levemente magnético por su contenido de nickel.

2.1.2 SENSOR DE AGUA MOD: YF_G21

Sensor de flujo de agua consiste en un cuerpo de plástico de la válvula, un rotor de agua, y un sensor de efecto Hall. Cuando el agua fluye a través del rotor, rotor rollos. Sus cambios de velocidad con diferente velocidad de flujo. El sensor de efecto Hall da salida a la señal de pulso correspondiente.

- Especificación
- MOD: YF_G21
- Voltaje de funcionamiento 5V-24V
- La corriente máxima de 15 mA (DC 5V)
- Peso 43 g

- Diámetros externos de 20 mm
- (Entrada y salida)
- Rango de caudal 1 ~ 30 l / min
- Temperatura de funcionamiento 0 °C ~ 80 °C
- Humedad de funcionamiento 35% ~ 90% RH
- Presión de trabajo bajo 1,2 MPa
- Temperatura de almacenamiento -25 °C ~ + 80 °C
- El diámetro exterior de la rosca el uso de conexiones es de 1,4 mm.

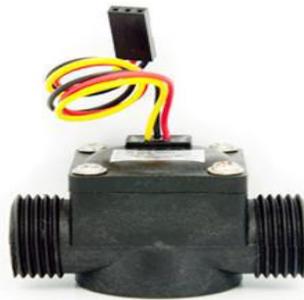


Figura 2.2 Sensor de agua utilizado

Fuente: www.Seeedstudio.Com / Tech Support: Info@Seeedi.Com

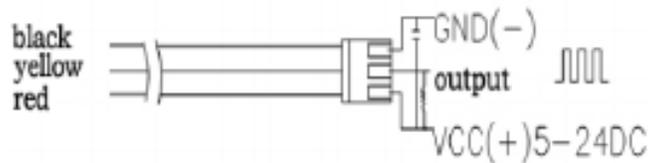


Figura 2.3 Diagrama De Cableado

a) FLUJO DE GAMA

Flujo (L / H)	Frecuencia(HZ)	gama de error
120 L / H	16	+/-10
240 L / H	32.5	+/-10
360 L / H	49.3	+/-10
480 L / H	65.5	+/-10
600 L / H	82	+/-10
720 L / H	90.2	+/-10

Tabla 2.1 Flujo Vs Frecuencia.

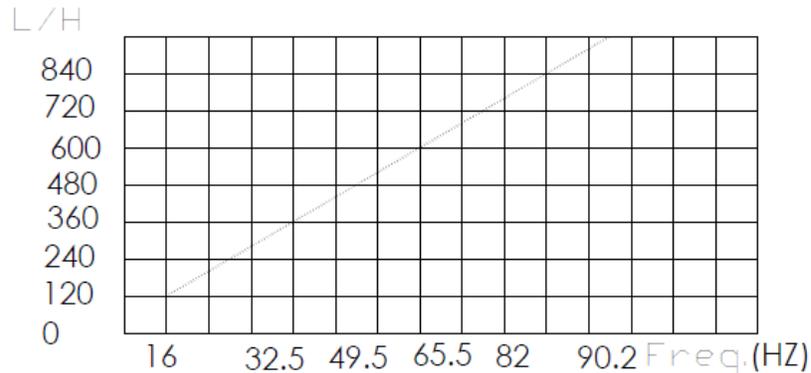


Figura 2.4 Curva Del Sensor De Agua

Fuente : www.Seedstudio.Com / Tech Support: Info@Seedi.Com

2.1.3 MODULO SENSOR DE TEMPERATURA MAX 6675 TERMOPAR TIPO K - SPI



Figura 2.5 Max 6675 utilizado.

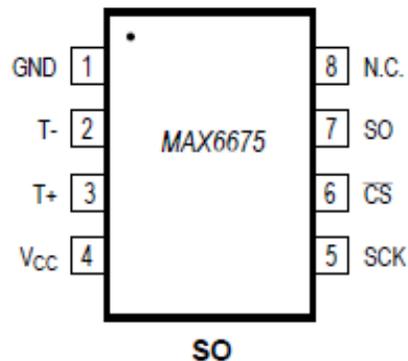


Figura 2.6 Pin de configuración.

Fuente: <http://es.aliexpress.com/w/wholesale-max6675>

La tarjeta de control MAX6675 realiza la compensación y linealización de la respuesta del sensor con un ADC. La resolución es de 0.25° y el rango de uso de la tarjeta es de 3.0V a 5.5V, por lo que la puedes utilizar con cualquier microcontrolador o tarjeta de desarrollo. La temperatura de operación de la tarjeta es de -20°C a 80°C por lo que debemos de tener cuidado al instalarla. [12]

Descripción:

Interfaz: SPI

Prueba Rango de temperatura: 0 °C ~ 1024 °C, la resolución de la temperatura del convertidor es de 0,25 °C.

Tensión de funcionamiento 3. 0 ~ 5. 5V

Corriente de funcionamiento: 50mA

Temperatura de funcionamiento: -20 °C ~ 85 °C.

Tamaño del módulo: 15 mm x 28 mm, con orificios de los tornillos de 3 mm de diámetro.

K termopar tipo de ubicación de conexiones, utilice 301 terminales ordinarias

Aplicación: Industrial / Electrodomésticos / HVAC

2.1.4 MOTOBOMBA



Figura 2.7 Mini bomba de agua de 12 V CC

Fuente:http://i01.i.aliimg.com/img/pb/644/890/757/757890644_234.jpg

La configuración estándar de la bomba

Modelo	Caudal	Voltios	Actual	Cabeza	Alambre de plomo	Teniendo día	Nw / gw
SFBP1-G350-01	350 GPH	12 V	1.8 uno	3 M	1 m	19mm / 3/4 "	0,33 / 0,40 kg

Descripción

- motores de gran potencia con ejes de acero inoxidable y cuerpos termoplásticos duros.
- Completamente sumergible y el encendido protegida.
- Para todas las normas de seguridad existentes.



- El agua enfría los motores para una larga vida, con sellos de humedad contra la cámara y el diseño apretado.
- la base del filtro de cierre rápido para una fácil instalación y remoción, y la vibración silenciosa marcha libre
- Incluye manual de usuario completo con instrucciones de instalación y el diagrama de cableado[13]

2.1.5 PANTALLA TÁCTIL



Figura 2.8 Modelo TFT_320 QVT.

Fuente:https://www.google.com.co/search?q=termo+tupla+k&biw=1366&bih=667&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj964jD08_MAhUGkh4KHUwTBH8Q_AUIBigB#tbn=isch&q=tft_320qvt&imgrc=tYZnBxrl6vljIM%3A

Voltaje de alimentación en arduino mega: 3.3V- Versión del IDE para programar al arduino mega: 1.5.6.r2 BETA (versión para Windows)

- Librerías base: UTFT, Utouch, desarrolladas por Henning Karlsen
- Librerías de apoyo SD (ver readme para créditos al autor) y SPI (contenida en el IDE de arduino)

Conexión del TFT en la tarjeta, pantalla táctil y lector de tarjetas SD

Los datos del TFT son:

Modelo: TFT 320QVT de 3.2", 320x240 pixeles, 65K colores, RGB

Chip driver: SSD1289

Bus: 16 bits

Interface: 40 pines

Complementos: pantalla táctil resistiva (XPT20460) y lector de tarjetas SD

Voltaje de alimentación para la retroiluminación: 3.3 V

Voltaje de alimentación en arduino MEGA: 5 V

Al parecer el TFT corresponde al diseño del modelo SainSmart 3.2" SSD1289, ya que el pinout es idéntico. [14]

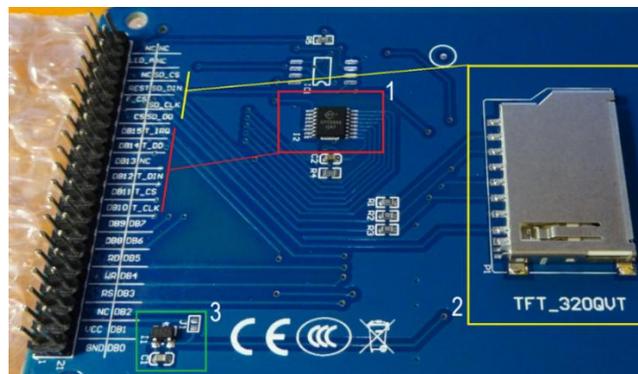


Figura 2.9 Pines del TFT

Fuente: <http://www.laneros.com/temas/>

Elementos importantes:

1. Chip controlador de la pantalla táctil: 5 pines (comunicación digital)
2. Lector SD: 4 pines, (comunicación por protocolo SPI)
3. Regulador de 5V a 3.3V. No es necesario unir el jumper J1, para puentear el regulador y alimentar los 3.3V del due, el TFT puede trabajar sin problemas con menos de 3.3V sin dañarse.

2.1.6 ARDUINOS

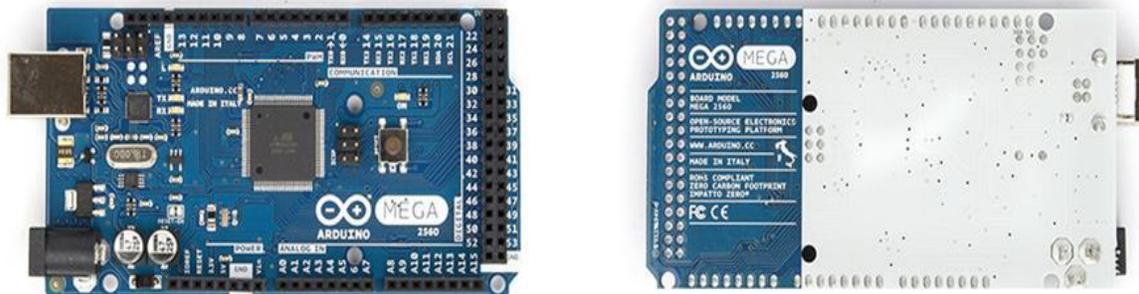


Figura 2.10 Placa del Arduino Mega 2560

Fuente: <http://www.omicrono.com/wp-content/uploads/2014/10/arduino-mega-2560.jpg>

El Arduino Mega 2560 es una placa electrónica basada en el Atmega2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertas seriales), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el micro controlador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar. La Mega es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Arduino Due milanove o Diecimila.

Especificaciones

- Microcontroladores Atmega2560
- Voltaje de funcionamiento 5 V
- Voltaje de entrada (recomendado) 7-12V
- Voltaje de entrada (límites) 6-20V
- Digital pines I / O 54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
- Entrada analógica prendedores 16
- Corriente DC por Pin I / O 40 mA
- Corriente DC de 3.3V Pin 50 mA
- Memoria Flash de 256 KB de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque



- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- Velocidad del reloj de 16 MHz.

Cada uno de los 54 pines digitales en el Mega se puede utilizar como una entrada o salida, utilizando pin Mode (), digitalWrite (), y las funciones digitalWrite (). Funcionan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-35.

UP (desconectado por defecto) de 20 a 50 KOhm. Además, algunos pines tienen funciones especializadas:

Serial: 0 (RX) y 1 (TX); Serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) y 14 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) TTL. Pines 0 y 1 están también conectados a los pines correspondientes de los USB-to-TTL chips Serial ATmega16U2.

PWM: 2 a 13 y 44 a 46. Proporcionar salida PWM de 8 bits con la función analogWrite ().

El Mega2560 tiene 16 entradas analógicas, cada uno de los cuales proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1.024 valores diferentes). Por defecto se miden desde el suelo a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango usando el pin AREF y función analogReference ().

Superior de su rango usando el pin AREF y función analogReference ().

2.1.7 MODULO WIFI

El Módulo Wifi Serial ESP8266 ofrece una solución completa y muy económica para conectar tu microcontrolador o arduino a la red Wifi. Envía y recibe datos de desde un socket TCP/IP de manera transparente a través de los pines del UART.

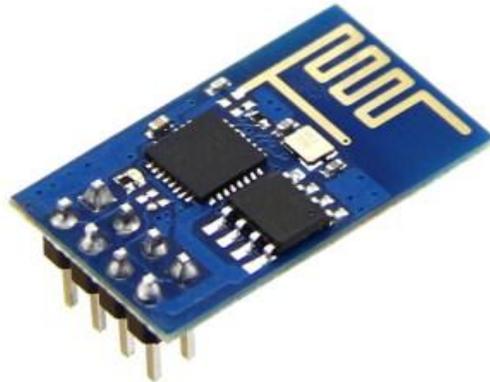


Figura 2.11 Módulo Wifi Serial ESP8266

Fuente: <http://electronilab.co/tienda/esp8266-modulo-wifi-serial-transceptor/>

El Módulo **Wifi Serial ESP8266** ofrece una solución completa y muy económica para conexión de sistemas a redes Wi-Fi, permitiendo al diseñador delegar todas las funciones relacionadas con Wi-Fi y TCP/IP del procesador que ejecuta la aplicación principal. El módulo wifi serial **ESP8266** es capaz de funcionar como “adaptador de red” en sistemas basados en microcontroladores que se comunican con el **a través de una interfaz UART**. [17]

ESPECIFICACIONES

- 802.11 b/g/n
- WIFI @ 2.4 GHz, soporta WPA / WPA2
- Modulo ultra-pequeño. Tamaño 11.5mm * 11.5mm
- ADC integrado de 10 bit de precisión
- Protocolo stack TCP/IP integrado
- Switch TR integrado, balun, LNA, amplificador de potencia y red de adaptación
- PLL integrado, regulador de tensión y componentes de administración de energía
- Potencia de salida: 802.11b mode + 19.5dBm
- Soporta diversidad de antenas
- Corriente de fuga menor que 10uA

- CPU de 32 bits de baja potencia: puede funcionar como procesador de aplicaciones.
- SDIO 2.0, SPI, UART
- STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
- A-MPDU & agregación A-MSDU & 0.4ms de intervalo de guarda
- Encendido y transferencia de paquetes < 2ms.
- El consumo de energía en espera es de menos de 1.0mW (DTIM3)
- Rango de temperatura de operación: -40 ~ 125 °C
- Voltaje de alimentación: 3.3 V. Este módulo no tolera 5 V. Cualquier voltaje superior a 3.6 V en sus entradas o en el pin de alimentación puede dañarlo.

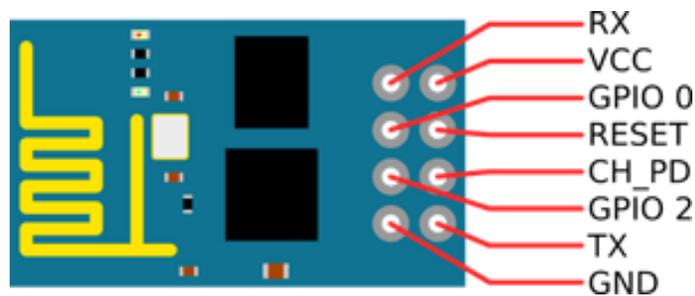


Figura 2.12 Pines de ESP8266

- GND – tierra
- TX – serial transmit (idle high)
- RX – serial receive (idle high)
- VCC – 3.3VDC
- CH_PD – must pull high or just connect to VCC
- RST – must pull high or just connect to VCC
- GPIO0 – must pull high or just connect to VCC
- GPIO2 – must pull high or just connect to VCC [17]

2.1.8 PANEL TERMICO UTILIZADO



Figura 2.13 Panel Utilizado.

Fuente: Uriel Villamizar

Dimensiones

Determinación De Temperatura Del Panel Solar

Durante el tiempo que tarda cada porción de fluido en atravesar totalmente el colector, su temperatura se verá incrementada desde su valor inicial a la entrada ° hasta su valor final a salida °

A continuación se presentan la descripción y algunas características que se encontraron del colector utilizado Esta norma especifica los métodos de ensayo para la determinación de la capacidad de un colector solar de calentamiento líquido utilizado en ambientes exteriores o donde la radiación solar terrestre incida directamente ya que el sistema puede alcanzar elevadas temperaturas Algunos datos que se encuentran en el colector solar térmico son descritos en la tabla 4. [16]

2.1.8.1 FACTOR DE EFICIENCIA DEL COLECTOR

Este factor se denomina F' y representa la relación de ganancia de la energía útil real a la ganancia útil que resultaría si la superficie absorbadora del colector solar ha estado a la temperatura media del fluido. El factor de eficiencia depende de la temperatura pero no



representa una función fuerte de la temperatura. A continuación se expresa en la ecuación 15 este factor:

$$F' = \frac{1/U_L}{W \left[\frac{1}{U_L[D+(W-D)F]} + \frac{1}{c_b} + \frac{1}{\pi D_i h_{fi}} \right]} \quad (1)$$

Ecuación 1. Factor de eficiencia del colector

U_L = Coeficiente de pérdidas totales del colector [$W m^{-2}C^{-1}$]

W = Distancia entre tubos ascendentes del colector [m]

D = Diámetro exterior de la tubería ascendente [m]

F = Factor de eficiencia de aleta del colector

c_b = Conductividad térmica de la hoja en relación a sus dimensiones [$W m^{-1}C^{-1}$]

D_i = Diámetro interno de la tubería [m]

h_{fi} = Coeficiente de transferencia de calor entre el fluido y la pared del tubo [$W m^{-2}K^{-1}$]

La expresión del numerador de la ecuación 15, representa la resistencia de transferencia de calor de la placa de absorción al aire ambiente, y la expresión del denominador representa la resistencia de transferencia de calor desde el fluido al aire ambiente.

2.1.8.2 FACTOR DE REMOCIÓN DE CALOR

Este factor se denomina FR y representa la relación de la ganancia de energía útil real de un colector a la ganancia útil si toda la superficie del colector está a la temperatura de entrada del fluido. Es equivalente a la relación de la transferencia de calor real a la transferencia de calor máxima posible. La energía útil ganada es calculada como función de la temperatura de entrada del fluido. A continuación se expresa en la ecuación 2 este factor:

$$F_R = \frac{\dot{m}c_p}{A_c U_L} \left(1 - \exp \left(- \frac{A_c U_L F'}{\dot{m}c_p} \right) \right) \quad (2)$$

Ecuación 2. Factor de remoción de calor



El efecto de multiplicar FR en los análisis que se realizan, es reducir la energía útil ganada de lo que hubiera sido si toda la placa de absorción del colector ha estado a la temperatura de entrada del fluido.

2.1.8.3 FACTOR DE FLUJO DEL COLECTOR

Este factor se denomina F'' y representa la relación de la energía que el colector puede entregar con la temperatura media del fluido a la energía que el colector puede suministrar en la temperatura de entrada del colector. A continuación se expresa en la ecuación 3 este factor:

$$F'' = \frac{F_R}{F'} = \frac{\dot{m}C_p}{A_C U_L F'} \left[1 - \exp\left(-\frac{A_C U_L F'}{\dot{m}C_p}\right) \right]$$

Ecuación 3

2.1.8 ANÁLISIS DEL RECURSO SOLAR DISPONIBLE EN BUCARAMANGA (SANTANDER)

En la Tabla 2.1.2. Se presenta la energía promedio anual estimada para cada estación en los años incluidos en el estudio.

Tabla 2.1.2. Energía promedio anual.

Estación	Año	Energía anual promedio [kWh/m ²]
E1	2009	1722,2
	2010	1734,0
	2011	2016,7
E2	2011	1646,2
	2012	1715,1
E3	2010	1553,5
	2011	1673,7
E4	2012	1698,5
	2010	1186,6

En la estación E1 la energía anual supera los 1 700 kWh/m² para el periodo analizado, mientras que para las estaciones E2 y E3, alcanza a superar los 1600 kWh/m² y 1700 kWh/m² respectivamente. De acuerdo a esto, el recurso estimado corresponde al 77,6% del registrado en la Guajira según el Atlas de la Radiación Solar de Colombia (2 190



kWh/m²) [3], zona con los mejores registros del país. Comparando con otras regiones, se observa que Bucaramanga tiene el 91,3% de la energía anual correspondiente a la Costa Atlántica (1 825 kWh/m²) y el 103,4% de la Zona Andina (1 643 kWh/m²) [23].

En la Tabla se observa un consolidado de la radiación promedio, máxima y mínima en Bucaramanga para los años de registro. De acuerdo al criterio establecido para considerar un día como atractivo en términos de generación ($\geq 3\text{HSP}$), más del 87,2% de los días del año presentan esta características. El promedio de radiación diaria para la ciudad de Bucaramanga es de 4,6 kWh/m², con una gran mayoría de días del año soleados y despejados.

Tabla 2.1.2. Radiación promedio diaria, máxima y mínima.

Estación	Año	Radiación Prom. [kWh/m ²]	Radiación Máx. [kWh/m ²]	Radiación Mín. [kWh/m ²]
E1	2009	4,99	7,63	1,63
	2010	5,16	9,43	1,19
	2011	6,07	11,3	1,63
E2	2011	4,51	6,74	1,33
	2012	4,68	6,85	1,71
E3	2010	4,31	7,18	0,91
	2011	4,62	7,23	1,28
	2012	4,69	7,15	1,77
E4	2011	4,60	6,93	1,63

En la Figura 2.14 se presenta la variación mensual de la energía promedio. En todas las estaciones se observa un comportamiento similar, caracterizado por presentar valores máximos los meses de febrero, marzo y abril en la primera mitad del año y julio, agosto y septiembre para la segunda mitad del año; en general se observa un comportamiento cuasi estable en todas las zonas de la ciudad y sus alrededores. [18].

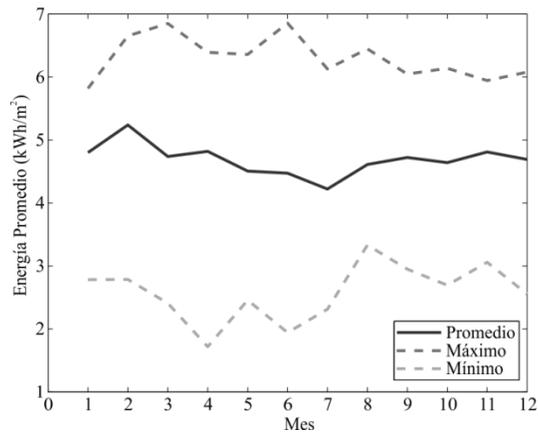


Figura 2.14. Variación mensual de la energía promedio, estación E2, año 2012.

Fuente: <https://room-15.github.io/blog/2015/03/26/esp8266-at-command-reference/>

2.1.9 PISCINA



Figura 2.15 Piscina Utilizada

Fuente: Uriel Villamizar

2.1.10 SUPERFICIE DEL SISTEMA



Figura 2.16 Superficie Utilizada.



Fuente: Uriel Villamizar

CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACION

En este capítulo se muestra el proceso que se llevó a cabo para la realización de los diferentes acoplamientos de los dispositivos al sistema y su configuración, con sus respectivos programas de manejo y su visualización.

3.1 IMPLEMENTACION DE UN MECANISMO PARA EL MONITOREO DEL SISTEMA

La estructura o maqueta consta de una piscina la cual tiene una motobomba que está conectada a través de una tubería de plástico aun sensor de agua y conectado al panel el cual cuenta con un sensor de temperatura a la salida del panel el agua retorna a la piscina la cual cuenta en el fondo con un segundo sensor de temperatura.

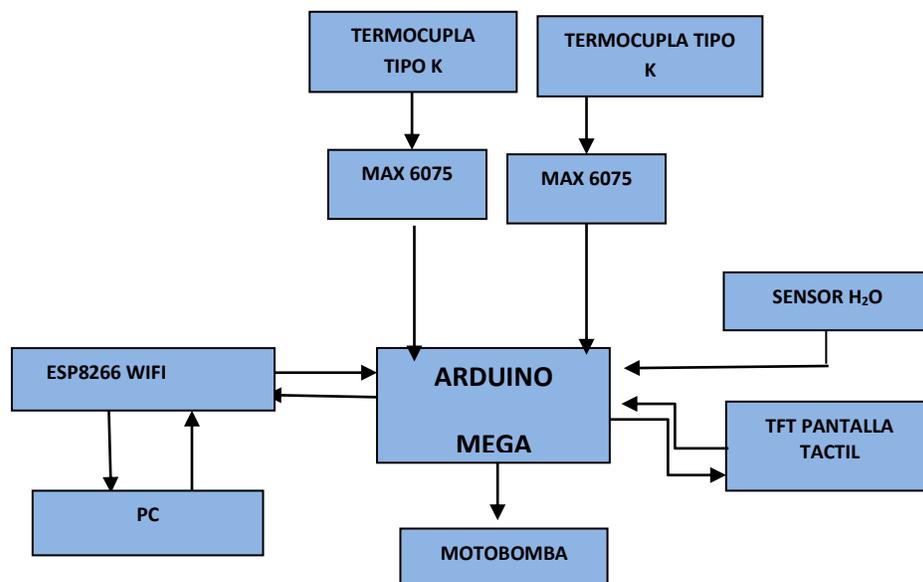


Figura 3.1 Diagrama de Flujo del Sistema

Fuente: Uriel Villamizar



Figura 3.2 Montaje Del Sistema Utilizado

Fuente: Uriel Villamizar

3.3 ETAPA DE SENSADO

El censado de temperatura y flujo es una parte fundamental porque da el valor de referencia que luego es utilizado como datos para el controlador, es decir la parte de entrada al sistema de control, si hay una falla en esta etapa el controlador no funciona correctamente.

3.3.1 SENSADO DE TEMPERATURA DEL PANEL Y LA PISCINA

Se utilizaron termocuplas tipo k, estas se conectan al Max 6675 y a su vez al micro controlador, ya que el Max genera un máximo de 5 voltios, los cuales no son perjudiciales para el micro controlador.



Figura 3.3 Diagrama en bloque

Fuente: Uriel Villamizar

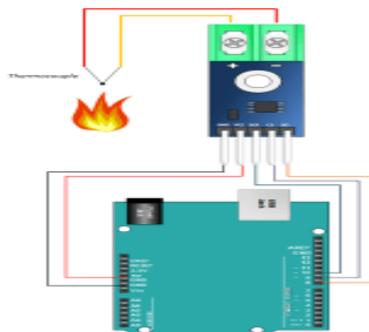




Figura 3.4 Circuito de componentes final del controlador y la termocupla tipo K

Pines de conexión

- SO: salida en serie del módulo. Su Arduino leerá esta salida.
- CS: Selección de Chip. Ajuste de baja, selecciona el módulo y le dice que para suministrar una salida que se sincronice con un reloj.
- SCK: El reloj de serie... una entrada desde la placa Arduino.
- VCC: Alimentación de 5V.
- GND: Tierra.
- - (O menos): El termopar K, menos de entrada.
- + (O más): El termopar K plus de entrada.

IMPORTANTE:

Termocuplas tipo K La mayoría vienen con un cable rojo y un amarillo de plomo. El cable rojo es normalmente la conexión a negativo y el cable amarillo es su positivo. Esto es estándar en la industria.

Dicho esto, algunos de los proveedores para el módulo se toma en realidad esto y para obtener un termopar con rojo que indica positivo.

3.3.2 SENSADO DE EL CAUDAL

Se utiliza el sensor de agua, esta a su vez conectado al micro controlador, el cual genera da salida a la señal de pulso correspondiente.

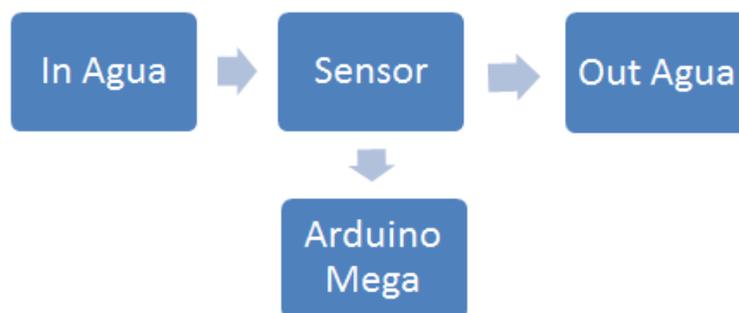


Figura 3.5 Diagrama de control de sensor de agua

Fuente: Uriel Villamizar

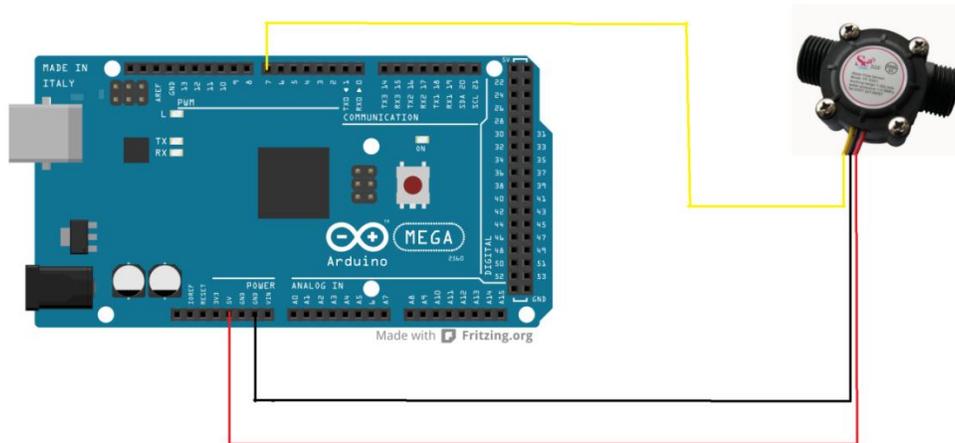


Figura 3.6 Circuito final del controlador y sensor de agua

Fuente: Uriel Villamizar

3.3.3 CONTROL DE LA MOTOBOMBA

En esta sección consta de una motobomba que funciona con 12 V. el cual es activado por un relé para proteger el microcontrolador y que a su vez el relé es activado por el controlador el cual activa un pin en alto (5 V) y enciende el sistema.

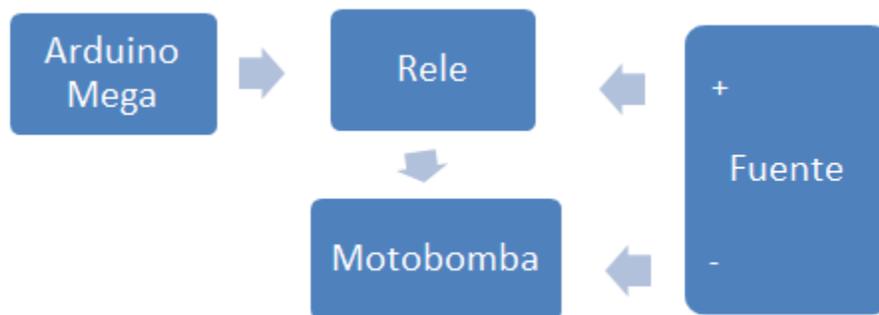


Figura 3.7 Diagrama de Control de Motobomba

Fuente: Uriel Villamizar

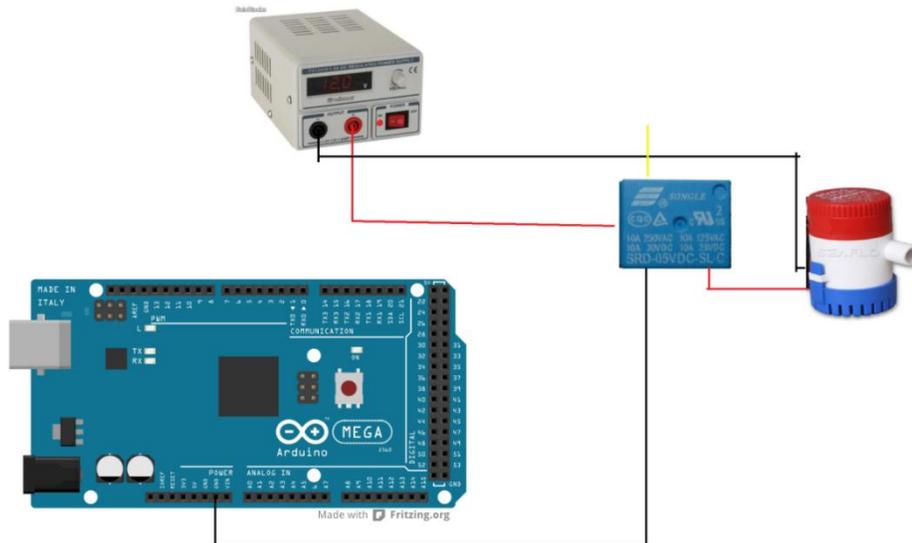


Figura 3.8 Circuito De Control De Motobomba

Fuente: Uriel Villamizar

3.3.4 CONEXIÓN PANTALLA TÁCTIL Y ARDUINO

Es bastante conocida la implementación de pantallas gráficas TFT con la posibilidad de poseer Touch Screen, existen muchas librerías para implementar su uso y difieren desde su propia complejidad hasta la plataforma para la cual son escritas. En esta ocasión vamos a trabajar con la plataforma arduino mega y un tft mega shield el cual lleva conectado una pantalla TFT 320x240 + Touch Screen + SD Card y la librería a utilizar es la UTFT cuya autoría pertenece a Henning Karlsen. Veremos que su librería es muy práctica para montar de forma rápida demos con una TFT.

SSD1289 a Due o Mega				
	Pin TFT	Pin Due	Pin Mega	
1	GND	GND	GND	
2	VCC	3.3V	5V	
3	NC			
4	RS	38	38	
5	WR	39	39	
6	RD	3.3V	3.3V	(*) Puede conectarse a un pin digital en modo Output
7	DB8	22	22	
8	DB9	23	23	
9	DB10	24	24	
10	DB11	25	25	
11	DB12	26	26	
12	DB13	27	27	
13	DB14	28	28	
14	DB15	29	29	
15	CS	40	40	
16	F_CS	NC	NC	
17	REST	41	41	
18	NC			
19	LED_A	3.3V	3.3V	
20	NC			
21	DB0	37	37	
22	DB1	36	36	
23	DB2	35	35	
24	DB3	34	34	
25	DB4	33	33	
26	DB5	32	32	
27	DB6	31	31	
28	DB7	30	30	
29	T_CLK			Pines digitales
30	T_CS			
31	T_DIN			
32	NC			
33	T_DO			
34	T_IRQ			
35	SD_DO			Comunicación SPI
36	SD_CLK			
37	SD_DIN			
38	SD_CS			
39	NC			
40	NC			

Figura 3.9 Pines digitales

3.3.4.1 CONEXION DE PINES DIGITALES ARDUINO MEGA Y PANTALLA TACTIL

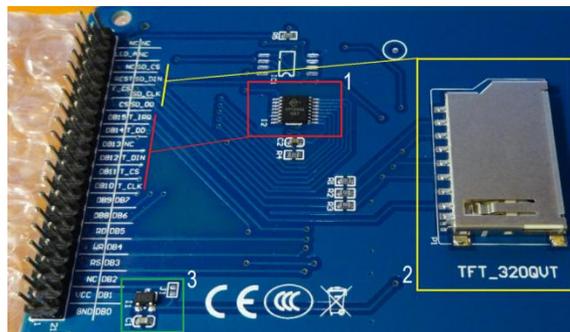


Figura 3.10 Conexión Pines

T_CLK = 6;
T_CS = 5;
T_DIN = 4;

T_DOUT = 3;
T_IRQ = 2;



Figura 3.11 Conexión Pantalla Y Arduino Mega

Fuente: Uriel Villamizar

3.3.5 CONEXIÓN ARDUINO ESP8266

En la figura 3.12 se va a mostrar la conexión del Arduino al esp8266, nota. Dirigirte al manual (GitHub - esp8266/Arduino: ESP8266 core for Arduino)

Una de la configuración más importante para que haya comunicación es que todo tenga la misma velocidad de trasmisión, tanto los dos esp8266, la computadora y el Arduino. Dirígete a la Figura 3.12 donde se encontrara la configuración empleada.

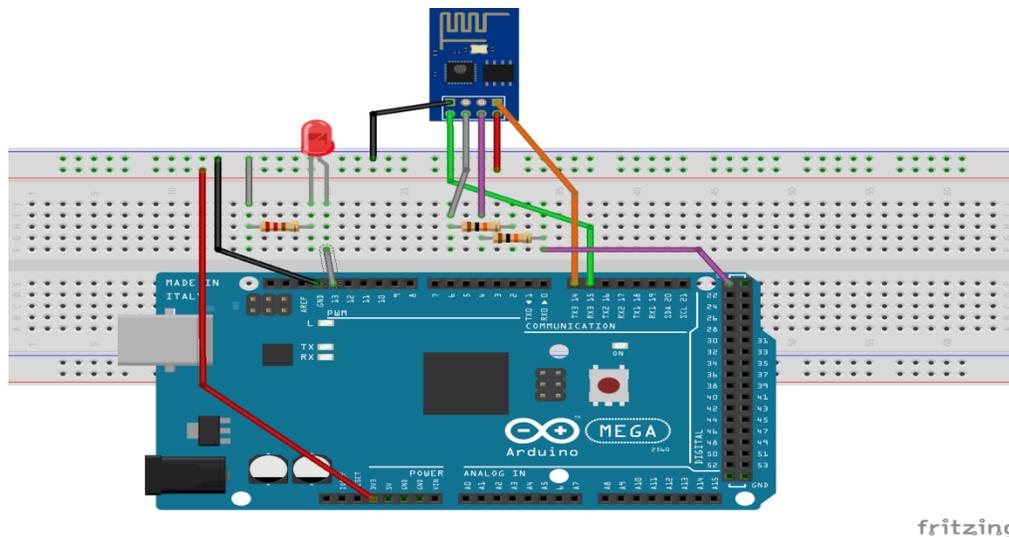


Figura: 3.12 conexión ESP8266y Arduino mega

FUENTE: <http://tech.memoryimprintstudio.com/arduino-with-triple-axis-accelerometer-and-gyro-breakout-gy-521-mpu6050/>



3.4 CONTROLADOR

Se realizó un controlador básico en un Arduino Mega 2560 y programador en el propio programador de Arduino. Hay que actualizar la librería del Max 6675 el cual viene por defecto en algunos en el arduino (entorno arduino/programas/incluir librería/gestionar librerías).

3.4.1 PASOS PARA INSTALAR EL ENTORNO DE DESARROLLO O IDE DEL ARDUINO

1. Descargar IDE más reciente, de preferencia el comprimido -página de descarga- al momento se ha liberado la versión 1.5.6-r2 Beta para Windows.
2. Extraer el contenido en el directorio raíz de su disco C (o disco principal de Windows).
3. Crear la carpeta Arduino, en Documentos: C:\Users\Administrador\Documents\Arduino.
4. Ir a la ruta: C:\arduino-1.5.6-r2 y copiar la carpeta llamada libraries en la ruta del paso 3 De esta forma no habrá que modificar ninguna ruta en el IDE y funcionará todo bien desde el principio.

Pasos para instalar los drivers de la placa de desarrollo arduino

En Windows 8, si se conecta la placa a un puerto USB como normalmente estamos acostumbrados, simplemente no podremos actualizar los drivers desde el administrador de dispositivos, hay que hacer una serie de pasos previos.

1. Ir panel de Settings de Windows 8
2. Ubicar el botón: Change PC settings
3. Click en la opción General
4. En la opción Advanced startup, dar click en Restart now
(Para Windows 8.1, Restart now hay que ubicarlo en PC settings -- Update&Recovery -- Recovery).
5. Al reiniciar en la ventana Choose an option, ir al menú Troubleshoot
6. Ubicar el menú Advanced options
7. Dar click en el menú Startup Settings y dar click en Restart



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

8. Luego de reiniciar nuevamente la PC, la ventana Startup Settings, desplegará una lista de opciones, desde el teclado hay que seleccionar el número 7: Disable driver signature enforcement. La PC reiniciará automáticamente por tercera vez.
 9. Al ingresar al escritorio, conectar el cable USB de la placa arduino. La tarjeta no la reconocerá Windows.
 10. Hay que ir al administrador de dispositivos
 11. Ubicar la pestaña Puertos COM y LPT
 12. Click con el botón derecho en el dispositivo desconocido y dar click en Actualizar software de controlador
 13. Click en buscar software del controlador en el equipo.
 14. Ubicar la ruta: C:\arduino-1.5.6-r2\drivers
 15. Activar la casilla Incluir subcarpetas
 16. Dar click en siguiente
 - 17 click en la opción de **instalar de todas**. Dar **formas el controlador**
 18. Esperar que se instalen los drivers. Al final aparecerá una ventana en la que se indica que se instaló correctamente el controlador y nos mostrará el nombre del dispositivo: **Arduino Mega 2560**, en el caso del arduino **Mega**
 19. Damos click en **cerrar**
- Si todo salió bien veremos el administrador de dispositivos así:



Figura 3.13 conexión a puertos com.

3.4.2 PASOS PARA DESCARGAR LIBRERÍAS BASE UTFT, UTOUCH.

Así mismo se requiere de las siguientes librerías (después de descargarlas simplemente las descomprimen dentro de la carpeta libraries que está en la carpeta de instalación del arduino y reinician el arduino ide) de la web de Henning Karlsen:

- UTFT
- UTFT_Geometry
- tinyFAT
- UTFT_tinyFAT
- UTouch
- UTFT_Buttons

1. Al ingresar a la página Librerías base: UTFT, Utouch, desarrolladas por Henning Karlsen aparecerá y da seleccionar las una librería y descargar: figura (3.14)



Figura 3.14 entorno de librerías Henning Karlsen:

2. Bajamos el archivo rar respectivo.
3. Descomprimos el contenido dentro de la carpeta: **C:\Users\Administrador\Documents\Arduino\libraries**

Como se muestra en la figura (3.15)

- El nombre de la carpeta de la librería debe ser el mismo que el nombre del archivo *.h o *.ccp, de lo contrario saltará un error al cargar el IDE, luego de instalar la librería.
- A veces las librerías comprimidas que bajamos, tienen nombres largos como librería_master, hay que eliminar la parte _master y hacer que el nombre de la carpeta coincida con el nombre de la librería.

- Cuando se instala una nueva librería, hay que cerrar el IDE y volverlo a abrir, para que la librería nueva se cargue a memoria de trabajo, de lo contrario la librería aunque esté en la carpeta y correctamente identificada, no funcionará.

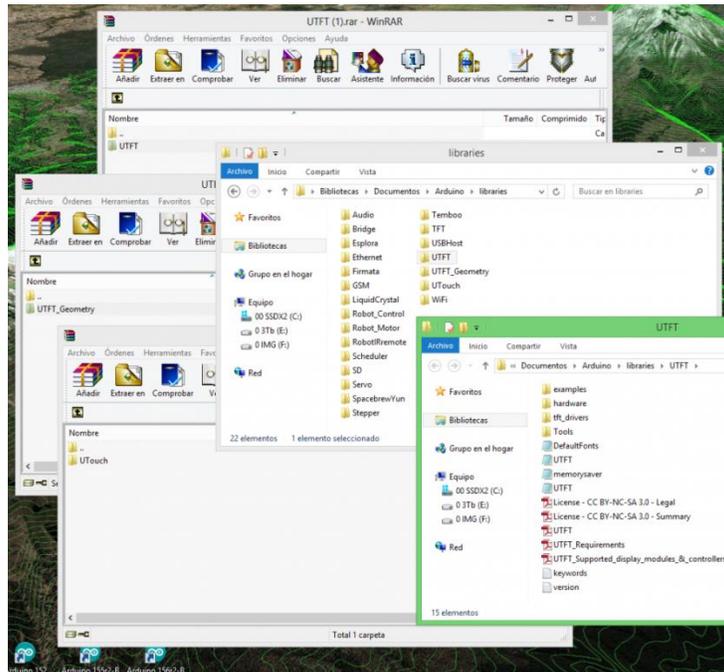


Figura 3.15 Descarga de librerías

En este caso no tenemos problemas, así como las bajamos las podemos instalar y usar XD. Casi todas las librerías traen ejemplos de cómo usarlas, solo hay que ajustar algunas líneas para poder adecuarlas al hardware que tenemos en la manos.

3.5.1 CONEXION DE PINES SPI ARDUINO MEGA Y LECTOR SD

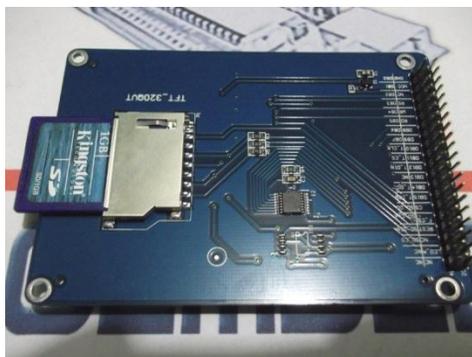


Figura 3.16 Conexión Pines

Fuente: <http://www.laneros.com/temas/>

SD_DO = 50;
SD_CLK = 52;
SD_DIN = 51;
SD_CS= 53;

3.5.2 SOFTWARE IMAGEN

Requerimos de la TFT, una SD card que soporte FAT16, TFT mega shield y de un arduino mega. Sobre la información acerca del conexionado y esquemático de cada módulo lo pueden hallar en la página de cada módulo del fabricante.

Así mismo requerimos del software **ImageConverter565.exe** también creado por Henning y que viene dentro de la carpeta **TOOLS** de la librería **UTFT**:

1. Al dar el clic aparece el entorno para modificar la imagen. Figura(3.16)
2. Seleccionamos la imagen y la cargamos, como la imagen viene de tamaño grande la reducimos al tamaño que deseamos la guardamos tipo c para pantalla no debe exceder una dimensión o tipo raw para la SD el cual cubre toda la pantalla según su diámetro.

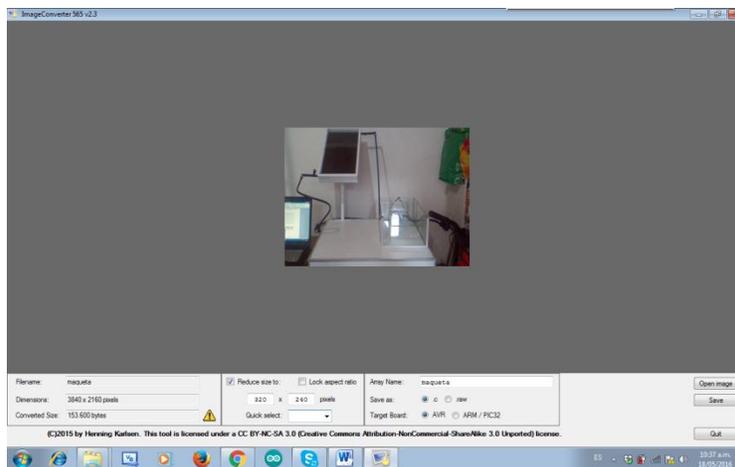


Figura 3.17 ImageConverter565.exe
Fuente: Uriel Villamizar

Parte de los ejemplos demostrativos y del proyecto requieren de leer imágenes desde la SD Card, por ello será lo primero que trataré. Como les mencioné escuetamente líneas arriba, la librería UTFT requiere que las memorias SD estén formateadas bajo FAT16. Pero el formateo que proporciona el SO Windos no sirve ya que inserta mucha basura en las regiones de la tarjeta SD por lo cual la librería tinyFAT no puede levantar dicha tarjeta con tal formateo. Para tener un formateo limpio y sin vicios utilicé el siguiente programa para formatear en FAT16 una memoria de 1GB: SD Formatter 4.0 for SD/SDHC/SDXC

3.6 VISUALIZACIÓN DEL SISTEMA EN PANTALLA TÁCTIL ARDUINO

Encendemos el entorno de arduino Carguemos el primer ejemplo en el TFT, para ello vamos a Archivo--Ejemplos--UTFT--Arduino AVR--UTFT Demo 320x240

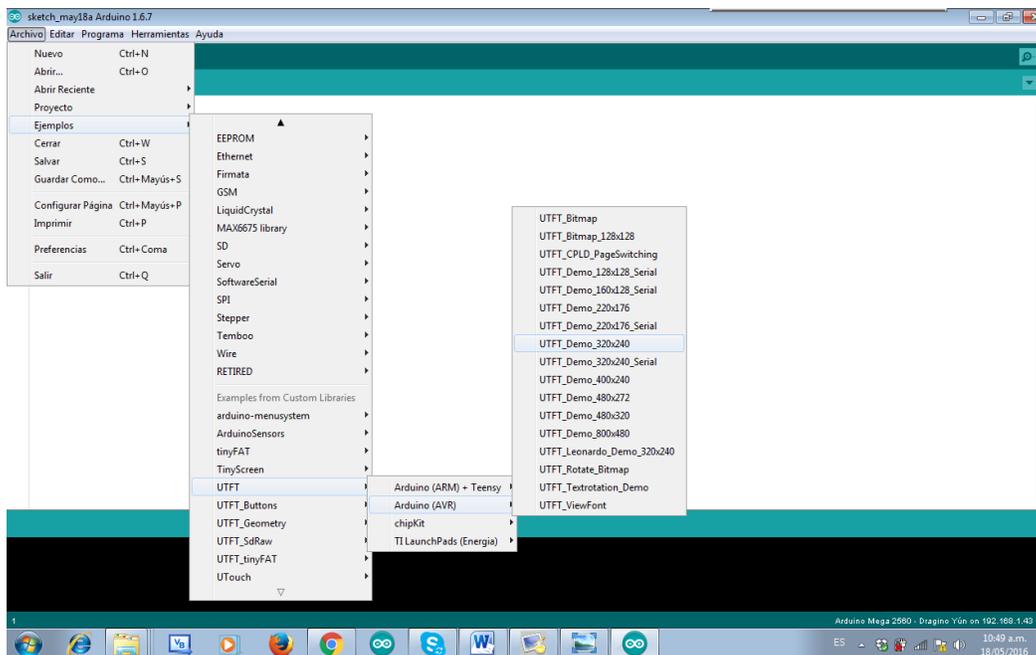


Figura 3.18. Buscar Demo
Fuente: Uriel Villamizar

Lo he hecho así porque la librería UTFT, distingue entre placas con microcontrolador (AVR) y placas con procesador Cortex (ARM). Por lo que he podido averiguar, no hay mucha diferencia entre ambos códigos de ejemplos-UTFT para Mega o Due.

Esta librería nos permitirá mandar todo lo que programemos a la pantalla TFT: gráficas, imágenes bmp, texto, datos de sensores, etc.

En este caso solo resta modificar una línea del ejemplo para que podamos activar el TFT con el driver SSD1289.

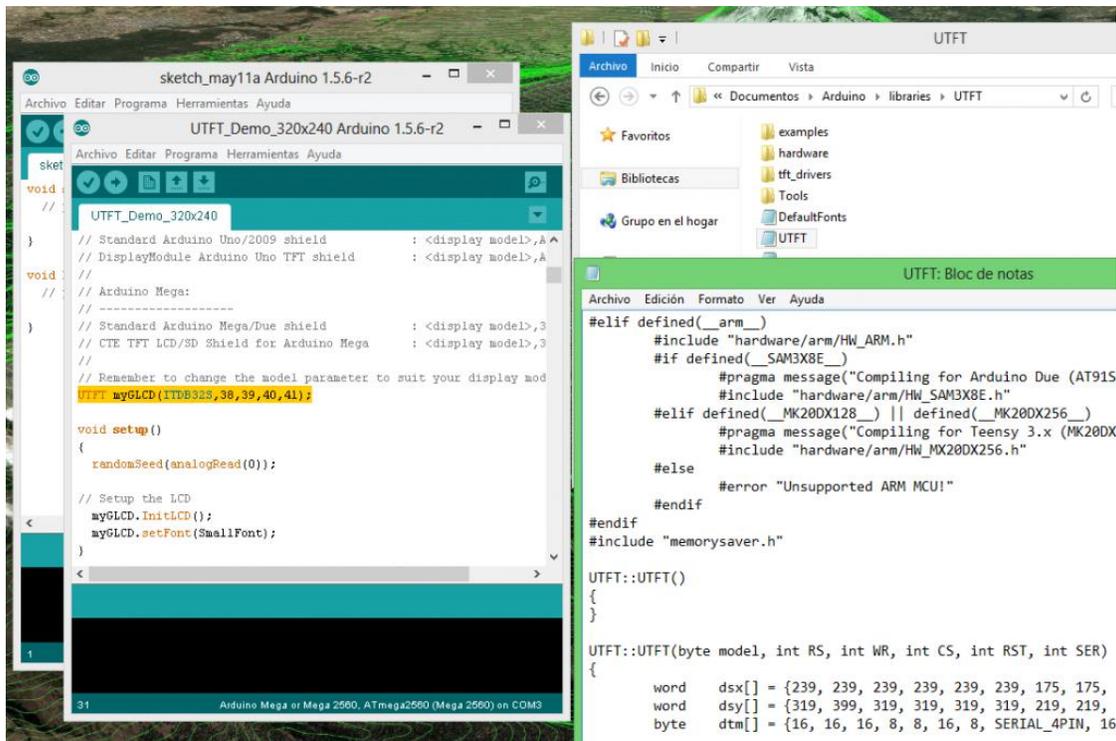


Figura 3.19 Descarga de librerías

La línea de código resaltada en el programa del ejemplo, indica el driver del TFT, así como los pines de control específicos que debemos dar de alta. Hay que hacer algunos ajustes para que el ejemplo funcione sin problemas en el arreglo, para ello podemos recurrir al archivo UTFT.ccp, extraje la línea y le quité lo que le sobra para poder interpretarla adecuadamente:

CODE, HTML o PHP Insertado:

```
// UTFT(driver TFT, RS, WR, CS, RST)
```

En el ejemplo tenemos esta línea que coincide con la librería:

CODE, HTML o PHP Insertado:

```
//UTFT myGLCD(ITDB32S,38,39,40,41);
```



AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO

De acuerdo al diagrama de conexionado entre el mega y el TFT, que se describe en el proyecto:

CODE, HTML o PHP Insertado:

RS -----> 38

WR -----> 39

CS -----> 40

REST ---> 41

Por lo se ve la línea de comando indica que el pinout del conexionado teórico de la parte 2, coincide con el pinout del ejemplo, solo hay que colocar el nombre del driver del TFT, en este caso SSD1289. Creo ya no me debo preocupar por los hilos restantes, deben estar bien colocados.

Como dato curioso, en el archivo UTFT.h, podemos ver cuáles son todos los chipdriver equivalente, soportados por la librería. En total son 31 y cada uno tiene asignado un número así que es posible que la línea de comando lleve el nombre del chip o bien el índice con el que la librería puede reconocerlo.

CODE, HTML o PHP Insertado:

```
UTFT myGLCD(2,38,39,40,41);
```

Es equivalente a:

CODE, HTML o PHP Insertado:

```
UTFT myGLCD(SSD1289,38,39,40,41);
```

Damos click en el botón para subir el programa a la tarjeta y ver de una vez el TFT en acción.

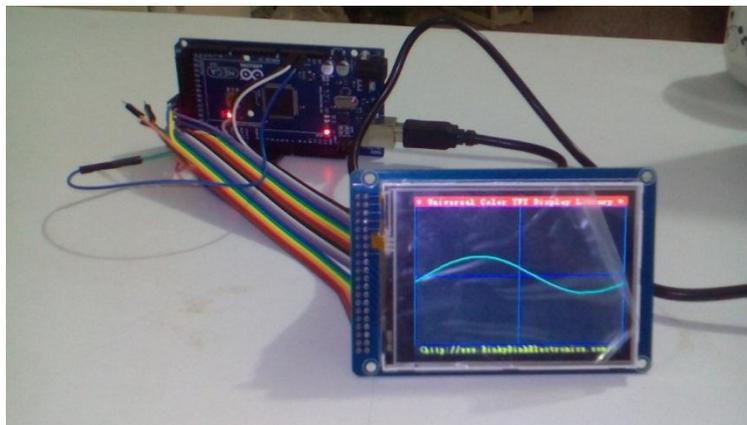


Figura 3.20. visualización del demo

Fuente: Uriel Villamizar

3.6.1 CALIBRACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL

Para que la táctil responda de forma adecuada, se debe realizar una calibración. Para ello Hay que ajustar la línea de comando que activa la TFT de acuerdo con el chipdriver que tiene. Para dejar inactiva la instrucción previa basta con colocar // al inicio de la línea o simplemente sustituir el nombre del chip, o subíndice por el que corresponda al TFT que se tenga instalado.

Cargamos el programa al arduino.

1. Para iniciar la calibración se pulsa la pantalla de presentación. Figura (3.21)

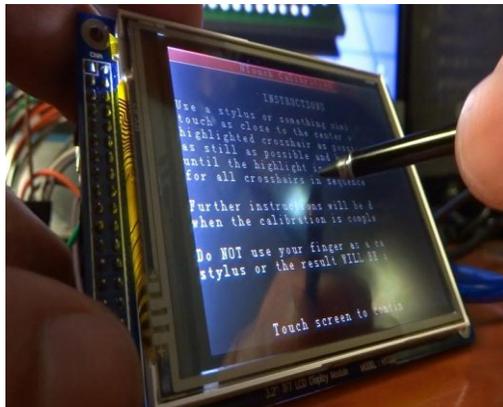


Figura 3.21 Calibración de la pantalla

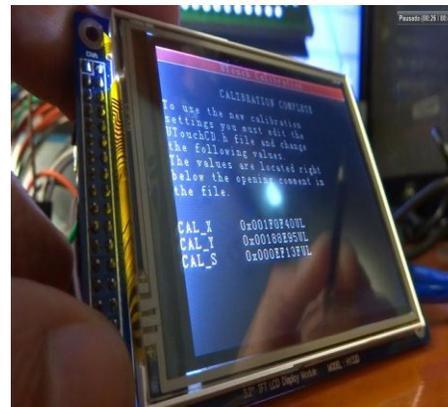


Figura 3.22 Calibración para X, Y y S

Fuente: <http://www.laneros.com/temas/>

2. Hay que presionar por unos segundos cada marca que aparezca en pantalla en forma de recuadro con una cruz inscrita, hasta que la pantalla nos indique que podemos dejar de presionar.
3. Realizar el paso 2 con las 7 marcas restantes, en el orden en que aparezcan resaltadas

4. Al finalizar aparecerá una ventana con la calibración para X, Y y S. Figura (3.21)
5. Con el block de notas hay que abrir el archivo: UtouchCD.h, ubicado en la ruta: C:\Users\Administrador\Documents\Arduino, y capturamos los datos obtenidos.
6. Guardamos el archivo y ya con eso podemos usar de forma correcta la pantalla táctil. Para cada pantalla táctil se debe realizar su calibración por separado y recordarlo cada vez que se usen.

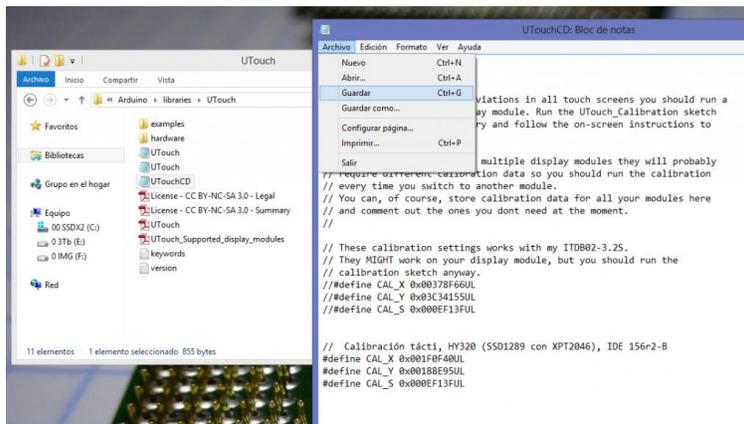


FIGURA 3.23: Resultado del demo
Fuente: Uriel Villamizar

PROTOCOLO UTILIZADO EN LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA



FIGURA 3.24 Conexión del protocolo TCP/IP
fuente:http://rigel.fca.unam.mx/~li411015275/Develop_WebApps/Practica_7/contenido.html



AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO

PROTOCOLO TCP/IP proviene de dos de los protocolos más importantes de la familia de protocolos Internet, el Transmisión Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol(IP).

La principal virtud de TCP/IP estriba en que está diseñada para enlazar ordenadores de diferentes tipos, incluyendo PCs, minis y mainframes que ejecuten sistemas operativos distintos sobre redes de área local y redes de área extensa y, por tanto, permite la conexión de equipos distantes geográficamente.

TCP/IP es un protocolo abierto, lo que significa que se publican todos los aspectos concretos del protocolo y cualquiera los puede implementar.

Una red TCP/IP transfiere datos mediante el ensamblaje de bloque de datos en paquetes. Cada paquete comienza con una cabecera que contiene información de control, tal como la dirección del destino, seguida de los datos. Cuando se envía un archivo a través de una red TCP/IP, su contenido se envía utilizando una serie de paquetes diferentes.[19]

TCP/IP está diseñado en una estructura en capas, fundamentada en el estándar de los protocolos comunicaciones que diseñó la organización ISO, denominado OSI, *Open Systems Interconnection*. Cada una de las capas es responsable de llevar a cabo una tarea específica de la comunicación. Concretamente, TCP/IP dispone de cuatro capas:

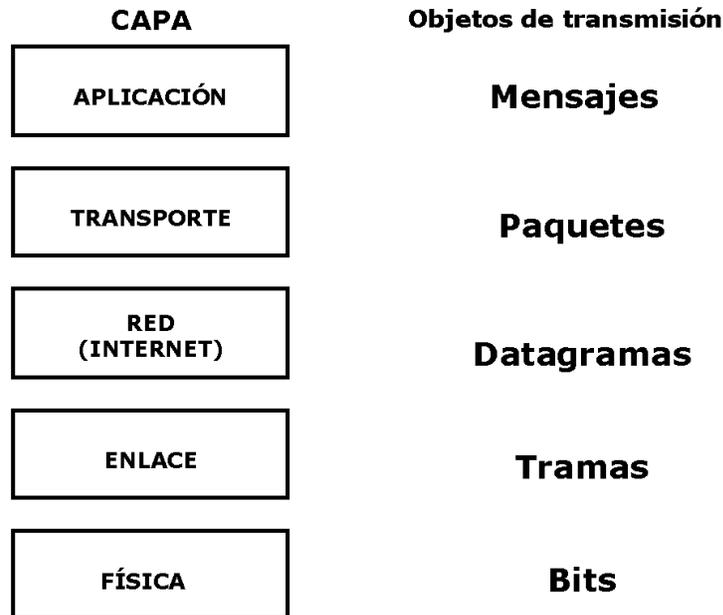


Figura. 3.25 Configuración del ESP8266 como AP y comunicación TCP utilizados en el proyecto.

El módulo ESP8266 nos permite conectarnos a nuestra red local y nuestro router le asigna una IP del tipo 192.168.1.3. en nuestro caso Es decir, nuestra comunicación con el módulo ha de pasar a través de nuestro router configuramos el esp8266 como un punto de acceso que tendrá (de fábrica) la IP 192.168.4.1 como puerta de enlace. Por tanto podremos conectar directamente con él con nuestro móvil, portátil, y con la aplicación de celular inspector wifi del android encontramos por defecto la IP del esp8266 etc. Esto nos permite hacer una comunicación directa y bidireccional, en este ejemplo, porTCP.

Uno es AT+CWMODE=2 y el otro AT+CWSAP="nom","pas123456",3,0

Con el primero lo ponemos como AP y con el segundo se le asigna una SSID y una clave que no debería pedirnos ya que el cero le indica sin encriptación. El 3 es el canal en que transmitirá.



Con esto, ya deberíamos verlo en nuestro móvil o portátil. Nos unimos a él. En mi móvil Android uso un programa llamado **TCP Client** y en el PC uno para comunicación serie **Termite**. Recordar que para la configuración y pruebas el esp8266 está conectado al PC con el clásico interface USB-Serie

Una vez configurado con los dos comandos AT+ CIPSR vemos en la imagen que si le pedimos su IP nos da la dicha 192.168.4.1.

AT+CIPMUX=1 nos permite múltiples conexiones y

AT+CIPSERVER=1,8888 lo habilita para recibir datos en el puerto 8888.

Cuando en el móvil conectamos por TCP (192.168.4.1 puerto 8888) nos aparece link. Le envío hola y aparece IPD, 0,5: hola

Para que el esp8266 pueda mandar datos hay que habilitarlo con AT+CIPSEND=0,6 El 6 es la cantidad de caracteres a enviar. Cuando recibe también nos indica el número recibido; si colocamos 10 solo coloca los primeros 10 caracteres

Uno es AT+CWMODE=2 y el otro AT+CWSAP="nom","pas123456",3,0

Por tanto, y resumiendo, esto nos permite la comunicación con nuestro módulo fuera de casa o lugares donde no tengamos un router que haga de intermediario posibilitando radiocontrol vía Wifi entre el módulo y uno o varios dispositivos; y el manejo de nuestro proyecto y poder controlar las variables que queramos.

3.7.2 Comandos AT

Tabla de todos los conocidos comandos AT

3.2 Tabla de todos los conocidos comandos AT

BASIC	capa de WiFi	TCPIP capa
<u>A</u>	<u>AT + CWMODE</u>	<u>AT + CIPSTATUS</u>
<u>AT + RST</u>	<u>AT + CWJAP</u>	<u>AT + CIPSTART</u>



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

<u>AT + GMR</u>	<u>AT + CWLAP</u>	<u>AT + CIPSEND</u>
<u>AT + GSLP</u>	<u>AT + CWQAP</u>	<u>AT + CIPCLOSE</u>
<u>ATE</u>	<u>AT + CWSAP</u>	<u>AT + CIFSR</u>
	<u>AT + CWLIF</u>	<u>AT + CIPMUX</u>
	<u>AT + CWDHCP</u>	<u>AT + CIPSERVER</u>
	<u>AT + CIPSTAMAC</u>	<u>AT + CIPMODE</u>
	<u>AT + CIPAPMAC</u>	<u>AT + CIPSTO</u>
	<u>AT + CIPSTA</u>	<u>AT + CIUPDATE</u>
	<u>AT + CIPAP</u>	<u>+ IPD</u>

Terminación de línea

ESP8266 espera <CR> <LF> o CarriageReturn y AvLínea al final de cada comando, pero sólo <CR > parece funcionar también.

Variantes de mando

Cada comando puede tener hasta 4 variantes que cambian la *función* de la misma. Se puede elegir entre ellos añadiendo uno de los cuatro valores posibles para el final de la misma comando root. Estos cuatro apéndices pueden tener los siguientes valores "" , = <parámetro | [parámetros]> , ""? , =?

Tipo	Ejemplo	Descripción
Prueba	AT + CIPSTART =?	Consultar el rango de valores (Hasta ahora, sólo <u>AT + CWMODE =?</u> Lo utiliza)
Consulta	AT + CMD?	Devuelve el valor actual del parámetro.
Conjunto	AT + CMD = Parámetro	Establecer el valor de los parámetros definidos por el usuario en comandos y ejecución.
Ejecutar	AT + CMD	Ejecuta comandos sin parámetros definidos por el usuario.



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

Nota:

- No todos los comandos AT apoyan los 4 variantes.
- [] = Valor por defecto, no se requiere o no aparecer.
- Los valores de cadena requieren comillas dobles, por ejemplo: AT + CWSAP = "ESP756190", "21030826", 1,4.
- Velocidad de transmisión = 115200
- AT instrucción termina con "\r\n"

AT + CWMODE - Modo WIFI (estación, AP, la estación + AP)

Variante	Mando	Respuesta	Función
Prueba	AT + CWMODE =?	+ CWMODE: (1-3) OK	Enumerar los modos válidos
Consulta	AT + CWMODE?	+ CWMODE: modo de OK	Información de consulta de AP, que es conectar por ESP8266.
Ejecutar	AT + CWMODE =Modo	DE ACUERDO	Establecer información de AP que se conectan por ESP8266.

Parámetros:

- **Modo:** Un entero que designa el modo de operación ya sea 1, 2 o 3. **1** = modo de estación (cliente) **2** = modo AP (host) **3** mode = Estación AP + (Sí, ESP8266 tiene un modo dual!) [19]

Nota: otros comandos AT se encuentran en el anexo (3)



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se explica los resultados obtenidos en la automatización del sistema como monitoreo y visualización de las variables a controlar.



4.1 DATOS DE TEMPERATURA DEL SISTEMA

La toma de datos se hizo a diferentes horarios durante varios días en un mes y se tomó la mejor obtención de temperatura del sistema se comparó los datos de temperatura de los sensores con unos externos al sistema.

Tabla 4.1 toma de datos Temperatura del Sistema

HORA	T° Piscina	T° Panel	Diferencia	Observaciones
7:00 -8:00 am	17	17		Baja radiación
8:01 -9:00 am	17.5	17.9		Excelente radiación
9:01 -10:00am	19	22		Excelente radiación
10:01-11:00 am	22	25		Excelente radiación
11:01-12:00 pm	25	32		Excelente radiación
12:01-1:00 pm	26	33		Excelente radiación
1:01 -2:00 pm	28	39		Excelente radiación
2:01 -3:00 pm	29	37		Excelente radiación
3:01 -4:00 pm	28	35		Excelente radiación
4:01 -5:00 pm	24	26		Baja radiación

Fuente: Uriel Villamizar

En la figura 4.1 se observan la gráfica que se obtuvo de toma de datos durante en día soleado con el panel diseñado se obtuvieron las temperaturas deseadas lo cual valida la eficiencia del panel solar y su viabilidad para la obtención de temperaturas y el manejo y monitoreo del sistema.

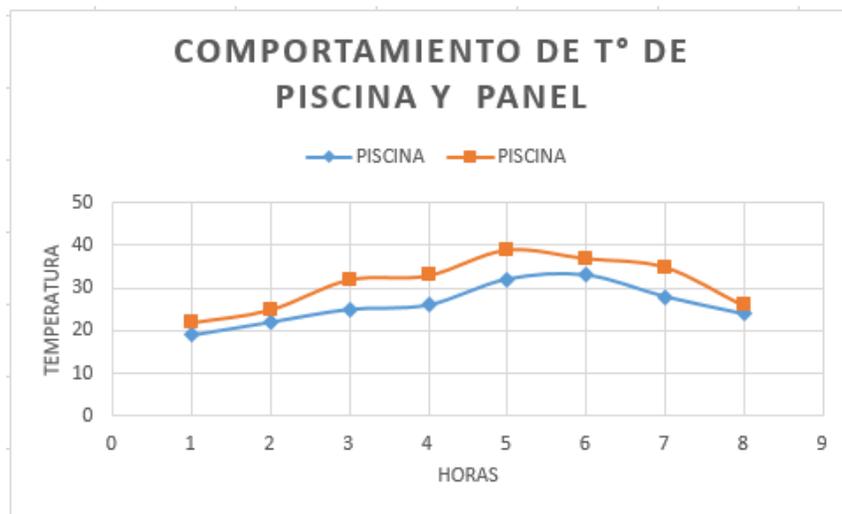


Figura 4.1 Temperatura de la Piscina y panel

Fuente: Uriel Villamizar

4.2 SISTEMA DE CONTROL

En la figura 4.1 se muestra el diagrama de sistema de control por un arduino; el arduino es el dispositivo de control el cual al comparar la temperatura establecida manda un pulso el cual va al actuador que es el encargado de activar la motobomba para el funcionamiento una vez obtenida la temperatura deseada el sistema se desactiva por sí solo.

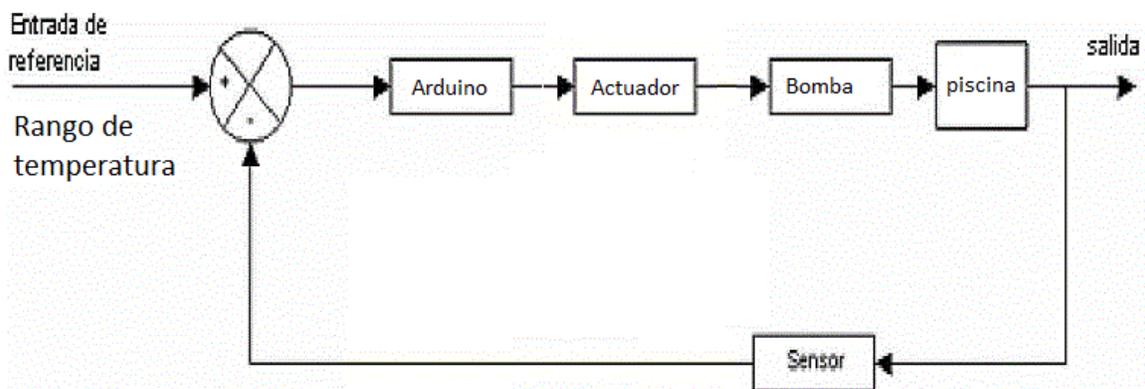


Figura 4.2 Diagrama de control del sistema a controlar

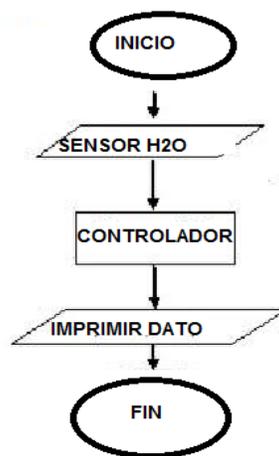


Figura 4.3 Diagrama programación del sensor de agua

Fuente: Uriel Villamizar

4.2.1 Diagramas de flujo. De temperatura

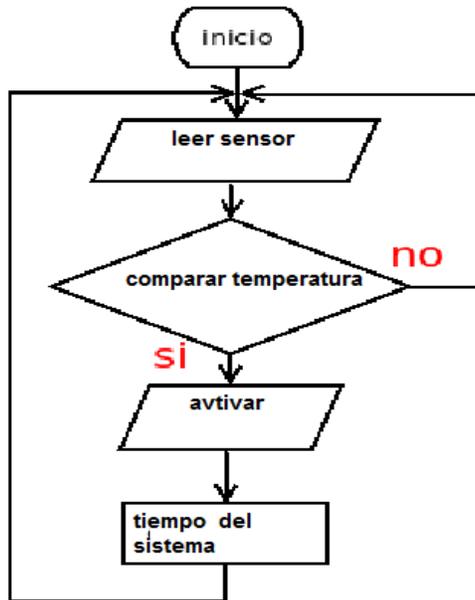


Figura 4.4 Diagrama de programación de activación temperatura

Fuente: Uriel Villamizar

4.3 FUNCIONAMIENTO

El programa está diseñado que cuando el sensor de temperatura de la piscina está por debajo de 32 grados se activa enciende el sistema por el tiempo necesario hasta superar la temperatura de 32 grados figura (4.1) el cual se desactiva automáticamente o forma manual o inalámbrica si el usuario lo desea.

En la pantalla táctil se aprecia la temperatura a la cual están los sensores y el caudal al cual está trabando por medio de la pantalla se puede controlar el sistema lo cual es muy útil y fácil manejo ya que es algo que común mente se está utilizando las pantallas táctiles han sido muy poco trabajadas en universidad pero su implementación es compleja pero entendible. En la figura 4.2 se aprecia los datos de los sensores y también tiene una presentación el cual con la memoria SD configurada y cargada con los archivos necesarios se puede informar y visualizar parámetros y textos de información.

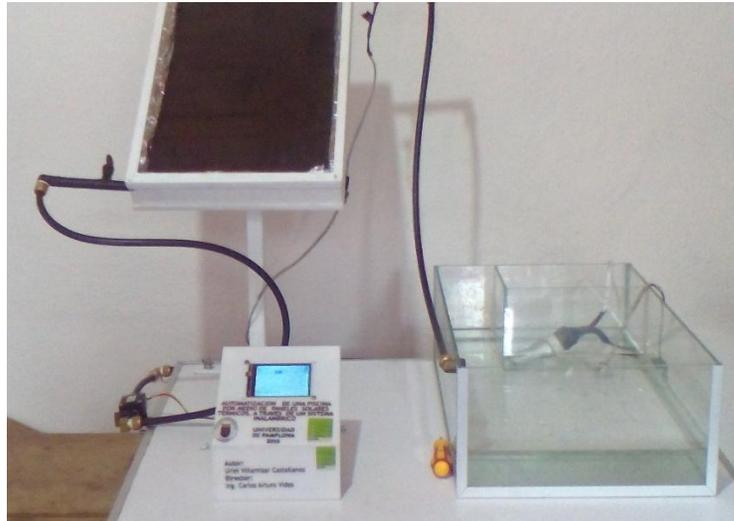


Figura 4.5 Visualización de datos de temperatura y caudal en la TFT

Fuente: Uriel Villamizar

En la Figura 4.2 se está configurando los comandos de IP entre otros del ESP8266 con una interfaz y enviando datos vía wifi y la actualización en tiempo real de las temperaturas y el caudal del prototipo.

El ESP8266 es muy sensible a ruidos y a corrientes parasitas por tierra lo cual hay que hacer un acoplamiento al sistema alimentación externa ya que el arduino no proporciona sino 3.6 v y menos 50 miliamperios. Él tiene un sistema de acoplamiento diseñado para reducir el ruido y acoplar los sensores al sistema de la pantalla y el arduino. Ver Figura4.6

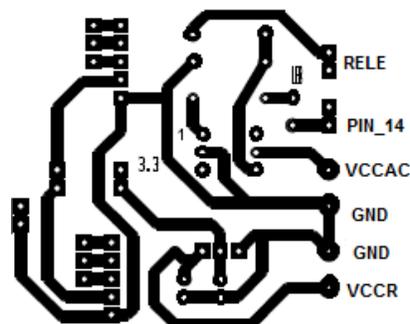


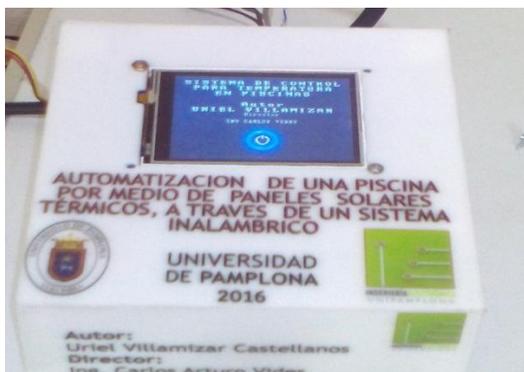
Figura4.6 esquema de acoplamiento

Fuente: Uriel Villamizar

El sistema se activa en la TFT lo cual muestra una presentación seguida del título del proyecto, Ver figuras 4.7:(a,b) y un botón de inicio al hacer clic en dicho botón en la pantalla aparecerá un botón de color verde el cual al presionarlo da inicio al sistema y activa la motobomba y las imágenes de temperatura caudal y botones para enviar y acceder a IP del sensor que previamente habíamos conseguido cuando damos clic en el botón server estamos enviando los datos vía wifi a un computador el cual los visualizamos en visual Basic por protocolo TCP/IP ; el modulo envía cada minuto datos de temperatura y caudal a la interfaz. Y si presionamos el botón rojo apagamos el sistema y dejamos de transmitir y toca repetir el proceso nuevamente. Ver figuras 4.8:(a,b).

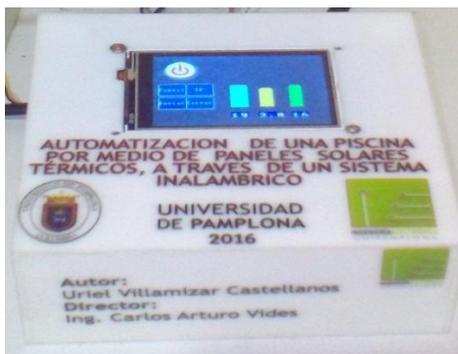


Figuras 4.7:a) pantalla presentación



b) pantalla título y botón inicio

La motobomba se activa por medio de un relé con el botón de inicio de la TFT, la bomba tiene un voltaje de 12 voltios y se alimenta con una batería el cual es externa del sistema.



Figuras 4.8:a) visualización sistema

Fuente: Uriel Villamizar



b) visualización de IP del ESP8266

Fuente: Uriel Villamizar

El prototipo del sistema está diseñado para en un futuro mejorarlo y adaptarlo a otras utilidades tanto uso doméstico como industrial ya que a largo plazo se recupera lo invertido y su vida útil es bastante larga solo hay que estar en un mantenimiento preventivo para mirar posibles errores al transmitir datos de los sensores o fallos del sistema.

4.4 DISEÑO DE UNA INTERFAZ PARA PODER MIRAR LA TEMPERATURA, CAUDAL Y EL SISTEMA ACTIVO

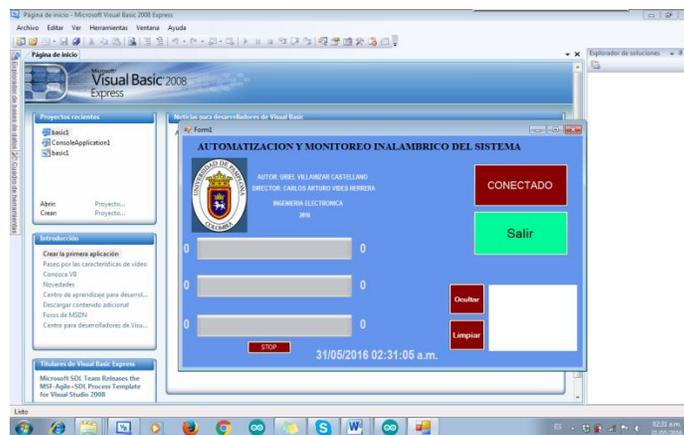


Figura 4.9 interfaz para el control y visualización

Fuente: Uriel Villamizar



Figura 4.10 Sistema Transmitiendo para el control y visualización

Fuente: Uriel Villamizar



En esta etapa del sistema se está monitoreando con esto se está logrando el objetivo de controlar inalámbricamente el prototipo. Ver figura 4.10

4.5 FALLOS DEL SISTEMA

1. Wifi tiene un alcance el cual al estar fuera de ese rango 200 m puede tener fallos al transmitir.
2. El sistema tiene que estar energizado constantemente para su funcionamiento.
3. La pantalla tiene que estar bien conectada al Arduino lo mismo que los sensores si no los datos son erróneos.



CAPÍTULO V: ANÁLISIS ECONOMICO

7.1 COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN DE DISPOSITIVOS					
NOMBRE	Can	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)	Proveedor	Observaciones
ARDUINO MEGA 2560	1	160.000	80.000	DYNAMOELECTRONICS	Incluye un microcontrolador ATmega328
MAX6675	1	15.700	15.000	DYNAMOELECTRONICS	
TERMOCUPLA PIPO k	2	18.000	36.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
MOTOBOMBA	1	55000	55.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
PANTALLA TACTIL TFT	1	60.000	60.000	ELECTRÓNICA GENERAL	SSD1289 Y TFT_320QVT
SENSOR DE AGUA MOD: YF_G21	1	25.000	15.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
YUN Shield	1	70.000	70.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
PANEL	1	260.000	260.000		
TUBERIA	5	8.000	40.000		
ACOPLES	10	9.000	90.000		
SOPORTE MAQUETA	1	60.000	60.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
PISCINA	1	80.000	80.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
PC	1	1.200.000	1.200,000	ELECTRÓNICA GENERAL	
TORNILLOS	10	3.000	30.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
CARGADOR ARDUINO	1	10.000	10.000	ELECTRÓNICA GENERAL	



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

CABLES USB	1	10.000	10.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
FUENTE VOLTAJE	1	20.000	20.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
MEMORIA SD	1	15.000	15.000	ELECTRÓNICA LTD	
CAUTIN	1			ELECTRÓNICA GENERAL	
PROTOBOARD	1			ELECTRÓNICA GENERAL	
ESTAÑO	1	2000	2.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
CABLE CONEXIONES X METRO	15	300	4.500	ELECTRÓNICA GENERAL	
BASE CAUDAL	1	12.000	12.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
MODEM HUAWEI	1	50.000	50.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
BASE DE CONTROL	1	90.000	90.000	ARQUIDISEÑOS	
CAJA DE CONTROL	6		87.0000	ELECTRÓNICA GENERAL	
JUMPERS	6	500	3.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
TERMOENCOGIBLE #1 X METRO	4	350	1.200	ELECTRÓNICA GENERAL	
TRANSISTORES	12	300	4.600	ELECTRÓNICA GENERAL	
RESISTENCIAS	100	300	3.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
BASE DEL PANEL	1	30.00	30.000	ELECTRÓNICA GENERAL	
COSTO IMPRESIONES	35	300	10.500		
		TOTAL	2.080.800		

7.2 FUENTES DE FINANCIACIÓN

Los recursos utilizados en la elaboración y finalización de éste trabajo fueron fuente propia y de mi familia.

7.3 MARCO LEGAL

Para efectos de simulación de circuitos se empleó el software utilizado en la programación de la tarjeta Arduino Mega no se necesitó licencia ya que este es un software libre.

TCP/IP es un protocolo abierto, lo que significa que se publican todos los aspectos concretos del protocolo y cualquiera los puede implementar libremente.

La plataforma de Visual Basic es expés y es de uso libre o de prueba lo cual no necesito licencia ya que este es un software libre.



Además las partes o menciones del presente trabajo, tienen bases de diferentes autores que en ningún momento se desconocen y son nombradas en la bibliografía.

CONCLUSIONES

- Después de haber realizado las pruebas respectivas se verifica que se cumplen con los objetivos planteados, es decir, se realiza el control y monitoreo de la temperatura y caudal encendido del sistema y su visualización tanto en la maqueta como en la interfaz diseñada r y dicho monitoreo.
- Se seleccionaron los componentes del proyecto y se les hizo ingeniería de detalle para buen funcionamiento y acoplamiento al sistema y a la vanguardia de la tecnología en el mercado para poder ofrecer el sistema a la comunidad que lo dese implementar.
- Al implementar el prototipo de panel solar térmico y el acoplamiento a la tecnología se obtuvo la eficiencia del mismo respecto a la radiación solar y la validación de la comunicación inalámbrica.
- El sistema tiene gran viabilidad en el mercado ya que con el auge de la implementación de energías alternativas se lleva a cabo la tecnología a la misma para su fácil manejo y de gran atractivo para el usuario.
- Se puede implementar el sistema a otras plataformas de comunicación que estén en el mercado sin ningún problema ya que él se adapta al mismo
- Se escribió un manual para explicar el uso de diferentes módulos mostrados en la conexiones del sistema y el acoplamiento con el Arduino y comunicación inalámbrica, también en él se consignaron las funciones que se utilizaron en la programación haciendo una breve descripción de cada una



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. Realizar las conexiones entre la tarjeta ARDUINO y los módulos como la pantalla el módulo wifi según el trabajo.
2. Utilizar los valores de voltaje que se recomiendan en las hojas de características de los dispositivos a trabajar.
3. Al programar la tarjeta ARDUINO MEGA esta debe estar conectada únicamente al computador para evitar errores en la memoria de algunos dispositivos.
4. Voltaje de alimentación del ESP8266: 3.3 V. Este módulo no tolera 5 V. Cualquier voltaje superior a 3.6 V en sus entradas o en el pin de alimentación puede dañarlo.
5. Evitar golpear la pantalla táctil ya que es demasiado delicada.
6. Después de utilizar los módulos guarde los dentro de la caja para evitar daños en estos.
7. Mantenga limpia la zona de trabajo para evitar que los módulos sufran corto circuitos o desgastes que acorten el tiempo de vida útil.



BIBLIOGRAFIA

- [1] (2015). Paneles solares piscinas y climatización piscina - Calefacción solar piscina. Recuperado de http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_solar_térmica, <http://www.youtube.com/watch?v=LIG6FX9V7UU>
- [2] COLECTORES SOLARES PARA AGUA CALIENTE Cora Placco, Luis Saravia, Carlos Cadena INENCO, UNSa –CONICET Salta. Tomado de: www.aosol.pt.
- [3] Manual Técnico de Energía Solar Térmica Volumen II: Aspectos Técnicos y Normativos, Juan Carlos Martínez Escribano, Pablo Franco Noceto, Rodrigo Alonso Suarez Marzo 2013.
- [4] Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA web: www.upme.gov.co Bogotá, D.C. – Colombia.
- [5]. Aula Clic, Artículo 5, comunicación inalámbrica Recuperado de: <http://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html>
- [6]. Oyarce, Andrés. Guía del Usuario Xbee Pro S1. Santiago, Chile: s.n., 2010.
- [7] GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL de MEXICO. NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-008-AMBT-2005. 7 de abril de 2006.
- [8] Um Banho de Sol para o Brasil. Delcio Rodríguez y Roberto Matajs. Instituto Vitae Civilis. Janeiro 2005
- [9] Energía solar Colombia, Soefi Recuperado de: <http://www.soefi.com.co/#!calentador-solar-piscinas/ceik>
- [10] Maxim integrated, Evaluation Kit available, Recuperado de: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX6675.pdf>
- [11] Cadena Carlos. Placco Cora. Saravia Luis. (Junio, 2007). Colectores solares para agua caliente INENCO, UNSa –CONICET. www.inti.gob.ar/erenova/pdf/colectores_solares_aguacaliente
- [12] <http://electronilab.co/tienda/modulo-sensor-temperatura-max6675-termopar-tipo-k-spi/>
- [13] <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX6675.pdf>
- [14] <http://pgcarduino.blogspot.com.co/p/arduino-due-pantalla-tft-qvt-320-touch.html>



**AUTOMATIZACIÓN DE UNA PISCINA CLIMATIZADA CON PANELES SOLARES TÉRMICOS, Y
MONITOREADA A TRAVÉS DE UN SISTEMA INALÁMBRICO**

- [15] <http://www.omicrono.com/wp-content/uploads/2014/10/arduino-mega-2560.jpg>
- [16] Artículo científico / research article Evaluación energética de un colector solar de placa plana de doble cubierta* Energy assessment of a double cover flat-plate solar collector.
- [17] ELECTRINILAB (ingeniería y diseño electrónico).<http://electronilab.co/tienda/esp8266-modulo-wifi-serial-transceptor/>
- [18] G. A. Osma Pinto, "Uso racional de la energía a partir del diseño de aplicaciones sostenibles en el Edificio Eléctrica II de la Universidad Industrial de Santander," Universidad Industrial de Santander, 2011.
- [19] Galeon. <http://protocolotcpip.galeon.com/>
- [20] CamelHumps la gema oculta Android Studio13 de de mayo del año 2016 | por Martin Breuer<https://room-15.github.io/blog/2015/03/26/esp8266-at-command-reference/>