



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE:

“INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES”

Título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MONITOREO AGRÍCOLA CELULAR”.

Autor:

JOSÉ LUIS MARTÍNEZ CARRERA.

Director:

ING.Fabián Gunsha Maji.

RIOBAMBA-ECUADOR

2016

Riobamba, 28 de Enero del 2016

INFORME DE TUTOR

Yo, Ing. FABÍAN CELSO GUNSHA MAJI , en mi calidad de Tutor del trabajo de investigativo con el título : DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO AGRÍCOLA CELULAR , tengo a bien informar que el mencionado trabajo cumple con los requisitos exigidos para ser expuesto al público , luego de ser evaluado por el tribunal designado.



Atentamente.

Ing. Fabián Gunsha.

TUTOR

Los miembros del Tribunal de Graduación del Proyecto de Investigación de Título: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO AGRICOLA CELULAR”. Presentado por: José Luis Martínez Carrera y dirigido por: Fabián Gunsha Maji.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe del Proyecto de Investigación con fines de graduación, escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para el uso y custodia de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

M.Eng.Carlos Peñafiel.
Presidente del Tribunal.



Firma

Ing. Fabián Gunsha.
Director del Proyecto.



Firma

Ing. Daysi Inca.
Miembro del Tribunal.



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación corresponde exclusivamente a: José Luis Martínez Carrera y del Director del Proyecto Ing. Fabián Gunsha Maji, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”



José Luis Martínez Carrera
C.I. 171863054-2

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más profundo a Dios por darme la fortaleza para atravesar todas las pruebas de vida en mi etapa universitaria, por darme día a día ese aliento de superación y así no decaer en mi objetivo, a mis amigos por hacerme sentir a gusto en cada momento y sobre todo por su apoyo en los estudio, a la Ing. Yessenia Cevallos por enseñarme a ser una persona íntegra, al Ing. Fabián Gunsha por sus enseñanzas y apoyo para poder concluir con mi carrera universitaria.

José Luis Martínez C.

DEDICATORIA

A mis Padres Luis Martinez & Estrellita Carrera, las personas más importantes en mi vida, por darme el apoyo económico, moral y espiritual que siempre necesite, siempre pendientes de lo que a su hijo le hacía falta, por esta razón les agradezco infinitamente, han hecho de mi un hombre de bien, a mis hermanas Natali & Karlita, mis mejores amigas, por escuchar y aconsejar cuando era necesario, a mi cuñado Kilmer y mis sobrinitos Ayleencita & Martincito por su apoyo y afecto.

José Luis Martínez C.

INDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE GRÁFICOS	x
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1 AGRICULTURA DE PRESICIÓN	3
1.2 DOMÓTICA EN MONITOREO AGRICOLA	3
1.3 INTERNET	3
1.4 PROTOCOLO TCP/IP.....	4
1.5. PROTOCOLO DE TRANSPORTE TCP.....	5
1.6 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN GPRS GSM.....	8
1.6.1 GPRS	9
1.7 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN ETHERNET.....	15
1.7.1 ENC28J60	16
1.8 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN WI-FI	17
1.8.1 ROUTER HUAWEI HG532C	17
1.8.2 MÓDULO WIFLY RN-XV 171	19
1.9 REDES LOCALES WLAN (WIRELESS LAND AREA NETWORK)	20
1.10 MICRO CONTROLADORES	20
1.10.1 MICROCONTROLADOR PIC 16F877A	21
1.10.2 ARDUINO MEGA 2560.....	23
1.11 SERVIDORES	24
1.12 PHP	25
1.13 SENSORES.....	25
1.13.1 DHT11.....	26
1.14 ELECTROVÁLVULA.....	26
1.15 RIEGO POR NEBULIZACIÓN	27

CAPÍTULO II	29
2 METODOLOGÍA	29
2.1 TIPO DE ESTUDIO.....	29
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	29
2.2.1 POBLACIÓN	29
2.2.2 MUESRTA.....	30
2.2.3 HIPÓTESIS	31
2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
2.4 PROCEDIMIENTOS	32
2.4.1 DISEÑO DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL MONITOREO AGRICOLA.....	33
2.4.2 CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES	58
2.4.3 PROGRAMACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES	62
2.4.4 DISEÑO DE LA PLACA ELECTRÓNICA DEL CIRCUITO QUE INCLUYE EL PIC16F877A, SENSOR DHT11, WIFLY RN-XV, Y CONTROL DE LA ELECTROVÁLVULA.....	78
2.4.5 MONTAJE FINAL DE LOS DISPOSITIVOS DEL MONITOREO AGRICOLA..	80
2.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	85
2.5.1 ESTUDIO DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL MONITOREO AGRÍCOLA	85
2.5.2 ANÁLISIS DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA DE MONITOREO AGRÍCOLA.	86
2.5.3 ANÁLISIS DEL MONITOREO A TRAVÉS DE LA PAGINA WEB MONITOREOAGRICOLAMARTINEZ.COM.....	86
2.6 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	87
CAPÍTULO III.....	91
3 RESULTADOS.....	91
3.1 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN	91
3.2 ANÁLISIS FINANCIERO	98
CAPÍTULO IV.....	100
4. DISCUSIÓN	100
CAPÍTULO V	102
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
5.1 CONCLUSIONES	102
5.2 RECOMENDACIONES	102
CAPÍTULO VI.....	104
6. PROPUESTA.....	104
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	104
6.2 INTRODUCCIÓN	104

6.3	OBJETIVOS	105
6.3.1	OBJETIVO GENERAL	105
6.3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	105
6.4	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA.	105
6.5	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	106
6.6	DISEÑO ORGANIZACIONAL	107
6.7	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.	107
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	109
8.	ANEXOS.....	112

INDICE DE CUADROS

Tabla 1.- Capas del Protocolo TCP/IP	4
Tabla 2.- Puertos del Router Huawei HG32C	18
Tabla 3.- Operacionalización de la variable Independiente	31
Tabla 4.- Operalización de la variable dependiente	32
Tabla 5.- Estado de los LED de la SIM900.	34
Tabla 6.- Configuración de la SIM900	35
Tabla 7.- Pines de Conexión entre Arduino Mega 2560 & ENC28J60	38
Tabla 8.- Configuración básica del Wifly RN-XV para la comunicación con un PC.	40
Tabla 9.- Respuestas del Módulo wifly RN-XV	45
Tabla 10.- Valores para protocolo DHCP	45
Tabla 11.- Valores para el tipo de acceso a la red Wlan	46
Tabla 12.- Configuración de la tarjeta Wifly RN-XV	46
Tabla 13.- Tiempos en estado bajo y alto del Sensor DHT11.	50
Tabla 14.- Descripción de los Bits enviados por el Sensor DHT11.	51
Tabla 15.- Herramientas para la Configuración de servidor Ubidots.	59
Tabla 16.- Herramientas para la Configuración de la página WEB.	62
Tabla 17.- Registro de las interrupciones para el Pic 16F877A	63
Tabla 18.- Lógica de Interrupción	63
Tabla 19.- Librerías del UART SERIAL	67
Tabla 20.- Configuración de Red Para el Arduino Mega 2560	69
Tabla 21.- Configuración UDP en el Arduino Mega 2560	70
Tabla 22.- Configuración UDP en el Arduino Mega 2560	72
Tabla 23.- Configuración para envío de datos al servidor Ubidots.	74
Tabla 24.- Comparación de tiempos de enlace del servidor y recorrido del usuario.	89
Tabla 25.- Calculo de Chi Cuadrado.	89
Tabla 26.- Tiempo de conexión TCP & Lookup DNS y bytes TX & RX entre el servidor y el PC	96
Tabla 27.- Costos de implementación del Proyecto.	98

INDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.-Comunicación Cliente –Servidor red GPRS	13
Figura 2.- Envío de paquetes IP hacia desde la estación móvil hacia el GGSN.	14
Figura 3.-Tarjeta GSM GPRS SIM900	15
Figura 4.- Módulo Ethernet ENC28J60	16
Figura 5.- Descripción Router Huawei HG532C	18
Figura 6.- Router Huawei HG532C	19
Figura 7.- Módulo Wifly RN-XV 171	19
Figura 8.- Comunicación Wireless Land	20
Figura 9.- Diagrama de bloques funcionales Pic 16F877A	21
Figura 10.- Distribución de los puertos del pic16f877	22
Figura 11.- Conexión de un oscilador.	22
Figura 12.- Descripción del Arduino MEGA 2560	23
Figura 13.- Microcontrolador ATMEGA 2560	24
Figura 14.- Sensor DHT11	26
Figura 15.- Electroválvula LG	27
Figura 16.- Riego por Nebulización.	28
Figura 17.- Diseño electrónico del módulo SIM900 GSM/GPRS	33
Figura 18.- Respuestas del SIM900 1	36
Figura 19.- Respuestas del SIM900 2	36
Figura 20.- Respuestas del SIM900 3	36
Figura 21.-Diagrama del circuito electrónico para la conexión Shield GSM/GPRS SIM900 y Arduino MEGA2560	37
Figura 22.- Pines de conexión para el modulo Ethernet ENC28J60	38
Figura 23.- Circuito del Módulo Ethernet Mini ENC28J60.	39
Figura 24.- Prueba en Socket Sniffer.	40
Figura 25.- Diagrama del circuito electrónico del Arduino MEGA 2560 y Módulo Mini ENC28J60.	41
Figura 26.- Diagrama del circuito electrónico del Arduino MEGA 2560, Shield GSM/GPRS SIM900 y el Módulo Mini ENC28J60.	41
Figura 27.- Configuración de los pines del Wifly RN-XV	42

Figura 28.- Conexiones del Wifly RN-XV	42
Figura 29.- Red WI-FI creada por la tarjeta Wifly RN-XV	44
Figura 30.- Configuración por defecto del Wifly RN-XV	44
Figura 31.- Software Putty para configurar el Wifly RN-XV	44
Figura 32.- Configuración de tarjeta Wifly RN-XV	47
Figura 33.- Ping a dirección IP de la Tarjeta	47
Figura 34.- Ping desde tarjeta Wifly	48
Figura 35.- Diagrama de flujo de la configuración de entrada y salida del circuito del control ON/OFF	48
Figura 36.- Circuito para la activación y desactivación de la electroválvula.	49
Figura 37.- Diagrama de flujo de la configuración de entrada y salida del sensor	49
Figura 38.- Tiempo en alto y bajo del Sensor DHT11 y PIC 16F877A	50
Figura 39.- Captura de Osciloscopio para el sensor DHT11.	51
Figura 40.- Diagrama del circuito electrónico del PIC 16F877A y sensor DHT11.	52
Figura 41.-Diagrama del C.E del PIC 16F877A, sensor DHT11, LCD de 16X2 y el módulo Wifly RN-XV.	53
Figura 42.- Diagrama del circuito que incluye al DHT11, WIFLY, LCD, PIC 16F877A y electroválvula.	54
Figura 43.- Diagrama de flujo de la configuración del Microcontrolador Master	55
Figura 44.- Circuito electrónico del sistema de comunicación GSM/GPRS Y WI-FI	56
Figura 45.- Diagrama de flujo del monitoreo Agrícola Celular.	57
Figura 46.- Diagrama grafico del sistema de Monitoreo Agrícola Celular	58
Figura 47.- Interacción de tarjeta de desarrollo y Servidor Ubidots.	59
Figura 48.- Interfaz de CPanel.	60
Figura 49.- Cadena de caracteres del formulario Prueba.php	61
Figura 50.- Código de interrupción y activación del aspersor.	64
Figura 51.- Flujograma del código de interrupción y activación del aspersor	64
Figura 52.- Código de lectura y envío de Temp y Hum.	65
Figura 53.- Flujograma del código de lectura y envío de Temp y Hum.	66
Figura 54.- Librería UART dentro del programa principal e interrupciones.	67
Figura 55.- Librerías usadas en el Arduino MEGA 2560	68
Figura 56.- Flujograma de TX & RX de paquetes UDP.	71

Figura 57.- Flujograma de TX & RX entre el Servidor en línea & el Arduino Mega 2560.	73
Figura 58.- Nombre de las variables de humedad y temperatura para el servidor UBIDOTS	74
Figura 59.- Flujograma de envío de paquetes TCP al servidor Ubidots	75
Figura 60.- Flujograma de la programación del Arduino desde la página web. PARTE I	76
Figura 61.- Flujograma de la programación del Arduino desde la página web. PARTE 2	77
Figura 62.- Diseño de la placa electrónica del circuito que incluye el pic16f877a, sensor dht11, wifly RN-XV, y control ON/OFF de la electroválvula.	78
Figura 63.- Diseño 3D de la placa electrónica del circuito que incluye el pic16f877a, sensor dht11, wifly RN-XV, y control ON/OFF de la electroválvula.	79
Figura 64.- Pistas de la placa electrónica del circuito	79
Figura 65.- Elementos de la Placa electrónica del circuito.	80
Figura 66.- Diagrama de bloques del funcionamiento de datos a través de Wi-Fi.	80
Figura 67.- Diagrama de bloques del funcionamiento de datos al servidor a través de la red GSM GPRS.	81
Figura 68.- Implementación de la placa del PIC 16F877A de datos a través de Wi-Fi.	81
Figura 69.- Implementación de la placa de Arduino de datos al servidor a través de la red GSM GPRS.	82
Figura 70.- Orificios de la parte frontal de la caja	83
Figura 71.- Orificios de la parte lateral de la caja	83
Figura 72.- Orificios de la parte posterior de la caja	83
Figura 73.- Orificios de la parte lateral de la caja que contiene Arduino MEGA 2560, las tarjetas GSM GPRS SIM 900, Ethernet ENC28J60 y al Router Huawei HG532C.	84
Figura 74.- Orificios de la parte posterior de la caja que contiene Arduino MEGA 2560, además a las tarjetas GSM GPRS SIM 900, Ethernet ENC28J60 y al Router Huawei HG532C	84
Figura 75.- Diagrama del Funcionamiento.	85
Figura 76.- Etapas del Monitoreo Agrícola	85
Figura 77.- Comunicación remota del sistema.	87
Figura 78.- Representación gráfica de decisión	90

Figura 79.- Ubicación del dispositivo esclavo del Monitoreo Agrícola.	91
Figura 80.- Ubicación del dispositivo master del Monitoreo Agrícola.	91
Figura 81.- Interfaz de la aplicación WEB y Monitoreo Serial.	92
Figura 82.- Activación manual del aspersor.	93
Figura 83.- Aspersor Encendido.	93
Figura 84.- Activación de la alarma en la Aplicación WEB.	94
Figura 85.- Activación de la rutina en la Aplicación WEB.	95
Figura 86.- Visualización de la Hum y Temp en la Aplicación WEB.	95
Figura 87.- Captura de tráfico PHP en Fiddler Web Debugger	96
Figura 88.- Diagrama del sistema Organizacional del Proyecto	107

RESUMEN

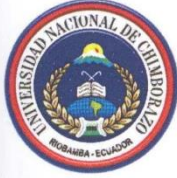
El objetivo principal de este proyecto es la implementación de un Sistema Agrícola Celular, que permite el manejo de aspersores y muestreo de sensores de temperatura y humedad en campo abierto; utilizando las redes WiFi y GPRS.

Se implementó un sistema en el que intervienen 2 dispositivos, el equipo principal se encarga de establecer la comunicación con el servidor vía internet a través de la red GSM GPRS, para luego obtener los datos de la página web y plasmar la ejecución en el aspersor, a la vez se creó una comunicación Wi-Fi para que los datos obtenidos por el equipo principal se envíen a un equipo Slave, el cual se encargó de obtener los datos de humedad y temperatura del ambiente para enviarlos al servidor, además este dispositivo ejecuta la acción de encendido/apagado del aspersor.

Dependiendo del tipo de servicio accionado en la WEB, el aspersor actúa en modo manual, de rutina y de alarma.

La implementación de este sistema crea un ahorro significativo en el factor tiempo, con una optimización de recursos humanos y económicos, la página web por otra parte permite el acceso a un monitoreo remoto 365 días del año, 24 horas al día, de igual manera, gracias a la red wireless se puede realizar el monitoreo desde la comodidad del hogar, sin la necesidad de estar presente físicamente en el lugar del sembrío. Este sistema demuestra que gracias a la interacción de tecnologías como Wi-Fi & GSM GPRS se puede monitorear cualquier tipo de sembrío desde cualquier parte del mundo.

SUMMARY



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE IDIAMAS



Lic. Karen Plua.

27 de Enero de 2016

SUMMARY

The specific objective of this project is to implement a Cell Agricultural System, which enables the handling of sprinklers and sampling temperature & humidity sensors in open field; using Wi-Fi and GPRS networks.

A system with two devices is implemented, the core device is responsible for establishing communication with the server via internet through the GSM GPRS network, then get the data from the web page and capture the execution in the sprinkler, a Wi-Fi communication is established, that data is obtained from the core device, to be send it to the slave device, which is responsible for obtaining the humidity and temperature data from the environment and send it to the server, this device also runs the on / off action in the sprinkler.

Depending on the service type in the WEB, the sprinkler operates in manual mode, alarm mode and routine mode.

The implementation of this system creates significant savings in time factor with an optimization in human and financial resources, also the website allows access to remote monitoring 365 days a year, 24 hours a day. Through the wireless network monitoring, the entire system can be performed with comfort at your home, without need to be physically present at the sowing place. This system shows that the interaction of technologies such as Wi-Fi and GSM GPRS can monitor any type of sowing from anywhere in the world.



INTRODUCCIÓN

La domótica ha evolucionado de ser una disciplina que estudia las tecnologías electrónicas destinadas a ayudar la organización en la vida doméstica, a ser una integración de diversos productos y servicios que permiten la automatización de diferentes sistemas, dependiendo de la necesidad del usuario.

A través de la inclusión de nuevas tecnologías de comunicación, como la inalámbrica, se ha desarrollado dispositivos con tecnologías como por ejemplo GSM GPRS y W-FI, que eliminan las barreras entre distancia/tiempo dentro de las telecomunicaciones.

Dada la carencia de tecnología en la agricultura y el cambio de variables ambientales, los productos agrícolas tienden a dañarse, para evitar la pérdida de los productos del agro nace la necesidad de crear la automatización de un área agrícola a través de un sistema de riego, el cual disminuye significativamente la presencia física del técnico en el lugar de trabajo y mejora la producción de los sembríos.

El diseño del enlace GSM-GPRS & WI-FI para el Monitoreo Agrícola, busca demostrar que los equipos dentro de una red WAN pueden acceder al contenido de dispositivos de monitoreo y control de una red WLAN para mejorar el manejo y censado de información a través del acceso remoto.

Las singularidades que definen a este sistema de monitoreo, son la activación y desactivación en tiempo real del aspersor, además cuenta con un sensor de humedad y temperatura que son los medios para visualizar informes de lo que sucede en una zona específica, además para gestionar automáticamente dicho aspersor siempre y cuando los niveles censados estén dentro de los rangos establecidos, todo esto es controlado y monitoreado de manera remota a través de una página web.

Los datos de humedad, temperatura y ON-OFF del aspersor son procesados por un micro controlador PIC, su puerto serial se comunica con el dispositivo Wifly y a través de WI-FI se enlaza con el Router Huawei que por medio de una interfaz Ethernet se comunica al micro controlador Master Atmega 2560 que es el encargado de establecer la conexión a internet utilizando la tarjeta GPRS Sim900.

La información que se puede visualizar en la página Web son; Alarmas de desborde para la humedad y temperatura y el desplazamiento en el tiempo del cambio de las mismas, la aplicación de ejecución ON/OFF de aspersores, cambio de los rangos de temperatura y humedad para la alarma la activación y desactivación de rutinas de riego.

En la actualidad existen varios sistemas de control y censando, estos procedimientos permiten manipular las variables climáticas como la humedad y la temperatura con un sistema de riego por aspersión, el riego genera más humedad y reduce la temperatura sobre el área cubierta. Este mecanismo simula un ambiente propicio para mejorar la calidad y madures de la plantación en cualquier época del año.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 AGRICULTURA DE PRESIÓN

Se basa en el manejo específico de un área de terreno cultivada, para dicho manejo se utilizan distintos instrumentos tecnológicos como artefactos para el riego del cultivo, sensores climáticos, fertilizantes y sistemas de posicionamiento global. La agricultura de Precisión es una estrategia de administración que utiliza las tecnologías de la información y las comunicaciones para almacenar datos útiles con el fin de ayudar a la toma de decisiones en cuanto a calidad y producción de un cultivo en específico. Este sistema además de gestionar una producción agrónoma, mejora la precisión de las labores. (Flego, 2009)

1.2 DOMÓTICA EN MONITOREO AGRICOLA

Dado al cambio constante en el clima, los cultivos han sido perjudicados provocando pérdidas considerables en la economía de sus productores, la domótica aplicada en la agricultura mejora el manejo de la producción y al mismo tiempo entrega un producto de mejor calidad, la domótica ha ido evolucionando a través de tiempo, desde los años 80 en países de América del Norte y de Asia, con nuevos integrantes del continente Europeo, en especial España que ha impulsado su crecimiento en las nuevas tecnologías de información y comunicación.

1.3 INTERNET

El internet es una red que trabaja bajo los protocolos de TCP/IP, abarca a todo clase de red, entre ellas las públicas, empresariales, de gobierno y privadas, para la implementación de la conectividad mundial se establecen distintas redes de comunicación como las inalámbricas, redes basadas en fibra óptica y sistema de direccionamiento del tráfico como ruteadores y switches de gama alta.

Dentro de los servicios que ofrece la red internet se encuentran la transmisión de información en formato Hipertexto, creación de redes P2P (puerto a puerto), correos electrónico, telefonía IP todo esto dentro de esta gran red WAN (Wide Area Network.)

Los orígenes de la Internet de nuevo a la investigación encargada por el gobierno de los Estados Unidos en la década de 1960 para construir la comunicación robusta, tolerante a fallos a través de redes informáticas. La red precursor primario, ARPANET, sirvió inicialmente como una red troncal para la interconexión de la región redes académicas y militares en la década de 1980. (Wikipedia, 2015)

1.4 PROTOCOLO TCP/IP

El protocolo TCP/IP cuenta con 5 capas con distintos servicios, como se muestra en la siguiente **Tabla 1**, cada capa cumple una función específica para establecer una comunicación confiable a través de la red WAN.

Tabla 1.- Capas del Protocolo TCP/IP

CAPAS TCP/IP	SERVICIOS
APLICACIÓN	HTTP,FTP,TELNET,DNS
TRANSPORTE	TCP,UDP
INTERNET	IP,ARP,ICMP
ENLACE	LLC,PPP.DHCL
FÍSICA	ETHERNET,FDDI,TOKEN RING

Fuente: El Autor

- **Capa aplicación:**

Trabaja conjuntamente con los protocolos de transporte para la recepción y el envío de información en forma de bytes o mensajes.

- **Capa transporte**

Existen 2 tipos de protocolos, estos son el tcp (transmission control protocol) orientado a conexión y el udp (user datagram protocol) no orientado a conexión.

- **Capa internet**

Los protocolos de esta capa son el ip (internet protocol), icmp (internet control message protocol) y arp (address resolution protocol), el protocolo ip permite el direccionamiento lógico de la red tcp/ip y el enrutamiento de paquetes, este protocolo tiene la obligación de conocer la dirección física del destinatario para que la capa de enlace de datos pueda acceder a la transmisión de paquetes ip.

- **Capa enlace de datos**

Es responsable de establecer el inicio y al final de los frames de envío proporciona el direccionamiento físico de la red e identifica los errores en los paquetes de envío, cuenta con los siguientes protocolos como llc (logical link control), el hdlc (high level data link control), ppp (point to point) entre otros.

- **Capa física**

Se encarga de la transmisión a través de medios físicos, cada uno de ellos conectados al host, como puede ser una red ethernet, o un enlace punto a punto. (Derechos, 2015)

1.5. PROTOCOLO DE TRANSPORTE TCP

TCP es un protocolo de transporte, envía datos en un flujo de bytes, por medio de números de secuencia y mensajes de reconocimiento, proporciona un nodo de envío con la información de entrega sobre los paquetes transmitidos a un nodo de destino. Si los datos se extravían al momento de ser transmitidos o recibidos, el protocolo de transporte, retransmite la información hasta cumplir el plazo de tiempo establecido por el protocolo, además reconoce la duplicación de los datos y al mismo tiempo descartarlos del paquete.

En una transmisión en la que los equipos como de transmisión y recepción envían datos a diferente velocidad, TCP usa mecanismos de control para reducir o captar los datos a una velocidad comprendida por el equipo con menor capacidad, y la función principal de este protocolo mencionada anteriormente es comunicar las capas aplicación con la capa internet.

TCP es confiable en términos de transmisión de información de extremo a extremo en el internet. Proporciona un canal full-duplex, y de streaming. En esta función los controladores rompen el flujo de datos en segmentos más pequeños, le adjuntan una cabecera TCP para cada, esta cabecera IP se adjunta a este paquete TCP, y el paquete completo sube a la red para su transmisión.

TCP tiene las siguientes características funcionales:

- **Protocolo Unicast**

TCP se basa en un modelo de red de unidifusión, y permite el intercambio de datos entre exactamente dos partes. No es compatible con los modelos de difusión o de red de multidifusión.

- **Estado de conexión**

En lugar de imponer un estado dentro de la red de apoyo a la conexión, tcp utiliza el estado sincronizado entre los dos puntos finales. Este estado sincronizado está configurado como parte de un proceso de conexión inicial, de modo tcp puede ser considerado como un protocolo orientado a la conexión. Gran parte del diseño del protocolo está destinado a garantizar que cada transición de estado local se comunica a, y reconocida por la parte remota.

- **Fiabilidad**

Fiabilidad implica que la corriente de octetos pasados al controlador de tcp en un extremo de la conexión se transmite a través de la red para que la corriente se presenta al proceso remoto como la misma secuencia de octetos, en el mismo orden generado por el remitente.

Esto implica que el protocolo detecta cuando los segmentos de la cadena de datos han sido descartados por la red, reordenado, duplicar, o dañado. Cuando sea necesario, el remitente retransmitirá segmentos dañados con el fin de permitir que el receptor para reconstruir el flujo de datos original. Esto implica que un remitente tcp debe mantener una copia local de todos los datos transmitidos hasta que recibe una indicación de que el receptor ha completado una transferencia precisa de los datos.

- **Full dúplex**

Permite a los dispositivos involucrados en la comunicación enviar y recibir datos en el contexto de la conexión Tcp única.

- **Streaming**

Tcp utiliza una estructura de paquetes de transmisión de la red, es un protocolo de flujo cierto, y las operaciones de red a nivel de aplicación no son transparentes. Algunos protocolos encapsulan explícitamente cada transacción de aplicación; para cada escritura, debe haber una coincidencia al leer. Así la aplicación derivada de la segmentación del flujo de datos en una estructura de registro lógico se conserva en toda la red. Tcp no conserva una estructura tal implícita impuesta a la corriente de datos, por lo que no hay emparejamiento entre escritura y lectura operaciones dentro del protocolo de red. Por ejemplo, una aplicación de Tcp puede escribir tres bloques de datos en secuencia en la conexión de red, que puede ser recogido por el lector remoto en una única operación de lectura. El tamaño de los bloques de datos (segmentos) utilizados en una sesión Tcp se negocia en el inicio de la sesión. El remitente intenta utilizar el segmento con el mayor segmento para la transferencia de datos, dentro de las limitaciones del tamaño máximo de segmento del receptor, se encuentra el tamaño máximo de segmento del remitente configurado y el tamaño del paquete maxi-momia soportable no fragmentado de la ruta de red (ruta de unidad de transmisión máxima [mtu]). El camino mtu se actualiza periódicamente para adaptarse a los cambios que pueden ocurrir dentro de la red, mientras que la conexión Tcp está activa. (Cisco, 2005)

- **Tasa de adaptación**

Tcp es también un protocolo de velocidad adaptativo, en que se pretende la tasa de transferencia de datos para adaptarse a las condiciones de carga prevaecientes dentro de la red y adaptarse a la capacidad de procesamiento del receptor. No existe una tasa de transferencia de datos tcp predeterminado; si la red y el receptor ambos tienen capacidad adicional disponible, un emisor tcp intentará inyectar más datos en la red para tener este espacio disponible. A la inversa, si hay congestión, un remitente tcp reducirá su tasa de envío para permitir que la red se recupere. Esta función de adaptación de los intentos de lograr la más alta tasa de transferencia de datos posible sin provocar la pérdida de datos consistente. (Cisco, 2005)

1.6 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN GPRS GSM

Es el Sistema Global de Comunicación Móviles, es una tecnología celular abierta usada para transmitir servicios de voz y transmisión de servicios, dicha red soporta llamadas y transmisión de datos a una velocidad de 9,8 kbps. Conjuntamente con la transmisión que ofrece el Servicio de mensajes cortos o SMS

GSM opera a una frecuencia de 900MHz y 1.8GHz en Europa, 1.9GHz y 850GHz en los Estados Unidos de América, además sus servicios son transmitidos en frecuencia de 850GHz en Latino América, Canadá y Australia. El uso del espectro radioeléctrico en este rango de frecuencias ha armonizado la mayor parte del mundo, combinada con las capacidades del Roaming Mundial, permite a viajeros acceder a los mismos servicios de la telefonía móvil de su país a otros en el extranjero. GSM permite a cada individuo tener su mismo número móvil en 219 países, las redes del GSM Terrestre cubren un total del 90% de la población mundial, además el Satélite GSM ha permitido que el servicio de Roaming llegue a zonas donde la cobertura terrestre no está disponible. (gsma, 2015)

La red GSM consta de los siguientes componentes dentro de su red:

- SIM (Subscriber Identity Module). Es el chip con un número único correspondiente al usuario.

- BSC (Base Station Controller). Es la estación base controladora, la cual concentra varias estaciones base.
- BTS (Base Transceiver Station). Conecta los terminales móviles con la red GSM a través del espectro radio eléctrico.
- BSS (Base Station Subsystem). Tiene dos partes, constituida por la BSC y la BTS.
- MS (Mobile Station). Equipo terminal usado por el usuario.
- MSC (Mobile Switching Center). Es la central para la conmutación de los servicios móviles, asigna los canales de usuario entre el MSC y BSC y administra el flujo de llamadas.
- HLR (Home Location Register). Es una base de datos con la información de todos sus abonados para la administración de sus servicios y localización, dependiendo del tipo de requerimiento que ha sido solicitado.
- GMSC (Gateway MSC). Es el que permite la conexión de la red móvil con la red de telefonía fija.
- VLR (Visitor Location Register). Es un servidor que contiene información sobre la ubicación de los terminales. (Juan Carlos Amay, 2014)

1.6.1 GPRS

El General Packet Radio Service es un servicio inalámbrico de datos disponible en la mayoría de redes GSM, esta red ofrece tasas de transferencia de hasta 40 kbps, esto permite a los teléfonos móviles acceder a servicios en línea con una velocidad similar a las de un modem con acceso telefónico, pero con la movilidad de establecer una conexión desde casi cualquier lugar.

El GPRS permite disfrutar de servicios como el correo electrónico, mensajes multimedia, redes sociales y los servicios de localización. (gsma, 2015)

En las redes GPRS existen algunos componentes que varían de una red GSM. Con estos nuevos elementos se introduce el protocolo IP y así la conmutación de paquetes, los dos componentes son: el GGSN el cual cambia el formato de los paquetes para una lectura IP, y además el SGSN que es el encargado de la transmisión de dichos datos. (Juan Carlos Amay, 2014)

1.6.1.1 Servicios GPRS

En el modo de conmutación de paquetes, se establece una conexión no permanente entre el terminal móvil y la red de datos externa. En cambio, en el modo de switched-circuit, se establece una conexión durante la transferencia entre la entidad que llama y la entidad llamada. En el modo de conmutación de paquetes, los datos se transfieren en bloques de datos, llamados paquetes.

Cuando se necesita la transmisión de paquetes, un canal se asigna, pero es lanzado inmediatamente después. Este método aumenta la capacidad de la red.

De hecho, varios usuarios pueden compartir un canal determinado, ya que no es asignado a un solo usuario durante un período llamado entero. Uno de los principales propósitos de GPRS es facilitar la interconexión entre un móvil y las otras redes de conmutación de paquetes, que abre las puertas al mundo de la Internet. Con la introducción de modo paquete, la telefonía móvil e Internet convergen para convertirse en la tecnología de Internet móvil.

Esta tecnología introducida en los usuarios de teléfonos móviles permite tener acceso a los nuevos servicios de valor agregado, incluyendo:

Servicios de cliente-servidor, que permiten a los datos de los compañeros de acceso almacenados en bases de datos. El más famoso ejemplo de estos es el acceso a la World Wide Web (WWW) a través de un navegador.

Servicios de conversación en tiempo real, que proporcionan comunicación bidireccional en tiempo real. Una serie aplicaciones de Internet y multimedia requieren este esquema, como voz sobre IP y video conferencia.

- Servicios de Tele - acción, que se caracterizan por transacciones cortas y se les exige para servicios como SMS, monitoreo electrónica, sistemas de vigilancia, y transacciones de lotería.

GPRS permite la optimización de recursos de radio mediante el uso de la conmutación de paquetes para aplicaciones de datos que pueden presentar las siguientes características de transmisión:

- La transmisión de datos infrecuentes, ya que cuando el tiempo entre las dos transmisiones excede el tiempo de transferencia de la media (por ejemplo, los servicios de mensajería).
- La transmisión frecuente de bloques de datos pequeños, en los procesos de varias transacciones de menos de 500 octetos por minuto (por ejemplo, la descarga de varias páginas HTML de una aplicación de navegación).
- Transmisión infrecuente de bloques de datos más grandes, en los procesos de varias transacciones por hora (por ejemplo, acceso de la información almacenada en los centros de base de datos).
- Rendimiento asimétrica entre enlace ascendente y descendente, como la recuperación de datos en un servidor en el que se utiliza el enlace ascendente para enviar órdenes de señalización y el enlace descendente se utiliza para recibir los datos como una respuesta de la solicitud (por ejemplo WEB/ WAP)

GPRS reduce recursos para sus clientes, ya que establece un servicio basándose en el ahorro del espectro radio eléctrico, este modo de conmutación de paquetes proporciona un ahorro en cuanto a costos, al ser su transmisión intermitente reduce el tiempo de conexión y crea cierta reducción del débito hacia el cliente, a diferencia del modo de conmutación de circuitos que no proporciona un ahorro porque su sistema establece una conexión directa hacia otro usuarios, sin descontar ningún tipo de canal para permitir el acceso a otro usuario para dicho enlace directo entre dos clientes, la conmutación establece una compartición sin opción a un canal exclusivo para un cliente, dejando a la posibilidad de compartir un enlace de comunicación entre varios usuarios dentro de la red GSM GPRS. (Emmanuel Seurre, 2003)

1.6.1.2 Protocolo GPRS

Este protocolo es transparente para los procesos dentro de la red que compete al dispositivo móvil y el nodo del GSN (GPRS support node) al que el terminal móvil esta enlazado.

El operador GPRS optimiza los recursos de radio frecuencia, compartiéndolos entre varios usuarios, es capaz de proponer las tarifas más equitativas en la transmisión de datos en modo GPRS que en el modo de conmutación de circuitos. De hecho, la facturación en el modo de conmutación de circuitos tiene en cuenta el tiempo de conexión entre el usuario llamante y el usuario llamado. Los estudios sobre la transmisión de datos en GPRS muestran que los datos se intercambian de extremo a extremo en el 20% del tiempo de conexión en un circuito conmutad, por ejemplo, un usuario navega por la WWW, y descarga una página HTML identificada por un localizador uniforme de recursos (URL), lee el contenido de la página HTML, y luego descarga una nueva página HTML para leer.

En este ejemplo no se intercambian datos de extremo a extremo entre las dos descargas de páginas HTML. Para este tipo de aplicación, un más apropiado tener en cuenta el volumen de datos que se intercambian en lugar del tiempo de conexión de conmutación de circuitos. En el modo de paquete, el usuario en GPRS podría transmitir según el tipo de servicio solicitado, en si por el volumen de datos intercambiados.

1.6.1.3 Relación cliente-servidor

El modo GPRS de transmisión de paquetes se basa en el "cliente / servidor", en lugar de la "llamante / llamado" principio en uso en el dominio de la telefonía. El cliente envía una solicitud al servidor, que procesa la solicitud y envía el resultado al cliente. Así, el móvil puede ser configurado según cada aplicación en modo cliente o en el modo servidor.

El móvil puede ser configurado en modo cliente para acceder al internet, intranet o base de datos mediante el inicio de una comunicación GPRS. Por lo general, el móvil GPRS se configura como un cliente. La **Figura 1** muestra una conexión GPRS desde el MS (Mobile Station) configurado en modo cliente.

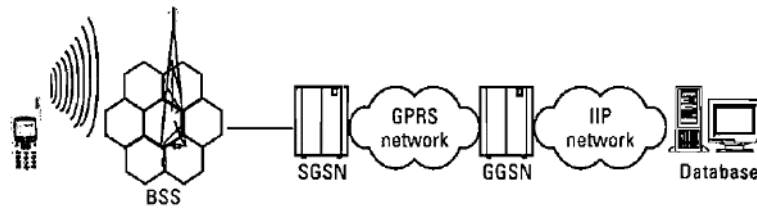


Figura 1.-Comunicación Cliente –Servidor red GPRS

Fuente: GPRS for Mobile Internet.

El móvil también puede configurarse en modo de servidor de aplicación vertical para telemetría de monitoreo. En este tipo de aplicación, el móvil puede ser que esté conectado a diferentes equipos, tales como una cámara para la vigilancia o de un monitoreo de mediciones, el dispositivo móvil puede configurar distintos equipos en cierto orden para procesar información y luego devolverla al cliente.

Con el fin de interpretar una solicitud de un cliente, el móvil debe ser capaz de enrutar información desde la red hacia la aplicación receptora. En modo de servidor, la estación móvil debe ser adjunta a una IMSI (Identidad Internacional del Abonado a un Móvil) para servicios GPRS con el fin de recibir la petición de un cliente. (Emmanuel Seurre, 2003)

1.6.1.4 Envío de paquetes IP desde la estación móvil hacia el GGSN

La **Figura 2** muestra un escenario para el envío de paquetes IP, desde la MS (Mobile Station) al GGSN (Gateway GPRS Support Node). El paquete IP es recibido por la capa SNDCP (Sub Network Dependent Convergence Protocol) en el lado de la estación móvil como un N-PDU (Network Protocol Data Unit).

Si el tamaño de N-PDU (Network Protocol Data Unit) es más largo que un N201 (longitud máxima del campo de información de LLC), la capa SNDCP (Sub Network Dependent Convergence Protocol.) segmenta la N-PDU, en varias SN-PDUs (Network Service Protocol Data Unit).

Esto envía cada SN-PDU (Sub Network Protocol Data Unit) hacia la capa LLC (Logical Link Control), que da formato a la PDU recibida en un marco LLC PDU, ya sea en el marco UI (unconfirmed information) o por transferencia de un marco desconocimiento o

dentro de “I” (information) por transferencia de información desconocida, dependiendo de la clases de fiabilidad de QOS (Quality of Service). Después el LLC PDU es enviado desde la MS (Mobile Station) hacia SGSN (serving GPRS support node) mediante la vía BSS (base station system), siendo encapsulado en la RLC (radio link control) PDU sobre la interface aérea y dentro de la BSSGP (base station system GPRS protocol) PDUs en una interface GB.

La Capa LLC (Logical Link Control) dentro del SGSN (serving GPRS support node) va hacia adelante a la capa SNDCP (Sub Network Dependent Convergence Protocol.), cada marco recibido del LLC hacia una SN-PDU (Sub Network Service Protocol Data Unit). Esta capa reensambla la SN-PDUs hacia una N-PDU (Network Service Protocol Data Unit). Si la segmentación fue realizada en el lado de la estación móvil, y después se encuentra el N-PDU (Network Protocol Data Unit) para retransmitir, el papel de este último es el de adaptar el formato de la N-PDU al formato de la PDU y viceversa. Las G-PDUs (GTP-U PDU) se tunelizan dentro de los túneles del GTP (GPRS tunnelling Protocol), a través de las interfaces Gn o Gp entre la SGSN (serving GPRS support node) y la GGSN (Gateway GPRS Support Node), luego la capa GTP dentro de la GGSN extrae la T-PDU (tunelled) desde el G-PDU (GTP-U PDU) con el fin de enviar la T-PDU (IP PDU) hacia la capa IP.

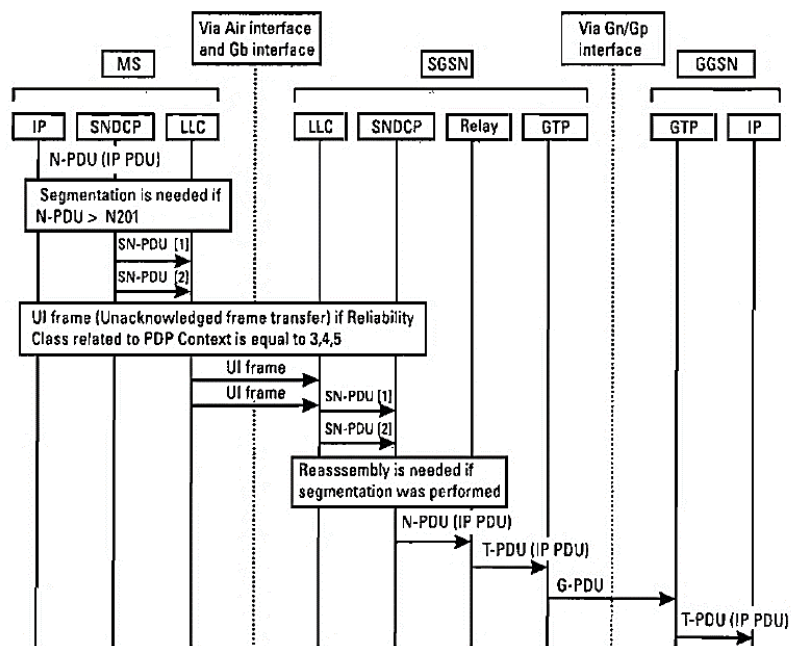


Figura 2.- Envío de paquetes IP hacia desde la estación móvil hacia el GGSN.
Fuente: GPRS for Mobile Internet.

1.6.1.5 GSM GPRS SIM900

El SIM900 es una solución GSM / GPRS completa de banda cuádruple en un Módulo de SMT que puede ser integrado en las aplicaciones de telefonía móvil. Con una interfaz estándar de la industria, el SIM900 GSM / GPRS trabaja en las frecuencias de 850/900 / 1800 / 1900MHz para voz, SMS, datos y fax, todo esto con un bajo consumo de potencia.

El SIM900 puede caber bajo casi todos los requisitos para una aplicación man to machine (M2M), está diseñado con un procesador muy potente de un solo chip de integración AMR926EJ - Core, módulo quad - band GPRS con un tamaño de 24mmx24mmx3mm y el protocolo TCP / IP. (Simcom, 2010)

EL SIM900 GPRS/GSM mostrada en la **Figura 3**, es una tarjeta que puede enviar y recibir datos a través de la red de datos de una red GPRS y su eficacia de conexión depende de la calidad de la conexión entre la estación base y el terminal que en este caso es la tarjeta sim900.



Figura 3.-Tarjeta GSM GPRS SIM900

Fuente: http://www.geeetech.com/wiki/index.php/GPRS_Shield_V2.0

1.7 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN ETHERNET

Ethernet es un protocolo que controla la forma de datos se transmite sobre una red de área local (LAN). Los cables utilizados para una LAN son en su mayoría los encabezados por un conector RJ – 45.

Ethernet utiliza un concepto de comunicación llamados datagramas para llegar mensajes a través de la red. Los datagramas Ethernet toman la forma de paquetes independientes de información. Estos paquetes tienen campos que contienen información acerca de los datos, su origen, su destino y el tipo de datos. El campo de datos en cada paquete puede contener hasta 1500 bytes. Tome correo como una metáfora. Un paquete de Ethernet no es sólo una carta. También está dotado de la dirección del remitente, la dirección del receptor, y el sello que indica lo que el paquete contiene. (Xerox, 1970)

1.7.1 ENC28J60

El módulo ENC28J60, es una tarjeta Ethernet de desarrollo de la familia de Microchip, tiene dos voltajes de alimentación de 3.3v a 5v, por defecto trabaja con 3.3v, pero con el uso de jumpers se puede cambiar a un input de 5v, esta tarjeta crea una conexión de red, de esta forma puede acceder al flujo de información de la aplicación a través de una dirección IP, para la administración se usa se usa el Bus serie SPI, dependiendo del tipo de aplicación se puede conectar a la web o a una red LAN.

Este dispositivo mostrado en La **Figura 4** puede establecer una conexión directa con equipos de comunicación tal como un Router o un Switch por medio de un cable Ethernet, al momento de establecer cualquier tipo de comunicación el puerto Ethernet de la tarjeta titila 2 leds lo que indica la conexión física del equipo y la transmisión de información. (Electronics, 2010)



Figura 4.- Módulo Ethernet ENC28J60

Fuente:<http://www.internetdelascosas.cl/wpcontent/uploads/2013/06/Ethernetmodule1.jpg>

1.8 DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN WI-FI

Wi-Fi es una tecnología de red inalámbrica que permite a los ordenadores y otros dispositivos se comuniquen a través de una señal inalámbrica. En él se describen los componentes de red que se basan en uno de los estándares 802.11 desarrollados por el IEEE y adoptados por la Wi-Fi Alliance.

Wi-Fi es la manera estándar de computadoras se conectan a las redes inalámbricas. Casi todos los dispositivos portátiles y móviles modernos han incorporado los chips Wi-Fi que permite a los usuarios encontrar y conectarse a los routers inalámbricos. La mayoría de los dispositivos electrónicos digitales, sistemas de videojuegos y otros dispositivos independientes también apoyan Wi-Fi, lo que les permite conectarse a redes inalámbricas también. Cuando un dispositivo establece una conexión Wi-Fi con un router, puede comunicarse con el router y otros dispositivos en la red. Sin embargo, el router debe estar conectado a Internet (a través de un módem DSL o cable) con el fin de proporcionar acceso a Internet a los dispositivos conectados. Por lo tanto, es posible tener una conexión Wi-Fi, pero sin acceso a Internet. (Techterms, 2014)

1.8.1 ROUTER HUAWEI HG532C

El HG531s es un tipo de terminal ADSL, ADSL2+ para un rápido acceso a Internet y altas velocidades de ancho de banda. Soporta los estándares 802.11b/g/n y contiene cuatro interfaces Ethernet. Después de conectarlo a una PC, un STB, laptop, o algún otro terminal, los usuarios pueden disfrutar de datos, voz, y muchos más servicios. El HG531s soporta enrutamiento y funciones de puenteo, además NAT y firewall, con sencillas configuraciones de red y políticas de QoS. Además garantiza la calidad en parámetros como latencia y servicios de video y voz susceptibles a la pérdida de paquetes. (Technologies, 2013)

El Router permite acceder a la red wireless para administrar los datos de los terminales, contiene 4 puertos Ethernet, con el que puede conectarse a 4 conectores RJ45, y cuenta

con 32 puertos inalámbricos para el acceso de equipos con tarjetas WI-FI, cuenta con configuraciones IP estáticas y DHCP para administrar los usuarios que ingresen a la red y tiene una fuente de alimentación de 12 VCC, el router cuenta con ciertos puertos y botones que se muestran en la **Figura 5** y explicados en la **Tabla 2**.

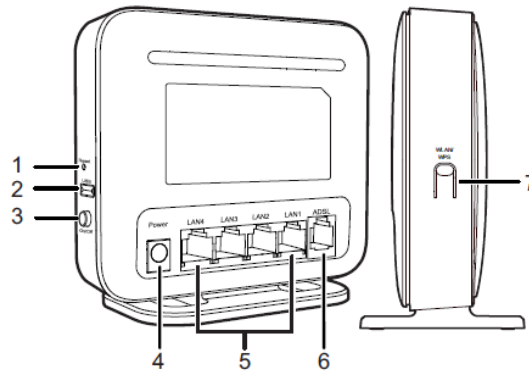


Figura 5.- Descripción Router Huawei HG532C

Autor: Huawei Technologies

Tabla 2.- Puertos del Router Huawei HG32C

PUERTOS Y BOTONES	DESCRPCIÓN
1.Reset	Restaura el HG531s a sus valores por defecto manteniendo presionado por 6 segundos o más.
2.USB	Puerto de conexión para dispositivos USB
3. Encendido/Apagado	Enciende o apaga el HG531s
4. Puerto de carga	Se conecta un adaptador de carga.
5. Interfaces Lan1 – Lan4	Conecta dispositivos Ethernet, como computadoras, STBs y switches.
6. ADSL	Conecta a un filtro DSL o un cajetín telefónico.
7. WLAN/WPS	Habilita o deshabilita la función WLAN. - Presionar el botón más de 3 segundos para habilitar la función WLAN.Presionar el botón menos de 3 segundos para negociar WPS.

Fuente: Huawei Technologies

En la siguiente **Figura 6** se muestra al Router Huawei, mostrando su parte delantera, donde internamente se encuentra su antena de transmisión.



Figura 6.- Router Huawei HG532C

Fuente:<http://aquilesvaesa.blogspot.com/2014/04/configurar-el-wifi-del-router-o-modem.html>

1.8.2 MÓDULO WIFLY RN-XV 171

Utiliza una plataforma basada en TCP/IP de 32 bits, una potencia de transmisión hasta 12dBm, un clock en tiempo real, una unidad de energía diseñada internamente, interface de sensor analógico y además cuenta con un Firmware para simplificar la integración y así minimizar el tiempo de ejecución de la aplicación.

Trabajo TCP/ IP lo que incluye UDP,DHCP, DNS,ARP,ICMP y clientes FTP y TCP.Incluye interfaces física TTL UART con una tasa de transmisión MAXINA DE 464 kbps, 8 entradas/salidas digitales y 3 entradas de sensores analógicos, en la **Figura 7** se puede visualizar dicho elemento.



Figura 7.- Módulo Wifly RN-XV 171

Fuente: <https://www.sparkfun.com/products/10822>

1.9 REDES LOCALES WLAN (WIRELESS LAND AREA NETWORK)

Este tipo de redes utilizan el espectro radioeléctrico para transmitir la información entre distintos usuarios de la red local, dentro de este tipo de redes los dispositivos cuentan con antenas WI-FI, que proporcionan un alcance de 100 a 150 metros sin ningún tipo de obstáculo entre los dispositivos, con una velocidad de transmisión de 11Mbit/s hasta un máximo de 54 Mbit/s, la **Figura 8** muestra los equipos dentro de la conexión.



Figura 8.- Comunicación Wireless Land

Fuente: El Autor

1.10 MICRO CONTROLADORES

Un microcontrolador de 8 bits es un sistema autónomo de memoria, un procesador y periféricos que se puede utilizar como un sistema embebido. La mayoría de los microcontroladores de 8 bits programables que están en uso hoy en día están incrustados en otras máquinas o productos de consumo, como teléfonos, automóviles, electrodomésticos, así como periféricos para sistemas informáticos. Por lo tanto, otro nombre para un bit microcontrolador 8 está "incrustado 8 controlador de poco." Algunos sistemas embebidos son muy sofisticados, mientras que otras tienen requisitos mínimos para la memoria y la longitud de programación con una baja complejidad del software. Los dispositivos de entrada y de salida incluyen relés, solenoides, interruptores, pantallas LCD y sensores para datos como la temperatura, el nivel de luz o la humedad.

Tipos de 8 bits Microcontroladores, los más comunes clasificados por tamaño Flash, tamaño de RAM, el número de líneas de entrada / salida, tipo de embalaje, la velocidad y

la tensión de alimentación. Los filtros paramétricos en nuestro sitio web pueden ayudar a refinar sus resultados de búsqueda en función de las especificaciones requeridas.

Los Micro controladores programables contienen pines de entrada/salida de propósito general, y su número puede variar. Los pines pueden ser configurados por el software a una entrada o un estado de salida. Cuando estos pasadores están configurados para un estado de entrada, que pueden ser utilizados para leer sensores o señales externas. Cuando se configuran para el estado de salida, estos pines pueden manejar dispositivos externos como pantallas LED y motores. (futureelectronics, 2015)

1.10.1 MICROCONTROLADOR PIC 16F877A

El PIC16f877A tiene una conexión interna mediante buses, tal como se muestra en la **Figura 9**.

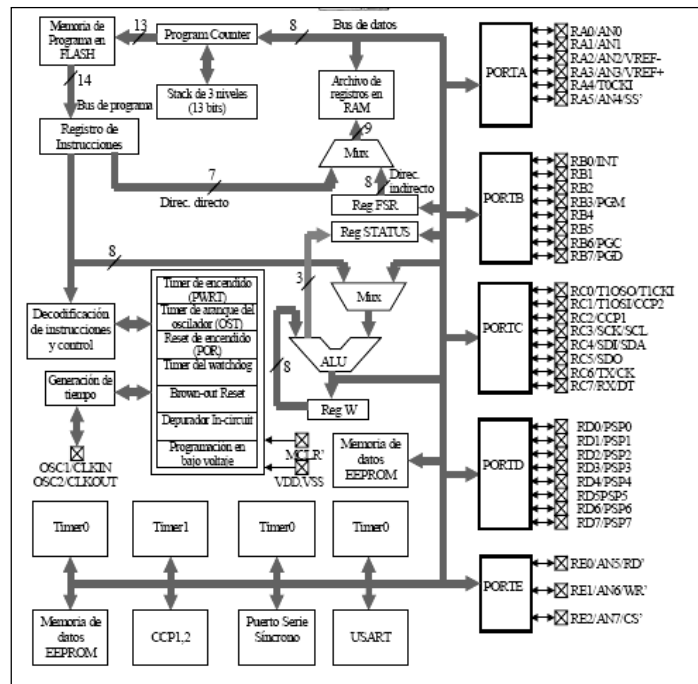


Figura 9.- Diagrama de bloques funcionales Pic 16F877A

Fuente: PIC 16F877A Data Sheet

El micro controlador consta de 40 pines el mismo que configuramos de la siguiente manera:

Los pines se pueden configurar como entrada o salida, dependiendo de la programación, este microcontrolador cuenta con varios puertos enumerados por letras, el Puerto A cuenta con 6 pines también configurables en analógicos, el puerto B con 8 pines el puerto C con 8 puertos y el puerto E con 3 pines configurables, la **Figura 10** muestra dicha descripción del PIC16F877A.

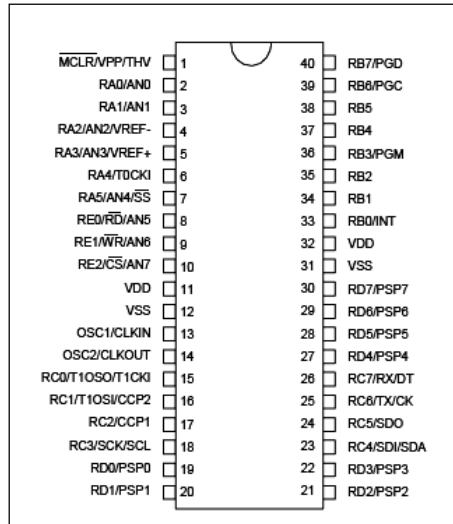


Figura 10.- Distribución de los puertos del pic16f877

Fuente: PIC 16F877A Data Sheet

Los pines 11 y 12 son para alimentación del microcontrolador. En los pines 13 y 14 se coloca un oscilador cristal, el pin 13 es la entrada fuente de reloj externo que va conectado a un extremo del cristal de 10 Mhz y a un capacitor de 22pf. El pin 14 es la salida del oscilador y va conectado al otro extremo del cristal y a un capacitor de 22 pf y, en la **Figura 11** se puede ver dicha conexión.

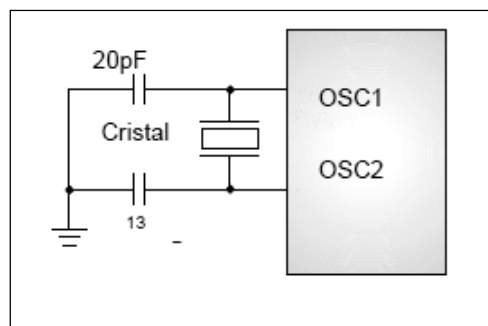


Figura 11.- Conexión de un oscilador.

Fuente: El Autor

Para la ejecución del programa, se debe configurar la velocidad de procesamiento, se necesita saber la velocidad en la que el programa fue compilado y grabado, para el caso particular del PIC16F877 existen 2 tipos de osciladores, los cuales se mencionan a continuación:

- XT. (Funciona con un oscilador de entre 4 a 1 MHz).
- HS. (Oscilador en alta frecuencia entre 20 a 10 MHz).

Al momento de grabar el programa en el quemador de Picos Micro Chip, es necesario que el programador adquiera un oscilador con el mismo valor que se configuró, de otro modo, el programa no realizara ninguna de las funciones programadas.

1.10.2 ARDUINO MEGA 2560

El Arduino MEGA 2560 es una placa basada en el Microcontrolador ATMEGA 2560, con un voltaje de operación de 5v, usa voltajes de entre 7 a 12 v, cuenta con 16 puertos analógicos, con una memoria EEPROM de 4 KB, con un reloj de 16MHz, 4 puertos seriales, corriente DC de 40 mA para pines de entrada /salida.

Trabaja en un entorno de desarrollo libre, ya que han desarrollado su propio hardware y software libre para que los usuarios puedan utilizar al máximo su herramienta de desarrollo, la placa se visualiza en la **Figura 12**.

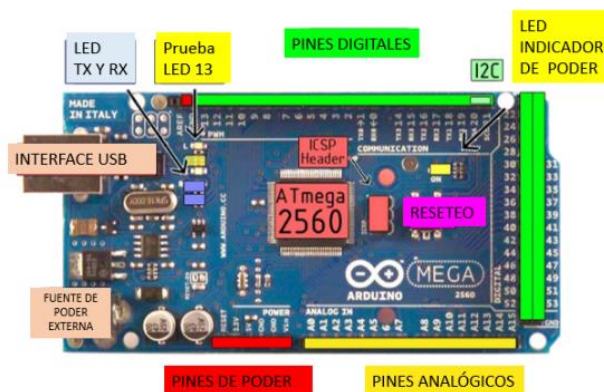


Figura 12.- Descripción del Arduino MEGA 2560

Fuente: <http://www.mantech.co.za/datasheets/products/A000047.pdf>

1.10.2.1 MICROCONTROLADOR ATMEGA 2560

El alto rendimiento, es un microcontrolador RISC de bajo consumo Atmel de 8 bits AVR, combina la memoria 256KB ISP flash, 8 KB de SRAM, 4KB EEPROM, 86 de propósito general de E / S líneas, registros de trabajo 32 de propósito general, contador de tiempo real, seis temporizador flexibles / contadores con comparan modos, PWM, 4 USARTs, interfaz en serie de 2 hilos orientados, convertidor de 10 bits de 16 canales A/D, y una interfaz JTAG para la depuración en el chip. El dispositivo logra un rendimiento de 16 MIPS a 16 MHz y opera entre 4.5-5.5 voltios.

Mediante la ejecución de instrucciones de gran alcance en un solo ciclo de reloj, el dispositivo alcanza un rendimiento se aproxima a 1 MIPS por MHz, equilibrando el consumo de energía y velocidad de procesamiento. La **Figura 13** muestra dicho microcontrolador.

(ATMEL, 2015)



Figura 13.- Microcontrolador ATMEGA 2560

Fuente: http://pakistanstuff.com/Images/ProductID_5129_Image1.jpg

1.11 SERVIDORES

Un servidor es un equipo que proporciona datos a otros equipos. Puede servir de datos a los sistemas en una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN) a través de Internet.

Existen muchos tipos de servidores, incluyendo servidores web, servidores de correo y servidores de archivos. Cada tipo se ejecuta un software específico para el propósito del

servidor. Por ejemplo, un servidor Web puede ejecutar Apache HTTP Server o Microsoft IIS, ambos proporcionan el acceso a sitios web a través de Internet.

El software de servidor es específica para el tipo de servidor, el hardware no es tan importante. De hecho, a las computadoras de escritorio regulares pueden transformarse en un servidor añadiendo el software apropiado. Por ejemplo, un ordenador conectado a una red doméstica puede ser designado como un servidor de archivos, servidor de impresión, o ambos.

Mientras que los servidores pueden ejecutarse en diferentes tipos de ordenadores, es importante que el hardware es suficiente para soportar las demandas del servidor. Por ejemplo, un servidor Web que se ejecuta un montón de secuencias de comandos web en tiempo real, debe tener un procesador rápido y suficiente memoria RAM para manejar la "carga" sin disminuir la velocidad. (Techterms.com, 2014)

1.12 PHP

Es un lenguaje de programación usado para el diseño de páginas web, permite crear interfaces dentro de un compilador con dicho lenguaje, uno de ellos es PhpMyAdmin, esto permite llamar a distintas funciones para realizar request, postear o cambiar información dentro de una base de datos.

1.13 SENSORES

Un sensor es un dispositivo que detecta y responde a algún tipo de entrada desde el entorno físico. La entrada específica podría ser la luz, el calor, el movimiento, la humedad, la presión, o cualquiera de un gran número de otros fenómenos ambientales. La salida es por lo general una señal que se convierte en pantalla legible por humanos en la ubicación del sensor o transmitida electrónicamente a través de una red para la lectura o posterior procesamiento.

1.13.1 DHT11

El DHT11 cuenta con un sensor de temperatura y humedad, con una salida de señal digital calibrada. Mediante el uso de la señal de adquisición digital adquiere la señal de humedad y temperatura que garantiza una alta fiabilidad y excelente estabilidad a largo plazo. Este sensor incluye una medición de la humedad de tipo resistivo y un componente de medición de temperatura NTC, se conecta a un de un microcontrolador de 8 bit, brindando una respuesta rápida y anti interferencias. El componente se muestra en la **Figura 14**, cuenta con 4 pines y se alimenta con 3.3v DC. (D-Robotics, 2010)

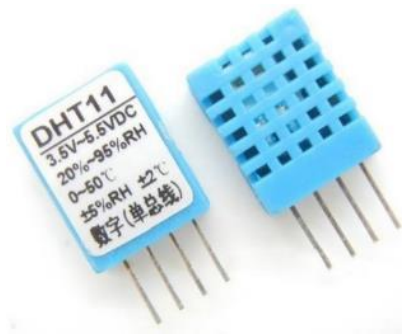


Figura 14.- Sensor DHT11

Fuente: <http://electronilab.co/wp-content/uploads/2013/11/dht11.jpg>

1.14 ELECTROVÁLVULA

Una válvula de solenoide es un dispositivo operado electrónicamente. Se utiliza para controlar el flujo de líquidos o gases en un modo positivo, totalmente cerrada o totalmente abierta. La válvula se utiliza comúnmente para reemplazar una válvula manual o control remoto. Un solenoide es operado por la apertura y cierre de un orificio en un cuerpo de válvula que permite o impide el flujo a través de la válvula. El orificio se abre o cierra mediante el uso de un émbolo que se eleva o se baja dentro de un tubo de la manga por la activación de la bobina. La parte inferior del émbolo que contiene un material de sellado compatible, que cierra el orificio en el cuerpo para detener el flujo a través de la válvula.

El conjunto de solenoide consiste en una, émbolo, y conjunto de manguito de bobina. En una válvula normalmente cerrada, un muelle de retorno del émbolo tiene el émbolo contra

el orificio, impidiendo el flujo a través de la válvula. Cuando se energiza la bobina, un campo magnético se produce, levantando el émbolo y permitiendo el flujo a través de la válvula. En una válvula normalmente abierta, cuando se energiza la bobina, los sellos de émbolo fuera del orificio, detener el flujo a través de la válvula. (Hannifin, 2003)

1.14.1 ELECTROVÁLVULA DC LG 5221EA1001H

Electro válvula con un voltaje de alimentación de 12V de tensión y 1A de corriente, usada en lavadoras de la marca LG con voltaje directo. **Figura 15**



Figura 15.- Electroválvula LG

Fuente:[http://i.ebayimg.com/00/s/Mzc1WUwMA==/\\$\(KGrHqVHJC0E-4zwS5+BPweiomLDQ~~60_57.JPG](http://i.ebayimg.com/00/s/Mzc1WUwMA==/$(KGrHqVHJC0E-4zwS5+BPweiomLDQ~~60_57.JPG)

1.15 RIEGO POR NEBULIZACIÓN

Este tipo de riego consiste en distribuir el suministro de agua a través de pulverizadores, que esparcen gotas muy finas de agua, generando una niebla cuando se evaporan, de esta manera lo que se consigue es humedecer y enfriar el lugar.

La técnica del riego por nebulización aumenta de manera acelerada la cantidad de humedad en el ambiente debido a que cuenta con un riego uniforme y por ellos también ayuda a reducir el nivel de polvo en el aire. (Deplanta, 2015)

Los emisores toman el nombre de nebulizadores, el agua sale por un orificio con un diámetro muy pequeño en forma de chorro, este riego se forma porque el flujo de agua se

choca contra una pared cóncava que lo esparce por el área, estas instalaciones funcionan con presiones muy elevada, entre 2 a 4 bares para un riego. Para este tipo de riego cuenta con componentes como el sistema de bombeo, un sistema de filtrado para evitar que la boquilla no se tape, una red tuberías y si es necesario un sistema de aplicación de fertilizantes.

Lo destacado de este tipo de riego es que no ocasiona ningún tipo de daño al cultivo, no compacta el suelo y permite el desarrollo de las plantas sin cantidades excesivas de agua, es excelente para cultivos de esquejes tiernos, en germinación de plantas, para fumigación y para cultivos de control regular. En la **Figura 16** se muestra el riego por nebulización. (Miriego, 2015)



Figura 16.- Riego por Nebulización.

Fuente: http://mco-s1-p.mlstatic.com/nebulizadores-para-riego-vendo-caja-con-20-unidades-273101-MCO20269496678_032015-F.jpg

CAPÍTULO II

2 METODOLOGÍA

En este capítulo se describe la metodología usada en el proceso del proyecto de investigación.

2.1 TIPO DE ESTUDIO

De Campo:

La investigación se centra en realizar un estudio donde el fenómeno se da de manera natural y para conseguir información con datos reales.

Aplicada:

Se usa conocimientos aprendidos mediante la investigación, para aplicarlos en el desarrollo del proyecto a desarrollar.

El método a emplear en el proyecto de investigación es el método deductivo, que se origina en la generalidad para concluir en la particularidad de un caso. Agudiza lo teórico, la conceptualización y descripción, antes de recolectar información real, hacer observaciones o experimentos.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1 POBLACIÓN

Para determinar una población se toma en cuenta el tiempo en que la red responde a la solicitud de información desde el servidor al usuario.

2.2.2 MUESRTA

La población es desconocida, ya que no cuenta con un registro identificable por razón que el número de pruebas tiende a ser infinito, por esta razón se establece una muestra de acuerdo al cálculo con la siguiente fórmula matemática.

$$n = \frac{Z_{\infty}^2 * p * q}{i^2}$$

Componentes de la ecuación:

- i^2 : Error considerado que se prevé cometer de un 10% con exponente al cuadrado. $i = 0.1$
- p : Prevalencia esperada de parámetro a evaluar, el valor tomado es un porcentaje alto de prevalencia $p = 0.9$ es decir el 90%.
- Z_{∞}^2 :Distribución de Gauss, donde $Z_{\infty} = 1.96$
- $q : p - 1$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.9 * 1 - 0.9}{0.1^2}$$

$$n = \frac{3.8416 * 0.9 * 0.1}{0.01}$$

$$n = \frac{0.3457}{0.01}$$

$$n = 34.57$$

$$n = 35$$

2.2.3 HIPÓTESIS

“El diseño e implementación de un sistema de monitoreo agrícola celular mejorará el control adecuado de la temperatura y humedad del campo por medio de un sistema de riego.”

2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

La siguiente **Tabla 3** indica la operacionalización de la variable independiente.

Tabla 3.- Operacionalización de la variable Independiente

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
<ul style="list-style-type: none"> El diseño e implementación de un sistema de Monitoreo Agrícola Celular. 	<ul style="list-style-type: none"> Es la integración de sistemas de comunicación como WI-FI, GPRS, Ethernet y Servidores. 	Programación en C	Mikro c
			Arduino
			CMD
		Documentación	Datasheet de los sensores.
		Conexión WI-FI	Wifly
			Router Huawei
		Conexión Ethernet	ENC28J60
		Conexión GSM GPRS	SIM900 GSM/GPRS
		Aplicación WEB	PHP
		Electroválvula	Válvula DC LG 5221ea1001h
		Sensor de humedad	DHT11.
Sensor de temperatura	DHT11.		

Fuente: El Autor

La siguiente **Tabla 4** indica la operacionalización de la variable dependiente.

Tabla 4.- Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
<ul style="list-style-type: none"> Mejorará el control adecuado de la temperatura y humedad del campo de manera remota. 	<ul style="list-style-type: none"> El sembrío debe tener un control adecuado del riego de manera remota. 	Tiempo de transmisión	Analizador de Red WLAN
		Paquetes enviados	
		Bytes enviados	Analizador HTML
		Bytes recibidos	
		Conexión TCP	
		Conexión DNS	
		Tiempo de transmisión	Analizador de Conexión WAN
		Paquetes enviados	

Fuente: El Autor

2.4 PROCEDIMIENTOS

Es la descripción de las distintas etapas dentro del proceso de investigación, estos pasos presentan la configuración y los diseños de 1 dispositivo controlado mediante la red GSM GPRS y 2 dispositivos controlados por medio de WI-FI.

- Dispositivo que conecta la red GSM /GPRS con la red internet.
- Dispositivos WI-FI conectados a una red WLAN (Wireless Land Area Network).

- Dispositivo de control ON/OFF y monitoreo de humedad y temperatura.

2.4.1 DISEÑO DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL MONITOREO AGRICOLA

2.4.1.1 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL MÓDULO SIM900 GSM/GPRS

Consta con 54 pines, dentro constan los puertos seriales por software y por hardware, los cuales son seleccionados por jumper que cambian la configuración de la tarjeta de hardware por defecto a software, la **Figura 17** muestra una descripción completa.

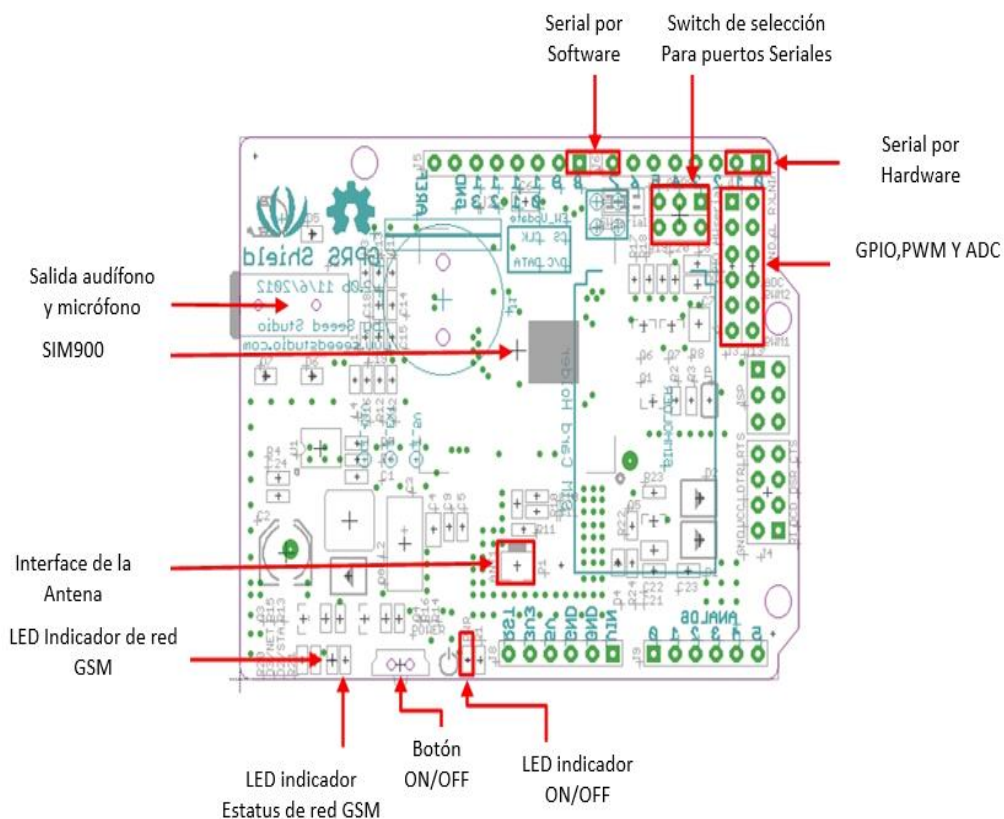


Figura 17.- Diseño electrónico del módulo SIM900 GSM/GPRS

Fuente: http://www.seeedstudio.com/wiki/GPRS_Shield_V2.0

El funcionamiento de la tarjeta se puede comprobar con la titulación del LED, a continuación en la **Tabla 5** se muestra los distintos estados de la tarjeta.

Tabla 5.- Estado de los LED de la SIM900.

LED	Status	Función
Indicador de poder (verde)	Apagado	La SIM900 está apagado
	Prendido	La SIM900 está encendido
Estatus de Indicador(rojo)	Apagado	Apagado
	Prendido	Prendido
Indicador de red (verde)	Apagado	La SIM900 no funciona
	64ms encendido /800 apagado	SIM900 no encuentra la red
	64ms encendido /300 apagado	SIM900 encontró una red
	64ms encendido /300 apagado	Comunicación GPRS

Fuente: El Autor

Funciona con un voltaje de 5v por defecto, trabaja con una antena PBC que proporciona la señal al sim900, esta antena funciona en óptimas condiciones si es que se encuentra en lugares a campo abierto ya que los obstáculos como paredes reducen su efectividad al momento de transmitir información en redes de datos.

Las frecuencias de trabajo del SIM900 van desde los 850MHz, 900MHz, 1800MHz y 1900MHz, el estándar de comunicación GSM 07.07 y 07.05 y comandos SIMCOM AT mejorados.

Cuenta con una tarjeta SIM con plan de datos de la empresa de telecomunicaciones CLARO, esta compañía cuenta con la mayor cobertura en cuanto a redes de telefonía móvil en el país.

La tarjeta se configura mediante su puerto serial, utilizando los comandos AT para la comunicación, la cual es establecida después de haber generado códigos que crean un enlace desde direcciones IP provistas por la operadora móvil.

A continuación en el **Tabla 6** se muestra los Códigos AT para establecer una conexión con la red GSM y después con la red de datos GPRS y así establecer una comunicación

con el servidor en línea, el cual permite visualizar datos enviados hacia su dirección en internet y a su vez obtener nueva información de estados desde la página web para ejecutar algún cambio o ninguno dentro de la aplicación que administra el monitoreo agrícola.

Tabla 6.- Configuración de la SIM900

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
AT+CGATT=1	Revisa si el Sim900 está conectada a la red GSM/GPRS.
AT+CSTT="internet.claro.com.ec", "", ""	Configura el APN de la operadora, en este caso CLARO, además su usuario y contraseña que van en blanco para esta empresa de telefonía móvil.
AT+CIICR	Levanta la conexión GPRS.
AT+CIFSR	Pide una dirección IP local al operador móvil.
AT+CIPSTATUS	Consulta el estado actual de la conexión.
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
AT+CIPHEAD=1	Agrega un encabezado a la dirección IP, para la longitud de los datos.
AT+CIPSTART="modo TCP", "dirección IP", "Puerto de comunicación "	Inicia la conexión TCP o UDP, para este caso la conexión TCP es elegida.
AT+CIPSEND=("GET/domingo/estados.php HTTP/1.1");("Host: 190.152.50.52");("Connection:Keep-Alive");("Accept: */*")	Envía el requerimiento "GET" al servidor, para obtener los datos, en este caso se envía el URL de la página web, seguido por la dirección IP del servidor y por comandos propios del servidor.

Fuente: El Autor

Para que la comunicación sea exitosa debe existir una buena conexión, es decir, los equipos de la red GSM deben soportar tráfico GPRS, de otra manera la red no aceptará ningún tipo de requerimiento, por ello es necesario asegurarse de que los códigos ingresados para la conexión no muestren ningún tipo de ERROR o negación del servicio,

continuación en las **Figuras 18,19 y 20** se muestra una prueba real en la que se muestra como los requerimientos de red son aceptados y lograr una conexión exitosa.



Figura 18.- Respuestas del SIM900 1

Fuente: El Autor

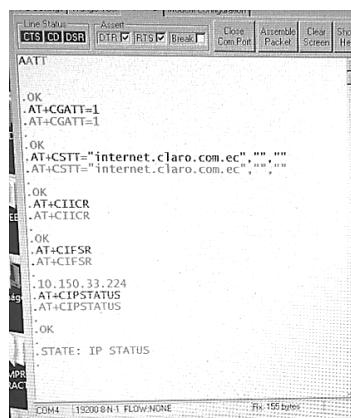


Figura19.- Respuestas del SIM900 2

Fuente: El Autor

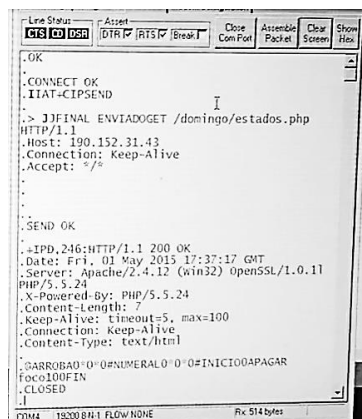


Figura 20.- Respuestas del SIM900 3

Fuente: El Autor

Para establecer una comunicación entre el Arduino MEGA 2560 y el GSM/GPRS SIM900 se debe establecer una conexión mediante el puerto Serial Virtual del Arduino en los pines 10 y 11 de la placa, ya que los pines 7 y 8 que empatan con los puertos de comunicación serial del SIM900, no funcionan correctamente por problemas del Arduino MEGA2560.

En la **Figura 21** se muestra el diagrama con el circuito electrónico que integran el Shield GPRS/GSM SIM900 y el Arduino MEGA 2560, la Shield GSM se coloca encima de la placa del Arduino para establecer una conexión de en los puertos seriales y la respectiva alimentación.

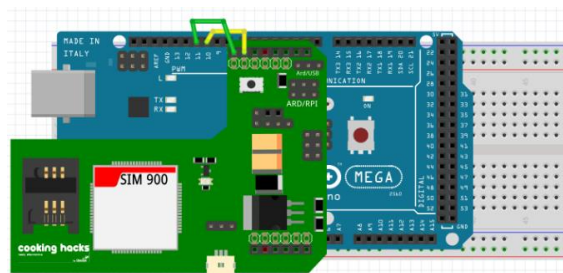


Figura 21.-Diagrama del circuito electrónico para la conexión Shield GSM/GPRS SIM900 y Arduino MEGA2560

Fuente: El Autor

2.4.1.2 DISEÑO ELECTRONICO DEL ETHERNET ENC28J60

El modulo Mini ENC28J60, se alimenta con una fuente dada en el Arduino MEGA 2560 de 3.3v, cuenta con librerías para un rápido desarrollo de la aplicación usa el estándar de comunicaciones SPI (Serial Peripheral Interface), este protocolo trabaja de manera serial síncrona, para administrar una comunicación de Master a Slave, es decir de Master a Esclavo.

Para que una comunicación SPI funciones siempre debe existir un dispositivo que controle a los demás, a este equipo se lo denomina Master, en este caso recae sobre LA Tarjeta de desarrollo Arduino MEGA 2560 que administra la información que viene desde el Wilfy(esclavo), para este caso se usan 3 líneas de conexión y 1 de selección.

- CS.- (Chip Select) Utilizado por el Microcontrolador Master, se encarga de seleccionar o deshabilitar un Microcontrolador Esclavo.
- SCK.-Reloj Serial de comunicación para la sincronización de los equipos.
- MISO.-Es la línea que define la salida de datos por parte del Esclavo, como lo menciona las siglas en inglés, Master in, Slave out.
- MOSI.- Es la línea que define la salida de datos por parte del Master, como lo menciona las siglas en inglés, Slave in, Master out.

La siguiente **Figura 22** muestra la ubicación de los pines en le Arduino MEGA 2560 para la conexión directa hacia el modulo Ethernet.



Figura 22.- Pines de conexión para el modulo Ethernet ENC28J60

Fuente: El autor

En la siguiente **Tabla 7** explica la conexión de la tarjeta Ethernet con el Arduino MEGA 2560.

Tabla 7.- Pines de Conexión entre Arduino Mega 2560 & ENC28J60

MODULO ETHERNET ENC 28J60	ARDUINO MEGA
CS	D53
MOSI	D51
MISO	D50
SCK	D52
RESET	RESET
INT	D2
VCC	3.3V
GND	GND

Fuente: EL Autor

Este dispositivo permite la comunicación del Arduino MEGA 2560 con el Router Huawei HG532S, la razón de utilizar este módulo recae en el tipo de conexión, ya que cuenta con un puerto hembra para conectores RJ45 para acoplar el conector del cable Ethernet del Router.

A continuación en la **Figura 23** se muestra el circuito completo del Módulo Ethernet Mini ENC28J60.

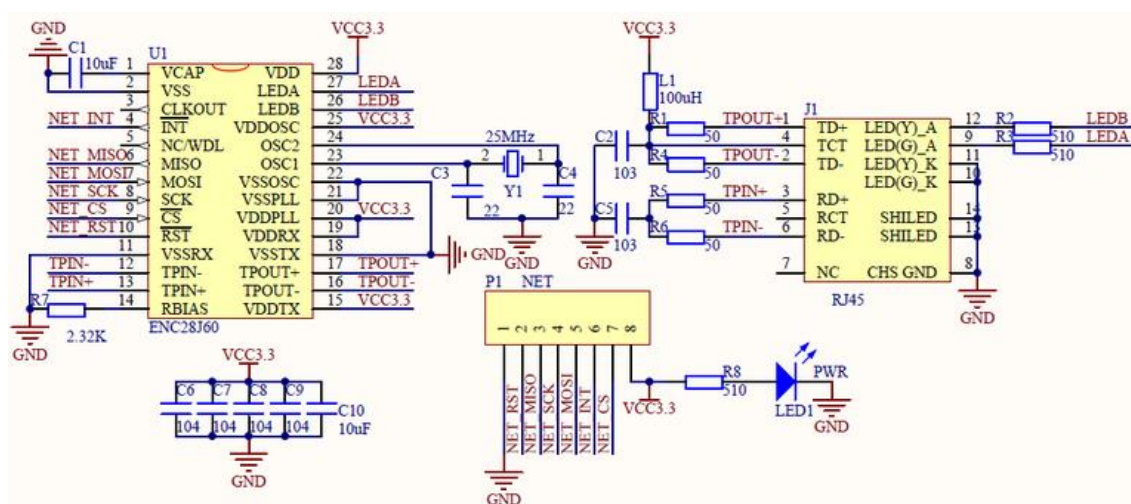


Figura 23.- Circuito del Módulo Ethernet Mini ENC28J60.

Fuente: http://www.goodluckbuy.com/images/detailed_images2/image/103641.png

Dentro de las configuraciones del Módulo Ethernet siempre debe constar la dirección IP dentro de la red, la máscara de subred, el puerto de comunicación, activar la recepción de puerto de comunicación externos, al igual que direcciones IP remotas y el protocolo que en este caso es el (User Datagram Protocol) UDP para que los paquetes sean enviados rápidamente y no perder tiempo en la ejecución de la aplicación.

Para poder visualizar los paquetes a través de la red WLAN (Wireless Land Area Network), fue necesario utilizar el Socket Sniffer, este programa le permite ver la actividad de Windows Sockets (WinSock) del proceso seleccionado.

Para cada socket creado, se muestra la siguiente información:

- Identificador de socket.
- Tipo de socket.
- Direcciones locales y remotas.
- Puertos locales y remotos.
- Número total de envío / recepción de bytes.

En la **Tabla 8** se muestra la configuración para una prueba de comunicación entre el Wifly y el Pc, cabe recalcar que la dirección IP y puerto de comunicación mostrados son solo para esta demostración.

Tabla 8.- Configuración básica del Wifly RN-XV para la comunicación con un PC.

	PC	RX
DIRECCIÓN IP	192.168.1.12	192.168.1.4
PUERTO	5000	5000
PROTOCOLO	UDP	UDP

Fuente: EL Autor

Una vez configurado los dispositivos con esta información, se procede a capturar los paquetes que muestran los datos de nuestros equipos, en la **Figura 24** se muestra un mensaje “@*) ABCDEFG HOLA MUNDO DESDE ARDUINO PRUEBA 1”, este es el mensaje que envía el PC hacia el WIFLY, comprobando el envío exitoso del paquete a través de la WLAN (Wireless Land Area Network).

Index	Protocol	Local Address	Remote Address	Local Port	Remote Port	Local Host	Remote Host	Packets
0	TCP	192.168.1.4	169.57.7.6	52190	5938			2463
1	TCP	169.57.7.6	0.0.0.0	0	0			2
2	TCP	192.168.1.4	91.190.216.59	52192	12350			2
3	TCP	192.168.1.4	0.0.0.0	0	0			8
4	TCP	0.0.0.0	0.0.0.0	0	0			1
5	TCP	169.57.7.6	192.168.1.4	0	0			2
6	TCP	192.168.1.4	173.194.213.125	50827	5222			2
7	UDP	192.168.1.12	192.168.1.4	5000	5000			2

```

00000000 00 09 0A 01 02 03 04 05 06 07 08 0F 0C 01 00 0D @)*ABCDEFGHIOLA M
00000010 05 0E 04 0F 00 04 05 03 04 05 00 01 02 04 05 09 UNDO DESDE ARDUINO
00000020 0E 0F 00 00 02 05 05 02 01 00 01 NO PRUEBA 1

```


Figura 24.- Prueba en Socket Sniffer.

Fuente: El Autor

En la **Figura 25**, se visualiza la conexión electrónica entre el Arduino MEGA 2560 y el módulo Ethernet ENC28J50.

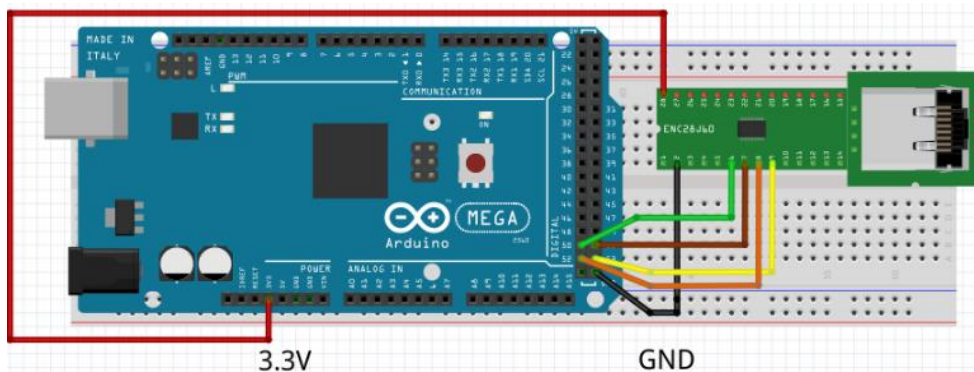


Figura 25.- Diagrama del circuito electrónico del Arduino MEGA 2560 y Módulo Mini ENC28J60.

Fuente: El Autor

Los módulos de comunicación GSM y Ethernet se encargan de desempeñar diferentes funciones, estos dispositivos son controlados y administrados por el Arduino Mega 2560, en la **Figura 26** se puede visualizar el diagrama del circuito electrónico en el que se incluye la conexión de las dos tarjetas en sus respectivos puertos configurados.

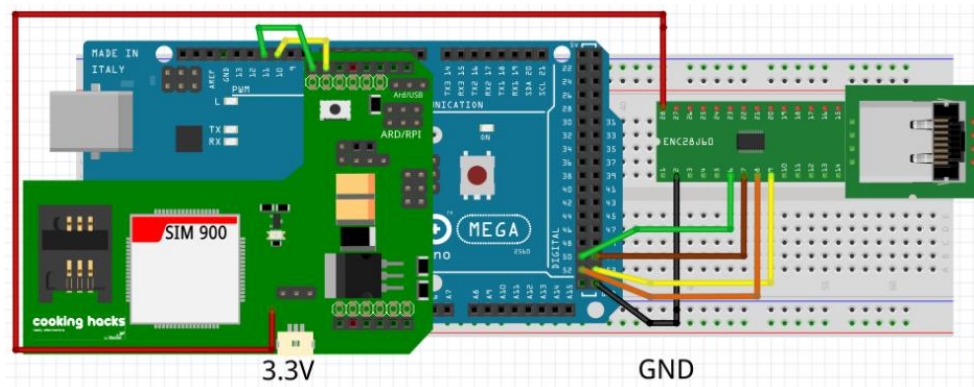


Figura 26.- Diagrama del circuito electrónico del Arduino MEGA 2560, Shield GSM/GPRS SIM900 y el Módulo Mini ENC28J60.

Fuente: El Autor

2.4.1.3 DISEÑO ELECTRONICO DE LA TARJETA WIFLY RN-XV

El Wifly RN-XV es una tarjeta WI-FI, funciona con un voltaje de alimentación de 3.3v, además consta de 20 pines donde se encuentran el transmisor y receptor para la comunicación wireless, en la siguiente **Figura 27**, se muestra a detalle esta descripción.

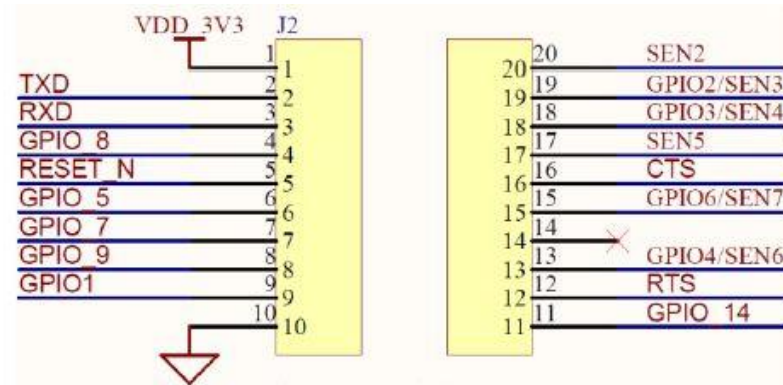


Figura 27.- Configuración de los pines del Wifly RN-XV

Fuente: <https://developer.mbed.org/media/components/pinouts/xpinout.jpg.pagespeed.ic.aCxdX1MLj9.jpg>

EL módulo de configuración es a través del puerto USART, utilizando el cable USB TTL para conectarlo al PC, al trabajar con un voltaje inferior a los comunes en las fuentes de poder, es necesario implementar un regulador de voltaje de +5v a +3.3v para su alimentación, además es necesario implementar 1 divisor de voltaje, para que la señal del micro controlador de 5v+, baje a 3.3 v+ y así no quemar el puerto de recepción del Wifly, para que la alimentación de la tarjeta sea la apropiada a este diseño se suma un regulador de Voltaje el KM1117-3 el cual reduce una entrada de 5v DC a 3.3v DC, en la **Figura 28** se muestra a la tarjeta Wi-Fi con sus conexiones, seguido por los cálculos de la resistencia..

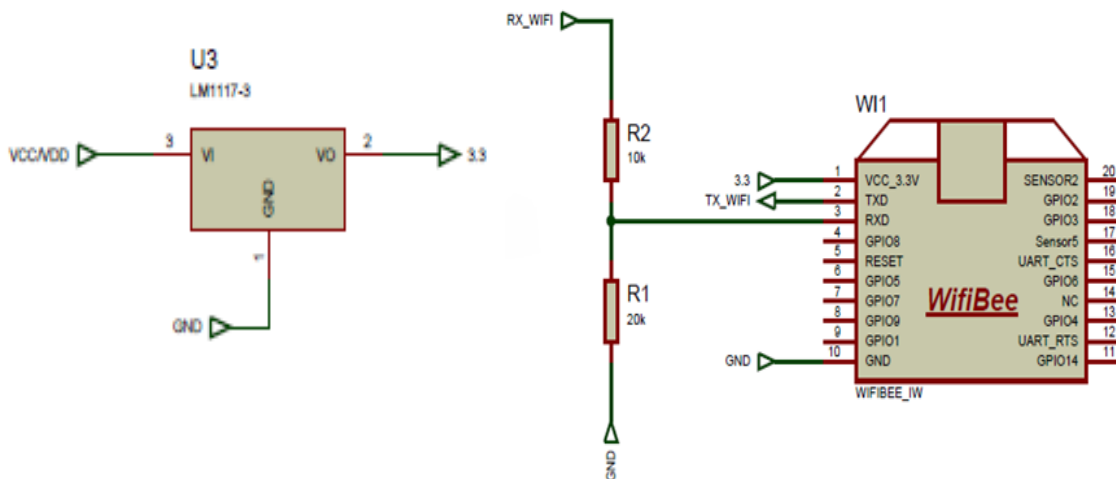


Figura 28.- Conexiones del Wifly RN-XV
Fuente: El Autor.

Cálculos:

Ventrada: 5v

VWifly: 3.3v

R1=10Kohm

R2=?

$$VWifly = \frac{Ventrada * R1}{R2 + R1}$$

$$VWifly * R1 + VWifly * R2 = R1 * Ventrada$$

$$VWifly * R1 - R1 * Ventrada = VWifly * R2$$

$$R1(VWifly - Ventrada) = -VWifly * R2$$

$$VWifly * R2 = -R1(VWifly - Ventrada)$$

$$VWifly * R2 = (-R1VWifly + R1Ventrada)$$

$$R1 = \frac{VWifly * R2}{Ventrada - VWifly}$$

$$R1 = \frac{3.3v * 10Kohm}{5v - 3.3v}$$

$$R1 = 19.412Kohm$$

$$R1 = 20Kohm$$

2.4.1.3.1 CONFIGURACIÓN DEL WIFLY RN-XV

Para configurar el modulo se activa el modo ADHOC, así se activa una red llamada Wifly-GSX-a8, en la siguiente **Figura 29** se puede visualizar la red del módulo dentro de la listas de la PC.

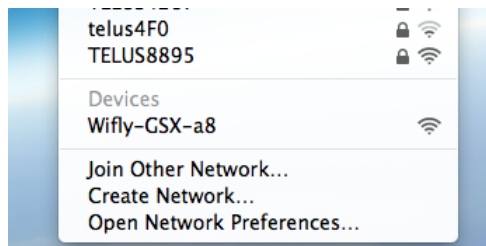


Figura 29.- Red WI-FI creada por la tarjeta Wifly RN-XV

Fuente: El autor

La tarjeta Wifly RN-XV funciona en el puerto 2000, verificado por medio del símbolo del sistema, ingresando el comando ipconfig se puede verificar su dirección IP dentro de la red, con una dirección de IP igual a 1.2.3.4 tal como se muestra en la **Figura 30**.



Figura 30.- Configuración por defecto del Wifly RN-XV

Fuente: El autor

Después de haber ingresado al Símbolo del Sistema, y verificar la dirección IP de la red, entramos a la configuración de consola por medio del Software Putty para poder cambiar las configuraciones y administrar el tráfico de la red, la **Figura 31** muestra a detalle la interfaz.

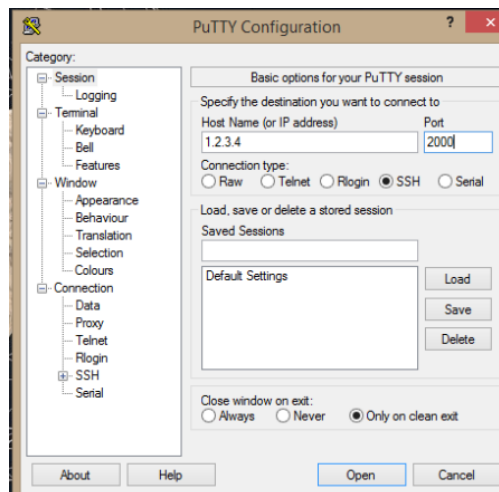


Figura 31.- Software Putty para configurar el Wifly RN-XV

Fuente: El autor

Para ingresar a la configuración del Wifly se introducen los caracteres: \$\$\$, al momento de ingresar al modo de config la tarjeta envía una respuesta automática “CMD”. Para configurar la tarjeta Wifly, se debe ingresar antes de cualquier instrucción los comandos GET como solicitud de información o el comando SET para afirmar cierto cambio dentro de la configuración, la manera de comprobar que el cambio fue exitoso, es con una respuesta instantánea de la tarjeta con los siguientes caracteres mostrados en la **Tabla 9**.

Tabla 9.- Respuestas del Módulo WIFLY RN-XV

RESPUESTAS INMEDIATAS	DESCRIPCIÓN
AOK	Retorno si el comando es aceptado
EER	Retorno si el comando no es aceptado

Fuente: EL Autor

Scan-<X>: este comando escanea las redes wireless que se encuentren dentro del radio de la señal de la Wifly.

Set ip dhcp<X>.- Se encarga de los servicios de direccionamiento dinámico, los valores que rempazan a la letra “X”, se describen en la **Tabla 10**:

Tabla 10.- Valores para protocolo DHCP

VALOR DE “X”	SIGNIFICADO DE PROTOCOLO
4	Reserva datos para el futuro
3	Modo caché en DHCP
2	Activa el Auto-IP
1	Activa el modo DHCP
0	Desactiva el modo DHCP

Fuente: Data Sheet WIFLY RN-XV

Set wlan join<X>.-Configura el acceso a las redes Wireless para su comunicación automática con un access point., se describen en la **Tabla 11**.

Tabla 11.- Valores para el tipo de acceso a la red Wlan

VALOR DE “X”	POLÍTICAS
4	Crea redes ADHOC, utiliza los datos ya almacenados dentro de la tarjeta, como el SSID, la IP, la máscara de red y el puerto de comunicación.
3	Reservado, no está disponible.
2	Se aparea únicamente con redes almacenadas en la tabla de enrutamiento.
1	Acceso permitido si coincide con el SSID, clave y canal
0	Acceso manual

Fuente: Data Sheet WIFLY RN-XV

Join<ssid(X)>.-Se une a la SSID ya configurada dentro de la tarjeta, si se desea reiniciar el sistema se debe utilizar el comando “Factory RESET”, este comando resetea todas las configuraciones para dejarlo con las configuraciones por defecto que vienen en el equipo.

Los códigos para ingresar y configurar a la tarjeta se encuentran en la siguiente **Tabla 12**.

Tabla 12.- Configuración de la tarjeta Wifly RN-XV

COMANDO	SIGNIFICADO
get ip	Muestra la IP configurada por defecto
set ip a 192.168.1.20	Configura la dirección IP deseada.
set ip remote 2000	Puerto para ingreso
Set ip Gateway 192.168.1.1	Configura la puerta de enlace
Set ip proto 3	Pada administrar paquetes TCP y UDP.
Set ip netmask 255.255.255.0	Mascara de red.
Set wlan AGRICOLA	Request para unirse a la red del Router Huawei.
Set wlan pass 0200126506	Clave de la red WI-FI AGRICOLA.
Set wlan join	Unirse a la red Wireless AGRICOLA

Fuente: EL Autor

Después de las anteriores configuraciones, el equipo cambió su tabla de enrutamiento y se basa en las nuevas direcciones y nuevo SSID, en la siguiente **Figura 32** se observa los cambios reales dentro de la tarjeta.

```
IP=192.168.1.20:2000
NM=255.255.255.192
GW=192.168.1.1
HOST=0.0.0.0:2000
PROTO=TCP,
MTU=1524
FLAGS=0x7
TCPMODE=0x0
BACKUP=0.0.0.0
<4.00> get wlan
SSID=AGRICOLA
Chan=0
ExtAnt=0
Join=1
Auth=OPEN
Mask=0x1fff
Rate=12, 24 Mb
Linkmon-Infra=30
Linkmon-AP=3600
Passphrase=0200126506
TxPower=12
EAP_Id=userid
EAP_User=peap-user
<4.00>
```

Figura 32.- Configuración de tarjeta Wifly RN-XV

Fuente: El autor

Ahora al realizar los cambios, la Pc puede ingresar a la red de la Wifly, solo necesita ingresar el nombre de usuario y contraseña, para comprobar que la conexión tiene éxito, solo se necesita hacer ping a una IP dentro de la red, en este caso ping a la dirección 192.168.1.20 IP de la tarjeta, este proceso se visualiza en las **Figuras 33 y 34**.

```
C:\Users\Dell>ping 192.168.1.20

Haciendo ping a 192.168.1.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255

Estadísticas de ping para 192.168.1.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 3ms, Máximo = 3ms, Media = 3ms
```

Figura 33.- Ping a dirección IP de la Tarjeta

Fuente: El autor

```
<4.00> ping 192.168.1.3
ping 192.168.1.3

Ping try (len=32) 192.168.1.3
<4.00> PING reply from 192.168.1.3
ping 192.168.1.20
ping 192.168.1.20

Ping try (len=32) 192.168.1.20
```

Figura 34.- Ping desde tarjeta Wifly
Fuente: El autor

2.4.1.4 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL CONTROL ON/FF

El diseño establece el control del aspersor mediante un puerto del Microcontrolador Pic 16f877a, el sistema consta del módulo Wifly RN-XV para enviar los datos de activación y desactivación, además de un circuito de control para la apertura y cerrado automático del aspersor, la **Figura 35** muestra un diagrama de este proceso.

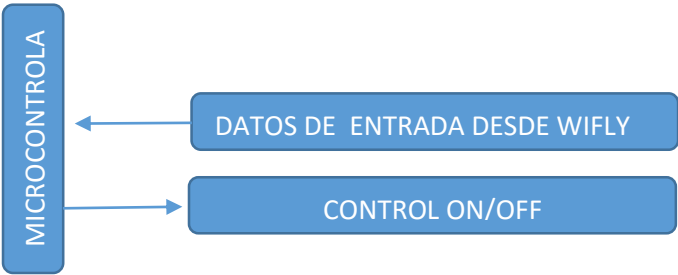


Figura 35.- Diagrama de flujo de la configuración de entrada y salida del circuito del control ON/OFF
Fuente: El Autor

2.4.1.4.1 CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL MICRO CONTROLADOR PIC 16F877A PARA EL CONTROL ON/OFF DE LA ELECTROVALVULA.

El Microcontrolador PIC 16F877A activa y desactiva el aspersor con un pulso de salida a través del puerto.B0, de esta manera él puso llega al transistor 2N3904 para conjuntamente con un relé, activar el pulso con el voltaje superior para la activación de la electroválvula. El sistema de alimentación de la electroválvula es independiente,

funciona con un voltaje de alimentación de 12 v DC, en la **Figura 36** se muestra dicho circuito.

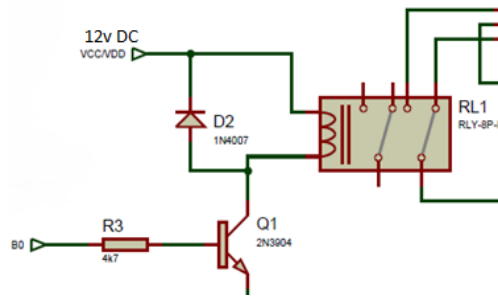


Figura 36.- Circuito para la activación y desactivación de la electroválvula.

Fuente: El Autor

2.4.1.5 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL SENSOR DHT11 Y EL PIC16F877A

El siguiente diseño establece la recepción de los datos de humedad y temperatura, el sistema consta un micro controlador Microchip 16F877A, un LCD de 17 segmentos y del módulo Wifly RN-XV para enviar los datos, el diagrama en la **Figura 37**, describe este proceso.



Figura37.- Diagrama de flujo de la configuración de entrada y salida del sensor

Fuente: El Autor

2.4.1.5.1 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL MICRO CONTROLADOR PARA LA TOMA DE DATOS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.

El sensor DHT11 no utiliza una interfaz serial como I2C, en lugar de eso tiene su propio protocolo para realizar una comunicación por medio de 1 solo hilo, el protocolo

es simple y se implementa usando un Pin de entrada/salida que se puede configurar en el Pic. El ciclo del funcionamiento del sensor en sus distintas etapas de señales del Microcontrolador y del sensor DHT11 depende del tiempo en el cual se debe enviar los request y esperar una respuesta del sensor.

El Pic 16F877A inicia la comunicación con el sensor usando dos tipos de señales, en bajo y el alto, inicia con un pulso en bajo durante un tiempo mínimo de 18us, después el sensor envía una respuesta en bajo d 80 us, luego deja de enviar la señal durante otros 80us, en la **Figura 38** se muestra una línea roja, como el PIC 16F877A inicia su pulso, y al mismo tiempo como el sensor reacciona ante ese evento.

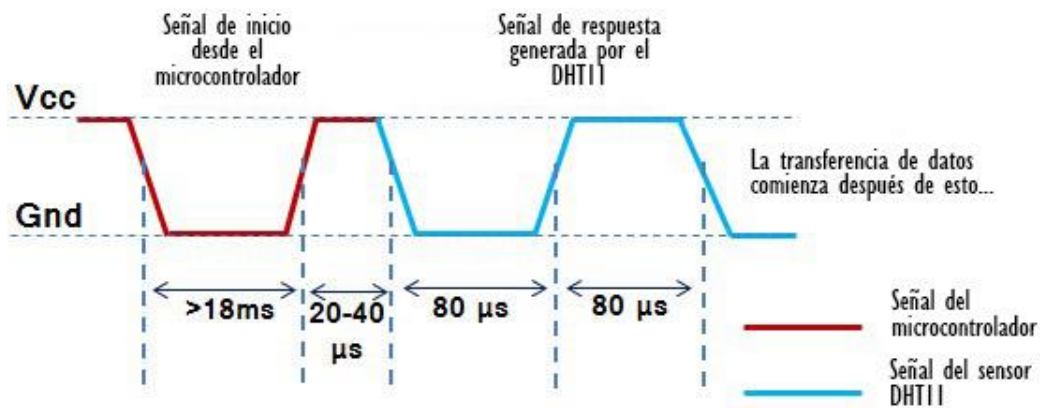


Figura 38.- Tiempo en alto y bajo del Sensor DHT11 y PIC 16F877A

Fuente: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-pic/dht11-con-pic/>

En esta configuración el dato binario se establece según la longitud del tiempo en alto del pulso, hay que tener en cuenta que la transmisión inicia con un tiempo de 50us en bajo por cada bit, este tiempo es esencial para sincronizar el sensor. Después del tiempo en bajo llega el pulso en alto que varía según él está lógico o el valor del bit, los valores que se usan según el estado 0 o 1 se muestran en la **Tabla 13**.

Tabla 13.- Tiempos en estado bajo y alto del Sensor DHT11.

ESTADO	TIEMPO(us)
0	26-28
1	70

Fuente: El Autor

Los pulsos para esta comunicación se repiten máximo para 40 bits (5 bytes), el byte número 1 contiene la parte entera de la humedad relativa mientras que el segundo byte no contiene nada, el tercer byte consta de la parte entera de la temperatura, el cuarto no contiene información, y el quinto byte es la suma de todos los bytes, Tabla **14**.

Tabla 14.- Descripción de los Bits enviados por el Sensor DHT11.

BITS	PULSO	TIEMPO(us)
	Bajo	80
	Alto	80
Bit 1	Bajo /Alto	50/25
Bit 2		
Bit 3	Bajo /Alto	50/70
Bit 4		

Fuente: El Autor

La siguiente **Figura 39** muestra cómo se comporta la señal en el tiempo, esta señal se visualiza en el osciloscopio.

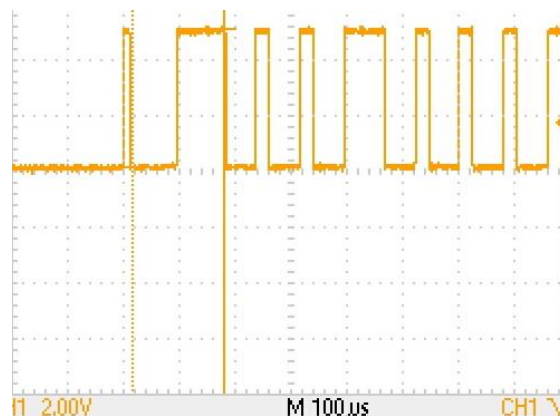


Figura 39.- Captura de Osciloscopio para el sensor DHT11.

Fuente: <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-pic/dht11-con-pic/>

Estos datos son obtenidos por medio del request del Pic 16F877A al sensor DHT11, el cual está escrito usando el compilador MikroC. En primer lugar debemos enviar una señal de arranque al sensor, lo hacemos mediante la configuración del Pic conectado al sensor como salida, la MCU del Pic 16F877A envía 0 por 18 ms y después envía 1 por 30us, estos valores están dentro del rango aceptados para la transmisión de los datos.

Al enviar la señal de comienzo para el sensor, este enviará una señal de respuesta a la MCU. Para detectar la señal, el pin debe ser configurado como entrada, ya que cambia su configuración de entrada a salida constantemente

Cuando el sensor termina de enviar la señal de respuesta, comienza a enviar datos de humedad y temperatura en serie. A continuación en la **Figura 40** se muestra la conexión entre el PIC 16F877A y el sensor DHT11.

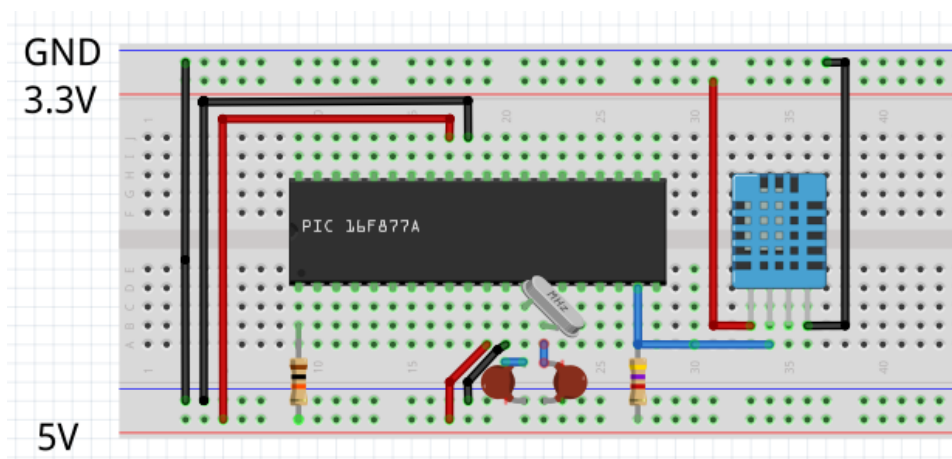


Figura 40.- Diagrama del circuito electrónico del PIC 16F877A y sensor DHT11.
Fuente: El Autor

En el circuito mostrado en la **Figura 41**, ejecuta la recepción de los datos obtenidos del sensor DHT11, estos datos son administrados por el Pic 16F877A el cual cuenta con una configuración realizada en Mikro C, la cual involucra lo siguiente:

- Comunicación del Serial a través de los puertos de los dispositivos Pic y el Wifly RN-XV.

- Obtención de la temperatura y humedad hacia el Pic a través del Sensor DHT11.
- Visualización de los datos por medio del LCD
- Interrupciones

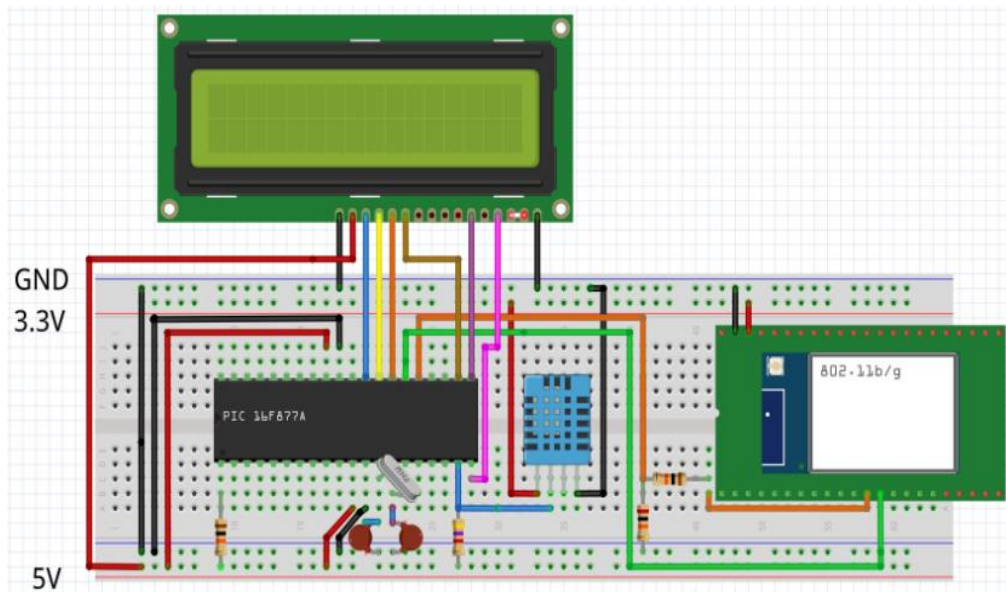


Figura 41.-Diagrama del C.E del PIC 16F877A, sensor DHT11, LCD de 16X2 y el módulo Wifly.
Fuente: El Autor

2.4.1.6 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL CIRCUITO COMPLETO DEL SENSOR DHT11, WIFLY RN-XV, Y ELECTROVÁLVULA

En este circuito en la **Figura 42** se muestra el esquema completo de la parte actuadora del sistema, incluye el sensor de humedad y temperatura, un LCD que sirve para visualizar el estado de dichas variables, un circuito ON/OFF de la electroválvula y el dispositivo Wifly RN-XV para la transmisión y recepción de los datos.

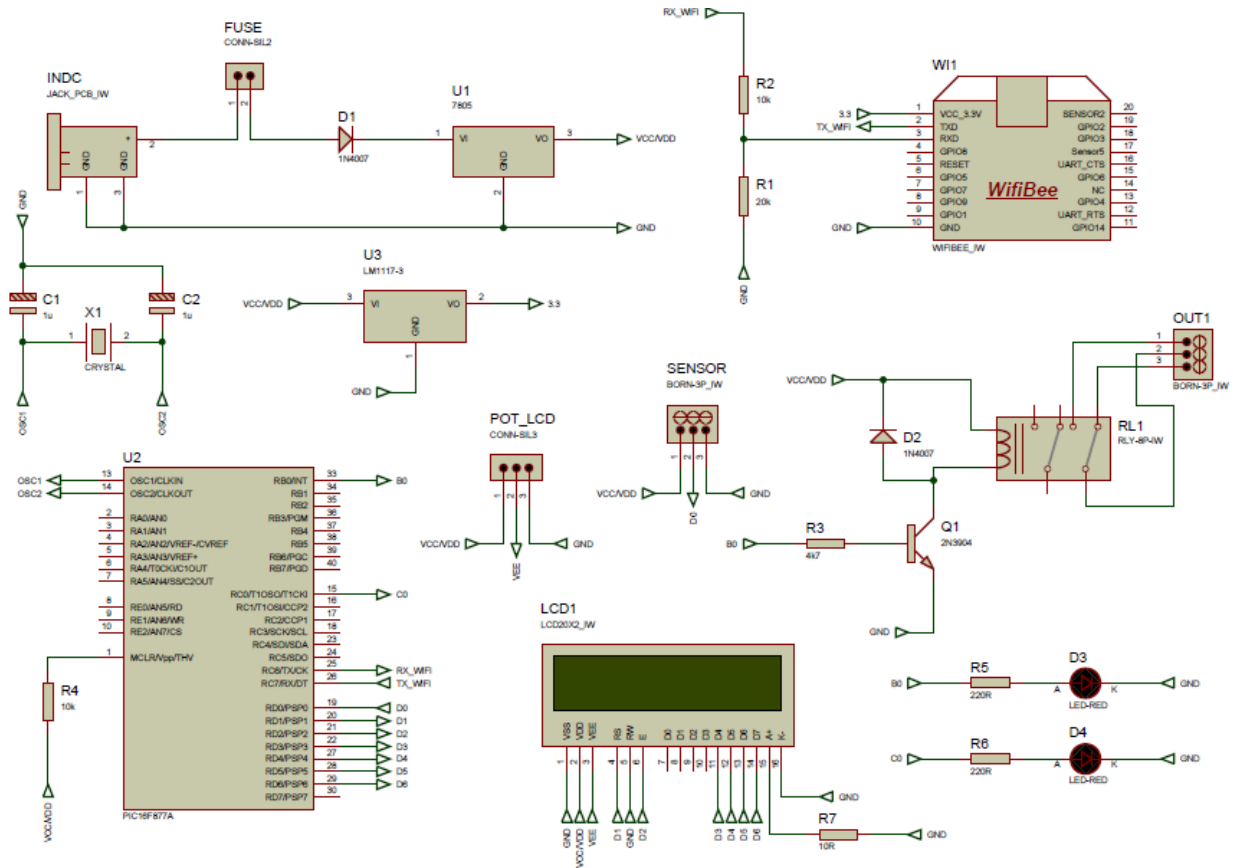


Figura 42.- Diagrama del circuito que incluye al DHT11, Wifly, LCD, PIC 16F877A y electroválvula.

Fuente: El Autor

2.4.1.7 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM/GPRS Y WI-FI

El diseño de esta etapa se encarga de la transmisión y recepción de información a la red WAN (Wide Area Network) y a la red Wlan (Wireless Land Area Network), a continuación se describe las etapas:

- RED WLAN

La comunicación Wireless se establece entre el Router Huawei HG532S y el Modulo Wifly RN-XV G532S.

- RED ETHERNET

La comunicación se establece entre el Router Huawei HG532S el Arduino MEGA 2560.

- RED GPRS

La comunicación se establece entre el Arduino MEGA 2560 y el GSM/GPRS SIM900.

La comunicación wireless se realiza por medio de una red WLAN, la cual conecta a su red los equipos como el Ruteador Huawei y Wifly, una vez establecida la comunicación de este sistema, se direcciona a través del puerto Ethernet, el diagrama de flujo mostrado en la **Figura 43** muestra este proceso, además hay que mencionar que el módulo GSM GPRS Sim900 realiza una comunicación en una sola dirección, este equipo lee los datos del servidor, mas no recibe información, por cuanto envía solicitudes configuradas entre 30 a 60 segundos para consultar el estado de las variables en la página web Monitoreoagricolamartinez.com.

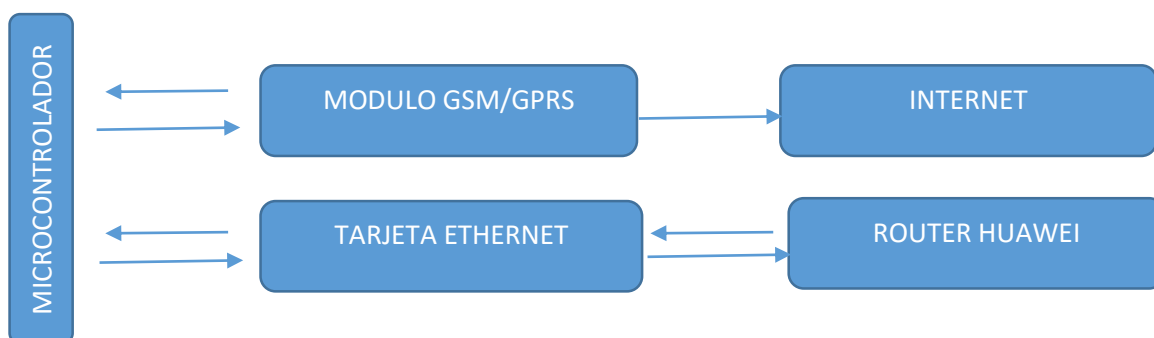


Figura 43.- Diagrama de flujo de la configuración del Microcontrolador Master

Fuente: El Autor

2.4.1.7.1 CIRCUITO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN GSM/GPRS Y WI-FI

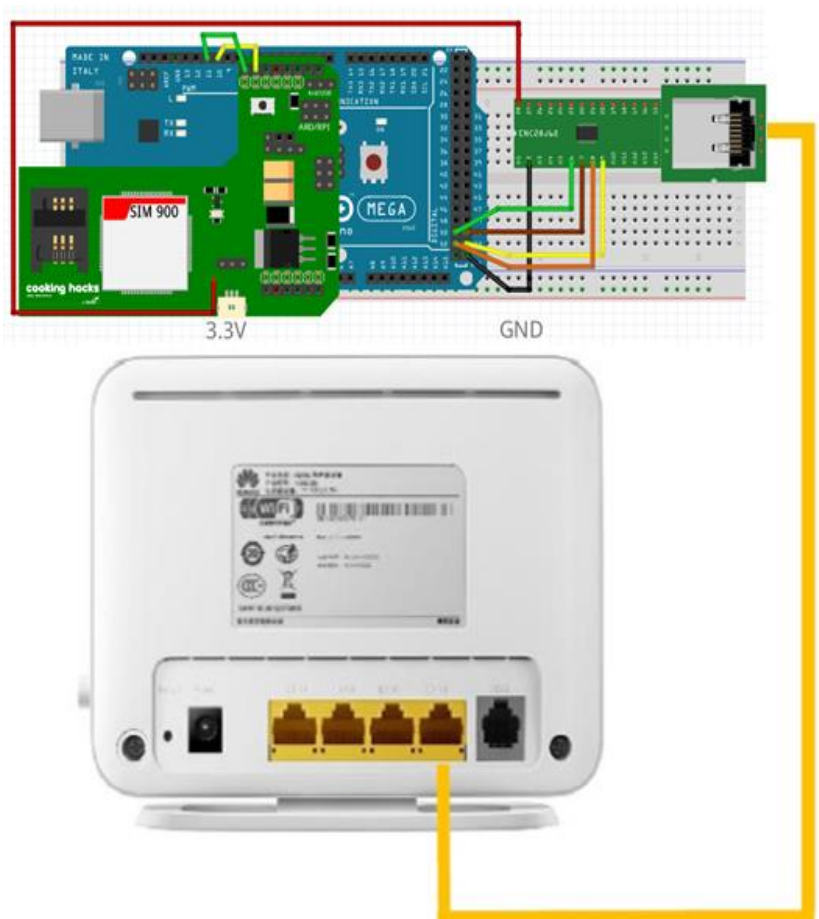


Figura 44.- Circuito electrónico del sistema de comunicación GSM/GPRS Y WI-FI

Fuente: El Autor

A continuación en el siguiente diagrama mostrado en la **Figura 45** se muestra cómo interactúan todas las etapas del Monitoreo Agrícola para establecer una conexión entre el servidor y los dispositivos que se encuentran en el lugar del sembrío, a través de internet y controlar el aspersor dependiendo del tipo de activación seleccionado en la página web.

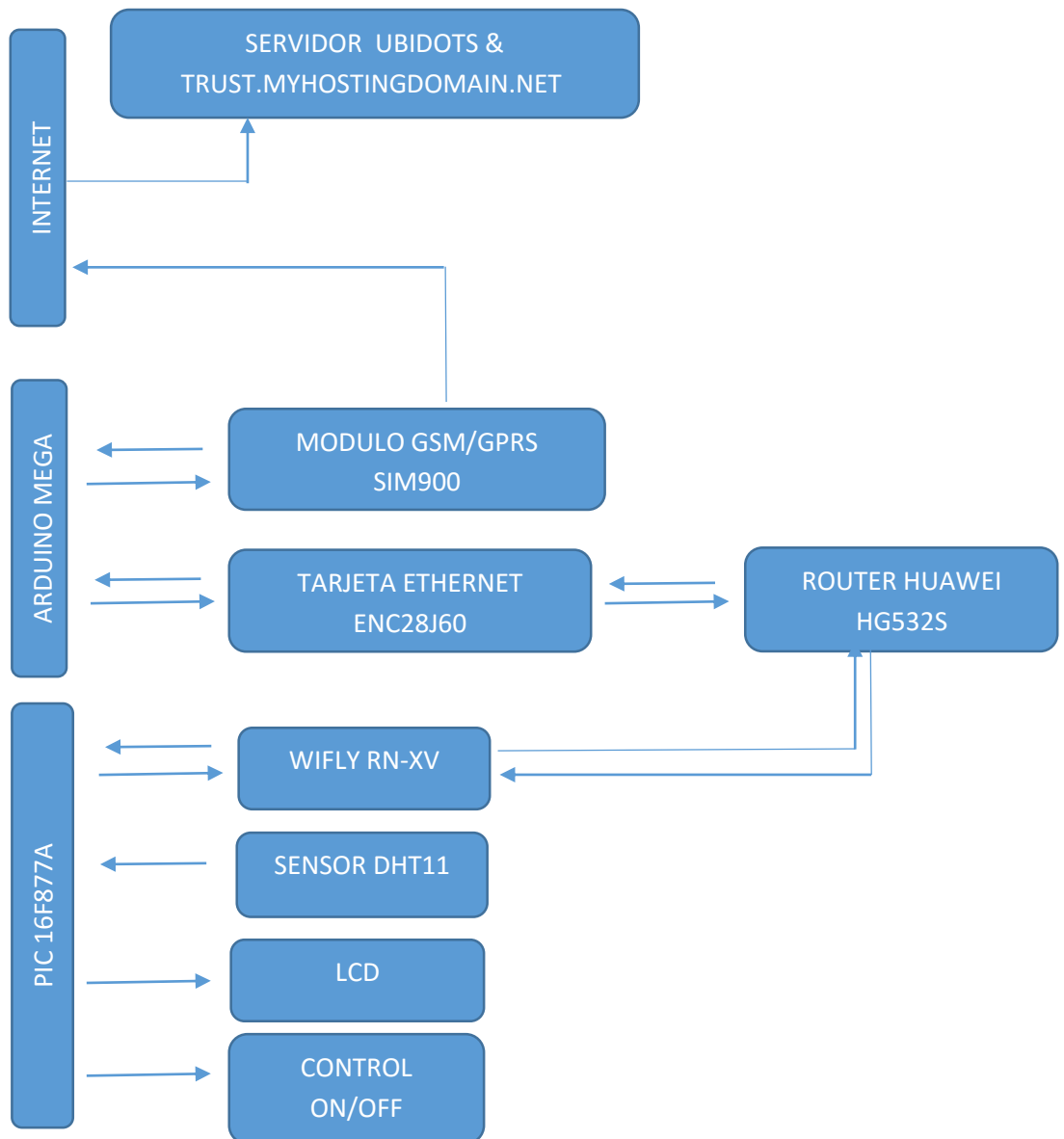


Figura 45.- Diagrama de flujo del Monitoreo Agrícola Celular.

Fuente: El Autor.

La siguiente **Figura 46** muestra una descripción grafica de como los equipos y el servidor se comunican por medio de diferentes sistemas de comunicación como lo son las redes Wi-Fi y GSM GPRS.

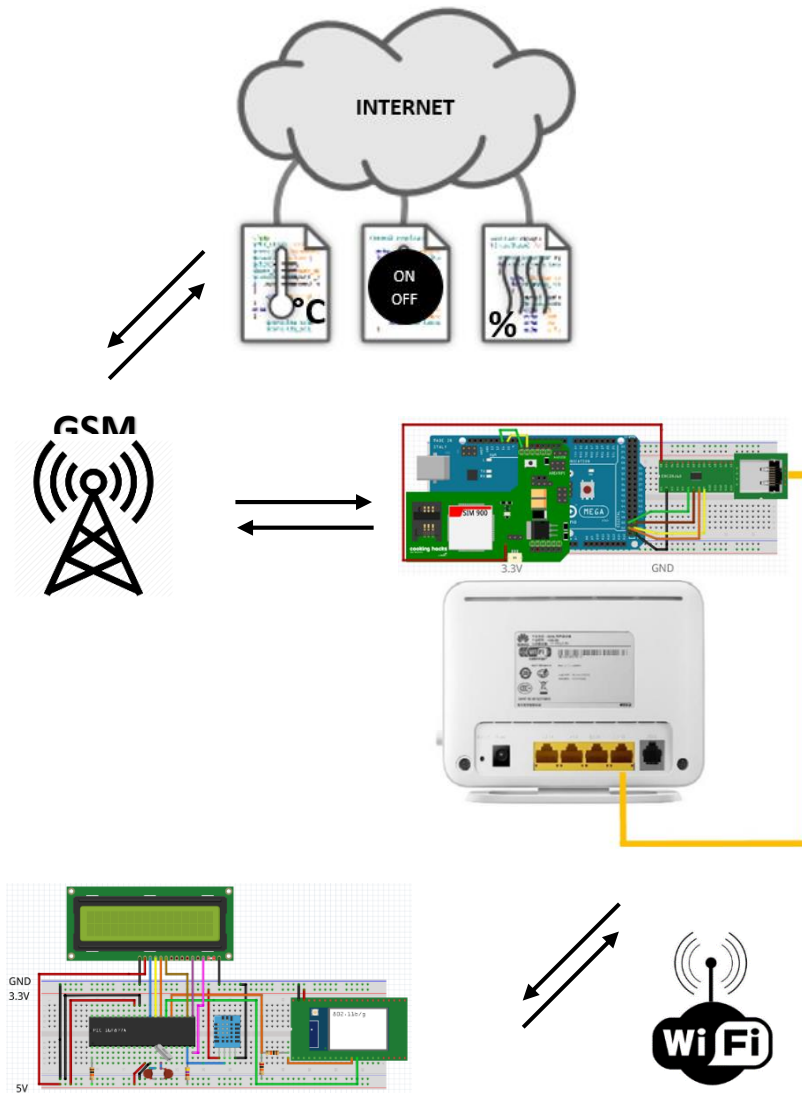


Figura 46.- Diagrama gráfico del sistema de Monitoreo Agrícola Celular

Fuente: El Autor.

2.4.2 CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES

Para la configuración de los datos plasmados en los Servidores, se usaron dos plataformas, el servidor UBIDOTS y un servidor contratado ECUAWEB.NET.

2.4.2.1 SERVIDOR UBIDOTS.

Este servidor es usado con el fin de transmitir datos de sensores al internet, para extraer sus valores y visualizarlos en una aplicación mostrada en tiempo real, en la **Figura 47** se muestra una manera simple de como la tarjeta de desarrollo interactúa con el servidor de UBIDOTS, para obtener los datos y visualízalo en cualquier explorador.

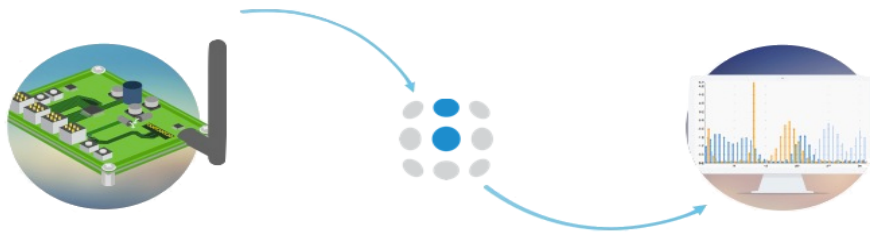


Figura 47.- Interacción de tarjeta de desarrollo y Servidor Ubidots.

Fuente: Ubidots.com

Ubidots al igual que otros servidores, presta servicios de nube para almacenar información, para esto se debe tener en cuenta una pequeña estructura de sus herramientas para desarrollar una aplicación, a continuación en la **Tabla 15**, se muestran estos elementos.

Tabla 15.- Herramientas para la Configuración de servidor Ubidots.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Fuente de datos	Es el dispositivo de donde se extraen los datos, es la fuente de la información, en si es la tarjeta que administra las variables para que sean transmitidas.
Variables	Datos que tienden a cambiar dependiendo de la naturaleza de su medición. Por ejemplo humedad y temperatura.
Valores	Son los datos numéricos obtenidos de las variables.
Eventos	Circunstancias configurables para activar o desactivar una sentencia.
Widgets	Son las visualizaciones que embarcan a los valores, este elemento cuenta de distintas formas de mostrar la información entre ellas se encuentran las tablas históricas, mapas, medidores, tablas de valores, indicadores, etc.

Fuente: EL Autor

Ubidots permite compartir sus Widgets para la visualización en tiempo real de las variables en otra plataforma, este servicio es muy útil ya que con la dirección URL del cuadro de visualización se lo puede compartir con cualquier servidor que el cliente desee

2.4.2.2 SERVIDOR TRUST.MYHOSTINGDOMAIN.NET

Este servidor es elegido por Ecuahosting.NET para ser parte de su equipamiento informático, los servicios de servidor van desde el alojamiento de información, hasta la transmisión de datos, dependiendo del plan que se haya obtenido, todos los servidores se encuentran en los Estados Unidos de América, ya que este país cuenta con una mejor infraestructura de protección de información.

Para este proyecto se contrató un servicio de Web Hosting Básico, el URL de la página Web es: <http://monitoreoagricolamartinez.com/monitoreo.php>, con una dirección IP fija: 136.243.0.21, además este servidor utiliza PHP como lenguaje de programación.

La página de internet se desarrolló en PHPmyAdmin, con una administración del servidor en CPanel, dentro de este se encuentran varias carpetas, File Manager es una de ellas, en esta carpeta se encuentran todos los archivos de la página web, la **Figura 48** muestra la interfaz de dicho servidor.

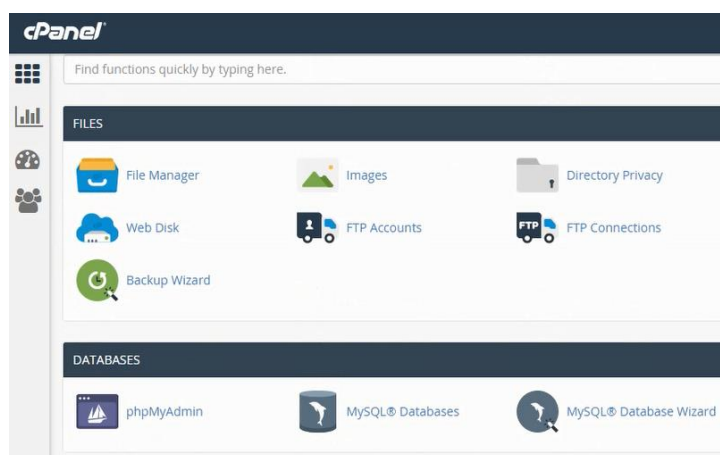


Figura 48.- Interfaz de CPanel.

Fuente: trust.myhostingdomain.net

El programa web cuenta con varios formularios:

- Login.Php.
- Menú.Php.
- Monitoreo.Php
- Monitor.Php
- Activa. Php
- Prueba.php.

El formulario Login.Php crea el acceso con un Usuario y Contraseña para poder ingresar a la aplicación WEB, pero si la estos datos son erróneos no le permiten ingresar, esto fue implementado a modo de no permitir el ingreso a terceros.

El formulario Menu.Php cuenta con 2 opciones, direcciona a las gráficas o hacia el monitoreo del sistema.

El formulario Monitor.Php se encarga de visualizar las gráficas desde el servidor Ubidots.

El formulario Monitoreo.Php es el que se encarga del monitoreo agrícola, condiciona el sistema con distintos tipos de ordenes como la actualización de la página, activación de los botones para grabar los cambios, cambio de las imágenes según el estado, lectura de las variables de humedad y temperatura.

El formulario Prueba.php devuelve los datos del tiempo de alarmar, niveles de activación de alarma para la temperatura & humedad y tiempos On/Off de la rutina, como se muestra en la **Figura 49**, estos datos son leídos por el Arduino para cambiar su configuración en el lugar donde este implementado el sistema.

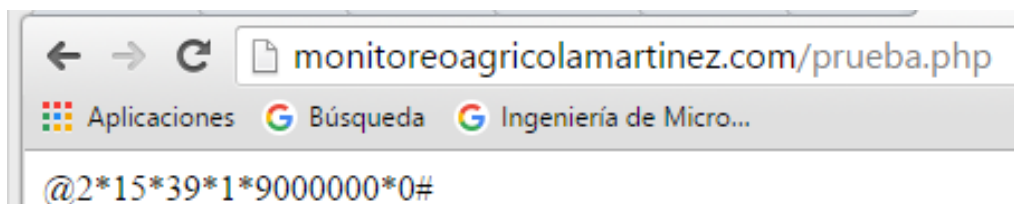


Figura 49.- Cadena de caracteres del formulario Prueba.php

Fuente: monitoreoagricolamartinez.com/prueba.php

En el siguiente **Tabla 16** se muestran el significado de cada dato en el orden de llegada que muestra la cadena de caracteres.

Tabla 16.- Herramientas para la Configuración de la página WEB.

CARACTER	DESCRIPCIÓN
2	Tiempo de alarma
15	Nivel mínimo de humedad de la alarma
39	Nivel máximo de Temperatura de la alarma
1	Tiempo On de la rutina
9000000	Tiempo Of de la rutina

Fuente: EL Autor

Para el formulario Activa. Php hace una actualización de los cambios en la página web, es decir toma los datos nuevos de los textbox para que se cambien al momento que el usuario escriba otro valor, esta configuración del Servidor se encuentra en el **Anexo 2** que incluye todo el código de dicha función dentro de la configuración de la página web.

2.4.3 PROGRAMACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES

Dentro de las instrucciones para configurar un microcontrolador existen varias formas de administrar la información, las interrupciones son una de ellas, estas sentencias crean una rutina fuera del programa principal, ejecutándose si y solo si se lo requiera, es decir responden al llamado de una función para ejecutarse y después regresar al programa principal.

Los 2 bits de bandera son los responsables de indicar si la interrupción se ha ejecutado, para después seguir ejecutando el programa principal, este proceso se repetirá durante todo el tiempo, los registros mencionados se encuentran en la siguiente **Tabla 17** donde ON es habilitado y OFF es deshabilita.

Tabla 17.- Registro de las interrupciones para el Pic 16F877A

PIE1		PIR1		INTCON							
TXIE - USART		TXIF - EUSART		GIE O BIT 7		PEIE O BIT 6		INTE O BIT 4		INTF BIT 1	
Habilita la interrupción de TX USART		Bit de bandera de interrupción TX USART		Control interrupción del Uc.		Interrupción periférica similar al bit GIE.		Control de interrupción externa, por cambio lógico RB0 entrada.		Bit de bandera detecta cambio de estado lógico de las interrupciones.	
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
ON	OFF	Búfer TX Vacío	Búfer TX Lleno	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	n	Ejecuta

Fuente: El Autor

2.4.3.1 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877A

La configuración de este Microcontrolador de la Familia Microchip empieza con una configuración de la frecuencia del cristal a 10MHz. El proceso de configuración parte de la división del programa en dos etapas, las interrupciones y el programa principal.

2.4.3.1.1 INTERRUPCIONES

Los datos recibidos por medio del puerto Serial de entrada RX controlan la activación de las interrupciones, saliendo de cualquier parte del programa si y solo si se reciben los datos requeridos para entrar a otra rutina que activa el aspersor, la lógica utilizada se muestra en la **Tabla 18**.

Tabla 18.- Lógica de Interrupción

m= SERIAL RX	INTERRUPCIÓN	PUERTO.B.0
m=a	j=0	0
m=b	j=1	1

Fuente: El Autor

Esta lógica permite la activación y desactivación de aspersor, a continuación en la **Figura 50**. Se muestra la estructura del programa configurado en MIKRO C, donde se muestra la interrupción para la activación y desactivación del puerto B.0, si el aspersor debe activarse, se debe tener como dato en el puerto B un 1, y si se desea apagar el aspersor se debe tener como dato en el puerto B un 0, esta activaciones de los puertos a diferencia de los estados de entra del serial, se ejecutan en el programa principal mas no en la interrupción.

```

· void interrupt () {
· if (PIR1.B5==1) {
·   m = UART1_Read() ;
30 if (m=='a') {
·     j=0;
·   }
·   if (m=='b') {
·     j=1;
35 }
· }
· if (j==0) {
·   portb.b0=0;
·   delay_ms(300);
· }
· if (j==1) {
·   portb.b0=1;
·   delay_ms(300);
· }
}

```

Figura 50.- Código de interrupción y activación del aspersor.
Fuente: El Autor.

El siguiente diagrama en la **Figura 51** establece la estructura del código ya mencionado para el control de apagado y encendido del aspersor.

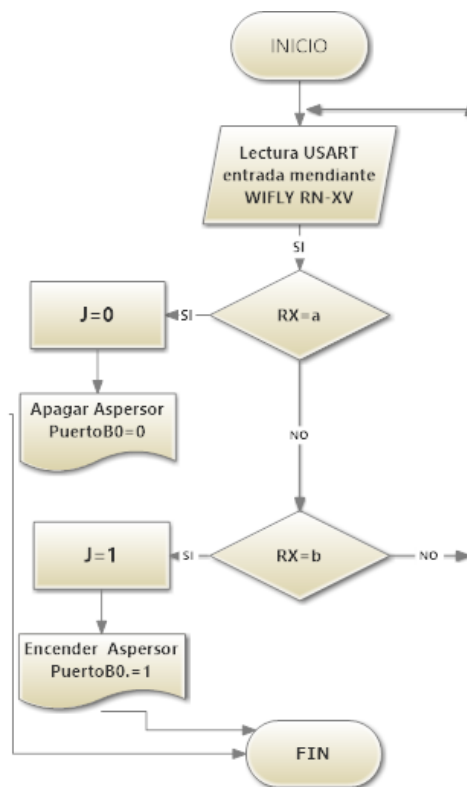


Figura 51.- Flujograma del código de interrupción y activación del aspersor
Fuente: El Autor.

2.4.3.1.2 LIBRERÍA DHT11_Read ();

Es una librería para el compilador MIKRO C para el sensor de humedad y temperatura DHT11, esta librería crea una cantidad de 16 bits para administrar los datos de del sensor, para ello se destinan los primeros 8 bits para la cantidad de la humedad, y los 8 bits restantes desde el número 9 hasta el bit número 16 para el valor de la temperatura.

Esta lógica de programación descrita en la **Figura 52** describe la lectura del sensor DHT11 a través del puerto D.0, seguido por la visualización de los valores de temperatura y humedad en el LCD, el cambio de las variables de Float a String se lo realiza para poder cambiar la variable de un valor flotante a una cadena de caracteres para enviar el dato por medio del puerto TX del puerto Serial, este valor de String va acompañado de una letra H o T colocada antes que el dato, para poder identificar el dato de humedad o temperatura en el receptor.

```
DHT11_Read();  
Lcd_Chr(1, 11, (Temperature/10) + 48);  
Lcd_Chr(1, 12, (Temperature % 10) + 48);  
floattoStr(Temperature, chstr);  
UART1_Write(10);  
UART1_Write(13);  
UART1_Write_text("T");  
UART1_Write_text(chstr);  
Lcd_Chr(2, 11, (Humidity/10) + 48);  
Lcd_Chr(2, 12, (Humidity % 10) + 48);  
floattoStr(Humidity, chstr);  
UART1_Write_text("H");  
UART1_Write_text(chstr);
```

Figura 52.- Código de lectura y envío de Temp y Hum.
Fuente. El Autor

El siguiente diagrama en la **Figura 53** establece la estructura del código ya mencionado para la lectura y envío de los datos de humedad y temperatura, separando cada valor en 8 bits, para luego imprimir los valores acompañados con las letras “H” y “T” respectivamente

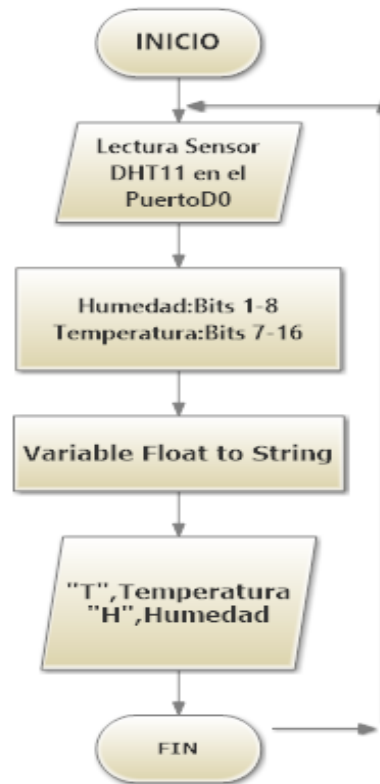


Figura 53.- Flujograma del código de lectura y envío de Temp y Hum.
Fuente: El Autor.

2.4.3.1.3 CÓDIGO DE COMUNICACIÓN ENTRE EL WILFY RN-XV Y EL MICROCONTROLADOR PIC16F877A

La comunicación entre el Microcontrolador y el Wifly es establecida por medio de sus puertos Seriales, con una velocidad de comunicación de alrededor 9600 Baudios la tarjeta WI-FI se comunica con el puerto UART, además se encarga de recibir la información desde el Router Huawei HG532S para enviarla al Pic16F877A para que procese los datos.

Existe la librería UART para que el Microcontrolador pueda enviar datos por su puerto Serial, esta librería proporciona una comunicación full dúplex para enviar y recibir datos al mismo tiempo, a continuación en la **Tabla 19** se describe claramente las funciones de esta librería.

Tabla 19.- Librerías del UART SERIAL

LIBRERÍA	CONCEPTO
UART1_Data_Ready()	Verifica si existe algún dato para su lectura inmediata
UART1_Read()	Lee el dato de entrada en el puerto.
UART1_Read_Text()	Lee los caracteres de entrada en el puerto.
UART1_Write_Text()	Escribe texto en la salida del puerto Serial.
UART1_Tx_Idle()	Detecta el registro de desplazamiento cuando está lleno o vacío.
UART1_Init (speed)	Inicia la comunicación Serial a la velocidad de transmisión deseada
UART1_Write(data)	Escribe un dato para enviarlo a través del puerto Serial.

Fuente. El Autor

La Programación de esta etapa se basa en la envío de la lectura del sensor y la recepción de los niveles ON/OFF del aspersor, en el tramo de envío de información, se configuran códigos como “Uart_write”, mientras que en el tramo de lectura se usa el código “Uart_read”, en la **Figura 54** se puede visualizar las librerías dentro de las instrucciones del programa, además cabe mencionar la velocidad configurada en la comunicación.

```

portb=0;
j=0;
ADCON1=0X00;
uart1_init(9600);
while(1){ |
    DHT11_Read();
    floattoStr(Temperature, chstr);
    UART1_Write(10);
    UART1_Write(13);
    UART1_Write_text("I");
    UART1_Write_text(chstr);
    floattoStr(Humidity, chstr);
    UART1_Write_text("H");
    UART1_Write_text(chstr);
}

void interrupt (){
    if(PIR1.B5==1) {
        m = UART1_Read() ;
        if (m=='a') {
            j=0;
        }
        if (m=='b') {
            j=1;
        }
    }
}

```

Figura 54.- Librería UART dentro del programa principal e interrupciones.

Fuente. El Autor

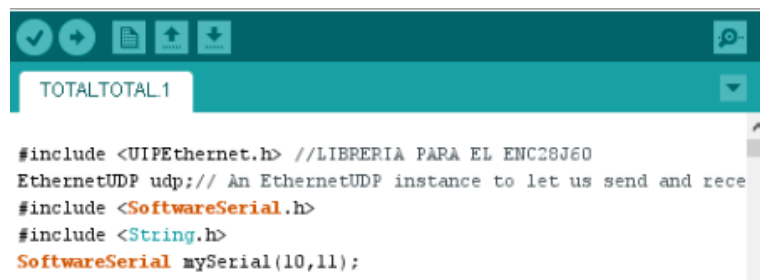
La configuración completa se encuentra adjunta en el **Anexo 3** sobre la comunicación entre el Wilfy RN-XV y el Microcontrolador PIC16F877A.

2.4.3.2 PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO MEGA 2560

El Arduino Mega 2560 es el Microcontrolador Master de todo el sistema, se encarga de diferentes funciones de administración, las cuales son mencionadas a continuación:

- Administración del Router Huawei HG532S y el módulo Ethernet ENC28J60.
- Solicitud de información a través de la red GPRS hacia el servidor Privado “MONITOREOAGRICOLAMARTINEZ”.
- Envío de información a través de la red GPRS hacia el servidor “UBIDOTS”.

En la programación se usaron varias librerías como en la **Figura 55** se muestra librerías usadas dentro de la configuración, la primera de ellas es <UIPEthernet.h>, que habilita la propiedad Ethernet para la tarjeta ENC28J60, para tener un funcionamiento estable al momento de la comunicación GPRS, se utilizó la librería <SoftwareSerial.h> para activar los puertos 10 y 11 del Arduino, esta instrucción activa el Serial virtual, activado por Software y la librería <String.h> la cual embarca muchas funciones para cadena de caracteres, entre ellas se encuentra la comparación, el pegado, etc.



```
#include <UIPEthernet.h> //LIBRERIA PARA EL ENC28J60
EthernetUDP udp;// An EthernetUDP instance to let us send and rece
#include <SoftwareSerial.h>
#include <String.h>
SoftwareSerial mySerial(10,11);
```

Figura 55.- Librerías usadas en el Ardino MEGA 2560

Fuente: El Autor

2.4.3.2.1 PROGRAMACIÓN DE LA COMUNICACIÓN ETHERNET DEL ARDUINO MEGA 2560 PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL ROUTER HUAWEI HG532S Y EL MÓDULO ETHERNET ENC28J60.

Al momento de configurar definimos la velocidad de la comunicación, la velocidad dada es de 19200 Baudios, en relación a la dirección MAC (máscara de red) se define la dirección 0x00, 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05. La dirección MAC cuenta con esta estructura para evitar similitudes con otras direcciones dentro de la tabla de enrutamiento.

La dirección IP para el Arduino es la 192.168.1.12, esta dirección consta dentro del mismo grupo de la red creada por el Router Huawei HG532S con Gateway defino en la dirección IP 192.168.1.1, Para inicializar la transmisión UDP (User Datagram Protocol) se configura el puerto de comunicación, para este caso es el puerto 2000, se toma este puerto ya que el dispositivo Wifly está configurado para transmitir y recibir en este mismo puerto. La información redactada anteriormente se muestra en la **Tabla 20**.

Tabla 20.- Configuración de Red Para el Arduino Mega 2560

ARDUINO MEGA 2560	DESCRIPCIÓN
Dirección IP	192.168.1.12
Mascara de Red	0x00, 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05
Puerto de Comunicación	2000

Fuente. El Autor.

El Protocolo de la Capa Transporte UDP (Unit Datagram Protocol) enlaza a los dispositivos dentro de red WI-FI AGRICOLA, para poder enviar y recibir información es necesario establecer las siguientes configuraciones mostradas en la **Tabla 21**.

Tabla 21.- Configuración UDP en el Arduino Mega 2560

CÓDIGOS UDP	DESCRIPCIÓN
EthernetUDP udp();	Permite enviar y recibir paquetes UDP.
udp.parsePacket()	Se usa antes del UDP.read(); revisa si existen paquetes UDP, y reporta el tamaño de dicho paquete.
udp.read ();	Lee el paquete UDP.
udp.available ();	Busca disponibilidad, busca si hay paquetes UDP.
udp.flush();	Descarta los bytes que llegaron, pero no han sido leídos por el receptor.
udp.beginPacket();	Inicia la conexión para la escritura de paquetes UDP hacia una conexión remota.
udp.remoteIP();	Consigue la dirección IP de la conexión remota.
udp.remotePort();	Consigue el puerto de comunicación de la conexión UDP remota.
udp.endPacket();	Instrucción llamada después de escribir Datos UDP hacia la conexión remota.
udp.begin();	Inicializa las librerías Ethernet UDP y las configuraciones de la red.
send_udp();	Envía paquetes UDP.
udp.println();	Genera los paquetes UDP para el envío
udp.stop();	Detiene cada conexión UDP.

Fuente. El Autor.

La configuración completa se encuentra adjunta en el **Anexo 4** Sobre la administración del Router Huawei hg532s y el módulo ethernet enc28j60.

Una vez ya mostrado el código, se establece una estructura de funcionamiento plasmada en un flujograma mostrado en la **Figura 56**, la programación define 2 posibles estructuras, una para la transmisión de paquetes UDP y otra para la recepción del mismo tipo de paquetes.

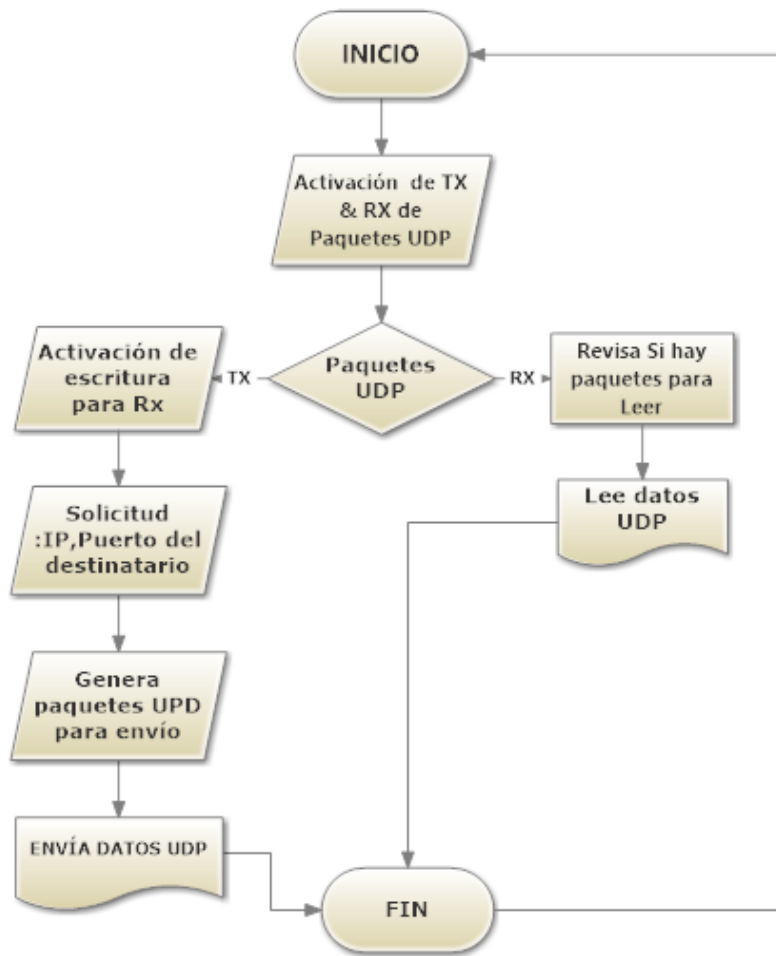


Figura 56.- Flujograma de TX & RX de paquetes UDP.
Fuente: El Autor.

2.4.3.2.2 PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO MEGA 2560 PARA LA COMUNICACIÓN GPRS CON LA PAGINA WEB “MONITOREO AGRICOLA MARTINEZ”

La programación del Arduino Mega 2560 en esta ocasión presenta varios parámetros:

1. Conexión a la red internet
2. Solicitud de parámetros :
 - Encendido / Apagado del aspersor.

- Tiempo de Activación de alarma.
- Niveles humedad y temperatura para la activación de alarma.
- Tiempo Encendido /Apagado de rutina automática.

El Request de esta información la hace el Arduino, por medio de la tarjeta GSM/GPRS SIM 900 al Servidor en línea. El formato de la información que recibe desde el servidor llega en cola, es decir, cada dato llega separado por un caracter que el programa en Arduino identifica, separa y procesa, en la siguiente **Tabla 22** se encuentran los comandos para establecer la comunicación.

Tabla 22.- Configuración UDP en el Arduino Mega 2560

ARDUINO MEGA 2560	DESCRIPCIÓN
"AT+CGATT=1"	Revisa si el Sim900 está conectada a la red GSM/GPRS.
AT+CSTT="internet.claro.com.ec","", ""	Configura el APN de la operadora, en este caso CLARO, además su usuario y contraseña que van en blanco para esta empresa de telefonía móvil.
"AT+CIICR"	Activa la conexión GPRS.
("AT+CIFSR");	Pide una dirección IP local al operador móvil.
"AT+CIPSTATUS"	Consulta el estado actual de la conexión.
"AT+CIPHEAD=1"	Agrega un encabezado a la dirección IP, para la longitud de los datos.
"AT+CIPSTART="	Inicia la conexión TCP o UDP, para este caso la conexión TCP es elegida.
"AT+CIPSTART=\"tcp\", \"monitoreoagricolamartinez\", \"80\""	Envía el requerimiento "GET" al servidor, para obtener los datos, en este caso se envía el URL de la página web, seguido por la dirección IP del servidor y por comandos propios del servidor.
"AT+CIPSEND"	Inicia la conexión TCP o UDP, para este caso la conexión TCP es elegida.
GET /prueba.php HTTP/1.1	Requerimientos de Info del servidor remoto
"Host: www.monitoreoagricolamartinez.com"	Requerimientos de Info del servidor remoto
"Connection: Keep-Alive"	Mantiene activa la conexión.
"Accept: */*"	Parametros del servidor
"Accept-Language: en-us"	Solicitud de información de los parámetros

ARDUINO MEGA 2560	DESCRIPCIÓN
"GET /activa.php?s1=1&s2=1 HTTP/1.1"	CASO.1 Solicita información para el cambio de los parámetros en el Arduino
"GET /activa.php?s1=0&s2=0 HTTP/1.1"	CASO.2 Solicita información para el cambio de los parámetros en el Arduino

Fuente. El Autor.

El código mencionado establece una comunicación con el servidor WEB, esto se ve plasmado en un flujograma, en la **Figura 57** se muestra como el Arduino Mega hace un request de manera jerárquica para obtener los datos que necesita, teniendo respuestas desde la red GPRS de Claro CONECEL S.A y del servidor trust.myhostingdomain.net.

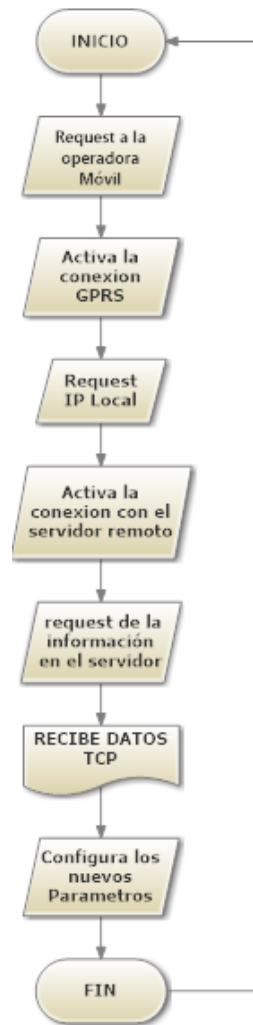


Figura 57.- Flujograma de TX & RX entre el Servidor en línea & el Arduino Mega 2560.

Fuente: El Autor.

2.4.3.2.3 PROGRAMACIÓN DEL ARDUINO MEGA 2560 PARA LA COMUNICACIÓN GPRS CON EL SERVIDOR “UBIDOTS”

Para la configuración del Arduino en relación a la conexión con el servidor UBIDOTS, se deben tomar en cuenta algunos requerimientos por parte del servidor, como son El “IDVARIABLE”, esta es la identificación de la variable que direcciona el valor numérico de la medición del sensor hacia el servidor, para la programación su utilizó 2 variables, “idvariable1” para la temperatura &”idvariable2”para la humedad, además se debe ubicar un “TOKEN” esta variable es la que permite postear el valor de las variables en Ubidots, en la **Figura 58** se muestra el valor numérico de cada variable, otorgada por el servidor.

```
String token = "ip9yOrslhSsyWGni4UPKpuSn5tdR6prXf1ATLiVWbXGy4dlwj9eGrsgtERRv";
String idvariable = "553160967625420f1a712899"; //ID of your variable
String idvariable2 = "5531d4b67625422439029153";
```

Figura 58.- Nombre de las variables de humedad y temperatura para el servidor UBIDOTS

Fuente: El Autor

Para poder enviar información es necesario establecer las siguientes configuraciones en cuanto a la comunicación entre la RED GPRS y el Servidor Ubidots, los comandos para esta conexión se muestran en la **Tabla 23**.

Tabla 23.- Configuración para envío de datos al servidor Ubidots.

COMANDO	DESCRIPCIÓN
"AT+CSTT=\\"internet.claro.com.ec\\\\"	Envía un request al operador de la Red.
"AT+CIICR"	Activa la conexión GPRS.
"AT+CIFSR"	Consigue una IP local.
"AT+CIPSPRT=0"	
"AT+CIPSTART=\\"tcp\\",\\"things.u bidots.com\\",\\"80\\""	Activa la conexión con direccionamiento al servidor remoto.
"AT+CIPSEND"	Empieza a enviar datos al servidor remoto.
"/values HTTP/1.1"	Requerimientos de Info del servidor remoto
"Content-Type: application/json"	
"Content-Length: "+le	Variable con el valor del sensor

COMANDO	DESCRIPCIÓN
X-Auth-Token: "	Variable que permite postear la información.
"Host: things.ubidots.com"	Requerimientos de Info del servidor remoto
"AT+CIPCLOSE"	Cierra la conexión GPRS.

Fuente. El Autor.

Para que exista una respuesta exitosa en cada código ingresado, se debe colocar delays (retardos) para que el sistema funcione, si no se colocan estos retardos, el sistema no funcionara, esta configuración completa se encuentra adjunta en el **Anexo 4** Sobre la configuración completa del servidor Ubidots, a continuación en la **Figura 59** se presenta el flujograma de la programación del Arduino Mega 2560 para la administración de la aplicación web en el servidor “Ubidots”.



Figura 59.- Flujograma de envío de paquetes TCP al servidor Ubidots

Fuente: El Autor.

En las **Figura 60** y **61** se encuentra el flujograma de la programación del Arduino para las variables de tiempo, humedad y temperatura configuradas por el usuario desde la página web.

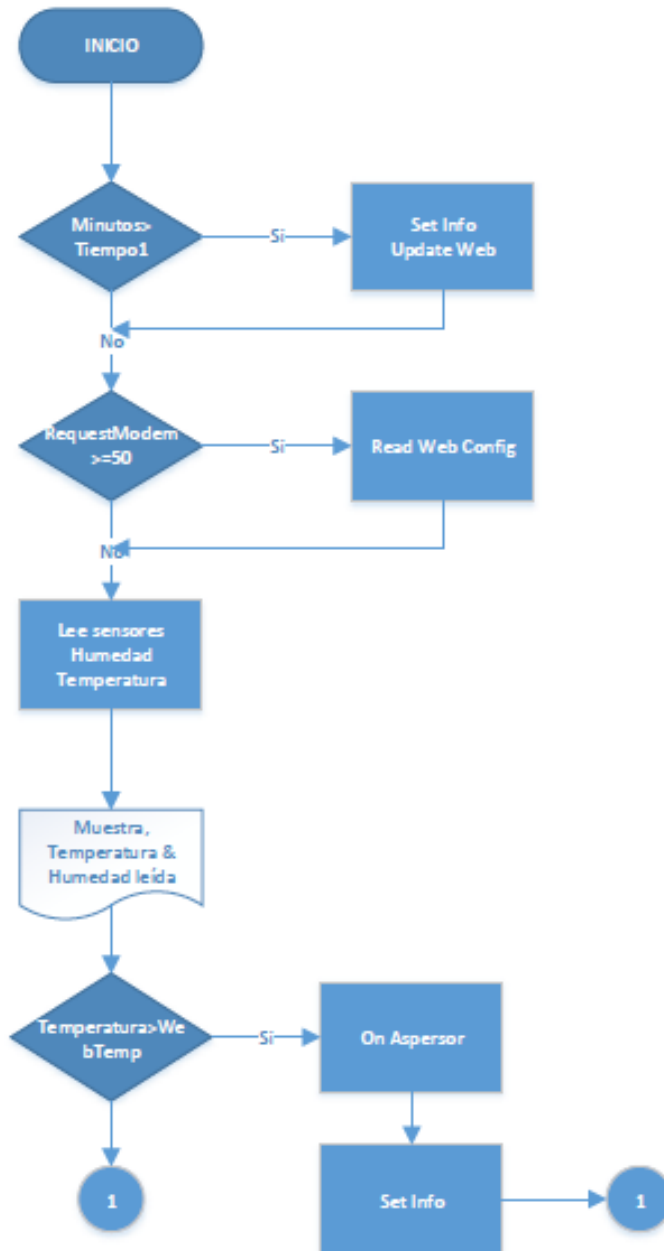


Figura 60.- Flujograma de la programación del arduino para las variables de tiempo, humedad y temperatura configuradas por el usuario desde la página web.PARTE I

Fuente: El Autor

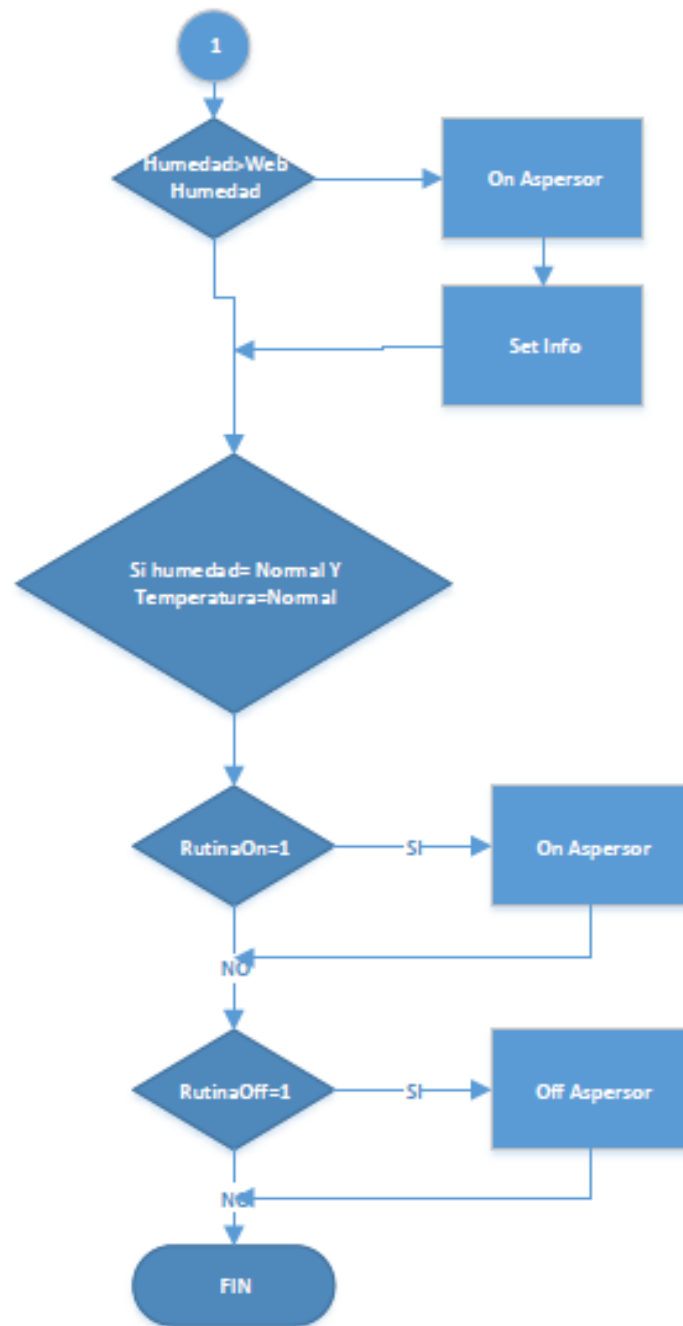


Figura 61.- Flujograma de la programación del Arduino para las variables de tiempo, humedad y temperatura configuradas por el usuario desde la página web.PARTE 2

Fuente: El Autor

2.4.4 DISEÑO DE LA PLACA ELECTRÓNICA DEL CIRCUITO QUE INCLUYE EL PIC16F877A, SENSOR DHT11, WIFLY RN-XV, Y CONTROL DE LA ELECTROVÁLVULA

Para el diseño de la placa electrónica se utilizó ARES Proteus V8, este programa es capaz de realizar proyectos para la construcción de sistemas electrónicos, su diseño está plasmado en la siguiente **Figura 62**.

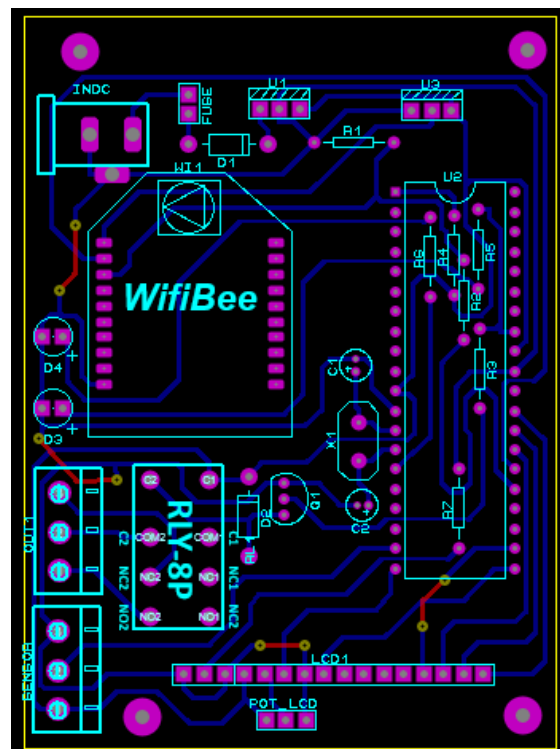


Figura 62.- Diseño de la placa electrónica del circuito que incluye el pic16f877a, sensor dht11, wifly RN-XV, y control ON/OFF de la electroválvula.

Fuente: El Autor.

Para una imagen clara de esta placa antes de imprimirla, se optó por obtener una imagen en 3D de los puntos donde se colocarán los elementos, en la **Figura 63** se puede observar dicha placa.

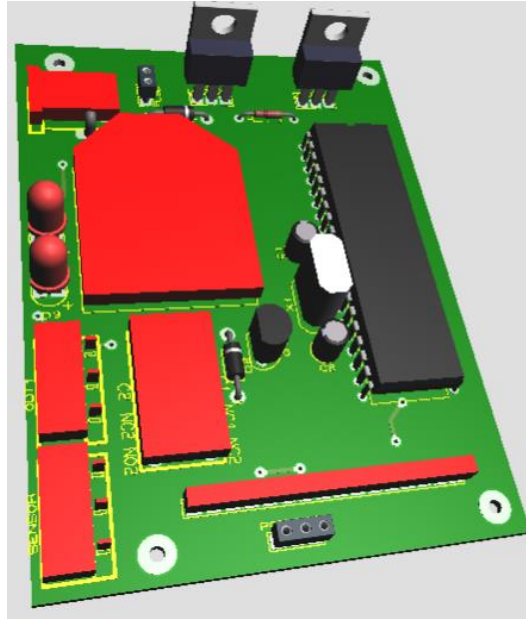


Figura 63.- Diseño 3D de la placa electrónica del circuito que incluye el pic16f877a, sensor dht11, wifly RN-XV, y control ON/OFF de la electroválvula.

Fuente: El Autor.

Luego del diseño se procede con la impresión de dicho circuito sobre una placa recubierta con cobre, para que la las líneas del diseño sobresalgan, se debe aplicar un ácido para remover el exceso de este metal, y perforar ciertos orificios para poder introducir los elementos electrónicos, en las siguientes **Figuras 64 y 65** se observa el diseño de la placa del lado inferior con sus pistas, y por la parte superior se visualiza los elementos electrónicos que se usan.

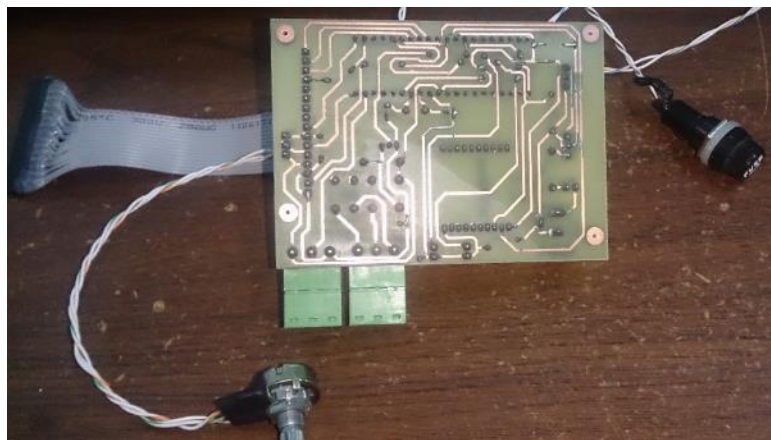


Figura 64.- Pistas de la placa electrónica del circuito que incluye el pic16f877a, sensor dht11, wifly rn-xv, y control ON/OFF de la electroválvula.

Fuente: El Autor.

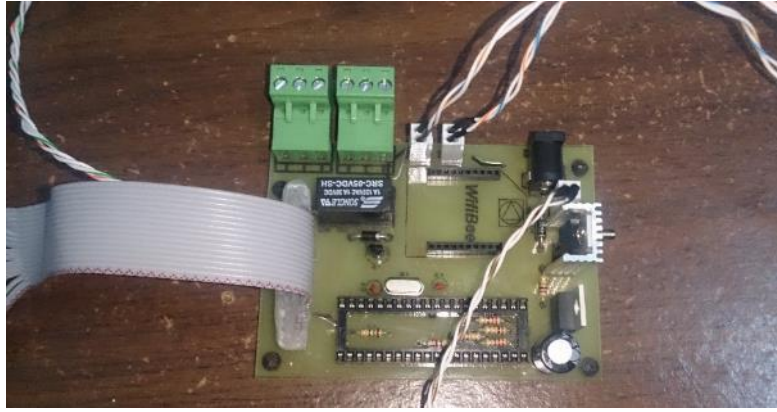


Figura 65.- Elementos de la Placa electrónica del circuito que incluye el pic16f877a, sensor dht11, wifly rn-xv, y control ON/OFF de la electroválvula.

Fuente: El Autor.

2.4.5 MONTAJE FINAL DE LOS DISPOSITIVOS DEL MONITOREO AGRICOLA.

Para una comprensión clara del funcionamiento de los equipos, se muestran sus esquemas en las **Figuras 66 y 67**.

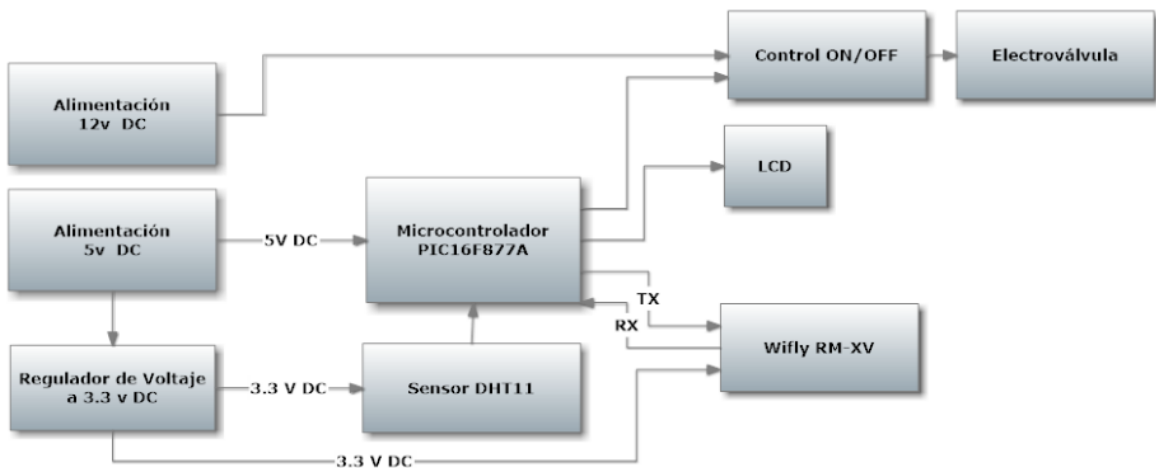


Figura 66.- Diagrama de bloques del funcionamiento de la etapa donde se envía los datos de temperatura y humedad, el control ON/OFF del aspersor y Tx & Rx de datos a través de Wi-Fi.

Fuente: El Autor.

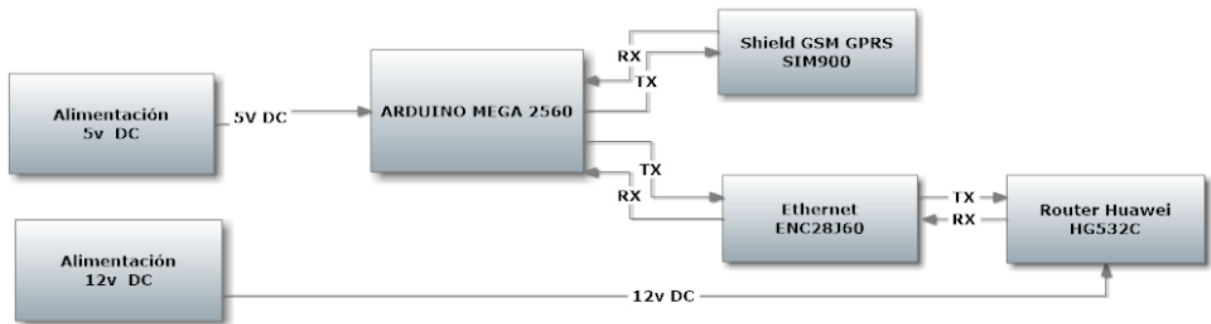


Figura 67.- Diagrama de bloques del funcionamiento de la etapa donde recibe los datos de temperatura y humedad, Tx & Rx de datos a través de la red Wi-Fi y Tx & Rx de datos al servidor a través de la red GSM GPRS.

Fuente: El Autor.

Al momento de realizar las pruebas reales, se ubica la alimentación propia de cada sistema, el sistema de alimentación para la etapa que toma los datos de humedad y temperatura y hace el control ON/OFF del aspersor se usan 2 fuentes independientes, una de ellas provee la energía de 5v y 3.v DC a todo el sistema, y por otra parte la alimentación de la electroválvula de 12 v DC, este diseño con fuentes independientes se pensó ya que la demanda de corriente por parte de la electroválvula desestabilizaría a todo el sistema, dejándolo obsoleto por falta de amperaje, en la **Figura 68** se visualiza como esta implementado esta etapa del sistema, donde se encuentra el Microcontrolador PIC 16F877A, el Wifly RN-XV, el LCD el control de la electroválvula, el Sensor DHT11 y los reguladores de voltaje.



Figura 68.- Implementación de la placa del PIC 16F877A para el funcionamiento de la etapa donde se envía los datos de temperatura y humedad, el control ON/OFF del aspersor y Tx & Rx de datos a través de Wi-Fi.

Fuente: El Autor.

Para las tarjetas que se incluyen para las comunicaciones Wi-Fi, y GSM-GPRS con el servidor se usó una alimentación de 5v DC, dentro de esta consta el Arduino MEGA 2560 y el SIM 900, para que el sistema funcione por completo se incluye el Router Huawei HG532C y el Ethernet ENC28J60. La **Figura 69** muestra lo explicado anteriormente.

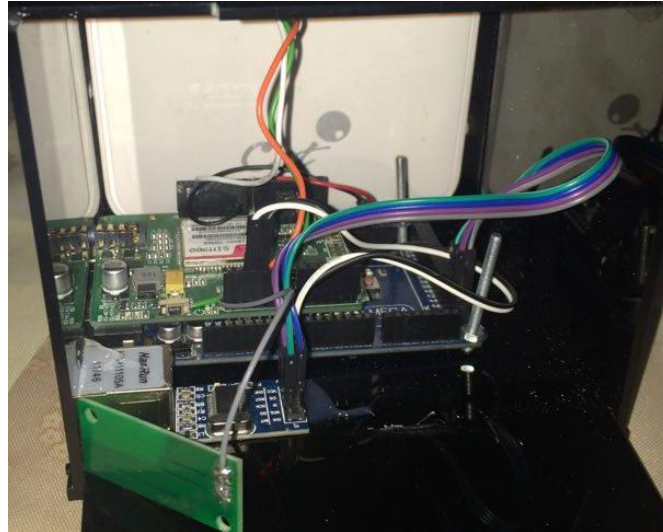


Figura 69.- Implementación de la placa de Arduino MEGA 2560 para la recepción de datos de temperatura y humedad, Tx & Rx de datos a través de la red Wi-Fi y Tx & Rx de datos al servidor a través de la red GSM GPRS.

Fuente: El Autor.

Las cajas para los dispositivos fueron diseñadas según el tamaño de las placas y su sistema de alimentación, los orificios son perforados para el switch de ON/OFF, luz LED de encendido, cable de poder y salida de cables para el sensor y la electroválvula.

El diseño de las cajas consta de cierta seguridad, cuenta con tornillos que aseguran las placas a la caja para evitar que los circuitos se toquen entre sí, A continuación en las **Figuras 70,71 y 72** se muestran las cajas, cada una de ellas con la descripción de cada orificio.

Esta caja incluye al PIC 16F877A, como Microcontrolador Slave para el sistema y a la placa electrónica que incluye al sensor dht11, wifly rn-xv, y control ON/OFF de la electroválvula.

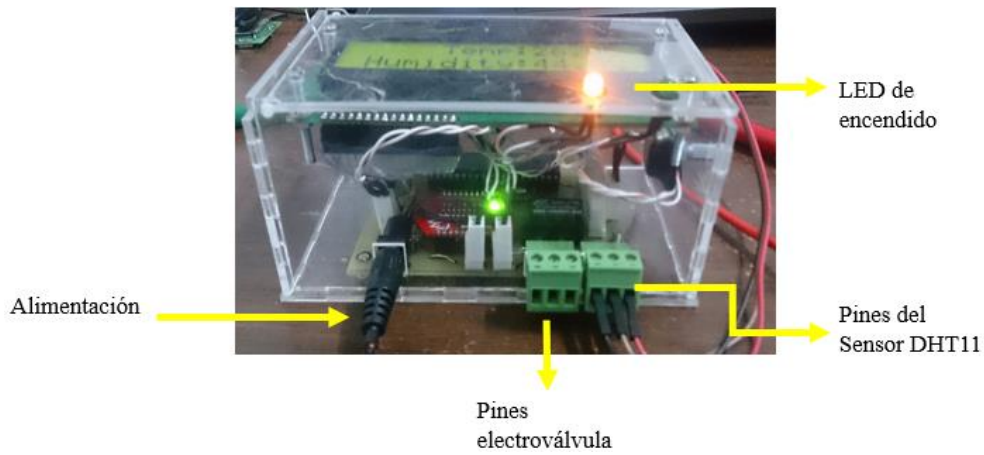


Figura 70.- Orificios de la parte frontal de la caja que contiene al Microcontrolador PIC 16F877A, el Wifly RN-XV, el LCD, el control de la electroválvula, Sensor DHT11 y los reguladores de voltaje.

Fuente: El Autor.

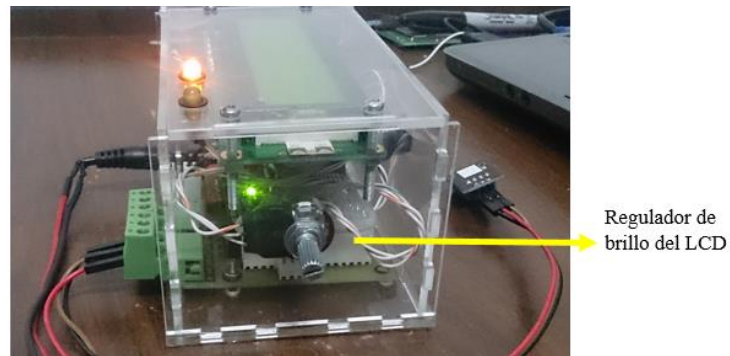


Figura 71.- Orificios de la parte lateral de la caja que contiene al Microcontrolador PIC 16F877A, el Wifly RN-XV, el LCD, el control de la electroválvula, Sensor DHT11 y los reguladores de voltaje.

Fuente: El Autor

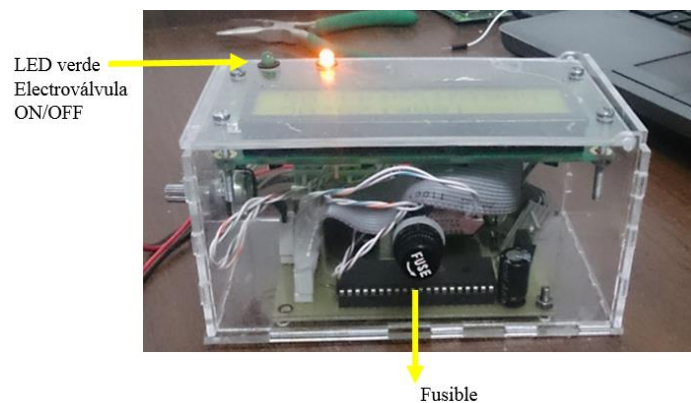


Figura 72.- Orificios de la parte posterior de la caja que contiene al Microcontrolador PIC 16F877A, el Wifly RN-XV, el LCD, el control de la electroválvula, Sensor DHT11 y los reguladores de voltaje.

Fuente: El Autor

Para la siguiente caja se incluye como Microcontrolador Master al Arduino MEGA 2560, además a las tarjetas GSM GPRS SIM 900, Ethernet ENC28J60 y al Router Huawei HG532C, a continuación se describen los orificios mostrados en esta caja en las **Figuras 73 y 74**.

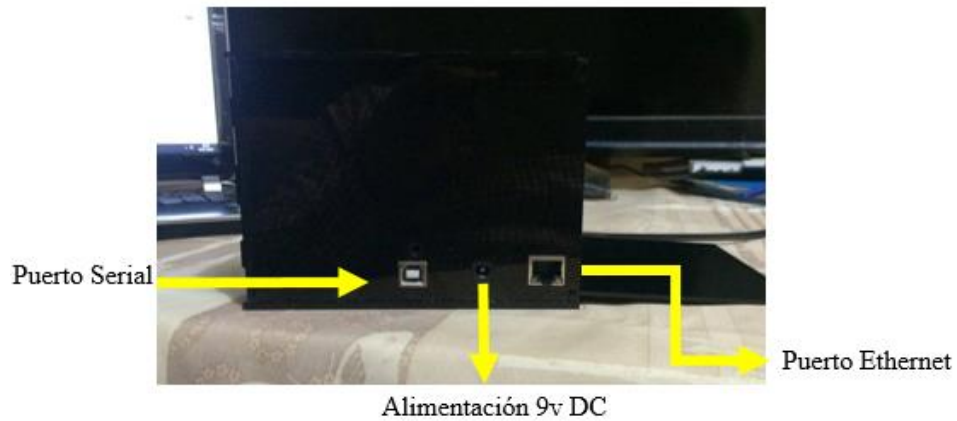


Figura 73.- Orificios de la parte lateral de la caja que contiene Arduino MEGA 2560, las tarjetas GSM GPRS SIM 900, Ethernet ENC28J60 y al Router Huawei HG532C.

Fuente: El Autor

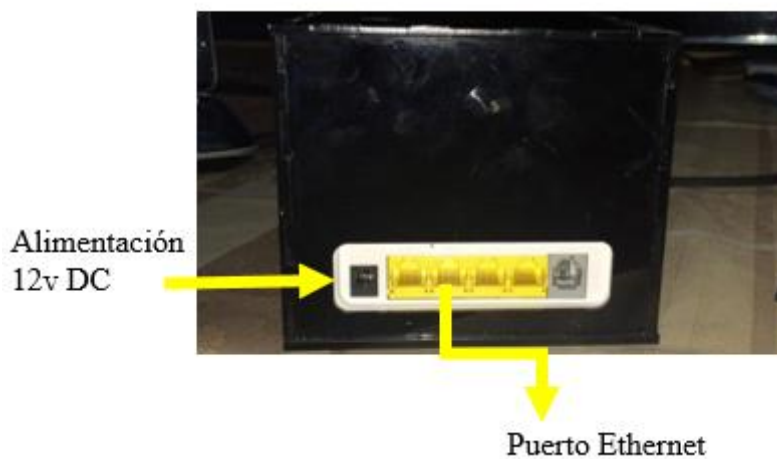


Figura 74.- Orificios de la parte posterior de la caja que contiene Arduino MEGA 2560, además a las tarjetas GSM GPRS SIM 900, Ethernet ENC28J60 y al Router Huawei HG532C

Fuente: El Autor

2.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

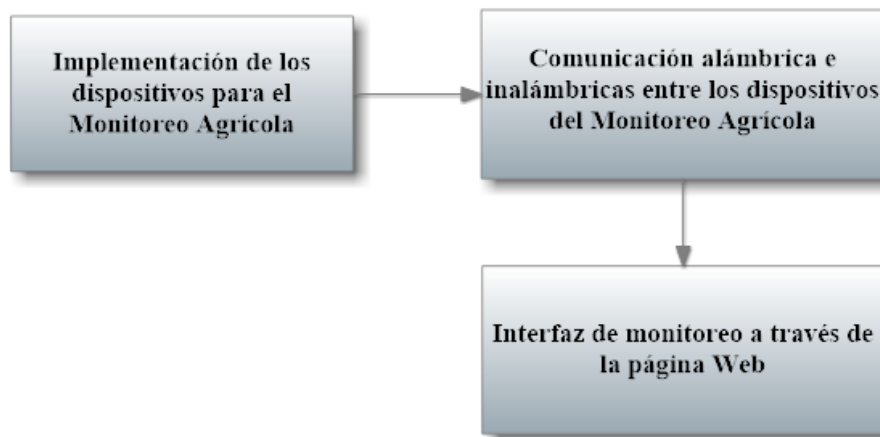


Figura 75.- Diagrama del Funcionamiento.

Fuente: El Autor.

Los procesos dentro del proyecto de investigación se ven plasmados en la **Figura 75**, mostrando las etapas desarrolladas para su implementación.

2.5.1 ESTUDIO DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL MONITOREO AGRÍCOLA

El dispositivo de Monitoreo con tecnología Wi-Fi envía datos a la Red WLAN, la información del enrutamiento se administra por un puerto Ethernet del Router para luego viajar por medio de la red GSM-GPRS, solicitando una dirección IP y un puerto para comunicarse con el servidor, como usuario se administra el sistema de Monitoreo Agrícola a través de cualquier explorador de la web instalado en cualquier dispositivo conectado al internet, en la siguiente **Figura 76** se muestra los bloques de este proceso.



Figura 76.- Etapas del Monitoreo Agrícola

Fuente: El Autor.

2.5.2 ANÁLISIS DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA DE MONITOREO AGRÍCOLA.

- **Ethernet**

Esta tecnología permite enlazar el Ruteador con un conector RJ-45 hembra al Microcontrolador, para la posterior comunicación a la red Celular

- **Gsm-gprs**

El acceso a internet se logra por medio de esta red, la operadora que presta la infraestructura de red es CLARO EC, ya que cuenta con una gran cobertura de celdas celular, lo que asegura un servicio de calidad en la transmisión de información.

- **Wi-fi**

Sirve para conectar a los dispositivos a la red WLAN con un estándar de comunicación IEEE 802.11, con un direccionamiento estático para direcciona los paquetes directamente al destinatario.

2.5.3 ANÁLISIS DEL MONITOREO A TRAVÉS DE LA PAGINA WEB MONITOREOAGRICOLAMARTINEZ.COM

El Monitoreo de los dispositivos se lo realiza por medio de una interfaz gráfica amigable, interactuando fácilmente con el usuario, ya que consta de opciones que permiten tipiar y grabar valores ingresados por el cliente, independientemente de la visualización de las variables de humedad y temperatura. En la **Figura 77** se visualiza como se realiza la consulta.

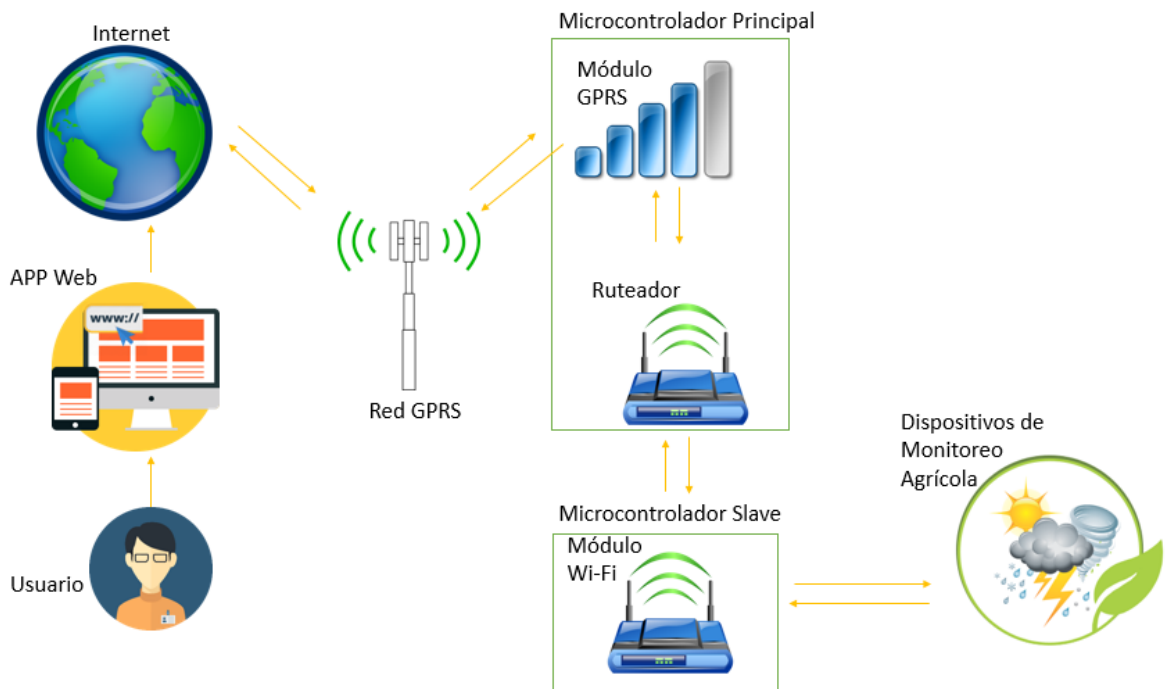


Figura 77.- Comunicación remota del sistema.

Fuente: El Autor.

2.6 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la comprobación de la hipótesis se debe establecer una serie de pasos para afirmar o negar dicha hipótesis, fue necesaria desarrollar pruebas con un esquema de aseveraciones aproximadas a una media de población.

- **Planteamiento de la hipótesis**

H0: “El diseño e implementación de un sistema de monitoreo agrícola celular mejorará el control adecuado de la temperatura y humedad del campo por medio de un sistema de riego.”

H1: “El diseño e implementación de un sistema de monitoreo agrícola celular no mejorará el control adecuado de la temperatura y humedad del campo por medio de un sistema de riego.”

H0: $U_t \neq U_{real}$

H1: $U_t \neq U_{real}$

- **Establecimiento de nivel de significancia**

El objetivo principal del proyecto es obtener una confiabilidad para esta investigación se asignó un nivel de significancia de 0.0001, esto representa un parámetro que permite al resultado ser un valor aceptable.

- **Muestra**

En el cálculo para una muestra de población desconocida, se toman 35 pruebas de transmisión para la comunicación. Para el siguiente cálculo, se toma una muestra en una población desconocida, sabiendo que el servidor se encuentra en los Estados Unidos, el programa para poder medir la eficiencia en la transmisión y recepción de datos a distintas distancias es CMD, este programa funciona en Windows 8.

- **Cálculo de media**

Este cálculo de la media se realiza en los dos escenarios, para establecer una relación para la comprobación de la hipótesis, para el escenario B se tomó en cuenta el tiempo de la conexión entre el servidor y el usuario para establecer una actualización de todos los servicios, y para el escenario A se realizó un encendido/apago manual por el usuario.

La velocidad promedio de una persona al caminar es de 5km/h, trotando a: 6km/h y corriendo a 10km/h.

En una prueba real para la activación manual del sistema, se recorrió una distancia promedio 688m en un tiempo de 7 minutos con 54.22 segundos, tomando en cuenta una distancia de 0.9 m por paso recorrido, lo que da una media de 77,5 metros recorridos por minuto.

En la siguiente **Tabla 24**, se muestran los datos de los escenarios A y B.

Tabla 24.- Comparación de tiempos de enlace del servidor y recorrido del usuario.

PRUEBA	Escenario A (min)	Escenario B(min)
1	5,900	5,207
2	5,911	5,207
3	5,967	5,203
4	5,083	5,197
5	5,917	5,208
6	5,033	5,198
7	5,167	5,195
8	5,117	5,204
9	5,917	5,206
10	5,083	5,197
11	5,783	5,209
12	5,033	5,207
13	5,083	5,205
14	5,933	5,208
15	5,900	5,205
16	5,767	5,204
17	5,967	5,207
18	5,083	5,199
19	5,617	5,202
20	5,817	5,199
21	5,900	5,207
22	5,911	5,207
23	5,967	5,203
24	5,083	5,197
25	5,917	5,208
26	5,033	5,198
27	5,167	5,195
28	5,117	5,204
29	5,917	5,206
30	5,083	5,197
31	5,783	5,204
32	5,033	5,207
33	5,083	5,199
34	5,933	5,202
35	5,900	5,199

Fuente: El Autor

Tabla 25.- Calculo de Chi Cuadrado.

CHI CALCULADO		
	r	35
	k	2
Grados de Libertad	$(r-1)(k-1)$	34
Nivel de significación	α	0,01
Chi Cuadrado	X ²	23,51
Probabilidad	P	0,630264
X ² Prueba		2,58

Fuente: El Autor

- **Representación gráfica de la regla de decisión**

Tomando en cuenta de los resultados que involucran a la **Tabla 25**, donde se tiene una muestra de 35 pruebas, un grado de significancia igual a 0,01. Dados estos datos se obtuvo un valor de Chi Cuadrado = 23,51, probabilidad = 0,63 y un X2 Prueba=2,58.

El resultado mostrado implica que Chi Cuadrado es mayor a X2 Prueba, lo que implica que la Hipótesis planteada en este proyecto de investigación es aceptada.

Figura 78.

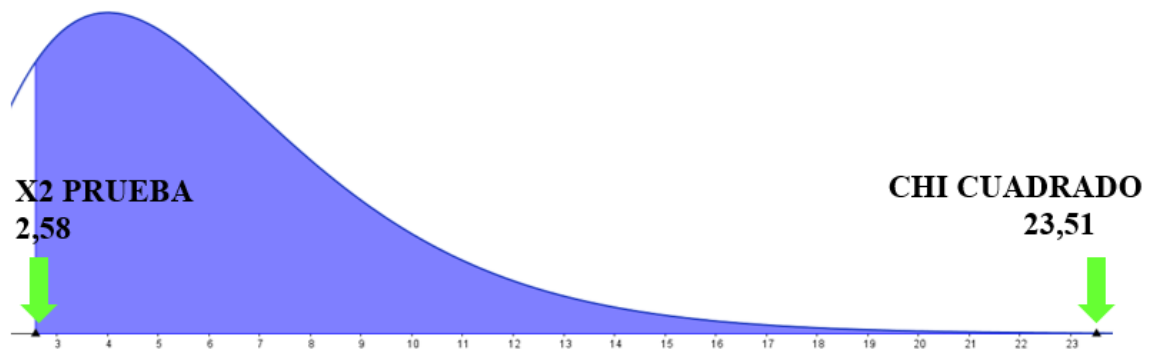


Figura 78.- Representación gráfica de decisión

Fuente: El Autor

CAPÍTULO III

3 RESULTADOS

Se muestran las pruebas de comunicación entre los dispositivos GPRS y WLAN.

3.1 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Las pruebas de comunicación se realizaron dentro del Campus Édison Riera de la UNACH, dentro de la Facultad de Ingeniería ya que cuenta con un área extensa de terreno, donde se puede comprobar la eficiencia del sistema de Monitoreo Agrícola.

Se optó por colocar los dispositivos de monitoreo a una distancia de 30m con línea de vista entre ellos, como usuario se puede desplazar a cualquier lugar independientemente de la distancia de los 2 equipos del sistema, para tener una idea clara del sistema, en la **Figura 79** y **Figura 80** se muestra la ubicación de los dispositivos en el campo.



Figura 79.- Ubicación del dispositivo esclavo del Monitoreo Agrícola.

Fuente: El Autor



Figura 80.- Ubicación del dispositivo master del Monitoreo Agrícola.

Fuente: El Autor

El dispositivo Master se encuentra dentro de la caja de color negro, contiene al Arduino Mega 2560, además se encuentra conectado al computador mediante al puerto USB ya que este equipo monitorea el tráfico de la red Wi-Fi y de la red GSM GPRS, cabe recalcar que esa es la única función del PC.

La página WEB le permite al usuario ingresar al monitoreo agrícola, accediendo desde cualquier equipo con acceso a internet, simplemente tipiendo la dirección URL: monitoreoagricolamartinez.com/login.php desde cualquier navegador WEB, en la **Figura 81** se muestra la página visualizada desde el mismo PC, y al mismo tiempo los datos recibidos al Arduino, al hacer un request al Servidor.

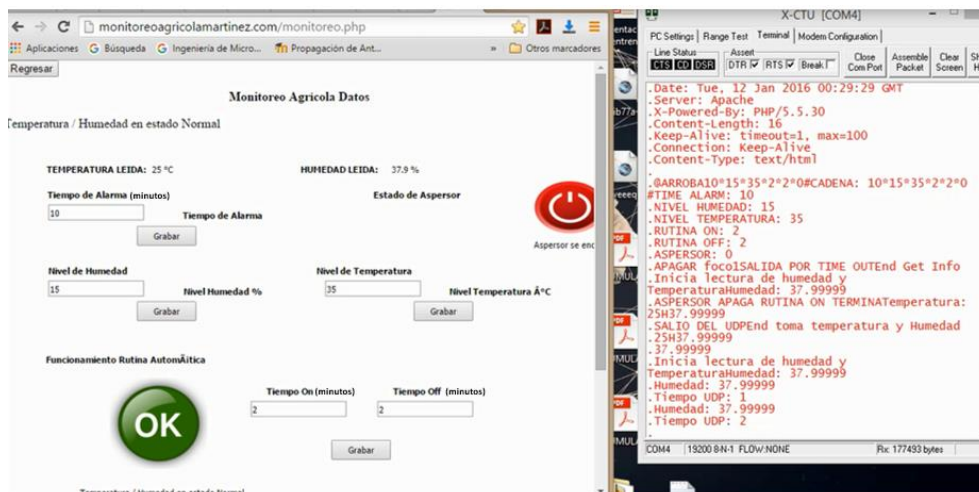


Figura 81.- Interfaz de la aplicación WEB y Monitoreo Serial.

Fuente: El Autor

Las primera prueba del monitoreo fue la activación y desactivación manual del aspersor, independientemente del sistema de alarma y de rutina, en las siguientes **Figura 82** y **Figura 83** se muestran la interfaz con la activación manual desde un teléfono móvil iPhone y el aspersor encendido. El encendido del aspersor se encuentra representado por un color verde fosforescente y un texto de “el aspersor de encuentra encendido” al presionar el botón ON, al igual, si se presiona el botón OFF el aspersor se apaga y la imagen cambia de verde a roja, con el texto de “el aspersor de encuentra apagado”.



Figura 82.- Activación manual del aspersor.

Fuente: El Autor



Figura 83.- Aspersor Encendido.

Fuente: El Autor

En la siguiente prueba, se efectuó la activación y desactivación del encendido del aspersor por medio de una alarma, cabe tomar en cuenta que para la realización de esta prueba, la rutina Manual tenía que estar en modo Apagado, y el modo rutina, debía estar con niveles altos para no interrumpir con la actividad. Los niveles ingresados fueron de humedad y temperatura, los valores tipados cumplen funciones distintas, por ejemplo al momento de ingresar el valor de la temperatura, significa que el aspersor se encendió si la temperatura ambiente fue superior a la tipada, por otra parte, si la humedad del

ambiente fue inferior a la ingresada, el aspersor también se activó por un tiempo ingresado por el usuario, el tiempo debe ser ingresado en minutos. En la **Figura 84** se muestra los valores ingresados para la prueba y los valores reales de humedad y temperatura del medio ambiente, acompañados por una imagen que cambia al signo de exclamación como advertencia en esta prueba, como parte de una prueba se muestra el tráfico de información del Arduino Mega 2560 a través del puerto Serial, en este despliegue de datos se visualizó la lectura de datos de la página web y para plasmarlos en la programación para su ejecución.

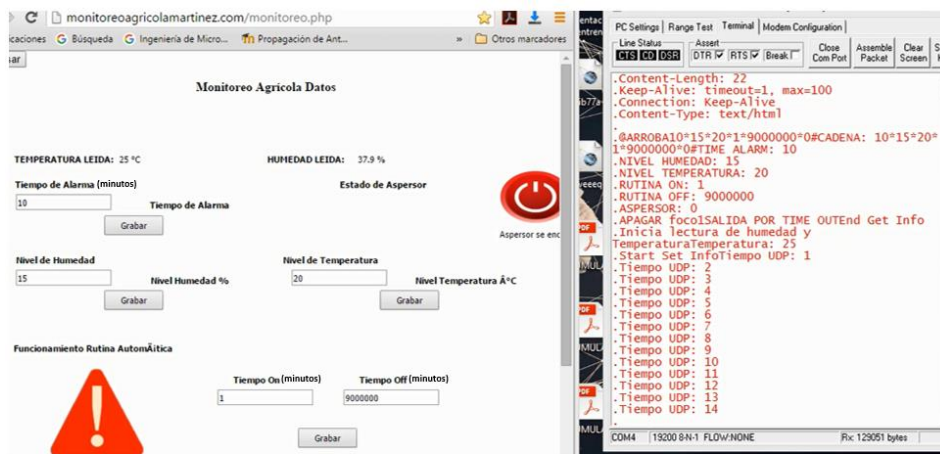


Figura 84.- Activación de la alarma en la Aplicación WEB.

Fuente: El Autor

Para aplicación de la del aspersor por un tiempo en modo Rutina hay que tomar en cuenta que la activación manual debe estar apagada, y los niveles de la activación de la alarma fuera de un rango de encendido, la rutina se activa y se desactiva dependiendo del tiempo que se ingrese, existen dos tiempos, el tiempo ON y el tiempo OFF. Esta rutina esta activada por siempre, por ello es recomendable tipiar valores altos similares a 1000000 en tiempo OFF y el valor “1” en el tiempo ON para que no interrumpa con las funciones descritas anteriormente,

En la ejecución de la Rutina se tipió datos de tiempo ON con un valor numérico de 2 minutos, y para el tiempo en OFF, de igual manera 2 minutos, estos datos permitieron que el aspersor se encendiera y se apagara de manera infinita, intercalando las 2 funciones, como parte de prueba se muestra el tráfico de información del Arduino Mega 2560 a través del puerto Serial, en este despliegue de información se visualizó como el

dispositivo lee los datos de la página web y los ubico en la programación para su ejecución, la **Figura 85** muestra lo explicado anteriormente.

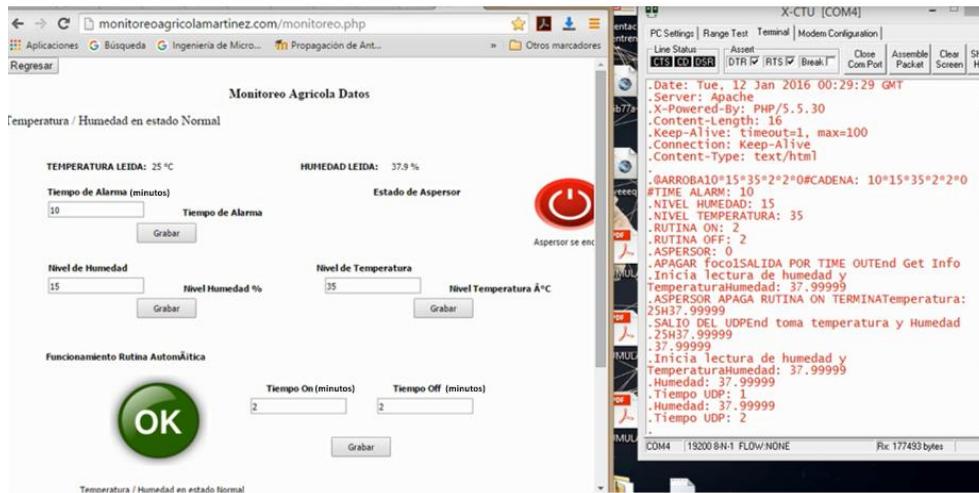


Figura 85.- Activación de la rutina en la Aplicación WEB.

Fuente: El Autor

En la visualización de la humedad y temperatura ambiente se muestra un historial de estas variables en el tiempo, monitoreadas cada 15 minutos, en la **Figura 86** se muestra esta información.

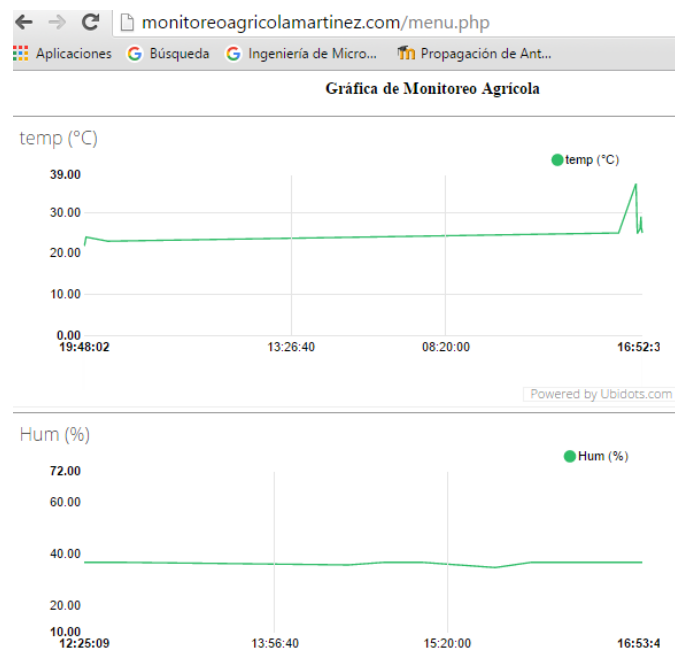


Figura 86.- Visualización de la Hum y Temp en la Aplicación WEB.

Fuente: El Autor

En la prueba de comunicación se mostró la cantidad de datos transmitidos y el tiempo en la que el servidor se comunicó con el cliente desde la capa IP, el software usado para esta prueba es Fiddler Web Debugger, este programa captó todo el tráfico PHP entre una PC y el internet, en la **Figura 87**, muestra una captura de pantalla de dicho programa.

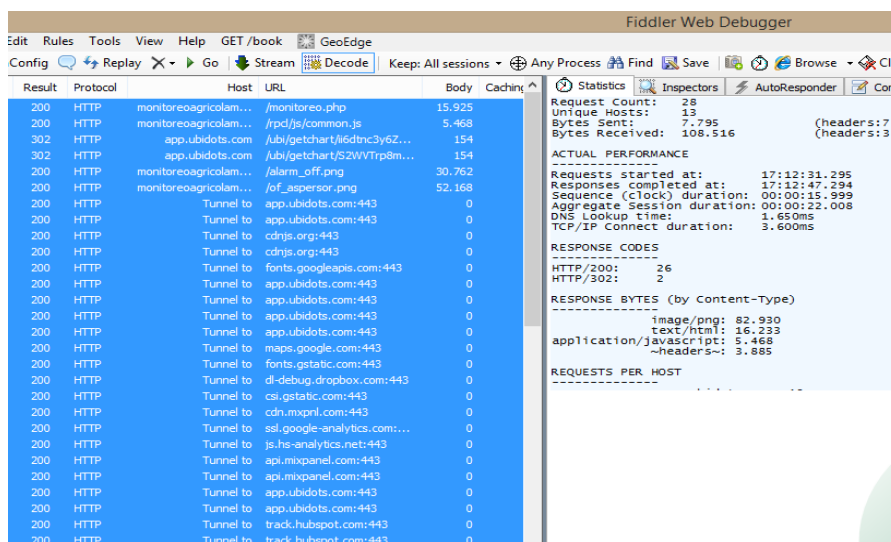


Figura 87.- Captura de tráfico PHP en Fiddler Web Debugger

Fuente: El Autor

Para la elaboración de la tabla se tomaron los datos del tiempo de conexión TCP & el Lookup del DNS, además de los bytes enviados desde el PC al servidor y viceversa, esta información contiene contenido de cabeceras, configuraciones en JavaScript, contenido HTML e imágenes en formato .Png, los datos capturados por el depurador se muestran en la **Tabla 26**.

Tabla 26.- Tiempo de conexión TCP & Lookup DNS y bytes TX & RX entre el servidor y el PC

PRUEBA N°	BYTES ENVIADOS	BYTES RECIBIDOS	CONEXIÓN TCP(ms)	DNS LOOKUP TIME(ms)
1	7.795	108.516	1.650	3.600
2	8.078	108.547	1.430	3.765
3	7.767	20.248	2.692	12
4	6.816	18.420	2.231	851
5	4.706	17.350	906	861
6	6.404	18.206	1.975	352
7	8.278	19.169	2.878	894
8	7.698	108.333	639	3.824

PRUEBA N°	BYTES ENVIADOS	BYTES RECIBIDOS	CONEXIÓN TCP(ms)	DNS LOOKUP TIME(ms)
9	7.761	19.034	123	2.653
10	4.437	17.350	107	926
11	7.795	107.586	1.670	3.560
12	8.548	103.547	1.580	3.895
13	6.807	21.448	3.912	13.897
14	6.800	18.420	2.231	851
15	4.706	17.350	906	861
16	6.404	18.206	1.975	352
17	8.278	19.169	2.878	894
18	7.698	108.333	639	3.824
19	7.761	19.034	123	2.653
20	7.767	20.248	2.692	12
21	6.816	18.420	2.231	851
22	4.706	17.350	906	861
23	6.404	18.206	1.975	352
24	8.278	19.169	2.878	894
25	7.698	108.333	639	3.824
26	7.795	107.586	1.670	3.560
27	8.548	103.547	1.580	3.895
28	6.807	21.448	3.912	13.897
29	6.800	18.420	2.231	851
30	4.706	17.350	906	861
31	6.404	18.206	1.975	352
32	8.278	19.169	2.878	894
33	7.698	108.333	639	3.824
34	7.761	19.034	123	2.653
35	4.704	17.350	107	926

Fuente. El Autor.

El resultado de las 35 pruebas de comunicación no se expone ningún tipo de error, la comunicación para las solicitudes de información al servidor es 100% exitosa, ya que al momento de hacer una solicitud siempre responde con el mismo rango de paquetes, sin dejar alguna prueba con el tráfico de información en cero.

Hay que tomar en cuenta un parámetro que no se pudo medir y es de gran importancia, con esto se hace referencia al tráfico de los datos a través de la Red GPRS.

Las operadoras que brindan el servicio de telefonía móvil tienen rotundamente prohibido el ingreso a terceros a su infraestructura de red, por lo que fue imposible generar un tiempo de transmisión y tráfico de datos dentro de esta etapa de la comunicación, de manera empírica se midió el tiempo de conexión del sistema en su totalidad, los tiempos varían entre 54 segundos a 1 minuto con 27 segundos dependiendo de distintos parámetros, como: los tiempos para establecer las conexiones GPRS y la lectura de los

parámetros de cambio dentro de la programación, hay que tener en cuenta que la programación sigue una estructura de lectura y escritura que se ejecuta de manera escalonada.

3.2 ANÁLISIS FINANCIERO

En la siguiente **Tabla 27** se muestra el valor de los elementos utilizados en el proyecto para su diseño, con esto se quiere justificar el total del costo en relación a los beneficios obtenidos con la implementación de los dispositivos.

Tabla 27.- Costos de implementación del Proyecto.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Servicio almacenamiento Servidor Ecuahosting. Domain & Hosting Services	58,22	58,22
1	Tarjeta Wifly RN-XV	120,00	120,00
1	Router Huawei HG532C	35,00	35,00
1	Tarjeta Ethernet ENC28J60	23,00	23,00
1	PIC16F877A	9,00	9,00
1	Arduino MEGA 2560	65,00	65,00
2	Cargador AC a DC 5v	5,00	10,00
1	Cargador AC a DC 12v	9,00	9,00
1	Fuente 12Vdc 2 ^a	16,00	16,00
1	LCD	25,00	25,00
1	Tarjeta SIM900 GSM-GPRS	80,00	80,00
1	Caja acrílica Arduino MEGA 2560	70,00	90,00
1	Caja acrílica PIC16F877A	50,00	70,00
1	Potenciómetro 10K ohm	0,30	0,30
1	Fusible	1,00	1,00
1	Válvula DC LG 5221ea1001h 12V 2 ^a	28,00	28,00
1	Manguera de descarga de lavadora	18,00	18,00
1	Manguera PVC reforzada con tejido	9,00	9,00
1	Nebulizador 1 boquilla	10,00	10,00
1	Nebulizador 4 boquilla	18,00	18,00
30	Resistencias	0,10	3,00
1	Regulador de voltaje 7805	0,45	0,45
1	Sensor DHT11	13,00	13,00
6	Capacitores cerámicos	0,25	1,50
4	Capacitores electrolíticos	0,35	1,40

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	Cables de red	0,50	1,00
2	Cristal de 8Mhz	0,25	1,00
5	LEDs	0,25	1,25
2	Jack hembra adaptador de 110v	1,25	2,50
1	Placa recubierta de cobre	3,50	3,50
1	Protoboard	35,00	35,00
2	Borneras	0,35	0,70
1	Cable USB a Serial	35,00	35,00
1	Potenciómetro	0,35	0,35
TOTAL(\$):			794.17

Fuente: El Autor.

CAPÍTULO IV

4. DISCUSIÓN

La implementación de los dispositivos están basados en la tecnificación del monitoreo en la agricultura, por medio de un profundo análisis e investigación en la tecnología, se encontró módulos electrónicos y servicios en línea que trabajan en armonía, óptimas para el desarrollo de los equipos y una aplicación web que permite al usuario un manejo sencillo en un entorno amigable.

Las comunicaciones juegan un papel vital dentro del sistema, las redes GPRS y Wi-Fi son la base de este sistema, permite la comunicación a través del internet entre el usuario y los dispositivos sin importar el lugar donde se encuentre el usuario ya que el acceso a la plataforma es por medio de una página web.

La red Wi-Fi tiene gran cobertura en lugares sin obstáculos, lo que permite una transmisión y recepción de datos a largas distancias, esto proporciona una conexión rápida y segura para los equipos que establecen la comunicación entre el actuador y el sistema master.

La calidad del servicio de una red GPRS depende del número de torres repetidoras, la empresa de telecomunicaciones que ofrece el mejor servicio de datos y cobertura móvil es CLARO CONECEL S.A, esto es vital para que los equipos del monitoreo se mantengan siempre conectados a internet, al tomarlo en cuenta como un punto en la investigación del proyecto, se muestra al usuario la manera de utilizar los tipos de servicios que brinda la operadora móvil como lo es la conexión remota.

El software usada para el monitoreo agrícola funciona en base a un esquema que da prioridad a distintas etapas, estas etapas van desde el encendido-apagado rutinario manual, y de alarma en el aspersor hasta la visualización de las variables para su transmisión de información a través de la red GSM-GPRS hacia el internet, de este modo se establece una conexión exitosa.

La aplicación web está basado en PHP el cual permite que el usuario se familiarice con el sistema por medio de cuadros de texto, botones y pulsadores que conforman un entorno

amigable en la aplicación, creando así una conexión remota con los equipos del monitoreo agrícola a través de todos los equipos y software desarrollados.

Después de concluir con la implementación de los equipos y el software, son capaces de realizar todas funciones mencionadas anteriormente, proporcionando una comunicación estable, sin perdida alguna de información y con una ejecución exitosa de sus funciones.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El diseño y la implementación de un sistema de monitoreo agrícola celular, permite un ahorro significativo en el factor tiempo, optimización de recursos humanos y económicos, y además factores que demostrados en la pruebas realizadas, nos llevan a la comprobación de la hipótesis planteada.
- La implementación de la aplicación web para obtener datos y controlar dispositivos, permitió manejar vía internet los dispositivos de monitoreo agrícola; mediante esta tecnología se puede acceder a este monitoreo desde cualquier dispositivo que tenga acceso a la web durante los 365 días del año, 24 horas al día.
- Con la implementación de una red Wireless se comprobó que la transmisión y recepción de datos genera una respuesta rápida de los dispositivos de monitoreo, con un alcance máximo de 100 metros entre los dispositivos del monitoreo agrícola en campo abierto.
- El incorporar 2 tipos de tecnologías inalámbricas como la GSM GPRS & Wi-Fi permitieron establecer una comunicación local y remota para acceder a la aplicación Web que permite interactuar al campo monitoreado con el usuario, independientemente de su ubicación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Los dispositivos de monitoreo deben estar cerca de una torre de telecomunicaciones de la operado que presta los servicios de datos GPRS.
- Dar un tiempo de espera, para que las instrucciones tipadas en la página web, puedan ejecutarse en el sistema de Monitoreo Agrícola.

- Las funciones dentro de la aplicación WEB deben ejecutarse una a la vez, es decir, desactivar las otras funciones para evitar conflictos en los servicios.
- Verificar la conexión entre los dispositivos Wi-Fi y los request exitosos entre el módulo GPRS y la red GSM GPRS, antes de ponerlos en funcionamiento.
- Monitorear el programa principal por medio del puerto serial, para poder corroborar el envío y recepción de datos.
- Establecer claves para la red Wi-Fi y para la aplicación web para evitar accesos indeseados al sistema por parte de terceros.
- Proteger a los equipos de la lluvia, ya que esto puede deteriorar las conexiones de los circuitos dentro de las cajas.
- Ubicar el aspersor con su manguera de manera vertical, para que el riego sea eficiente y así evitar el colapso del sensor por riego excesivo.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO AGRÍCOLA CELULAR”.

6.2 INTRODUCCIÓN

El funcionamiento de los dispositivos de Monitoreo Agrícola permite obtener datos de factores ambientales y control de riego, además de la integración de una aplicación Web para la administración del sistema. Por movilidad se establece una conexión a internet por medio de la red GPRS, la misma que establece una comunicación hacia una red Wi-Fi para obtener los datos del monitoreo de maneja local, esto facilita la toma de decisiones oportunas, sin necesidad de la presencia física del técnico o agricultor.

Para el cumplimiento de los objetivos, es necesario tener un concepto claro de cómo establecer una armonía entre los equipos que integran el sistema, es decir, que ejecuten la toma de factores ambientales como la humedad y temperatura, la activación y desactivación manual, de rutina y de alarma para el aspersor.

Para obtener el conocimiento necesario del proyecto de investigación, se hará un estudio exhaustivo de la tecnología, para así determinar los módulos o equipos que cumplan con los requerimientos del sistema de Monitoreo Agrícola Celular.

6.3 OBJETIVOS

6.3.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar un sistema de monitoreo agrícola controlado por un dispositivo con conexión a internet.

6.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar una aplicación web, para obtener datos y controlar dispositivos.
- Diseñar 2 dispositivos con conectividad wifi que permita monitorear sensores y control encendido-apagado.
- Diseñar un dispositivo que permita controlar la conectividad de la red Wi-Fi y GPRS.

6.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA.

Dentro del desarrollo del sistema de Monitoreo Agrícola Celular se valora distintos componentes que forman parte de la implementación, dichos elementos se describen a continuación:

- **GSM GPRS Sim 900**

Es un módulo de la empresa Geeetech, diseñado para el Arduino Mega 2560, este dispositivo fue capaz de trabajar en las bandas de frecuencia dadas por la operadora CONECEL S.S CLARO en la banda de 1900 MHz, para la transmisión y recepción de mensajes de texto, servicios de voz y lo más importante la transmisor de datos, la calidad del servicio de datos dependió de la conexión al operador GSM, es decir del nivel de conexión entre la estación base y el terminal Sim900.

- **Router Huawei HG532C**

Es un dispositivo que integra la tecnología Wireless desarrollado por la empresa Huawei, cuenta con dos tipos de conexiones, la Ethernet que cuenta con 4 puertos de conexión y la Wi-Fi que integra 32 canales de conexión, además este dispositivo se configuró con un direccionamiento IP estático.

- **Wifly RN-XV**

Es una tarjeta que utiliza la tecnología Wireless como medio de transmisión y recepción de datos, cuenta con 8 pines, 2 de ellos se configuraron como entrada y salida, además de 3 entradas analógicas, se usó la interfaz física TTL con una tasa de transmisión de 464kbps para su configuración.

- **Php my Admin**

Es una interfaz en PHP, esta herramienta se administró en MySQL, y permitió crear bases de datos, tablas y sentencias para administrar la página web.

6.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Este planteamiento se basa en la integración de tecnologías de transmisión para la implementación de los dispositivos del Monitoreo Agrícola, cada uno de los equipos constará con un dispositivo de red inalámbrica (WIFI), uno de ellos se encarga de la adquisición de datos de la humedad y temperatura y el control On/Off del aspersor de manera local, mientras que el otro dispositivo WI-fi recibe esta información, la procesa y la envía a la tarjeta GSM GPRS, el cual manejará el tráfico de la red para conectarse a internet a través de la red celular, para realizar el respectivo control y monitoreo en la aplicación Web, hay que tener en cuenta que el sistema funcionara siempre y cuando se encuentre dentro de la cobertura de la red celular.

El manejo de los dispositivos por acceso remoto se lo podrá realizar siempre y cuando dispongan del servicio de internet en aparatos como teléfonos celulares, tabletas y pc

Esta propuesta plantea un monitoreo remoto, para que el usuario o agricultor optimice su tiempo, para gestionar la cantidad de agua que se necesita por sembrío, usando los sensores para delimitar los parámetros de activación y así evitar que el cultivo se pudra o se seque, a la vez esto establecerá una comparación de eficiencia en relación al tiempo transcurrido en la activación manual del aspersor dada por el usuario y tiempo de activación remota dado por el sistema propuesto.

6.6 DISEÑO ORGANIZACIONAL

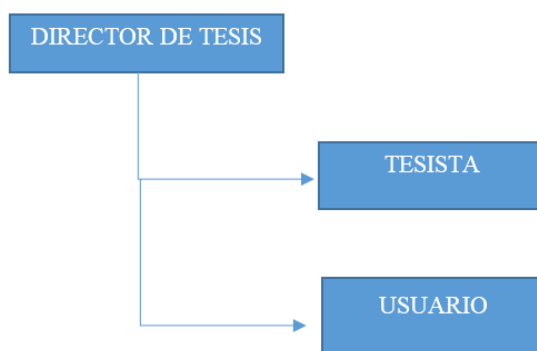


Figura 88.- Diagrama del sistema Organizacional del Proyecto

Fuente: El Autor

6.7 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.

En el País no existen sistemas de monitoreo accesibles para el agricultor, sin esto no se puede predecir con exactitud si la temperatura y la humedad son ideales para el cultivo. Si bien las personas que desarrollan la agricultura cuentan con experiencia suficiente, se basan en ello para tomar decisiones, hacer esto no es correcto y tampoco garantiza productos de alta calidad para su comercialización, por ello se busca desarrollar estrategias que permitan mejorar la producción y a su vez ofrecer mayor viabilidad al control del cultivo.

Debido a los altos costos de las tecnologías actuales, por lo que no han sido accesibles a muchos de los pequeños y medianos agricultores que han evitado por esta razón tecnificar los proceso de producción, muy pocas son las empresas que han adquirido o han desarrollado ciertas tecnologías para productos específicos, por lo que se hace necesario

innovar estas técnicas agrícolas que ayuden a los técnicos agrícolas y agricultores a mejorar ostensiblemente el control de los procesos productivos, el diseño e implementación del presente proyecto va encaminado a que sea totalmente accesible a quienes lo requieran tanto en la parte económica como técnica.

Estoy firmemente convencido que este proyecto ayudará a facilitar el trabajo de control que se debe hacer en todos los sembríos, pues se trata de un sistema que cuenta con equipos de redes wifi y de telefonía celular para manejar el flujo de información dentro de la red y en el internet.

El programa estará diseñado para ejecutarse como página web mediante una aplicación desarrollada para monitorear los cambios de temperatura, humedad y cantidad de riego necesario. Su monitoreo se lo realizará 365 días, 24 horas al día desde cualquier parte del mundo donde se tenga acceso a un teléfono inteligente con servicios de internet.

Por otra parte se realizarán pruebas de transmisión y recepción de datos entre los dispositivos que intervienen en la red WI-Fi. GPRS e internet, para evaluar el sistema y así presentar una gran eficiencia, dicho esto, también se documentara todo proceso generado en cada etapa, con esto se sabrá las limitaciones que presenta este proyecto

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agroes. (12 de Diciembre de 2014). *Riego por aspersión en Agricultura - Regadíos con aspersores*. Obtenido de Agroes.es: <http://www.agroes.es/agricultura/agua-riegos-regadios/305-riego-aspersion-agricultura-regadios-aspersores>
- ATMEL. (2015). *atmel*. Obtenido de <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx>
- BSR. (12 de Diciembre de 2014). *BSR.org*. Obtenido de Wireless and the Environmen: [:http://www.bsr.org/reports/BSR_CTIA_Wireless_and_the_Environment.pdf](http://www.bsr.org/reports/BSR_CTIA_Wireless_and_the_Environment.pdf)
- Cisco. (10 de Agosto de 2005). *Cisco*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13769-5.html>
- Datint. (13 de Dicimebre de 2014). *Monografías*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos5/datint/datint.shtml>
- Deplanta. (23 de 11 de 2015). *Deplanta.com*. Obtenido de <http://www.flordeplanta.com.ar/riego/sistemas-de-riego-por-nebulizacion-usos-ventajas-e-inconvenientes/>
- Deredes. (2 de Juio de 2015). *Deredes*. Obtenido de <http://deredes.net/protocolos-tcpip/>
- Developer, A. (12 de Diciembre de 2014). *Android, the world's most popular mobile platform*. Obtenido de <http://developer.android.com/about/index.html>
- D-Robotics. (30 de Juio de 2010). *amperka*. Obtenido de <http://files.amperka.ru/datasheets/dht11.pdf>
- Electronics, M. (13 de 09 de 2010). *unrobotica*. Obtenido de http://www.unrobotica.com/proyectorevista/Manual_ModEthernet_V1.0.pdf

- Emmanuel Seurre, P. S.-J. (2003). *GPRS for Mobile Internet*. Norwood: ARTECHHOUSE.
- FERRERES, L., ROJO, M., & PURAS, A. (2001). *MANUAL DE TELEPATOLOGÍA*. Pamplona: SEAP.
- Flego, E. G. (2 de 5 de 2009). *www.palermo.edu*. Obtenido de <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>
- futureelectronics. (2015). *futureelectronics*. Obtenido de <https://www.futureelectronics.com/en/Microcontrollers/8-bit-microcontroller.aspx>
- gsma. (2015). *www.gsma.com*. Obtenido de <http://www.gsma.com/aboutus/gsm-technology>
- Hannifin, P. (28 de 7 de 2003). *Achrnews*. Obtenido de <http://www.achrnews.com/articles/92540-understanding-solenoid-valves>
- Juan Carlos Amay, F. P. (04 de Junio de 2014). <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6778>.
- Miriego. (3 de Junio de 2015). *MIriego*. Obtenido de <https://miriego.wordpress.com/2015/06/03/riego-por-nebulizacion/>
- PHP. (10 de 06 de 2011). *PHP Manual*. (PHP) Recuperado el 14 de 06 de 2011, de <http://www.php.net/manual/es/intro-what-is.php>
- PHPMYADMIN. (2011). *PHP MYADMIN*. (Equipo de desarrollo de phpMyAdmin) Recuperado el 15 de 06 de 2011, de http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php
- PUCP. (12 de Diciembre de 2014). *Diseño de una red inalámbrica de sensores para monitorear Un cultivo de plátanos en el distrito de mala*. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe>:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/733/antachoque_espinoza_e

- Simcom. (21 de 07 de 2010). *propox*. Obtenido de <http://www.propox.com/download/docs/SIM900.pdf>
- Technologies, H. (2013). *Presentación de entrenamiento HG532C*. Huawei.
- Techterms. (11 de Marzo de 2014). *Techterms*. Obtenido de <http://techterms.com/definition/wi-fi>
- Techterms.com. (16 de Abril de 2014). *Techterms*. Obtenido de <http://techterms.com/definition/server>
- Wikipedia. (02 de 12 de 2015). *Wikipedia*. Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/Internet>
- Xerox. (1970). *creative-wisdom*. Obtenido de <http://www.creative-wisdom.com/teaching/network/ethernet.shtml>

ANEXOS