



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INTELIGENTE DE ASIGNACIÓN, MEDICIÓN Y ALERTA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA HOGARES RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

AUTORES: GUSQUI MACAS GLORIA REBECA

CHAGLLA MOINA ANA GRACIELA

TUTOR: ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba – Ecuador
2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INTELIGENTE DE ASIGNACIÓN, MEDICIÓN Y ALERTA DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA HOGARES RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”, de responsabilidad de las señoritas GLORIA REBECA GUSQUI MACAS y ANA GRACIELA CHAGLLA MOINA, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna. E DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.
Ing. Freddy Chávez. V DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES.
Ing. José Guerra. S DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACION
Ing. Edwin Altamirano. S MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

NOTA DE TRABAJO DE TITULACION:

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotras, Gloria Rebeca Gusqui Macas y Ana Graciela Chaglla Moina, declaramos que el presente Trabajo de Titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales.

Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Riobamba, 05 de diciembre de 2016

Gloria Rebeca Gusqui Macas
060495548-4

Ana Graciela Chaglla Moina
060478469-4

AUTORES

DEDICATORIA

Quiero dedicar este primer triunfo a mi madre, Esther Magdalena que fue el pilar principal para que esta meta se cumpla, gracias por siempre tenerme presente en sus oraciones, a mi padre Segundo Raúl por apoyarme en toda esta trayectoria.

A mis hermanos Mateo, Daniel, Victoria, Sara, Ruth mis sobrinos Josué y Matías por haber aportado para lograr alcanzar esta meta; a la familia Chaglla Moina quienes han sido partícipes de este éxito especialmente la Sra. Leonor Moina y Sr. Alberto Chaglla Dios los bendiga.

A Dios porque a pesar de lo duro de las circunstancias y a veces injustas me saco triunfante dándome la fuerza suficiente para levantar la cabeza, luchar y culminar exitosamente este largo camino.

Si Dios es conmigo, quien contra mí.

Rebeca Gusqui Macas.

Quiero dedicar a mis padres a quienes amo mucho, Leonor y Alberto que me han ayudado y apoyado incondicionalmente en toda mi vida estudiantil dándome los mejores consejos y enseñanzas, son la razón de mi vida y de mis triunfos.

A mis hermanos Marco, Jorge, Luis, Verónica y sobrinos cada uno de ellos que han portado con un granito de arena para lograr alcanzar esta meta y no decaer en los momentos difíciles de la carrera.

A Dios porque a pesar de todas las caídas me dio la fuerza para poderme levantar y seguir luchando por mis ideales y culminar exitosamente este largo camino.

A la familia Gusqui Macas quienes han sido partícipes de este éxito ayudándome en los momentos difíciles de mi vida.

Por último y no menos importante a Gloria Rebeca amiga incondicional y compañera de trabajo de titulación, gracias por los buenos y malos momentos vividos durante toda esta trayectoria y compartir un logro más.

Anita Chaglla Moina

AGRADECIMIENTO

Queremos dar las gracias a Dios por permitirnos alcanzar nuestra meta y haber puesto en nuestro camino a personas que en todo momento nos apoyaron incondicionalmente, a nuestros padres quienes son la razón de este triunfo ya que nos apoyaron en toda nuestra vida universitaria.

Agradecemos profundamente al Ing. José Guerra, Director del Trabajo de Titulación y al Ing. Edwin Altamirano, Miembro del Tribunal, por todo el apoyo brindado a lo largo de la elaboración del Trabajo de Titulación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a la Facultad de Informática y Electrónica por abrirnos las puertas del saber. A la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba por brindarnos la información necesaria.

A las familias Loza Martínez, Gusqui Macas, Chaglla Moina, y a todos nuestros amigos en especial Carina Narváez que han colaborado y que fueron participes en esta meta mil gracias.

Anita y Rebeca

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS.....	4
DELIMITACIÓN.....	5
CAPITULO I	
1 MARCO TEÓRICO	6
1.1 El Agua.....	6
1.2 Ahorro de Agua Potable en el Ecuador.....	7
1.2.1 <i>Dispositivos de Ahorro para hogares.....</i>	<i>8</i>
1.2.2 <i>Campañas publicitarias.....</i>	<i>8</i>
1.3 Sistemas desarrollados sobre el uso de Agua Potable en el Ecuador	10
1.4 Medidores	11
1.4.1 <i>Funcionamiento del Medidor</i>	<i>11</i>
1.4.2 <i>Tipos de medidores Analógicos.....</i>	<i>13</i>
1.4.3 <i>Flujo o Caudal.....</i>	<i>17</i>
1.4.4 <i>Presión.....</i>	<i>17</i>
1.5 Comunicación Inalámbrica	18
1.5.1 <i>Rangos de frecuencias en las comunicaciones inalámbricas.....</i>	<i>18</i>
1.6 Tarjetas de Desarrollo	20
1.6.1 <i>Arduino.....</i>	<i>20</i>
1.6.2 <i>Raspberry Pi.....</i>	<i>21</i>
1.6.3 <i>Galileo.....</i>	<i>22</i>

CAPITULO II

2	MARCO METODOLÓGICO.....	25
2.1	Introducción	25
2.2	Requerimientos del SAM-H ₂ O.....	25
2.3	Concepción de la Arquitectura del SAM-H ₂ O.....	25
2.3.1	<i>Módulo de Lectura-Transmisión</i>	26
2.3.2	<i>Módulo de Recolección-Visualización</i>	26
2.4	Diseño de los módulos del SAM-H ₂ O	27
2.4.1	<i>Módulo de Lectura-Transmisión</i>	27
2.4.2	<i>Módulo de Recolección-Visualización</i>	28
2.5	Selección de dispositivos para el SAM-H ₂ O.....	29
2.5.1	<i>Tarjetas de Desarrollo para el SAM-H₂O</i>	29
2.5.2	<i>Sensor de flujo de agua para el SAM-H₂O</i>	31
2.5.3	<i>Comunicación inalámbrica para el SAM-H₂O</i>	32
2.5.4	<i>Control del flujo del SAM-H₂O</i>	35
2.5.5	<i>Visualización de Datos para el SAM-H₂O</i>	36
2.5.6	<i>Alimentación para el SAM-H₂O</i>	37
2.6	Esquema de conexión del SAM-H ₂ O	38
2.6.1	<i>Esquema de conexión del módulo Lectura – Transmisión</i>	39
2.6.2	<i>Esquema de conexión del módulo Recolección - Visualización</i>	40
2.7	Diseño del Software de SAM-H ₂ O	41
2.7.1	<i>Requerimientos del SAM-H₂O</i>	42
2.7.2	<i>Diagrama de flujo del programa del Módulo Lectura – Transmisión</i>	42
2.7.3	<i>Diagrama de flujo del programa del Módulo Recolección – Visualización</i>	43

CAPITULO III

3	DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	46
3.1	Introducción	46
3.2	Resultados del análisis de los Dispositivos de ahorro de Agua Potable en el Ecuador.....	46
3.3	Comprobación del sensor YF-S201	46
3.3.1	<i>Repetitividad del módulo de Lectura-Transmisión</i>	47
3.3.2	<i>Calibración del sensor de flujo</i>	48
3.3.3	<i>Comprobación de la calibración del Sensor de flujo YF-S201</i>	50
3.4	Prueba de la Comunicación del SAM-H ₂ O.....	52
3.4.1	<i>Prueba de transmisión de lectura del SAM-H₂O</i>	53
3.4.2	<i>Prueba de la Transmisión para el Control del SAM-H₂O</i>	53

3.4.3	<i>Prueba del alcance de transmisión SAM-H₂O</i>	54
3.5	Comprobación del Almacenamiento del SAM-H ₂ O.....	55
3.6	Prueba de la Alimentación del SAM-H ₂ O.....	57
3.6.1	<i>Autonomía del SAM-H₂O</i>	58
3.6.2	<i>Determinación del consumo de energía del SAM-H₂O</i>	59
3.7	Pruebas del Medidor Tradicional versus el SAM-H ₂ O	60
3.7.1	<i>Porcentaje de error de lecturas en el Medidor Tradicional</i>	60
3.7.2	<i>Porcentaje de error de lecturas del SAM-H₂O</i>	61
3.8	Puesta en marcha del SAM-H ₂ O.....	63
3.9	Análisis económico del prototipo SAM-H ₂ O	63
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIONES.....		66
BIBLIOGRAFÍA.....		1
ANEXOS.....		5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Volumen de Agua por Actividad.....	7
Tabla 1-2:	Modelos de Placas Arduino	20
Tabla 1-3:	Modelos de Placas Raspberry PI.....	21
Tabla 1-4:	Modelos de placas Galileo.....	23
Tabla 1-5:	Comparación de Procesadores de información	23
Tabla 2-1:	Comparaciones entre placas Arduino.....	29
Tabla 2-2:	Características del sensor YF-S201.....	31
Tabla 2-3:	Características del Modulo.....	33
Tabla 2-4:	Características del Control Remoto RF	34
Tabla 2-5:	Características Electroválvula 12V.....	35
Tabla 2-6:	Características de la Pantalla TFT 5" LCD Touch Panel SD Card Slot.....	36
Tabla 2-7:	Distribución del terminal de la Pantalla.....	36
Tabla 3-1:	Prueba de Repetitividad.....	47
Tabla 3-2:	Estadística Descriptiva.....	48
Tabla 3-3:	Calibración del sensor en función a los pulsos dados.....	49
Tabla 3-4:	Pruebas del sensor después de la calibración.....	50
Tabla 3-5:	Estadística para determinar el error%	51
Tabla 3-6:	Correlación entre las medidas de referencia versus medidas censadas.....	52
Tabla 3-7:	Mediciones del medidor Tradicional	60
Tabla 3-8:	Cálculo del error del medidor tradicional.....	60
Tabla 3-9:	Medidor Tradicional versus SAM-H₂O.....	61
Tabla 3-10:	Calculo del Error del SAM-H₂O	62
Tabla 3-11:	Costo del prototipo SAMH₂O.....	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Campaña AGUAFEST	9
Figura 1-2:	Componente del Medidor Hidráulico.	11
Figura 1-3:	Contador de Chorro Único	12
Figura 1-4:	Contador de Chorro Múltiple.....	12
Figura 1-5:	Indicadores de medición.....	13
Figura 1-6:	Medidor Tipo 1.....	14
Figura 1-7:	Medidor Tipo 2.....	14
Figura 1-8:	Medidor Tipo 3.....	15
Figura 1-9:	Medidor Tipo 4.....	15
Figura 1-10:	Medidor Tipo 5.....	16
Figura 1-11:	Rangos de Frecuencia	19
Figura 1-12:	Partes principales de Arduino	21
Figura 1-13:	Característica de Raspberry Pi.....	22
Figura 1-14:	Intel Galileo	23
Figura 2-1:	Concepción de la Arquitectura general del SAM-H₂O.....	26
Figura 2-2:	Diagrama de bloques del módulo de Lectura-Transmisión	28
Figura 2-3 :	Diagrama de bloques del Módulo de Recolección-Visualización.....	29
Figura 2-4:	Arduino Nano.....	30
Figura 2-5:	Arduino Mega.....	30
Figura 2-6:	Sensor de flujo YF-S201	31
Figura 2-7:	Módulos RF APC 200-43 por RF.....	33
Figura 2-8:	Trasmisor y Receptor Control Remoto.....	34
Figura 2-9:	Electroválvula de 12V	35
Figura 2-10:	Pantalla TFT 5" LCD Touch Panel SD Card.....	37
Figura 2-11:	UPS.....	38
Figura 2-12:	ISIS y PCB en 3D de los módulos del SAM-H₂O	39
Figura 2-13:	Conexión del Módulos Lectura–Transmisión del SAM-H₂O.....	40
Figura 2-14:	Conexión del Módulos Recolección-Visualización del SAM-H₂O	41
Figura 2-15:	Diagrama de flujo del Módulo Lectura–Transmisión	43
Figura 2-16:	Diagrama de flujo del Módulo Recolección–Visualización	45
Figura 3-1:	Calibración del sensor de flujo	49
Figura 3-2:	Pruebas de la calibración del sensor	50
Figura 3-3:	Pruebas de transmisión de las lecturas del sensor	53
Figura 3-4:	Pruebas del funcionamiento de la electroválvula.....	54

Figura 3-5:	Pruebas del almacenamiento de la SD	55
Figura 3-6:	Archivos creados en la tarjeta SD	56
Figura 3-7:	Prueba de visualización del consumo diario.....	56
Figura 3-8:	Prueba de visualización del consumo mensual.....	57
Figura 3-9:	Puesta en Marcha del SAM-H₂O.....	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1-1:	Porcentaje entre los Sistemas de Ahorro.....	9
Grafico 3-1:	Pruebas de error del sensor	52
Grafico 3-2:	Porcentaje de error Medidor Tradicional vs SAM-H₂O.....	62

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SAM-H2O:	Sistema de Asignación, Medición y Alerta del consumo de Agua Potable.
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
INEC:	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
EP-EMAPAR:	Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba
ESPE:	Escuela Superior Politécnica del Ejército
ODM:	Objetivos del Milenio
OMS:	Organización Mundial de la Salud
FAO:	Food and Agriculture Organization
GPM:	Galones por Minuto
CELEC-EP:	Corporación Eléctrica del Ecuador
EPMAPS:	Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento
DMQ:	Distrito Metropolitano de Quito
CNT:	Corporación Nacional de Telecomunicaciones
m³:	Metros Cúbicos
Pa:	Pascales
Mca:	Metros de columna de agua
PTR INEC:	Reglamento Técnico Ecuatoriano
RF:	Radio Frecuencia
PC:	Computador Portátil
PLC:	Control Lógico Programable
PWM:	Pulse-Width Modulation
MHz:	Megahercios

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos A:	Sensor de Flujo de Agua Efecto Hall Modelo YF-S201
Anexo B:	Transceptor APC220-43
Anexo C:	Transceptor PT2262/PT2272
Anexo D:	Datasheet Arduino Mega
Anexo E:	Datasheet Arduino Nano
Anexo F:	TFT de 5" LCD Touch Panel SD Card Slot + Shield Kit For Arduino
Anexo G:	Características de Electroválvula
Anexo H:	<i>Software</i> de Calibración del Sensor
Anexo I:	<i>Software</i> del Módulo de Lectura-Transmisión
Anexo J:	<i>Software</i> Módulo de Recolección-Visualización
Anexo k:	Tabla de Correlación
Anexo L:	Sistema Tarifario de Agua Potable
Anexo M:	Placas de los Módulos del SAMH ₂ O
Anexo N:	Fotografías preliminares antes de la Instalación del Prototipo
Anexo O:	Pantallas de la Interfaz del SAM-H ₂ O
Anexo P:	Diseño Publicitario del SAM-H ₂ O

RESUMEN

Se Implementó un Sistema Electrónico Inteligente de Asignación, Medición y Alerta del consumo de agua potable para hogares residenciales de la ciudad de Riobamba, es un prototipo de bajo costo, fácil instalación y manejo que permite visualizar al usuario el consumo de agua potable en línea a través de una pantalla gráfica. Busca concientizar al usuario el ahorro del agua potable, el consumo de la cantidad necesaria y evitar el desperdicio. El sistema permite incorporar nuevos módulos para tener el control del consumo generando en un punto específico del hogar. Consta de dos módulos basados en la plataforma Arduino Mega y Nano, se comunican mediante radiofrecuencia con un alcance de hasta 150 metros con obstáculos con una alimentación de 5V. Dispone de una electroválvula que permite el paso de agua al interior del hogar. El primer módulo posee un sensor de flujo YF-S201 y su lectura son enviadas por radiofrecuencia al siguiente módulo. El segundo módulo recolecta, procesa, visualiza y almacena las lecturas en una tarjeta SD formando una base de datos con información diaria y mensual tanto de consumo y costo. De las pruebas realizadas se comprobó que el sistema diseñado presenta un error de 0.05% teniendo una exactitud del 98% en medición referente al medidor tradicional. El sistema implantado se constituye en una herramienta de ayuda para concientizar directa o indirectamente en disminuir el consumo de agua potable en los hogares al ser suministrada la información en tiempo real. Concluimos que el sensor de flujo es el dispositivo importante pues debe garantizar un porcentaje de error muy bajo para que la medición sea confiable. Recomendamos que la alimentación del sistema sea la adecuada para el sistema debido a que los transmisores necesitan una corriente mínima de arranque.

Palabras Claves: <RIOBAMBA (CANTÓN)>, <AGUA POTABLE>, <ARDUINO>, <RADIO FRECUENCIA (RF)>, <SENSOR DE FLUJO (YF-S201)>, <ELECTROVÁLVULA>, < TARJETA DE ALMACENAMIENTO (SD)>, <CONTROL Y REDES INDUSTRIALES>

ABSTRACT

An Intelligent Electronic Allocation, Measurement and Warning System of drinking water to residential homes was implemented in Riobamba city, it is a prototype of low cost, easy installation and operation which allows to visualize to the user's consumption of drinking water lines through a graphical display. It seeks to raise awareness of drinking water saving, consumption of the amount needed and avoid waste. The system can incorporate new modules for control of consumption generated at a specific point home. It consists of two modules based on the Arduino Mega and Nano platform, they communicate via radio frequency with a range up to 150 meter hurdles with a 5V supply. It has a solenoid valve that allows the passage of water into the home. The first module has a YF-S201 flow sensor and its reading are sent by radio frequency to the next module. The second module collects, processes, displays and stores readings on an SD card creating a database with information on both daily and monthly consumption and cost. From the tests performed, it was found that the designed system has an error of 0.05% having 98% accuracy in relation to traditional meter measurement. The implemented system is a tool to help raise awareness directly or indirectly in reducing the consumption of drinking water in homes being provided information in real time. It concluded that the flow sensor device is important because it should ensure a very low error rate measurement to be reliable. Finally, it is recommended that the system power is adequate for the system because of the transmitters need a minimum running wáter.

KEYWORDS: <RIOBAMBA(CANTÓN)>, <DRINKING WATER>, <ARDUINO>, <RADIOFREQUENCY>, <FLOW SENSOR(YF-S201)>, <SOLENOID VALVE>, <STORAGE CARD, SECURITY DIGITAL(SD)>, <CONTROL AND INDUSTRIAL NETWORKS>

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de titulación se realizó la Implementación de un Sistema Electrónico Inteligente de Asignación, Medición y Alerta del consumo de agua potable para hogares residenciales de la ciudad de Riobamba (SAM-H₂O), con el fin de concientizar a los usuarios sobre el consumo del agua potable, este objetivo se pretende cumplir proporcionando una interfaz gráfica la cual permite ver en tiempo real el consumo y el valor de facturación al final de cada mes.

Para el desarrollo es preciso utilizar de forma combinada los siguientes métodos y técnicas de investigación:

Revisión documental, para adquirir información relacionada con los tipos de medidores y dispositivos electrónicos de regulación de flujo que existen, sus ventajas y desventajas.

Sistematización, en base a las bibliografías revisada, se pudo experimentar en varios diseños para el (SAM-H₂O).

Análisis y síntesis, para evaluar los datos, llegar a conclusiones y recomendaciones.

Experimentación, para realizar mediciones, simulaciones y comprobaciones de los módulos.

Medición, para la evaluación de las lecturas del (SAM-H₂O).

Observación, para la aprobación de los datos obtenidos, de las pruebas de cada etapa del (SAM-H₂O).

Estadística descriptiva, para obtener el porcentaje de error del (SAM-H₂O).

La memoria descriptiva de la tesis consta de una introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo, denominado Marco Teórico se realizó un estudio de los tipos de medidores, las campañas que se han realizado para disminuir el desperdicio del agua potable. Se hizo una revisión breve de los dispositivos que se pueden utilizar para implementar el sistema de asignación, medición, y alerta del consumo del agua potable.

El segundo capítulo es el Marco Metodológico aborda los requerimientos que tiene el sistema para su posterior selección de dispositivos. Presenta el *hardware* y *software* que se utiliza para la implementación de los módulos de Lectura-Transmisión y Recolección-Visualización.

El tercer capítulo se dedica al análisis de sus resultados de las pruebas efectuadas de los módulos del sistema-. Se incluye las características del sistema, así como el análisis de su costo.

En las Conclusiones se resumen los resultados alcanzados en el trabajo y se resaltan los aspectos novedosos, en las Recomendaciones se plantean los futuros objetivos que pudieran tenerse en cuenta para el desarrollo de trabajos de investigación posteriores.

ANTECEDENTES

Cada 22 de marzo desde el año 1993, la Organización de las Naciones Unidas celebra el Día Mundial del Agua, una fecha para destacar su importancia, pero también para debatir cómo gestionar y distribuir los recursos hídricos indispensables para la vida de todo ser humano.

En el 2015, la institución eligió como lema “El agua y el desarrollo sostenible”, dado el rol que cumple en la reducción de la pobreza, el crecimiento económico, la sostenibilidad ambiental, la seguridad alimentaria y energética y la salud humana. *La “crisis del agua” que vivimos, dice la ONU, es un “problema de actitud” que se soluciona tomando conciencia a nivel mundial.* (Universidad de Talca, 2016)

Sachets Ad es una iniciativa que nació en Brasil con el propósito de ahorrar nada menos que 150 litros de agua con sólo una planilla. Directo de las mentes creativas de TBWA Sao Paulo, surge la idea de distribuir planillas de 30 sobres, cada uno con una toallita húmeda desinfectante para manos ya que 5 litros de agua es lo que generalmente requiere una persona para asear sus manos, hablamos de una campaña que no busca únicamente crear conciencia sino ofrecer soluciones participando activamente con la comunidad. (EXPOKNEWS, 2013)

En el 2012 según encuestas realizadas por el INEC, 128 de 220 municipios en el Ecuador realizaron campañas de ahorro de agua y 91 hicieron proyectos para proteger fuentes de captación de agua siendo el 76,5% de agua superficial seguida de un 39,4% de agua subterránea. Se busca desarrollar dispositivos que permitan que el usuario tenga mayor accesibilidad a la información del consumo de agua. La Empresa Diseño y Soluciones Sostenibles distribuyen un dispositivo que permite el ahorro de hasta el 80% en el consumo del agua en los diferentes grifos a nivel doméstico e industrial. (INEC, 2012)

En Riobamba existen 41 mil usuarios, el metro cúbico de agua cuesta 0.49 centavos y la factura mínima a pagar es de \$ 10,19, y esta cantidad puede aumentar. Víctor Méndez, gerente de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba (EP-

EMAPAR), indicó que, aunque los 150 litros son suficientes para una persona por día, existen reportes de que se utiliza de 250 a 300 litros. (PP DIGITAL, 2015)

En el Diario Telégrafo del domingo 07 de junio del 2015 publicó un artículo titulado “un llamado urgente a cuidar el agua en Riobamba” en el cual los técnicos de la EP-EMAPAR manifiestan que existe un alto índice de desperdicio de agua, al punto que muchos riobambeños utilizan el agua potable como ‘escoba’. (EL TELÉGRAFO, 2015)

La EP-EMAPAR publicó en el Diario la Prensa del 08 de enero del 2016, mediante resolución 070 el directorio de esta institución, resolvió la nueva tarifa para los servicios de agua y alcantarillado que otorga subsidios para quienes utilicen responsablemente el agua con la finalidad de incentivar el ahorro. (LA PRENSA, 2016). Debido a esto se ve en la necesidad de fortalecer esta iniciativa proporcionando un dispositivo electrónico que permita suministrar información en línea del consumo diario que se realiza en los hogares de la ciudad de Riobamba.

En la Escuela Superior Politécnica del Ejército ESPE de la ciudad de Latacunga se desarrolló como tesis de grado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN INTELIGENTE PARA LA GESTIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y MEDICIÓN DE AGUA POTABLE EN LOS HOGARES” el diseño de medidor híbrido que se han enfocado principalmente en el uso racional de energía eléctrica, adicionando la medición de agua potable, obteniendo resultados aproximados a los de las planillas. (JÁCOME, y otros, 2014) .

Una segunda investigación que se desarrolló como tesis de grado es un “MEDIDOR DIGITAL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES RESIDENCIALES; CON COMUNICACIÓN CELULAR CON UNA CENTRAL ENCARGADA DE REGISTRAR EL CONSUMO MENSUAL”. Estas investigaciones en su mayoría buscan el desarrollo de dispositivos de medición de consumo y no se orientan a informar al usuario la cantidad de agua que debe consumir en forma diaria y mensual por familia según sus integrantes y el costo que este genera. O emitir alertas cuando su consumo excede los límites promedios. (LARA, y otros, 2011)

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Podrá el sistema electrónico a implementar convertirse en una herramienta de ayuda que permita a la EP-EMAPAR disminuir el consumo de agua potable en los hogares riobambeños?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Podrá la información generada por este sistema electrónico influir en los usuarios para reducir el índice de desperdicio de agua potable presente en la ciudad?

¿Cuál será el impacto económico en los usuarios, generado en el pago de planillas de consumo de agua potable al usar este sistema?

¿Cumplirá el sistema electrónico con los estándares presentes en los equipos comerciales requeridos por la EP-EMAPAR?

OBJETIVOS

Objetivos Generales:

Implementar un sistema electrónico inteligente de asignación, medición y alerta del consumo de agua potable para hogares residenciales de la ciudad de Riobamba.

Objetivos Específicos:

- Analizar los diferentes sistemas de ahorro de agua potable del Ecuador que existen ventajas y desventajas
- Seleccionar los sensores y actuadores que se adecuen a los requerimientos del sistema
- Elegir la tarjeta de desarrollo a utilizar en el sistema a implementar
- Implementar los módulos que integran el sistema
- Comparar el sistema electrónico desarrollado con el medidor tradicional

DELIMITACIÓN

Espacio

Se delimita espacialmente para el cantón Riobamba por las características de flujo de agua que esta tiene, debido que a nivel del Ecuador no todas las ciudades presentan el mismo flujo de caudal por ende el sistema no obtendrá los mismos resultados.

Tiempo

Esta investigación está realizada con datos actuales vigentes de la EMAPAR-EP, para la facturación del costo del consumo de agua potable emitidos en planillas mensuales, siendo estos datos variables por ende el sistema debería ser actualizado.

Alcance

El presente trabajo es prototipo diseñado para los hogares residenciales de la ciudad de Riobamba, con el fin de concientizar el consumo del agua potable y el costo que este genera. Al mismo tiempo se deja la brecha abierta para posteriores investigaciones sobre el control de medidores macros o de otro tipo de medidor comercial.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 El Agua

Esta investigación servirá para poder desarrollar e implementar un prototipo de un sistema electrónico acorde al objetivo planteado, por lo que en el presente capítulo se estudiará aspectos que se debe tomar en cuenta al momento del desarrollo.

El agua es la sustancia que más abunda en la Tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso. La mayoría de agua existente se encuentra en los océanos, que contienen el 97% es agua salada que sólo permite la vida de la flora y fauna marina, el 3% restante es de agua dulce pero no toda esta disponible la mayor parte se encuentra congelados en los glaciales y casquetes polares, lo restante en: ríos, cuencas y lagos (FAO, 2015)

En el siglo veintiuno la Tierra con más 6.000 millones de habitantes, se enfrenta a una grave crisis de agua, se han dado varias señales a nivel mundial que la crisis de agua es mayor y se está empeorando y que continuará haciéndolo, a no ser que se realice un uso de adecuado de este líquido vital. *Se trata de una crisis de gestión de los recursos hídricos, esencialmente causada por la utilización de métodos inadecuados, en 60 países sufrirán escasez de agua, en el peor de los casos, y en el mejor se tratará de 2.000 millones de personas en 48 países. (UNESCO, 2003)*

Uno de los objetivos del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas en el 2015 fue, realizar un balance de cómo la comunidad mundial puede avanzar hacia un mundo sostenible. *Un objetivo global para el agua y las metas conexas construirían sobre los ODM y redoblarían los esfuerzos para desarrollar los servicios de suministro de agua y de saneamiento para las necesidades humanas. (UNWATER , 2015)*

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Ecuador es el país de América Latina que consume más agua potable por habitante/día de 237 litros, que sobrepasa con un 40% el

promedio de la región de (169 litros/habitante/día). (EL COMERCIO, 2015). En la ciudad de Riobamba según indagaciones emitidas por la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba (Ep-Emapar) una persona debe consumir 150 litros por día, a continuación, se presenta la Tabla 1-1 el volumen de agua consumida por cada actividad en el hogar. (EL TELEGRAFO, 2015)

Tabla 1-1: Volumen de Agua por Actividad

Actividad	Volumen Litros
Alimentación (preparación y jugos)	20
Ducha	50
Por salud	2
Grifería	8
Sanitario	20
Distintas actividades	50
TOTAL	150

Fuente: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/llamado-urgente-a-cuidar-el-agua-en-riobamba>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla Ana; 2016.

1.2 Ahorro de Agua Potable en el Ecuador

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), ONU-Agua y Unesco, cerca del 10% del consumo de agua corresponde al uso doméstico. Lo demás se usa en la agricultura y en la industria. La FAO estima que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua para el 2030. (EL COMERCIO, 2015)

En el Ecuador el ahorro de agua se está dando en dos aspectos: empresas que desarrollan dispositivos y campañas de concientización realizadas por parte de empresas.

1.2.1 *Dispositivos de Ahorro para hogares*

Entre las empresas que más se destacan en la creación de dispositivos basados al ahorro de agua es Edesa, con la línea de sanitarios como: Eco Dual Flush que permite un ahorro del 75% de agua por sus descargas de 4,8 litros para sólidos y 3,5 litros para líquidos, Dual Flush este permite el 60% de ahorro por sus descargas de 6 litros para sólidos y 4,2 litros para líquidos, Het ofrece más del 60% en ahorro por sus descargas de 4,8 litros. (EDESA, 2016)

La misma empresa en grifería, presentan los dispositivos: Eco Dual Flow genera un ahorro del 33% por sus tres tipos de cierre: cerrado, bajo consumo y consumo normal, el Aireador presenta un 40% de ahorro al reducir el caudal por medio de filtros que producen un chorro uniforme, el Restrictor de Duchas permite ahorrar más del 30% por mantener su flujo constante. (EDESA, 2016)

Otras empresas han creado electrodomésticos que reducen la cantidad de líquido necesario. Mabe y Panasonic han lanzado al mercado lavadoras con sensores para reducir la cantidad de agua usada, siendo su mayor desventaja el elevado costo de adquisición. (MERCA2.0, 2015)

1.2.2 *Campañas publicitarias*

Varias empresas han realizado campañas sobre el consumo responsable del agua, entre estas se encuentran: Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) entregaron volantes con tips de ahorro de energía, agua y papel para procurar cuidar el medio ambiente con nuestras acciones diarias (CNT, 2014), La EP-EMAPAR incentiva a los consumidores al ahorro de agua potable presentando algunas recomendaciones para el buen uso del líquido vital con su campaña “Promueve al buen uso del agua potable”. (EP-EMAPAR, 2016)

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), realizaron visitas a los colegios entregando afiche como se puede apreciar en la figura 1-1 invitando a los estudiantes a ser partícipes activos en el consumo adecuado de agua, en un concierto denominado AGUAFEST 2016 para comprometerse con el agua. (EPMAPS, 2016)



Figura 1-1: Campaña AGUAFEST

Fuente: <http://www.aguaquito.gob.ec/consumo-responsable>

En el estudio de los dispositivos que ahorran agua, *solamente 9.37% de los hogares utilizan un economizador de chorro para griferías y 6.97% disponen de inodoro doble descarga* según datos tomados de las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en el 2014 (INEC, 2014). Notándose como desventaja que no concientizan al ahorro además del costo tanto de adquisición como de mantenimientos que estos presentan.

Asimismo, las campañas realizadas a nivel nacional tienen gran acogida en la práctica de ahorro de agua con un *86.28% en cerrar las llaves mientras jabonan los platos, bañarse etc.” (86,28%); Además, 54,31% de los hogares utilizan un balde en lugar de manguera para ciertas actividades, el 52,64% revisan regularmente las tuberías y 43,37% reúsan el agua.* (INEC, 2014)

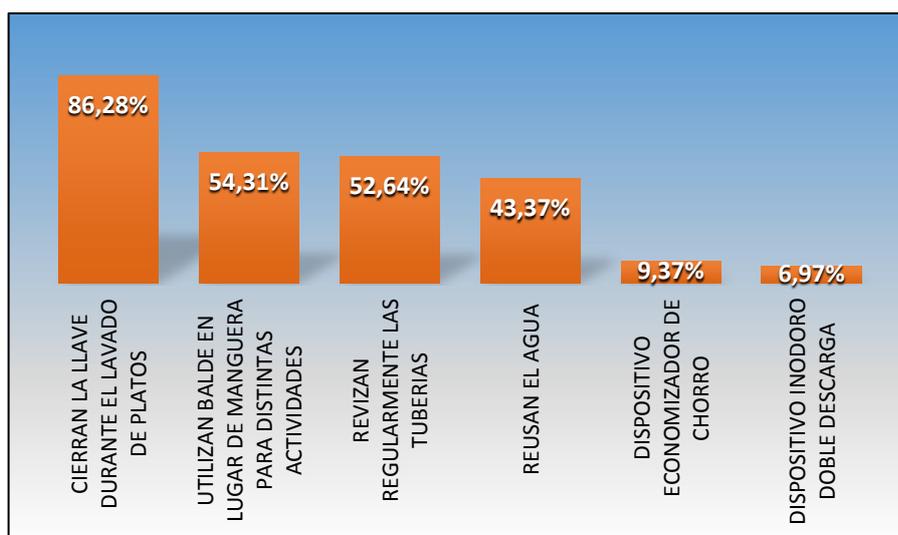


Grafico 1-1: Porcentaje entre los Sistemas de Ahorro

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

1.3 Sistemas desarrollados sobre el uso de Agua Potable en el Ecuador

Debido a la situación y escases de agua a nivel mundial y nacional se desarrollan investigaciones que pretende ayudar en el uso adecuado del agua. Entre estas tenemos:

Un “*Diseño e Implementación de un medidor digital para el consumo de agua potable en lugares residenciales y envío de datos vía SMS*”, desarrollada en la Escuela Superior del Ejército de Latacunga (ESPE). Está basado en un microcontrolador PIC 18F452 con comunicación GSM y visualización en una pantalla GLCD, el objetivo de tomar las lecturas del consumo de agua potable en metros cúbicos digitalmente; y su envío de consumo por medio de mensajes de texto para evitar lecturas erróneas por parte de intervención humana, en la pruebas realizadas presenta un 96% de eficiencia en las mediciones. (LARA, y otros, 2011)

En la misma universidad, se desarrolló otra investigación de un “*Sistema de medición Inteligente para la gestión de la energía eléctrica y medición de agua potable en los hogares*”. Está basado en tarjetas Arduino Pro mini y Mega con comunicación Xbee enfocado a la entrega del consumo mensual tanto de energía eléctrica en Kilovoltios como de agua potable en litros, usando una interfaz amigable dando como resultado de pruebas un error en mediciones del +14.42% en agua potable y +9.42% en energía eléctrica. (JÁCOME, y otros, 2014).

De todas las investigaciones realizadas se puede determinar que hay empresas que desarrollan dispositivos buscando disminuir el consumo de agua, al igual que Universidades que desarrollan investigaciones en pos de determinar el consumo de agua y su posterior facturación. Pero todo esto no tienen un enfoque directo que es el de concientizar al usuario ni le ofrecen información clara con la que el usuario puede disminuir el consumo excesivo de agua.

Se ve en la necesidad de Implementar un Sistema Electrónico Inteligente de Asignación, Medición y alerta del consumo de Agua Potable para hogares residenciales de la ciudad de Riobamba, para lo cual se debe realizar un estudio de todos los componentes que involucran en la medición de agua potable como el funcionamiento del medidor tradicional.

1.4 Medidores

Desde remotos tiempos se han empleado dispositivos de medida del agua para distribuirla entre varios usuarios. Mil años antes de la era cristiana fue ya empleado el sistema de medida por orificio, en el Ecuador en la ciudad de Quito en junio de 1960 se creó la Empresa Municipal de Agua Potable para regularizar el consumo y facturación de agua potable. (EPMAPS, 2016)

Actualmente el interés por la medición ha desarrollado en muchos países del mundo toda una industria productora de medidores de tipos inferencial, velocidad y volumétricos con gran variedad de mecanismo de medida, de transmisión y registro, en la figura 1-2 se presentan los componentes del medidor son tres: cuerpo, cámara y registro.

Son instrumentos de precisión que utilizan diferentes principios mecánicos o físicos para permitir que un flujo de agua pueda ser contabilizado y saber el consumo de cada uno de los puntos suministrados, con estos medidores minimiza los riesgos de pérdida de agua al no ser contabilizada.



Figura 1-2: Componente del Medidor Hidráulico.

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.1 Funcionamiento del Medidor

Su funcionamiento se deriva en dos tipos de contadores que se presenta a continuación:

1.4.1.1 Contador de Chorro Único:

Se utiliza principalmente como contador divisional de uso doméstico tiene como funcionamiento que el agua actúa directamente en la turbina, cuya rotación por medio de engranajes de relojería, se transforma en metros cúbicos. Como se muestra en la figura 1-3 la cámara medidora sin sufrir ningún desplazamiento en vertical, facilitando así la eliminación de minúsculas impurezas arrastradas por el agua. Además, por la regularidad de la corriente del chorro la pérdida de carga es muy baja. (LARA, y otros, 2011)

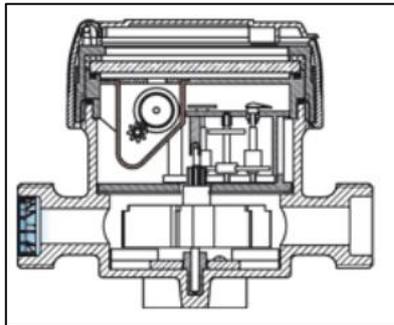


Figura 1-3: Contador de Chorro Único

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.1.2 Contador de Chorro múltiple

Este contador es utilizado tanto para el área industrial y domestica contiene una serie de tubos que se encuentran en la parte inferior del distribuidor como se muestra en la figura 1-4, antes de impactar con las turbinas con chorros simétricos que la mantienen en perfecto equilibrio. Esto permite que el contador para agua conserve a lo largo del tiempo sus mejores prestaciones hidráulicas de desgaste. (LARA, y otros, 2011)

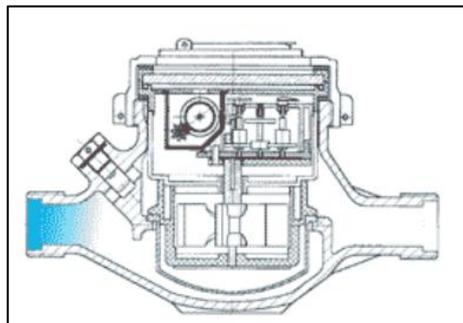


Figura 1-4: Contador de Chorro Múltiple

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

Los medidores poseen internamente un mecanismo para el paso de agua, este es el que mueve continuamente las agujas y los números ubicados en la parte superior del registro del medidor tipo caratula. El funcionamiento del medidor se basa en la entrada del agua a la cámara de medición produciendo el movimiento de una turbina o un pistón. (LARA, y otros, 2011)

En la figura 1-5 se muestran los diferentes indicadores de medición como son:

Indicador numérico: Este indica los metros cúbicos consumidos.

Las agujas: son llamadas factores y según los factores será la cantidad de agua que está indicando la aguja.

El número X0,0001: la aguja mide el paso del agua cada 100ml.

El número X0,001: esta marca el paso del agua por un litro.

El número X0,01: marca el paso del agua por 10 litros.

El número X0,1: Significa que la aguja de ese reloj va marcando los cientos de litros.



Figura 1-5: Indicadores de medición

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.2 Tipos de medidores Analógicos

1.4.2.1 Medidor Tipo 1

Fue uno de los medidores más frecuentes, contiene tres relojes de diferente tamaño y series de cinco números en color negro como se aprecia en la figura 1-6, las agujas del reloj más grande

marcan los litros de uno en uno hasta llegar a diez, la aguja del medio indica los litros en diez en diez hasta 100. El de la derecha cuenta centenas de litro hasta llegar a mil litros, que es un metro cubico (m^3). (LARA, y otros, 2011)

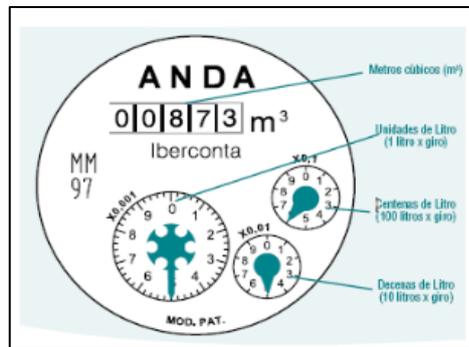


Figura 1-6: Medidor Tipo 1

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.2.2 Medidor Tipo 2

Este tipo de medidor tiene una aguja grande que va marcando el consumo de litro en litro con las rayitas más pequeñas, que resaltan cada cinco litros, y las decenas de litros aparecen numeradas de diez en diez como se aprecia en la figura 1-7. Los metros cúbicos(m^3), están de negro en la pantalla negros y en verde la centena de litros de agua consumida. (LARA, y otros, 2011)

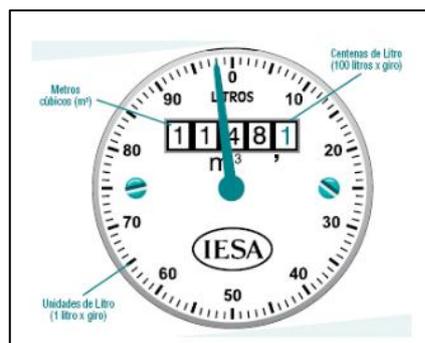


Figura 1-7: Medidor Tipo 2

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.2.3 Medidor Tipo 3

Se puede apreciar en la figura 1-8 que la pantalla de este medidor está compuesta por dos partes; la primera consta de cinco números negros que mide m^3 , la otra con tres números rojos mide los litros y además contiene un reloj.

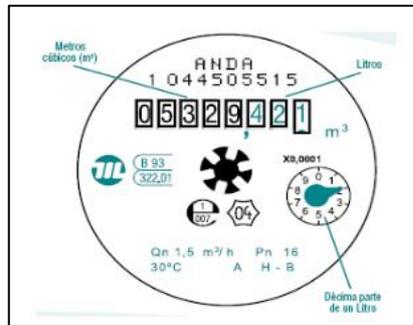


Figura 1-8: Medidor Tipo 3

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.2.4 Medidor Tipo 4

Es similar al Tipo de medidor 1 como se muestra en la figura 1-9 que posee tres relojes de diferente tamaño y una serie de cinco números, pero tienen algunas diferencias de los cinco números los cuatros son negros y son los m^3 el ultimo numero registra los litros de 100 en 100, el factor x0.01 marca las decenas, con el factor X0.001, indica los litros consumidos, de uno en uno. Finalmente, la aguja del reloj más grande con el factor X0.0001, registra decilitros la décima parte de un litro. (LARA, y otros, 2011)

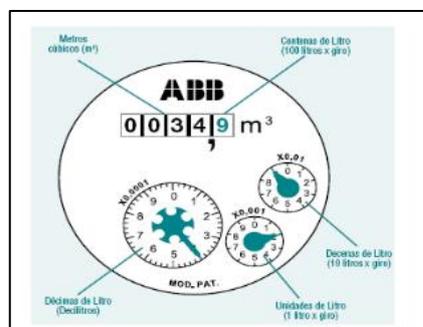


Figura 1-9: Medidor Tipo 4

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

1.4.2.5 Medidor Tipo 5

Este tipo de medidores cuenta con una pantalla que contiene cinco números de color negro que indica los m^3 y cuatro relojes o indicadores que muestra el consumo de agua potable. El primer indicador $\times 0.0001$ muestra los decilitros en una vuelta registra un litro. El segundo tiene el factor $\times 0.001$ y marca los litros, registra diez litros. El tercero tiene el factor $\times 0.01$ y muestra las decenas de litros, registra cien litros. La aguja del último reloj $\times 0.1$ marca las centenas de litros, registra mil litros que forman un m^3 de agua consumida. (LARA, y otros, 2011)

En la figura 1-10 se puede apreciar el medidor que actualmente está siendo utilizado en la ciudad de Riobamba como es el medidor de Tipo 5 sus principales son:

- Carcasa de Bronce
- Registro sellado al vacío
- Temperatura máxima 50°
- Máxima presión de trabajo 16 BAR
- Recubrimiento externo epóxido
- Filtro interno
- Cumple con norma ISO 4064
- Válvula antiretorno opcional
- Protección Magnética (LARA, y otros, 2011)



Figura 1-10: Medidor Tipo 5

Fuente: <http://www.epemapar.gob.ec/>

1.4.3 Flujo o Caudal

Se denomina el flujo volumétrico (Q) es el volumen de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo. (MOTT, 2006)

$$Q = A\bar{v} \text{ Ecuación 1-1}$$

Donde

Q: Caudal viene dado en (m³/seg)

A: Área de la sección de la tubería y viene dada en (m²)

V: es la velocidad promedio del fluido y viene dada en (m/s)

En efecto, se puede medir en litros por minuto o bien en metros cúbicos por hora. Que es la unidad métrica de volumen. (METRIC CONVERSIONS, 2015). Es importante saber que cuanto menor sea el diámetro del tubo, menor es el caudal, y, por consiguiente, El caudal puede variar según el material del tubo. (ROMERO, 2009)

1.4.4 Presión

Se define como la cantidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de alguna sustancia esto se enuncia por medio de la ecuación 1-2. (MOTT, 2006)

$$P = \frac{F}{A} \frac{\text{Newtons}(N)}{\text{metros cuadrados}(m^2)} \text{ (Pa) Ecuación 1-2}$$

Donde

P: Presión viene dado Pa

F: Fuerza viene dado en N

A: Área viene dado en m²

Esta notación que es muy conocida como Pascales (Pa) y se puede convertir a sus factores de conversión una de esas es Metros de Columna de Agua (mca) que equivale a 1 mca = 9806,65 Pa.

Para los medidores de Agua potable la presión mínima es de 0,60 (MPa) y la máxima es de 1(MPa), según el Reglamento Técnico Ecuatoriano PRT INEN 174 “Contadores de Agua”. *Este*

Reglamento Técnico se aplica a los contadores de agua, independientemente de la tecnología, que se definen como la integración de los instrumentos de medición para determinar continuamente el volumen de agua (INEN, 2014)

1.5 Comunicación Inalámbrica

Actualmente, estamos inmersos en la que se denomina revolución tecnológica de las comunicaciones inalámbricas, una revolución similar a la que protagonizaron en su momento la electricidad, la televisión, el ordenador o las mismas comunicaciones con cable, que supusieron nuevos modelos de negocio. (BLÁZQUEZ, 2013)

El protocolo de comunicación define el lenguaje y el conjunto de reglas que facilitan la comunicación entre el emisor y el receptor, con el objetivo de que se puedan entender e intercambiar información. La comunicación inalámbrica ofrece como ventajas la movilidad, independencia de cable expansión de estructura, rapidez al momento de su transmisión y no necesariamente tiene que estar en un lugar fijo. (BLÁZQUEZ, 2013)

1.5.1 Rangos de frecuencias en las comunicaciones inalámbricas

En los sistemas de comunicación se diferencia por el rango de frecuencia que poseen entre las más conocidas son las siguientes:

1.5.1.1 Infrarrojos (IR)

Posee corto alcance de punto a punto y sin obstáculos no puede atravesar obstáculos y puede orientarse o dirigirse hacia cualquier dirección, tiene un rango de funcionamiento de 300 GHz hasta 430 THz. Habitualmente se utilizan en el mando a distancia de la televisión y hasta hace unos años era también un sistema de comunicación que se utilizaba a menudo para conectar dispositivos situados el uno al lado del otro. (BLÁZQUEZ, 2013)

1.5.1.2 Microondas (MW)

Tiene un alcance de largo recorrido de punto a punto siendo una alternativa el cable coaxial o la fibra óptica y comunicaciones tanto por satélite como terrestre, siendo direccionales como las microondas utilizan una parte del espectro con frecuencias de 1GHz a 300 GHz más pequeñas que los infrarrojos. (BLÁZQUEZ, 2013)

1.5.1.3 Radiofrecuencias(RF)

Es el rango que utilizan las transmisiones de radio (FM, AM) y televisión digital terrestre (TDT). Las radiofrecuencias son omnidireccionales y pueden atravesar obstáculos sin ningún problema. Su rango de funcionamiento es de 3KHz a 1GHz. (BLÁZQUEZ, 2013)

Existen otros rangos de frecuencias del espectro electromagnético, como la luz ultravioleta, los rayos X o los rayos gamma, que podrían tener mejores prestaciones que los infrarrojos, los microondas y las radiofrecuencias, dada su frecuencia tan alta que se puede ver en la figura 1-11, pero no se utilizan porque pueden llegar a ser peligrosos para los seres vivos y, además, son difíciles de producir y modular. (BLÁZQUEZ, 2013)

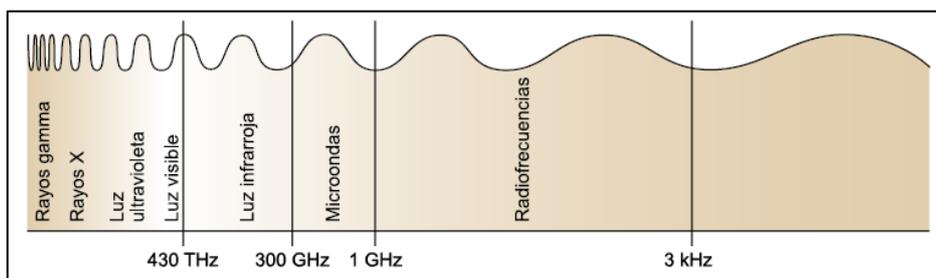


Figura 1-11: Rangos de Frecuencia

Fuente: <http://sistemasencomunicaciones.blogspot.com/2011/03/espectros-electromagneticos-y-bandas-de.html>

Para el presente trabajo se ha seleccionado la comunicación inalámbrica por radio frecuencia(RF), debido al rango de frecuencia baja que presenta obtiene una longitud de onda larga como se puede observar en la figura 1-11, tienen menos energía y no es perjudicial para la salud.

1.6 Tarjetas de Desarrollo

1.6.1 Arduino

Arduino se caracteriza por su bajo precio, se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos por estudiantes. Toda la plataforma, tanto para sus componentes de *hardware* como de software, son liberados con licencia de código abierto que permite libertad de acceso a ellos.

Se basa en lenguaje de programación lenguaje C++, existe una gran variedad de placas, desde las más sencillas hasta las utilizadas en la industria, como es Arduino Nano, Uno, Mega, Due, etc. Existe compatibilidad en los shield de todos los modelos Arduino. (HERÍAS , y otros, 2015)

En la tabla 1-2 se presenta la variedad de placas que Arduino posee.

Tabla 1-2: Modelos de Placas Arduino

Modelo	Microcontrolador Atmega	Voltaje de entrada	Frecuencia de reloj	E/S digitales	E analógicas	PWM	Memoria flash
Arduino Due	M3X8E	5-12V	84MHz	54*	12	12	512Kb
Arduino Leonardo	32U4	7-12V	16MHz	20*	12	7	32Kb
Arduino Uno - R3	328	7-12V	16MHz	14	6	6	32Kb
RedBoard	328	7-15V	16MHz	14	6	6	32Kb
Arduino Bluetooth	328	1.2-5,5V	16MHz	14	6	6	32Kb
Arduino Pro 3.3V/8MHz	328	3.35 -12V	8MHz	14	6	6	32Kb
Arduino Pro 5V/16MHz	328	5 - 12V	16MHz	14	6	6	32Kb
Arduino Mega 2560 R3	2560	7-12V	16MHz	54	16	14	256Kb
Mega Pro 3.3V	2560	3.3-12V	8MHz	54	16	14	256Kb
Mega Pro 5V	2560	5-12V	16MHz	54	16	14	256Kb
Arduino Mini 05	328	7-9V	16MHz	14	6	8	32Kb
Arduino Pro Mini	328	3.35-12V	8MHz	14	6	6	32Kb
Arduino Pro Mini	328	5 - 12V	16MHz	14	6	6	32Kb
Arduino Fio	328P	3.35-12V	8MHz	14	8	6	32Kb
Mega Pro Mini 3.3V	2560	3.3-12V	8MHz	54	16	14	256Kb
Pro Micro 5V/16MHz	32U4	5-12V	16MHz	12	4	5	32Kb
Pro Micro 3.3V/8MHz	32U4	3.35-12V	8MHz	12	4	5	32Kb
LilyPad Arduino 328	328	2.7-5,5V	8MHz	14	6	6	32Kb
LilyPad Arduino	328	2.7-5,5V	8MHz	9	4	5	32Kb

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla Ana, 2016.

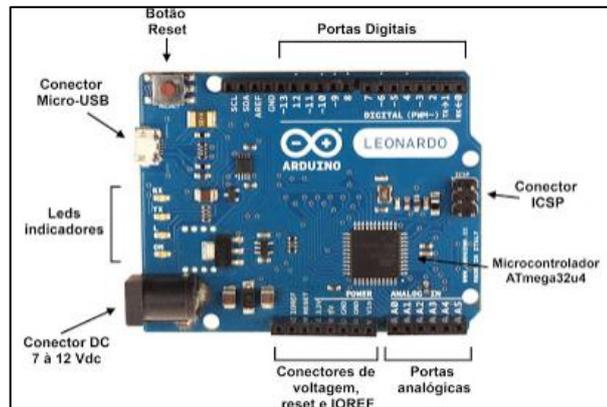


Figura 1-12:Partes principales de Arduino

Fuente: <http://sebalabs.blogspot.com/2015/10/lenguaje-arduino-08-parte-3-los-objetos.html>

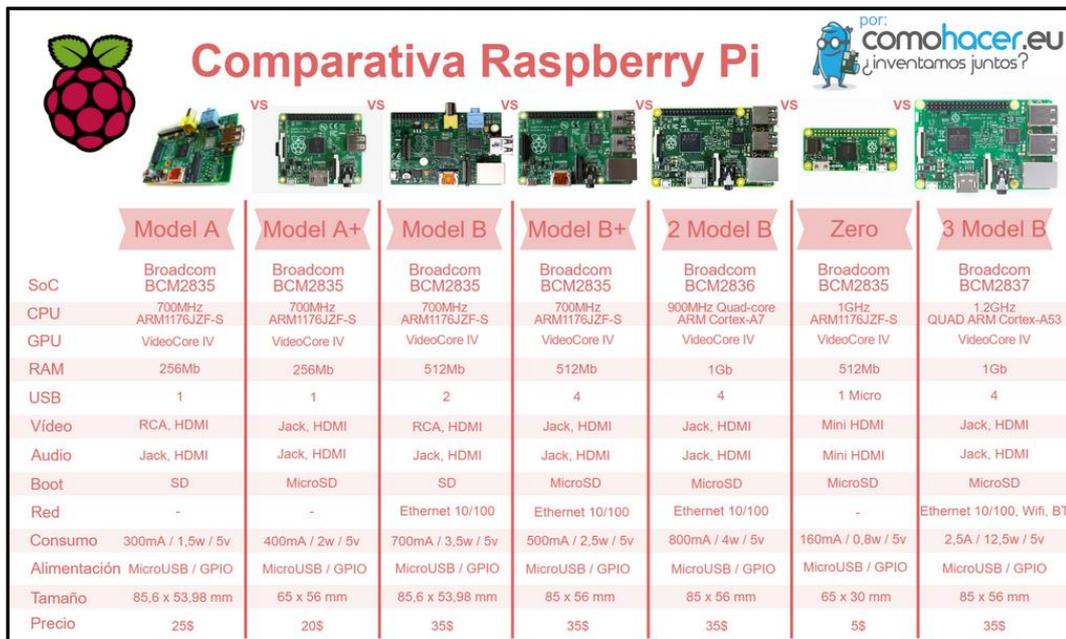
1.6.2 *Raspberry Pi*

Se caracteriza por su pequeña placa, de bajo costo incluye un sistema que contiene un procesador con virtudes de una PC. Se fabricó con el objetivo de aprendizaje a los niños informática, su plataforma es el lenguaje de programación Python 5 basado en Linux.

Expresamente no se sabe con claridad si Raspberry pi es de código abierto, aunque se entiende que es un producto registra, pero de uso libre de esa forma mantienen el control de la plataforma, pero permitiendo su uso libre tanto a nivel educativo como particular, tampoco deja claro si es posible utilizarlo a nivel empresarial u obtener beneficios con su uso, asunto que se debe consultar con la fundación. (WIKI, 2016)

Actualmente Raspberry Pi tiene una gama de modelos que se indicados en la tabla 1-3.

Tabla 1-3: Modelos de Placas Raspberry Pi



The infographic compares seven Raspberry Pi models: Model A, Model A+, Model B, Model B+, 2 Model B, Zero, and 3 Model B. It lists specifications for SoC, CPU, GPU, RAM, USB, Video, Audio, Boot, Red, Consumo, Alimentación, Tamaño, and Precio.

	Model A	Model A+	Model B	Model B+	2 Model B	Zero	3 Model B
SoC	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2836	Broadcom BCM2835	Broadcom BCM2837
CPU	700MHz ARM1176JZF-S	700MHz ARM1176JZF-S	700MHz ARM1176JZF-S	700MHz ARM1176JZF-S	900MHz Quad-core ARM Cortex-A7	1GHz ARM1176JZF-S	1.2GHz QUAD ARM Cortex-A53
GPU	VideoCore IV	VideoCore IV	VideoCore IV				
RAM	256Mb	256Mb	512Mb	512Mb	1Gb	512Mb	1Gb
USB	1	1	2	4	4	1 Micro	4
Vídeo	RCA, HDMI	Jack, HDMI	RCA, HDMI	Jack, HDMI	Jack, HDMI	Mini HDMI	Jack, HDMI
Audio	Jack, HDMI	Mini HDMI	Jack, HDMI				
Boot	SD	MicroSD	SD	MicroSD	MicroSD	MicroSD	MicroSD
Red	-	-	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100	-	Ethernet 10/100, Wifi, BT
Consumo	300mA / 1,5w / 5v	400mA / 2w / 5v	700mA / 3,5w / 5v	500mA / 2,5w / 5v	800mA / 4w / 5v	160mA / 0,8w / 5v	2,5A / 12,5w / 5v
Alimentación	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO	MicroUSB / GPIO				
Tamaño	85,6 x 53,98 mm	65 x 56 mm	85,6 x 53,98 mm	85 x 56 mm	85 x 56 mm	65 x 30 mm	85 x 56 mm
Precio	25\$	20\$	35\$	35\$	35\$	5\$	35\$

Fuente: <http://comohacer.eu/wp-content/uploads/comparativa-raspberry-pi.png>

Realizado por: <http://comohacer.eu/wp-content/uploads/comparativa-raspberry-pi.png>

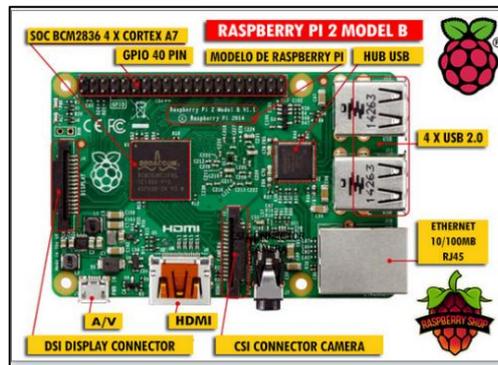


Figura 1-13: Característica de Raspberry Pi

Fuente: <http://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberry-pi.php>

1.6.3 Galileo

Es la primera placa lanzada por Arduino fue diseñado para el mundo de la educación, combina tecnología de Intel con soporte para Arduino y el entorno de desarrollo de *software* y librerías se ejecuta con código abierto de Linux, lo que permite reutilización de *software* existente, su consumo de energía es bajo con núcleos pequeños. Su *hardware* es de clase Pentium de 32 bits.

Posee entradas analógicas, pines digitales, soporta una alimentación de un rango de 3.3 a 5.5V. por supuesto que es compatible con la familia de Arduino. (WIKI, 2016)

En la tabla 1-4 se presenta los modelos Galileo

Tabla 1-4: Modelos de placas Galileo

Características	GEN 1	GEN 2
SoC	Intel Quark X1000 32-bit 400 MHz	Intel Quark X1000 32-bit 400 MHz
Power Barrel	5V	7V-15V
Ethernet	no PoE	12v compatible con Internet

Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Galileo

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

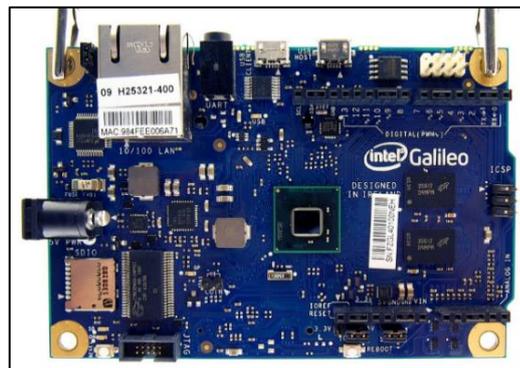


Figura 1-14: Intel Galileo

Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Galileo#/media/File:Embedded_World_2014_Intel_Galileo_01.jpg

Como resultados del estudio de las diferentes tarjetas se elaboró la tabla 1-5 para realizar una comparación y elegir la Tarjeta de Desarrollo que cumple con los requerimientos planteados.

Tabla 1-5: Comparación de Procesadores de información

Descripción	Arduino	Raspberry pi	Intel galileo
Precio en dólares	\$ 25	\$ 35	\$ 84.99
Tamaño	7.6 x 1.9 x 6.4 cm	8.6 x 5.4 x 1.7 cm	10 x 7 cm
Memoria	0.002 MB	512 MB	8 MB
Velocidad de reloj	16 MHZ	700 MHZ	400 MHZ
Punto de red	Ninguna	Ethernet RJ45	Si
Memoria flash	32 KB	Tarjeta SD (2 - 16G)	Tarjeta SD

Puerto usb	Uno	Dos	Uno
Sistema operativo	Ninguno	Linux	Linux
Entorno de desarrollo integrado	Arduino	Scratch, idle, con soporte linux	capaz de ejecutar linux desde microsd
Procesador	Atmega 328	Arm1176JZF-S	Intel quark soc x1000
Terminales análogos	6	-----	6
Terminales digitales	14(6 PWM)	8 GPIO Digitales	14(6 PWM)

Fuente: <http://spainlabs.com/wiki/index.php?title=Arduino>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Se puede observar que la tarjeta Raspberry-Pi es una muy buena opción en comparación de Arduino y Galileo, cabe mencionar que Raspberry-Pi esta orientados audio videos gráficos etc. Y para el control de dispositivos como sensores, electroválvulas el mejor es Arduino, por esta razón como resultado se selecciona el microcontrolador de la familia Arduino basándonos en el costo y cantidad de terminales análogas y digitales requeridos por el SAM-H₂O

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Introducción

En este capítulo se presenta el diseño del *hardware* del prototipo de sistema electrónico inteligente de asignación, medición y alerta del consumo del agua potable (SAM-H₂O). Se especifica lo requerimientos técnicos que debe cumplir y se realiza el diseño en bloques de cada uno de sus módulos. Se justifica la selección de los sensores y componentes que lo integran. Al final se presenta el esquema de los módulos del sistema diseñado.

2.2 Requerimientos del SAM-H₂O

Basado en el estudio realizado en el capítulo anterior se pueden definir los requerimientos de diseño que debe satisfacer el prototipo SAM-H₂O del consumo del agua. Estos son:

- Ser de bajo costo, de fácil instalación e interacción con el usuario.
- Asignar la cantidad de agua calculada.
- Las lecturas deben ser las correctas
- Proporcionar información con comunicación inalámbrica RF en tiempo real.
- Almacenar en una tarjeta SD periódicamente los valores de consumo diario, mensual y anual que se recolecta.
- Emitir alertas gráficas cuando se exceda el rango de agua asignado
- Permitir el control del cierre/apertura de la electroválvula

2.3 Concepción de la Arquitectura del SAM-H₂O

La estructura general propuesta para el SAM-H₂O se presenta en la siguiente figura 2-1 donde se encuentran dos módulos fundamentales: Lectura–Transmisión y Recolección–Visualización.

Permiten una comunicación bidireccional por medio de radio frecuencia RF, el diseño permite el crecimiento dinámico

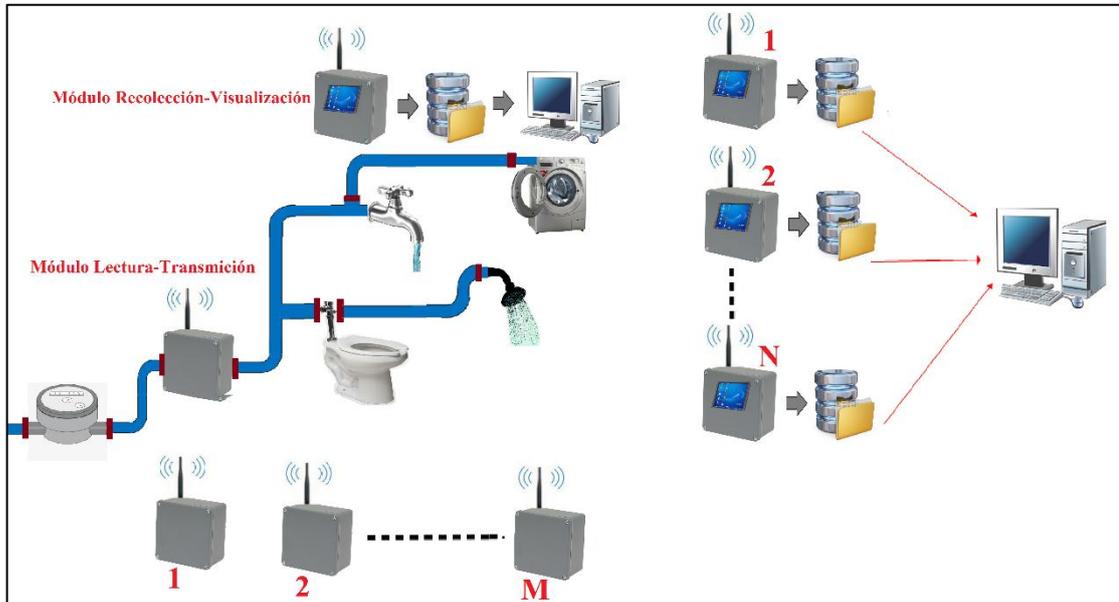


Figura 2-1: Concepción de la Arquitectura general del SAM-H₂O

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.3.1 *Módulo de Lectura-Transmisión*

Es el encargado de recibir y enviar las lecturas del sensor de flujo de caudal por RF. Contiene una Tarjeta de desarrollo Arduino que procesa la información y dispone de una fuente de alimentación.

2.3.2 *Módulo de Recolección-Visualización.*

Es el encargado de Asignar el volumen de agua de 150 litros que una persona requiere por día, además recoger la información transmitida por el módulo de Lectura-Transmisión para procesarla y determinar si la información recolectada se encuentra o sobrepasa el rango asignado de agua. De ser así, se emite alertas visuales de aviso en la pantalla grafica previamente establecido, se encarga del control del cierre y apertura del paso del agua.

Se visualiza el historial de consumo de agua diaria, mensual y anual, además presenta la planilla con el costo del consumo al final de cada mes. Las informaciones se almacenan en una base de datos y se guardan en una memoria SD pudiendo ser visualizado en la pantalla gráfica o en el computador por medio de *software*. De esta manera el usuario tiene acceso directo a la información de consumo diario y no requiere acceder al módulo de Recolección para conocer dicha información.

2.4 Diseño de los módulos del SAM-H₂O

Una vez definidos los requerimientos de diseño y concebida la arquitectura general del SAM-H₂O a continuación se presentan el diseño de cada uno de los módulos.

2.4.1 Módulo de Lectura-Transmisión

En la figura 2-2 se presenta el diagrama de los cinco bloques que contienen el módulo de Lectura-Transmisión, donde se muestra la interconexión que existe entre ellos.

Este módulo inicializa con el bloque de sensor de flujo que realiza las lecturas de volumen de agua para posteriormente realizar el procesamiento de información y ser enviada a través del bloque transmisor al módulo de Recolección-Visualización. Adicionalmente cuenta con bloque control que es el encargado del cierre o apertura del paso de agua potable por medio del bloque receptor, posee un bloque de alimentación de corriente alterna.

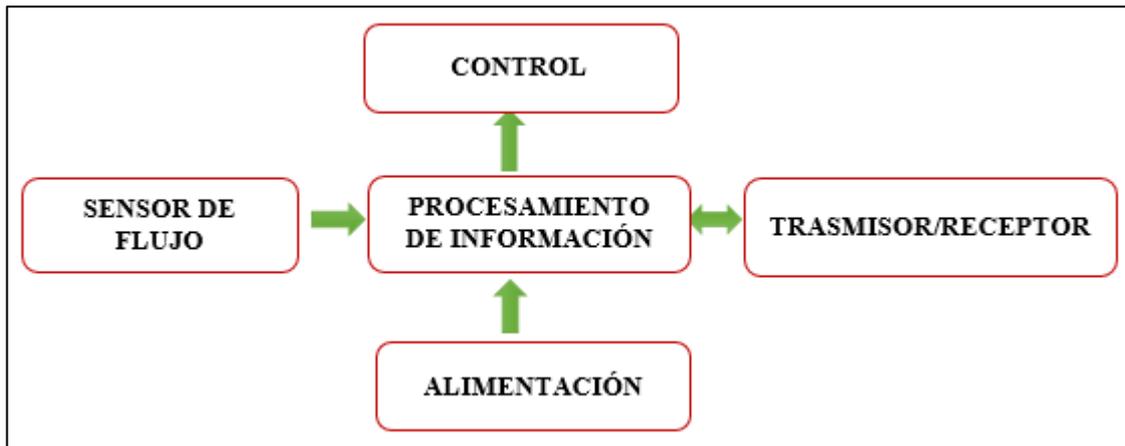


Figura 2-2:Diagrama de bloques del módulo de Lectura-Transmisión

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016

2.4.2 Módulo de Recolección-Visualización

En la figura 2-3 se presenta el diagrama de los seis bloques del módulo de Recolección-Visualización, donde se muestra la interconexión que existe entre estos y se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

El bloque receptor recibe la lectura del volumen de agua potable enviado por el módulo de Lectura-Transmisión, posteriormente el bloque de procesamiento de información ejecuta el programa principal y envié al bloque de visualización para mostrar los resultados en tiempo real, cuenta con el bloque de almacenamiento el cual crea una base de datos. El bloque control es el encargado de enviar la señal por el medio del transmisor para el control del cierre o apertura de agua. Finalmente cuenta con el bloque de alimentación de corriente alterna.

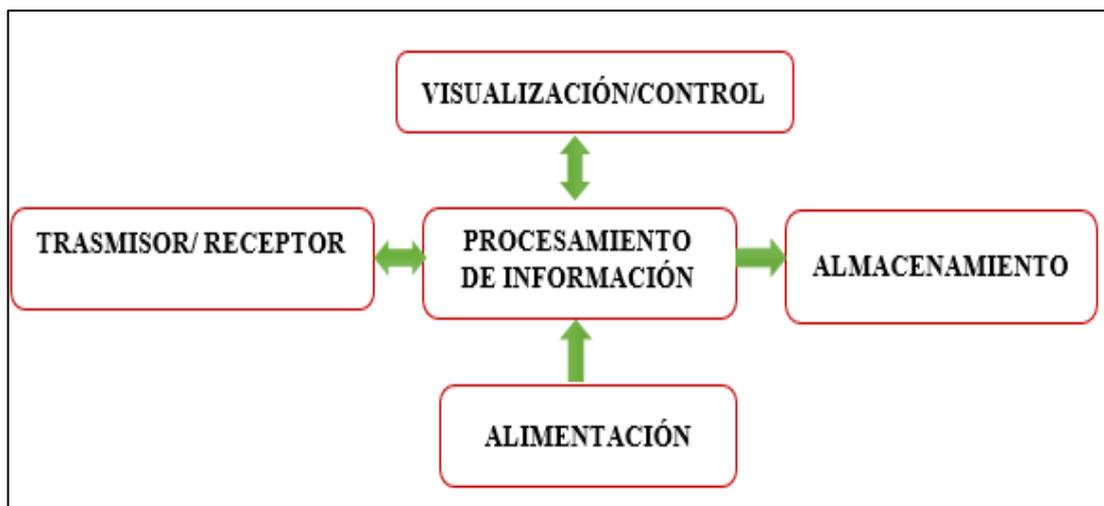


Figura 2-3 :Diagrama de bloques del Módulo de Recolección-Visualización

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.5 Selección de dispositivos para el SAM-H₂O

A continuación, se detallan las principales características de los elementos que conforman los módulos del SAM-H₂O, y una breve reseña de su selección.

2.5.1 Tarjetas de Desarrollo para el SAM-H₂O.

En nuestro prototipo Arduino cumple las características requeridas por el SAM-H₂O. Debido a que es de bajo costo, por el número de terminales que se requiere para la utilización de una pantalla táctil, tiene *software* libre para la utilización de los dispositivos. En la tabla 2-1 se presenta la comparación entre las tarjetas Arduino más conocida y elegir la adecuada para cada módulo según los requerimientos.

Tabla 2-1: Comparaciones entre placas Arduino

Descripción	Arduino Uno	Arduino Mega	Arduino Nano
Precio en dólares	\$ 25	\$ 45	\$ 15
Procesador	Atmega328P	Atmega2560	Atmega328
Voltaje	5V/ 7-12 V	5V/ 7-12 V	5V / 7-9 V
Velocidad de reloj	16 MHZ	16 MHZ	16 MHZ

Entradas/ salidas analógicas	6/0	16/0	8/0
Entradas digitales/ pwm	14/6	54/15	14/6
Eeprom [kb]	1	4	1
Sram [kb]	2	8	2
Flash [kb]	32	256	32
Usb	Regular	Regular	Mini

Fuente: <https://www.arduino.cc/en/Products/Compare>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Para el módulo de Lectura-Trasmisión se utilizó un Arduino Nano como se ve en la figura 2-4 que cumple con los requerimientos del SAM-H₂O y su velocidad es igual al Arduino uno y mega, su procesador es similar al Arduino uno y sobre todo es de bajo costo esta elección nos permite tener eficiencia y optimizar recursos.

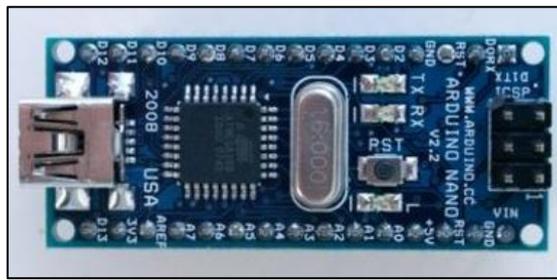


Figura 2-4:Arduino Nano.

Fuente: <http://comohacer.eu/analisis-comparativo-placas-arduino-oficiales-compatibles/>

Para el módulo de Recolección-Visualización según los requerimientos del SAM-H₂O se optó por un Arduino Mega como se puede apreciar en la figura 2-5, que cuenta con gran proporción de memoria RAM, más terminales de conexión tanto digital y analógica, tiene compatibilidad en conexiones con pantallas Touch.

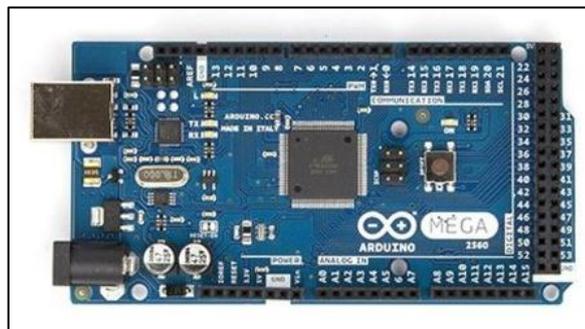


Figura 2-5:Arduino Mega.

Fuente: <http://comohacer.eu/analisis-comparativo-placas-arduino-oficiales-compatibles/>

2.5.2 Sensor de flujo de agua para el SAM-H₂O.

El sensor de flujo seleccionado es el YF-S201, es conocido por su utilización en aplicaciones de flujo por ser un parámetro necesario en varios procesos, en este proyecto elegimos trabajar con este sensor debido a las características que se puede observar en la tabla 2-2 que este posee y cumplen con los requerimientos planteados.

Tabla 2-2: Características del sensor YF-S201

Descripción	Características
Tipo de sensor	Efecto Hall
Voltaje entrada	5-18V
Corriente	15mA
Caudal	1-30 litros/minuto
Precisión	10%
Presión de agua	2.0 MPa
Tiempo de subida	0.04 us
Tiempo de caída	0.18us
Frecuencia	7.5* Caudal
Pulso por litro	450
Conexión de tubería	1/2" diámetro

Fuente: <http://www.hobbytronics.co.uk/yf-s201-water-flow-meter>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

El sensor está constituido por un rotor que tiene imanes en sus paletas, con aislación en la cámara del rotor para evitar fugas de agua, externamente a la cámara tiene un sensor de efecto hall que detecta el campo magnético del imán de las paletas y con esto el movimiento del rotor, tiene tres cables de conexión: rojo es Vcc, negro para Gnd, amarillo señal de salida como se aprecia en la figura 2-4.



Figura 2-6: Sensor de flujo YF-S201

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

La tarjeta desarrollo Arduino Nano es el cargado de convertir los pulsos del sensor del flujo, además de tiene la característica de ser calibrado cuando se presenta un error muy alto mediante la ecuación 2-1.

$$k = \frac{n^3 \text{Pulsos}}{\text{Volumen} * 60} \text{ Ecuación 2-1}$$

Donde:

K: Factor de conversión

n: número de pulsos

V: Volumen de agua de prueba * 60 seg.

2.5.3 *Comunicación inalámbrica para el SAM-H₂O.*

Para SAM-H₂O se seleccionó dos módulos de comunicación inalámbrica por RF teniendo cada uno su función específica: enviar la lectura del flujo de agua y por otro lado enviar la señal del control para el cierre o apertura del paso de agua, y así evitar la pérdida de datos.

2.5.3.1 *Módulo Uno APC 200-43*

Se escogió el transmisor y receptor APC 200-43 por RF para la trasmisión de lecturas de agua por ser un sistema de comunicación de tipo industrial que soporta interferencias además de ser transeptores de dos vías totalmente inalámbricos con un alcance de 1000 m y otras características que se muestran en la tabla 2-4, este módulo ocupa un puerto serial que está vinculado entre transmisor y receptos de manera que la comunicación no se verá afectada por la presencia de otro par de módulos de la misma clase u otros, es capaz de corregir errores en ráfagas de 24bit continua.

Tabla 2-3: Características del Modulo

APC 200-43	
Frecuencia de trabajo	418MHz - 455 MHz
Modulación	GFSK
Potencia de salida	20 mW
Sensibilidad de recepción	-118 dbm a 1200 bps
Baudios en aire	1200 - 19200 bps
Baudios serie	1200 - 57600 bps
Puertos COM soportados	8E1 / 8N1 / 8O1
Buffer de datos	256 Bytes
Humedad	10% - 90%
Temperatura	-20°C - 70°C
Tensión de alimentación	3.3 - 5.5 V
Corriente de transmisión	≤ 35 mA a 20 mW
Corriente de recepción	≤ 28 mA
Corriente en sleep	≤ 5 uA
Distancia de transmisión	1000 mts

Fuente: <http://www.ctmelectronica.com.ar/index.php/productos/modulo-rf-para-microcontroladores/modulos-transparentes/apc200a-43-detail#especificaciones-t%C3%A9cnicas>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016

El trasmisor y receptor viene incorporado con una antena de fábrica, como se aprecia en la figura 2-5 los cuales permiten que su alcance de transmisión sea de 1000 metros.

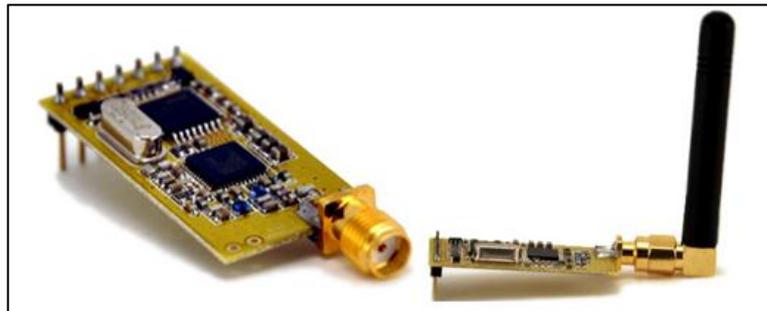


Figura 2-7: Módulos RF APC 200-43 por RF

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.5.3.2 Módulo Dos PT2262/ PT2272-M4

Estos módulos por RF tienen la función de enviar la señal para el control del cierre y apertura del paso de agua, este tipo de controles son económicos, simplifican la tarea de realizar una

comunicación inalámbrica con un par de integrados para codificar y decodificar los datos transmitidos. El transmisor utiliza el circuito integrado PT2262 (codificador) y el receptor utiliza el PT2272-M4 (decodificador), integrados con tecnología CMOS y utilizan códigos de dirección fijos, en la tabla 2-5 se muestran algunas características.

Tabla 2-4: Características del Control Remoto RF

Descripción	Características
Frecuencia	315 MHz
Modulación	ASK
Voltaje de Trasmisión	3-12V
Tecnología	CMOS
Consumo de Energía	13 mA
Inmunidad al ruido	Alta
Alcance	100 metros

Fuente: <http://tutorial.cytron.com.my/2012/09/03/remote-control-315mhz/>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Ambos dispositivos (transmisor y receptor) deben poseer el mismo código de dirección de lo contrario no se comunicarán con comunicación unidireccional, El circuito decodificador es de tipo momentáneo mientras se esté presionando algún botón en el control la información estará presente. Además, el receptor se caracteriza por qué se puede fabricar e instalar una antena para su mayor alcance de trasmisión, como se puede apreciar en la figura 2-6. (MADNESS ELECTRONICS, 2015).

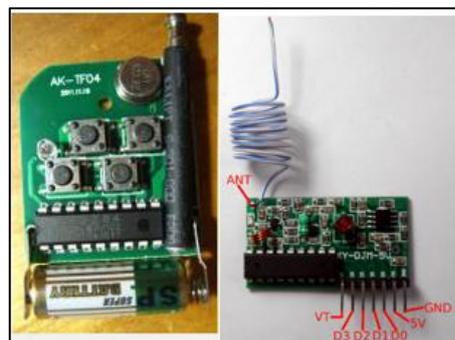


Figura 2-8: Transmisor y Receptor Control Remoto

Fuente: <https://dzrmo.wordpress.com/2012/07/08/remote-control-pt2272-for-android/>

2.5.4 Control del flujo del SAM-H₂O

Se seleccionó una electroválvula de 12V normalmente cerrada basándonos en su costo, material, modo de funcionamiento, vida útil, caudal y presión que soporta, cumpliendo los requerimientos planteados para el SAM-H₂O pudiendo apreciar más característica en la tabla 2-5.

Tabla 2-5: Características Electroválvula 12V

Electroválvula	Descripción
Voltaje de funcionamiento	12VDC
Corriente máxima	320 mA
Temperatura máxima	120 °C
Rango de presión de funcionamiento	0.02 - 1 Mpa
Vida útil	200.000+
Costo	\$ 25.00

Fuente: <http://electronilab.co/tienda/electrovalvula-valvula-selenoide-agua-12v-dc-12/>

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

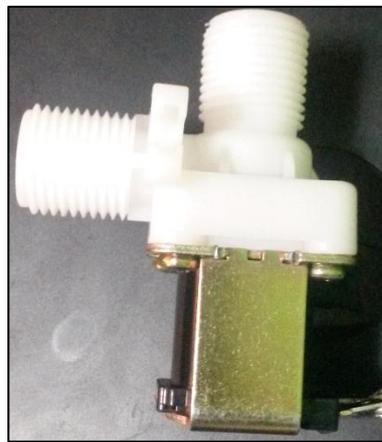


Figura 2-9: Electroválvula de 12V

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.5.5 Visualización de Datos para el SAM-H₂O

Para la visualización de todo el Sistema se eligió TFT TOUCH de 5" la cual es compatible 100% para el Mega2560, viene incorporado el shield del Arduino mega2650 que es el cerebro del sistema, además incluye la ranura para la tarjeta SD, presentando sus características en la tabla 2-6 y adicionalmente en la tabla 2-7 se presenta la distribución de conexión de los terminales de la pantalla.

Tabla 2-6: Características de la Pantalla TFT 5" LCD Touch Panel SD Card

Descripción	Características
Resolución	800x400 pixeles
LCD	Tipo TFT Touch
Interfaz de bus paralelo	8/16 bits
PCB	Negro
Área activa	154mmx86mm
Densidad de pixeles	0.179mmx0.179mm
Memoria flash	Tarjeta SD

Fuente: http://wiki.sainsmart.com/index.php/7%22_TFT_Touch_LCD

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Tabla 2-7: Distribución del terminal de la Pantalla

PIN	DESCRIPCIÓN
LCD-VCC	5V alimentación
GND	alimentación tierra
LEDS	suministros de luz de fondo LCD
DB0 - DB15	interfaz de datos en paralelo LCD
LCD_RS, LCD_WR, LCD_RD, LCD_CS, LCD_RST	líneas de control de flujo de datos LCD
TP_CLK, TP_CS, TP_DIN, TP_BUSY, TP_DOUT, TP_IRQ	Líneas de control de flujo de datos de panel táctil
SD_CS, MISO, CLK, MOSI	Líneas de control de datos para la tarjeta SD

Fuente: http://wiki.sainsmart.com/index.php/7%22_TFT_Touch_LCD

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

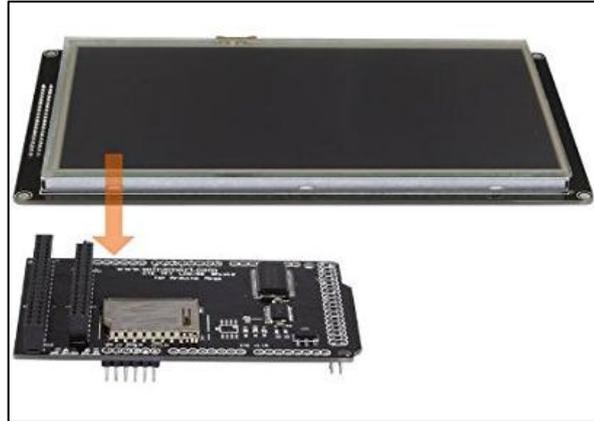


Figura 2-10: Pantalla TFT 5" LCD Touch Panel SD Card

Fuente: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41%2BFMZL5V2L._SX425_.jpg

2.5.6 Alimentación para el SAM-H₂O

La alimentación es uno de los factores más importantes del SAM-H₂O, al ser un sistema de medición debe estar en constante funcionamiento, para así cumplir los requerimientos planteados.

Por esta razón el SAM-H₂O cuenta con una alimentación a la red eléctrica de 110V debido a que está diseñado para hogares residenciales que cuentan con sistema eléctrico, y en caso de pérdida de energía cuenta con alimentación auxiliar conformado por un UPS que es un Sistema de alimentación ininterrumpida o por sus siglas en inglés (*uninterruptible power supply*). (DICCIONARIO TECNOLÓGICO, 2016) así aseguramos la autonomía del SAM-H₂O

Debido a que el mayor voltaje de consumo que presenta es de 12V para la alimentación de la electroválvula se ha seleccionado el UPS 4 Amperio/ Hora de 12V como se muestra en la figura2-11.



Figura 2-11: UPS

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.6 Esquema de conexión del SAM-H₂O

Una vez seleccionado los dispositivos electrónicos que integran los diferentes módulos, las conexiones de cada módulo se realizaron en *Proteus 8 Profesional* por ser un entorno amigable y accesible en la que se puede diseñar y realizar diferentes simulaciones obteniendo resultados tanto en ISIS como en Ares.

En Isis se realizó las conexiones de los diagramas de cada módulo del SAM-H₂O, se instaló librerías para la compatibilidad con Arduino Mega y Nano permitiendo realizar modificaciones y comprobaciones de forma rápida. Para la creación de los circuitos impresos PCB por sus siglas en inglés (Printed Circuit Board,) se las realizo en Ares ya que permite rutear y modelar el esquema, también se puede tener una visualización en 3D como se puede apreciar en la figura 2-12.

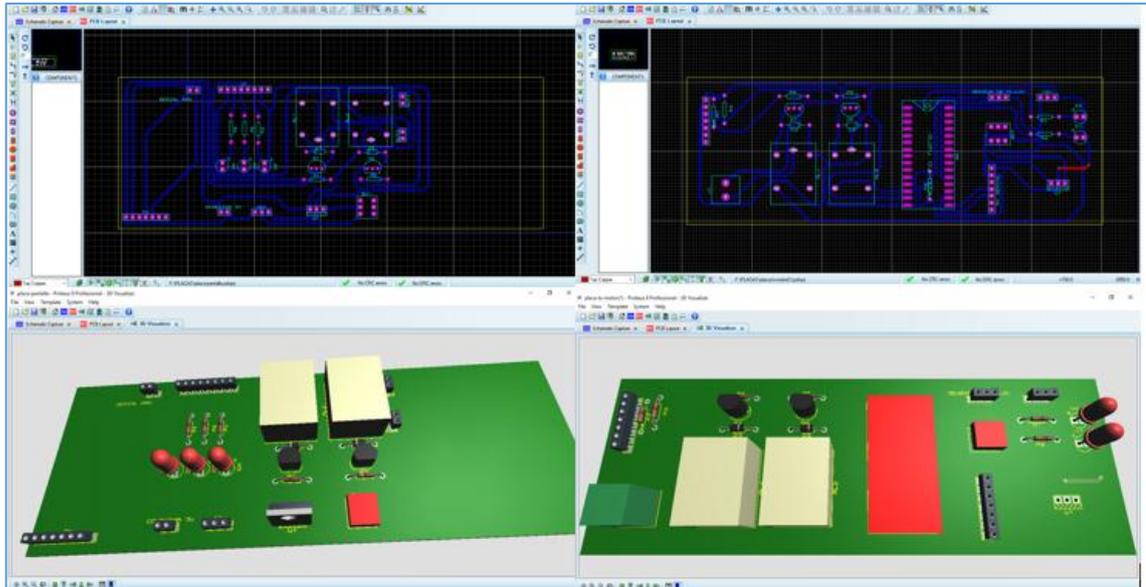


Figura 2-12: ISIS y PCB en 3D de los módulos del SAM-H₂O

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.6.1 Esquema de conexión del módulo Lectura – Transmisión

El esquema de conexión del módulo de Lectura-Transmisión como se aprecia en la figura 2-13, tiene como elemento central es un Arduino Nano que se comunica con cada uno de sus componentes:

- La señal del sensor de flujo YF-S201 se conecta al terminal D2 del Arduino Nano.
- Se establece la comunicación mediante los terminales TX y RX tanto del Arduino Nano como del módulo APC 200-43, para enviar la lectura por RF.
- Reset del Arduino Nano se conecta al Relé 1 de estado sólido para cerrar el circuito compuesto por el Diodo D5 y el Transistor Q2 esta señal ingresa al Transceptor PT2272-M4 por el terminal D0 para enviar por RF, para visualizar la inicialización las lecturas en la pantalla.
- Al terminal D1 del Transceptor recibe la señal por RF esta se conecta al circuito compuesto por el Transistor Q1y el Diodo D3 para activar y desactivar el Relé 2 manteniendo así el control de la electroválvula.
- En los terminales D12 y D13 se conecta una resistencia de 10K para cada Diodo led, D1 y D2 respectivamente, son indicadores que nos permiten visualizar que la transmisión de las lecturas y el control de la electroválvula se esté comunicando.

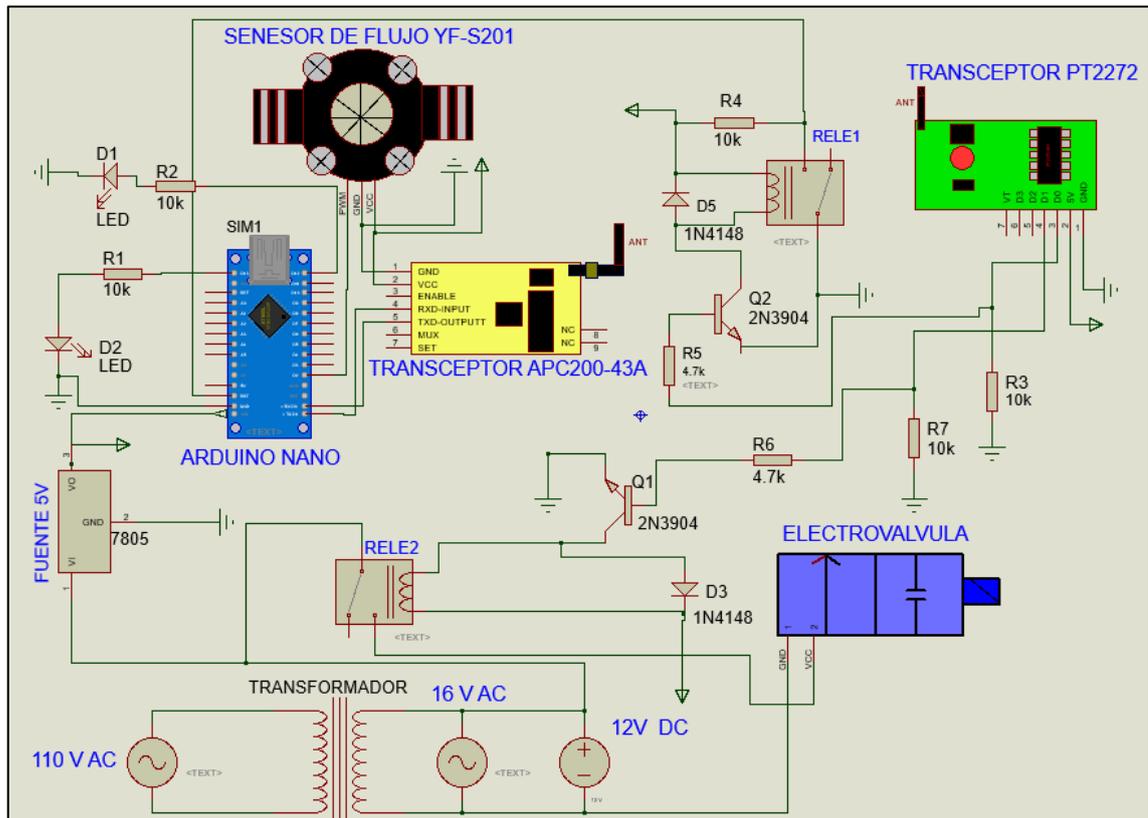


Figura 2-13: Conexión del Módulo Lectura-Transmisión del SAM-H₂O

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016

2.6.2 Esquema de conexión del módulo Recolección - Visualización

El esquema de conexión del módulo de Recolección – Visualización tiene como elemento central el Arduino Mega como se puede apreciar en la figura 2-14 conectado a una pantalla TFT Touch para cumplir requerimientos de visualización del sistema.

- Al Receptor APC200-43 llega las lecturas por RF, esta señal se envía por el terminal RX al Serial del Arduino Mega.
- El Arduino Mega procesa la información recibida, visualizar y almacenar en la pantalla que tiene una ranura SD, estos están conectados mediante un Shield Arduino Mega.
- Transceptor PT2262 recepta la señal, este es enviada por el terminal S2 ese se conecta con el circuito conformado por Diodo D1 y Transistor Q1 este permite que las lecturas de la pantalla empiecen en cero.
- De la pantalla sale el pulso al Arduino Mega quien mandan por el terminal D13 este se conecta con la resistencia R5 de 4.7K con Transistor Q2 y el Diodo D5, este ingresa al RELE 2 permitiendo la trasmisión para el control de la electroválvula.

- En los terminales 9 11 Y 12 se conecta una resistencia de 10K con un Diodo led D2, D3, D4 respectivamente, estos son indicadores que nos permiten visualizar que se está comunicando con el módulo de Lectura-Transmisión.

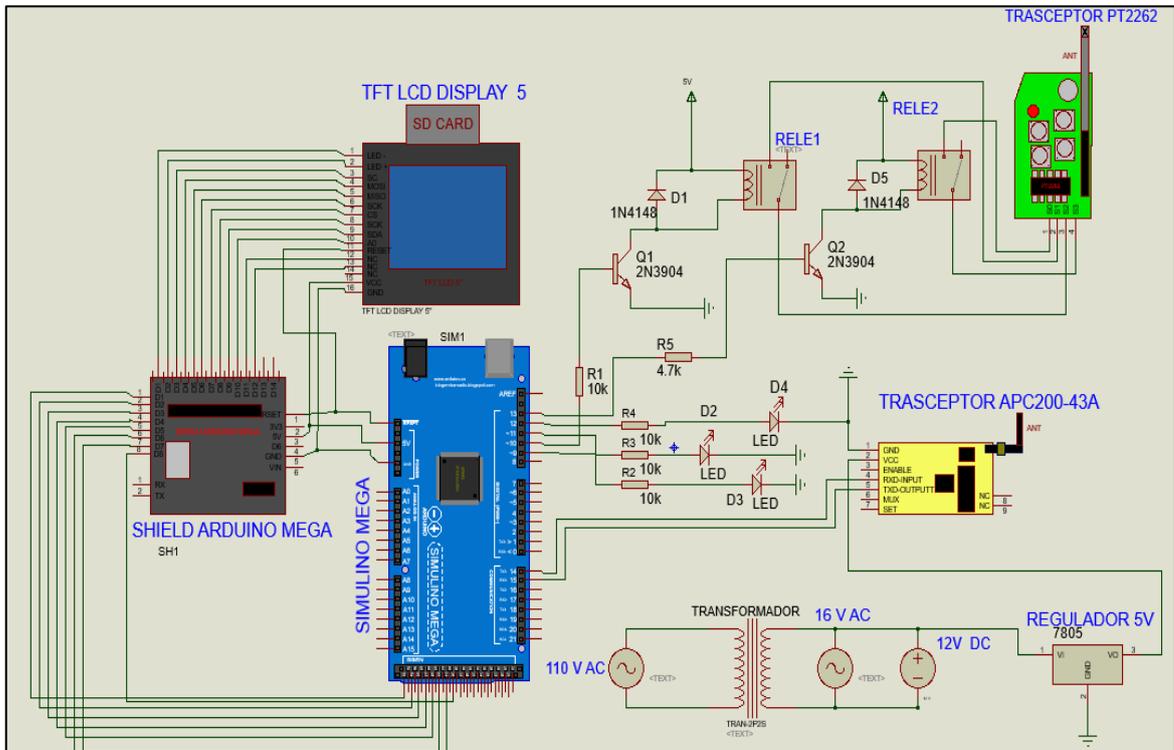


Figura 2-14: Conexión del Módulo Recolección-Visualización del SAM-H₂O

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.7 Diseño del *Software* de SAM-H₂O

El diseño del *Software* se trabajó en un entorno de desarrollo integrado IDE, este se puede encontrar en la web y esta disponibles para Windows y Mac asimismo las fuentes para compilarlas en Linux. Para empezar a trabajar se debe seleccionar el tipo de Arduino, configurar la comunicación entre la placa Arduino y la PC seleccionando el puerto al que está conectada la placa.

2.7.1 *Requerimientos del SAM-H₂O*

- Determinar la cantidad de agua a ser asignada
- Tiempo de ejecución del programa sea rápido
- Transmisión de datos en tiempo real
- Interfaz amigable
- Rapidez al emitir las alertas graficas
- Control para el cierre y apertura de la electroválvula
- Formato de almacenamiento debe ser reconocido por *software*.

2.7.2 *Diagrama de flujo del programa del Módulo Lectura – Transmisión*

En la figura 2-15 se presenta el diagrama de flujo del programa detallando su proceso.

Para el ciclo de inicio:

- Declaración e inicializa las variables locales que se utilizará.
- Se declara e inicializa la variable global del Sensor.
- La configuración de entradas y salidas del Arduino Nano.
- Inicializa el puerto Serial y la comunicación por RF.

Para el ciclo de repetición:

- Se procede a identificar al sensor por medio de la función **ContarPulsos ()**.
- El algoritmo en respuesta convierte los pulsos a frecuencia mediante la función **ObtenerFrecuencia ()**.
- Se calcula el caudal en litros/ minutos basándose del resultado de la función **ObtenerFrecuencia ()**.
- Se procede a enviar por el puerto serie.

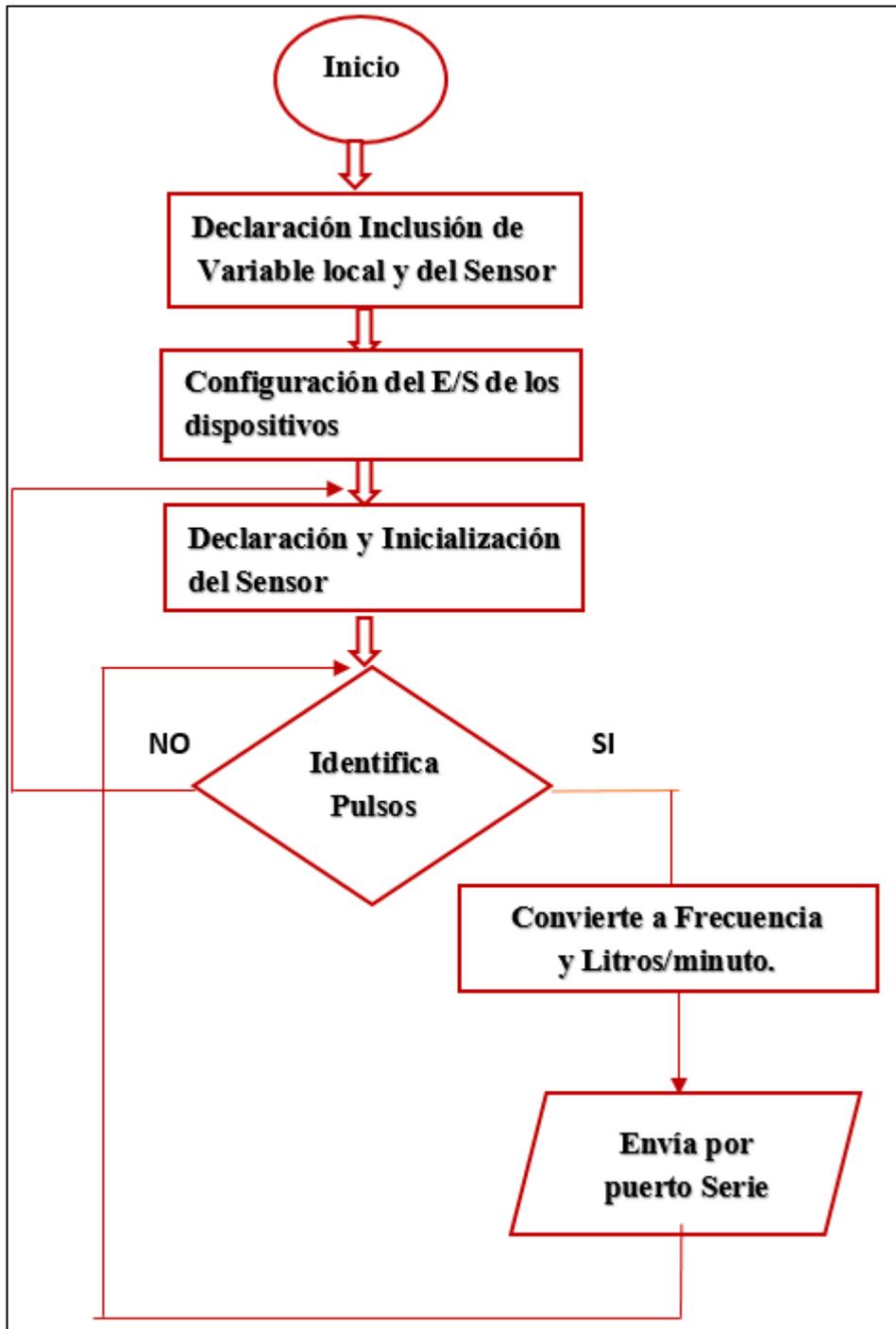


Figura 2-15:Diagrama de flujo del Módulo Lectura–Transmisión

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

2.7.3 Diagrama de flujo del programa del Módulo Recolección – Visualización

En la figura 2-16 se presenta el diagrama de flujo del programa detallando su proceso.

Para el ciclo de inicio:

- Se inicia con la inclusión de las bibliotecas, declaración de las funciones.
- Declaración de las variables globales e inicialización de dispositivos.
- Configuración de entradas y salidas de los dispositivos.
- Interfaz gráfica en TFT usando la función **myTouch.intTouch()**.

Para el ciclo de repetición:

- Se inicializa el tiempo y la comunicación RF y se declara la velocidad del puerto serie.
- Se asigna el volumen de agua potable y se calcula los rangos con los que se va a trabajar Bajo, Medio y Alto.
- Se determina si el Recepta RF ha recibido las lecturas.
- Lee los Datos con la función **Lecturalitros()**.
- Se crea el archivo donde se va almacenar los datos con el nombre **SD.open("c_d.txt",FILE_WRITE)**.
- Procesa la información con la función **cálculos ()** se obtiene el consumo diario mensual y el costo en formato planilla y visualiza.
- Determina si el volumen de agua sobre pasa los rangos establecidos. De ser así emite alertas visuales en la pantalla TFT.
- Se obtiene el control de la Electroválvula con la función **cuadrogeneral ()**.
- Visualiza en la pantalla TFT

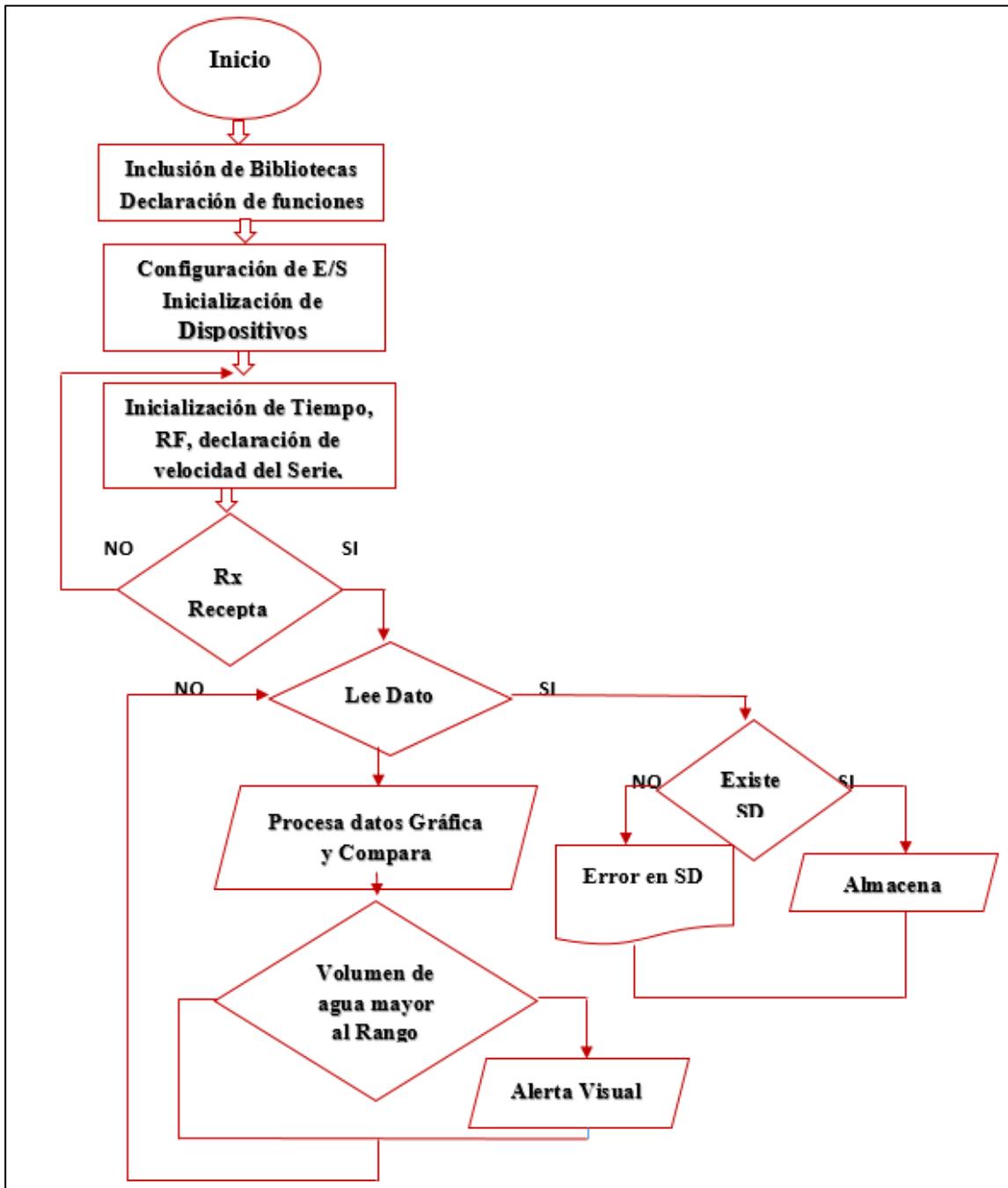


Figura 2-16: Diagrama de flujo del Módulo Recolección–Visualización

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

CAPITULO III

3 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1 Introducción

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a los módulos que integran este sistema incorporando tanto el *hardware* y *software*, mismos resultados que cumplen con los requerimientos presentados en el capítulo anterior. Adicionalmente se presenta un análisis de costos del prototipo implementado.

3.2 Resultados del análisis de los Dispositivos de ahorro de Agua Potable en el Ecuador

Como resultado del estudio de los dispositivos de ahorro de agua potable en el Ecuador se puede concluir que los diferentes dispositivos tecnológicos no tienen gran acogida, obtuvo mayor acogida las campañas publicitarias, según datos tomados de las encuestas desarrolladas por el INEC en el 2014, debido al enfoque visual que influye en los usuarios.

Por esta razón el sistema implementado se desarrolló con una interfaz visual, que permitió al usuario ver en tiempo real el consumo de agua utilizado y así el ahorro del mismo.

3.3 Comprobación del sensor YF-S201

Se realizaron diversas pruebas para comprobar el funcionamiento del sensor las cuales se detallan a continuación.

3.3.1 Repetitividad del módulo de Lectura-Transmisión

Para realizar esta prueba se tomó como volumen de referencia 15 litros de agua, se realizó 20 repeticiones de medidas para determinar el porcentaje de error del sensor como se muestra en la tabla 3-1, con la ayuda de una hoja de cálculo Excel 2010 se obtuvieron el análisis estadístico descriptivo con el fin de obtener el margen de error. Se puede apreciar la variación entre el volumen cesado frente a los 15 litros de volumen referencial, pudiendo notar el error que existe.

Tabla 3-1: Prueba de Repetitividad

N ^a	Volumen censado-litros	Error de Lecturas
1	16	1
2	17	2
3	16	1
4	16	1
5	15	0
6	16	1
7	16	1
8	16	1
9	16	1
10	17	2
11	15	0
12	16	1
13	16	1
14	16	1
15	16	1
16	16	1
17	16	1
18	15	0
19	16	1
20	16	1

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla Ana; 2016.

Los datos recogidos se procesaron en un análisis estadístico descriptivo, como lo muestra en la tabla 3-2, obteniendo como resultado una media de 0.95 que representa un margen de error alto. Por lo tanto, se concluye que se debe realizar la calibración del sensor.

Tabla 3-2: Estadística Descriptiva

Estadística Descriptiva	
Media	0,95
Error típico	0,11413289
Mediana	1
Moda	1
Desviación estándar	0,51041779
Varianza de la muestra	0,26052632
Curtosis	1,64893138
Coefficiente de asimetría	-0,11214158
Rango	2
Mínimo	0
Máximo	2
Suma	19
Cuenta	20

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.3.2 *Calibración del sensor de flujo*

Debido al error alto que se presenta en las mediciones anteriores se procedió a la calibración del sensor, con el fin de obtener precisión en las mediciones. Para ello se realizó pruebas para determinar cuántos pulsos se miden en cierto volumen de agua.

Usando Arduino procedemos a cargar el programa ubicado en el Anexo G. dando como resultado una cantidad de pulsos que emite el sensor en referencia a un cierto volumen de agua, siendo necesario que el volumen de agua sea el mismo para tener una medición exacta. Se puede visualizar en la figura 3-2 la cantidad de pulsos en el ordenador con la plataforma Arduino.

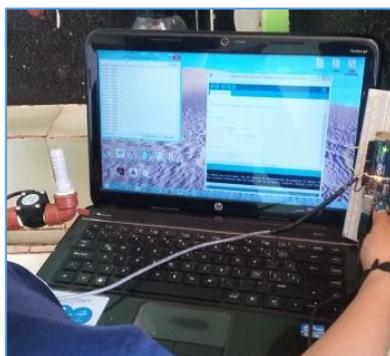


Figura 3-1: Calibración del sensor de flujo

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

En la tabla 3-3 se presenta los datos tomados para encontrar el factor de conversión, y proceder a calibrar el sensor.

Tabla 3-3: Calibración del sensor en función a los pulsos dados

Prueba N°	Cantidad (ml)	Pulsos
1	1000	426
2	1000	430
3	1000	424
4	1000	427
5	1000	429
PROMEDIO DE PULSOS		427,2

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Obteniendo un promedio 427 pulsos por 1 litro. Para determinar el factor de conversión se calcula con la siguiente fórmula.

$$k = \frac{n^{\circ}Pulsos}{Volumen * 60} \quad \text{Ecuación 3-1}$$

Donde:

k: es factor de conversión viene dada en pulso/seg

$n^{\circ}pulsos$: es el promedio de pulsos obtenidos del sensor

Volumen: es el volumen de referencia utilizado

60: es la cantidad de segundos en un minuto

Con lo determinado anteriormente se sabe que si pasa 1 Litro en 1 minuto tenemos 427 pulsos/min, Lo dividimos para 60 y convirtiendo a segundos tenemos 7.11 pulsos/seg. Nuestro factor de conversión es 7.11

3.3.3 Comprobación de la calibración del Sensor de flujo YF-S201

Una vez calibrado el sensor YF-S201 se realizaron las pruebas, para determinar el margen de error después de la calibración del sensor, esta prueba se realizó con 10 muestras y volumen de agua aleatorios como se muestra en la figura 3-3 y posteriormente establecer la correlación existente entre las dos.



Figura 3-2: Pruebas de la calibración del sensor

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

En la tabla 3-4 se muestra el volumen de agua de referencia versus el volumen de agua censado por el sensor de flujo calibrado, para determinar el porcentaje del error absoluto se tomaron 10 muestras aleatorias de volumen de agua que se analizaron estadísticamente para comprobar el margen de error que representa.

Tabla 3-4: Pruebas del sensor después de la calibración

No Pruebas.	Volumen Referencia Litros	Volumen Censado Sensor YF-S201 Litros	Error absoluto %
1	1	1,038	-0,038
2	0,25	0,291	-0,041
3	0,5	0,495	0,005
4	1	0,963	0,037
5	1,5	1,39	0,11
6	2	1,943	0,057
7	2,5	2,267	0,233
8	2,5	2,267	0,233
9	2	2,035	-0,035

10	1,5	1,56	-0,06
----	-----	------	-------

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Como resultado del análisis estadístico experimental que muestra la tabla 3-5, se obtuvo una media con un porcentaje de **0.05**, en lecturas de medición lo cual satisface los requerimientos planteados.

Tabla 3-5: Estadística para determinar el error%

Estadística Descriptiva	
Media	0,0501
Error típico	0,034668413
Mediana	0,021
Moda	0,233
Desviación estándar	0,109631149
Varianza de la muestra	0,012018989
Curtosis	-0,435689192
Coefficiente de asimetría	0,945215793
Rango	0,293
Mínimo	-0,06
Máximo	0,233
Suma	0,501
Cuenta	10

Fuente: Gusqui, Gloria; Ana, Chaglla; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

En la gráfica 3-1 se muestra el porcentaje del error de las lecturas después del haber calibrado el sensor.

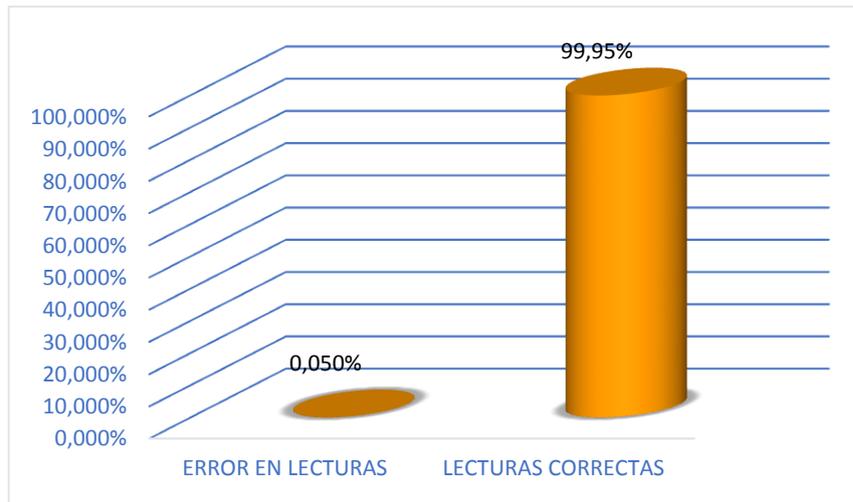


Gráfico 3-1: Pruebas de error del sensor

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Para determinar el coeficiente de correlación como se muestra en la tabla 3-6, se tomó como base el Anexo K donde nos indica cual debe ser la escala para que exista una buena correlación, obteniendo como resultado que el coeficiente de correlación entre las mediciones es de 0,99 lo que garantiza una correlación positiva muy alta, es decir las lecturas del sensor tienen poca variabilidad, alcanzando la confiabilidad para ser usadas.

Tabla 3-6: Correlación entre las medidas de referencia versus medidas censadas

	Caudal Referencial Litros	Caudal censado Sensor YF-S201 Litros
Caudal Referencial Litros	1	
Caudal Censado Sensor YF-S201 Litros	0,993838531	1

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.4 Prueba de la Comunicación del SAM-H₂O

La comunicación del SAM-H₂O se efectuó en dos fases: durante la implementación se comprobó la integridad de los datos transmitidos esto se llevó a cabo con los dos sistemas de transmisión seleccionados anteriormente, posteriormente se realizó las pruebas con los módulos ya implementados.

3.4.1 *Prueba de transmisión de lectura del SAM-H₂O*

Para probar la transmisión desde el modulo Lectura-Transmisión hacia el módulo Recolección-Visualización, se verificó las lecturas en el puerto serial del computador versus la pantalla grafica TFT como se muestra en la figura 3-4, para confirmar que las lecturas sean en tiempo real y correctas obteniendo como resultado la transmisión de las lecturas precisas cumpliendo así con los requerimientos planteados.

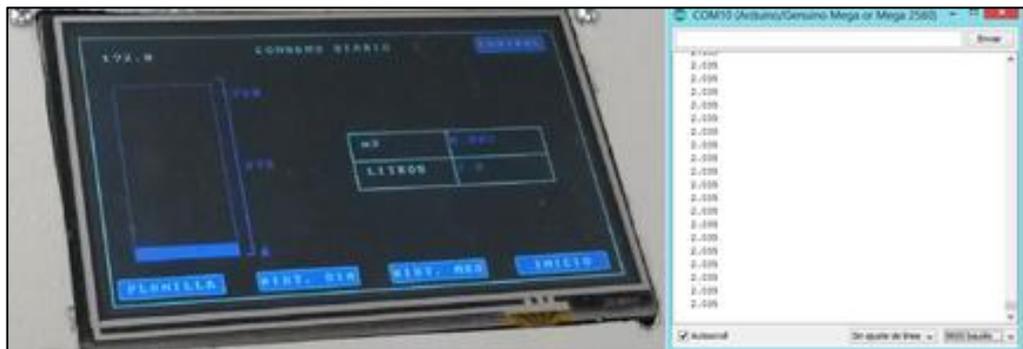


Figura 3-3: Pruebas de transmisión de las lecturas del sensor

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.4.2 *Prueba de la Transmisión para el Control del SAM-H₂O*

Para comprobar la transmisión del control se debemos saber que el funcionamiento de esta depende de la activación del botón Control ubicado en la pantalla TFT. Para realizar la prueba se presionó el botón de control obteniendo como resultado que la electroválvula se cierre impidiendo el paso del agua entonces se visualiza en la pantalla un mensaje que dice “MANTENIMIENTO”, como se muestra en la figura 3-5, para la apertura de la electroválvula se vuelve a presionar el botón control y el flujo de agua será normal.



Figura 3-4: Pruebas del funcionamiento de la electroválvula

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.4.3 *Prueba del alcance de transmisión SAM-H₂O*

Se realizó la prueba de alcance de transmisión de datos con una velocidad eficaz de 9600 bps, para determinar la distancia máxima de comunicación entre ellos, basándonos en el datasheet.

3.4.3.1 *Alcance de los Transceptores APC200-43 por RF*

Según datos emitidos por el datasheet que se puede ver en el Anexo B, la distancia de transmisión alcanza los 1000 metros. Para comprobar esto se realizó dos pruebas, la primera prueba del alcance a línea de vista, se obtuvo un resultado de alcance de 250 metros y la segunda con los módulos ya implementados alcanzó una distancia de 150 metros, se alimentó con 5V para las pruebas.

3.4.3.2 *Alcance de los Transceptores PT2262/ PT2272 RF*

Según datos emitidos por el datasheet que se puede ver en el Anexo C, la distancia de transmisión alcanza los 100 metros. Para comprobar esto se realizó dos pruebas, la primera prueba del alcance a línea de vista, obteniendo como resultado un alcance de 40 metros y la segunda con los módulos ya implementados alcanzó una distancia de 25 metros pudiendo ampliarse en dependencia a la antena fabricada, para esta prueba se alimentó con 5V.

Se puede concluir que el alcance de transmisión tiene un rango aceptable, debido a la estructura del prototipo, que está constituida por cajas metálicas las cuales forman una jaula de Faraday protegiendo al SAM-H₂O, evitando así que campos electromagnéticos exteriores como rayos pueden sean perjudiciales, (ARTIGAS, y otros, 1998) sin embargo, se consideran distancias aceptables y están dentro de los requerimientos del SAM-H₂O.

3.5 Comprobación del Almacenamiento del SAM-H₂O

Para la comprobación se realizó el retiro de la tarjeta SD en varias ocasiones y se resetea la pantalla dando como resultado un mensaje de error como se puede apreciar en la figura 3-6, también se realizó verificación de la creación del archivo almacenamiento de las lecturas tanto diarias mensuales y anuales. Se concluye que el almacenamiento se lo realiza con éxito sin problema alguno y que ausencia o daño de la memoria SD el modulo seguirá operativo.

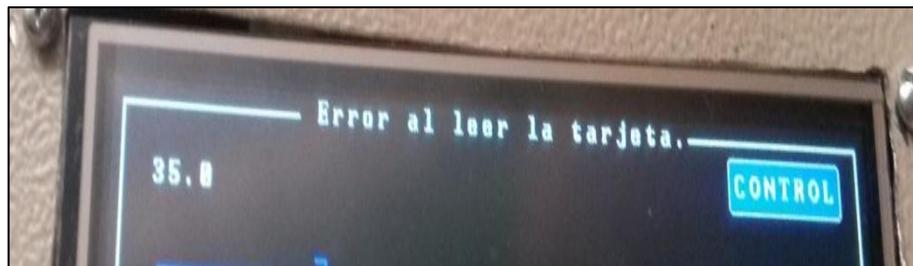


Figura 3-5: Pruebas del almacenamiento de la SD

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Los archivos creados en la tarjeta SD se puede visualizar en un ordenador en hojas de texto o de cálculo como se aprecia en la figura 3-7.

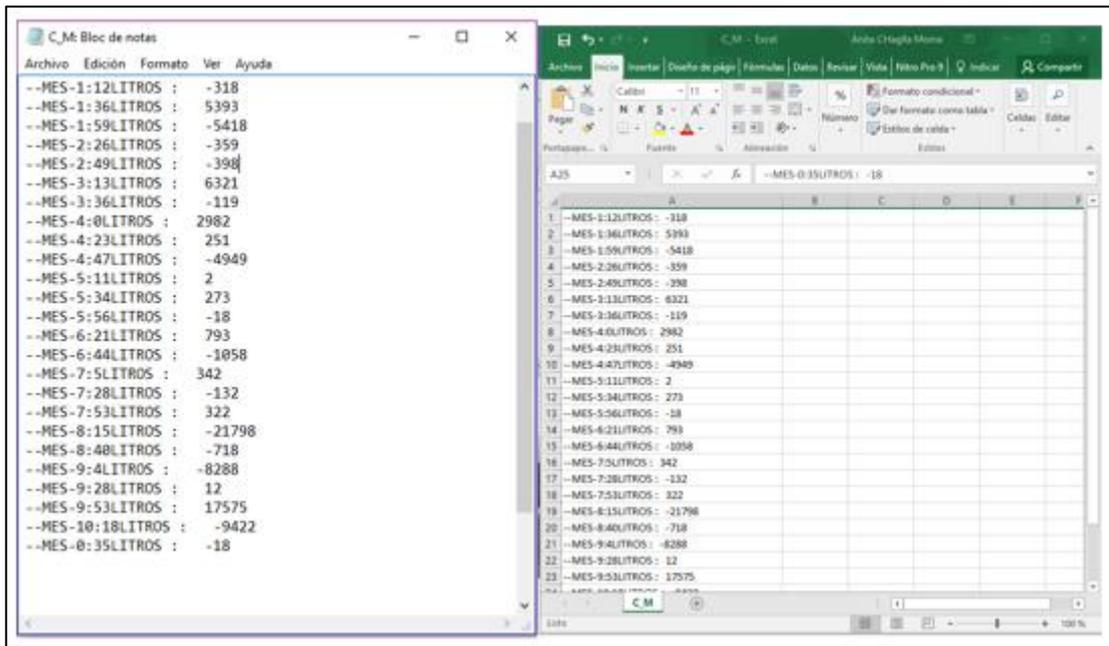


Figura 3-6: Archivos creados en la tarjeta SD

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

El SAM-H2O presenta un historial de consumo diario como lo indica la figura 3-7, se comprobó la visualización del almacenamiento de las lecturas presionando el botón del Historial diario donde se puede tener un acceso directo a cualquier día que el usuario así lo requiera.



Figura 3-7: Prueba de visualización del consumo diario

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Por otra parte, el historial del consumo mensual indica el valor de consumo en metros cúbicos y su valor a pagar como se muestra en la figura 3-8, esto se verifica presionando el botón Historial Mensual en la pantalla gráfica.

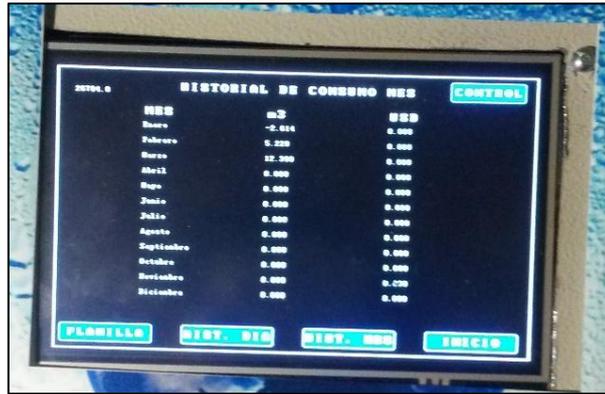


Figura 3-8: Prueba de visualización del consumo mensual

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.6 Prueba de la Alimentación del SAM-H₂O

Consiste en dos fases: el primero fue la comprobación de la autonomía del UPS, y el segundo fue determinar el consumo de energía eléctrica que ocupa el SAM-H₂O. para ello se realizó la tabla 3-7 de la potencia de consumo del SAM-H₂O.

Tabla 3-7: Potencia de Consumo del SAM-H₂O

Potencia consumo del SAM-H ₂ O				
Módulos del SAM-H ₂ O	Componentes	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)
MÓDULO DE RECOLECCIÓN - VISUALIZACIÓN	Tarjeta Arduino MEGA	5	0.040	0.200
	Pantalla gráfica TFT 5"	5	0.040	0.200
	Módulo transmisor RF APC200-43	5	0.035	0.175
	Transmisor Control Remoto RF	5	0.035	0.065
	Potencia Consumo Módulo Recolección-Visualización			
MÓDULO LECTURA – TRANSMISIÓN	Tarjeta Arduino NANO	5	0.040	0.200
	Sensor YF-S201	5	0.015	0.075
	Electroválvula	12	0.320	3.840

Módulo receptor RF APC200-43	5	0.028	0.140
Receptor Control Remoto RF	5	0.035	0.065
Potencia Consumo del Módulo Lectura-Transmisión			4.32
POTENCIA DE CONSUMO DEL PROTOTIPO SAM-H₂O			4.96

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

La potencia que utiliza el Módulo de Recolección-Visualización es de 0.64W con una alimentación de 5V y una corriente de 0.13A, mientras que el Módulo Lectura-Transmisión utiliza una mayor potencia de 4.32W debido al consumo que presenta la electroválvula con una alimentación de 5V y una corriente 0.86A.

3.6.1 *Autonomía del SAM-H₂O*

Para determinar la capacidad de duración del UPS se calcula en base a la siguiente ecuación

$$Cd = \frac{Cb}{Cc} * 0.7 \text{ Ecuación 3-2}$$

Dónde:

Cd: es la capacidad de duración viene dada en horas

Cb: es la capacidad de la batería viene dada por miliamperios por hora

Cc: es la corriente de carga viene dada en miliamperios

0.7: es el factor de tolerancia a factores externos del UPS

Ahora hallaremos la duración para el módulo de Recolección-Visualización:

$$Cd = \frac{Cb}{Cc} * 0.7$$

$$Cd = \frac{4000}{130} * 0.7$$

$$Cd = 21.5 \text{ Horas}$$

Mientras que la duración del módulo Lectura-Transmisión la duración será:

$$Cd = \frac{Cb}{Cc} * 0.7$$

$$Cd = \frac{4000}{860} * 0.7$$

$$Cd = 3.25 \text{ Horas}$$

Obteniendo como resultado que el módulo de Recolección-Visualización tendrá una duración de 21.5 Horas, mientras que en el módulo Lectura-Transmisión la duración será de 3.25 Horas.

3.6.2 *Determinación del consumo de energía del SAM-H₂O*

Para determinar el consumo de energía se debe tener claro la cantidad de horas al día que los módulos van a estar conectado a la red eléctrica. Para esto se calculó por separado como en el ítem anterior con la siguiente ecuación:

$$CM = P * hd * dm \text{ Ecuación 3-3}$$

Dónde:

CM: consumo mensual viene dado en Kwh

P: potencia del dispositivo viene dado en W

hd: horas de uso por día

dm: días de uso al mes

Para el módulo de Recolección-Visualización estará conectado las 24 horas del día con una potencia de 0.64W. Por lo tanto, procedemos a calcular cuánto será el consumo de energía al mes,

$$CM = 0.63 * 24 * 30$$

$$CM = 0.45 Kwh$$

Procedemos a calcular para el módulo Lectura-Transmisión estará conectado las 24 horas al día que el modulo estará conectado a la red eléctrica con una potencia de 4.32W.

$$CM = 4.32 * 24 * 30$$

$$CM = 3.11Kwh$$

Obteniendo como resultado que el consumo de Energía Eléctrica en el módulo Lectura-Transmisión es mayor al módulo Recolección-Visualización, esto se debe a que la electroválvula consume la mayor parte de energía.

3.7 Pruebas del Medidor Tradicional versus el SAM-H₂O

Esta prueba se basa en determinar las mediciones y porcentajes de error en las lecturas tanto del medidor tradicional como del SAM-H₂O, para lo cual se puso a prueba las mediciones de ambos medidores.

3.7.1 Porcentaje de error de lecturas en el Medidor Tradicional

Se realizó mediante la toma de cinco muestras de volumen de agua, donde se observó que los indicadores tanto en mililitros como en litros se inicialicen en cero para efectuar la tabla 3-8 que se presenta a continuación.

Tabla 3-7: Mediciones del medidor Tradicional

N ^a	Volumen Referencia	Medidas censadas por el medidor tradicional	Error De Lecturas
1	2	1,9	0,1
2	5	4,94	0,06
3	10	9,95	0,05
4	8	7,93	0,07
5	1	0,96	0,04

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Obteniendo un error de lecturas del 0.064% datos obtenidos aplicando estadística descriptiva que se muestran en la tabla 3-8

Tabla 3-8: Cálculo del error del medidor tradicional.

Error %	
Media	0,064
Error típico	0,01029563
Mediana	0,06
Moda	#N/A
Desviación estándar	0,023021729
Varianza de la muestra	0,00053
Curtosis	1,128515486

Coefficiente de asimetría	1,032658539
Rango	0,06
Mínimo	0,04
Máximo	0,1
Suma	0,32
Cuenta	5

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.7.2 *Porcentaje de error de lecturas del SAM-H₂O*

Para esta prueba se instaló el SAM-H₂O adecuando un punto único de distribución de agua, en el que consistió cerrar todos los demás accesos de agua ya sean duchas, baños, etc. Dejando como única salida el grifo ubicado en la cocina con este método verificamos la lectura de agua del medidor tradicional contra la lectura del prototipo instalado obteniendo como resultados precisión en las lecturas de agua.

Para el funcionamiento de esta prueba la cantidad de agua que se asignó fue para un hogar de cinco personas, tomando 5 muestras en días aleatorios, En la tabla 3-9 se puede visualizar que las mediciones son confiables y que va a la par del medidor tradicional.

Tabla 3-9: Medidor Tradicional versus SAM-H₂O

Día	Lecturas del Medidor Convencional (m ³)	Valor Consumido (m ³)	SAM-H ₂ O (m ³)	Error de Lecturas
1	1271	1	0,94	0,06
2	1272	1	1	0
3	1274	2	2	0
4	1275	1	1	0
5	1277	2	1,96	0,04

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Para determinar el porcentaje de error en las mediciones del SAM-H₂O en relación al medidor Tradicional se utilizó estadística descriptiva que se presenta en la tabla 3-10.

Tabla 3-10: Calculo del Error del SAM-H₂O

ERROR %	
Media	0,02
Error típico	0,012649111
Mediana	0
Moda	0
Desviación estándar	0,028284271
Varianza de la muestra	0,0008
Curtosis	-1,75
Coficiente de asimetría	0,883883476
Rango	0,06
Mínimo	0
Máximo	0,06
Suma	0,1
Cuenta	5

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Se concluye que de esta prueba realizada se puede determinar que el SAM-H₂O tiene un bajo porcentaje de error en relación al medidor tradicional que presenta un error de mayor porcentaje. Como lo muestra la grafica

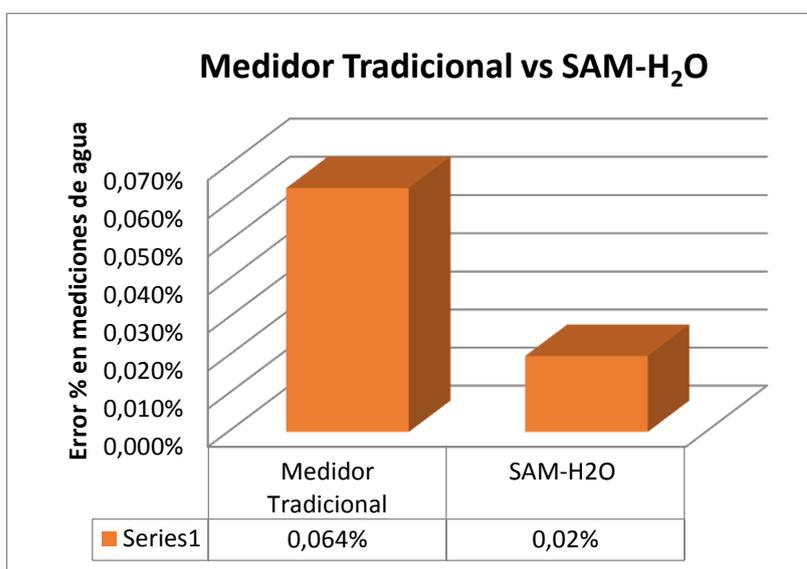


Grafico 3-2: Porcentaje de error Medidor Tradicional vs SAM-H₂O

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.8 Puesta en marcha del SAM-H₂O

En esta prueba se instaló el SAM-H₂O implementado obteniendo como resultados que la comunicación no existe pérdida de datos al momento de poner distancia e interferencia entre los dos módulos que lo integran, cumpliendo así con los requerimientos planteados al igual que la visualización y sus respectivas alertas sin contar que la medición de las lecturas del sensor se realiza con la mayor precisión exigida, en la figura 3-9 se muestra los módulos implementados.



Figura 3-9: Puesta en Marcha del SAM-H₂O

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

3.9 Análisis económico del prototipo SAM-H₂O

A continuación, se presenta el análisis económico de la implementación de los módulos del SAM-H₂O, con elementos adquiridos en el Ecuador, el listado de las componentes y costos para los módulos que integran del prototipo del SAM-H₂O.

Tabla 3-11: Costo del prototipo SAMH₂O

Módulos del SAM-H ₂ O	Componentes	Cantidad	Costo (USD)
MÓDULO DE RECOLECCIÓN - VISUALIZACIÓN	Tarjeta Arduino MEGA	1	\$ 45,00
	Pantalla gráfica TFT 5" LCD Touch	1	\$ 60,00
	Memoria SD 2 GB	1	\$ 5,00
	Transformador 110V/16V	1	\$ 18,00
	Fuente BUCK 12V	1	\$ 12,00
	UPS 4 A/h	1	\$ 28,00
	Módulo transmisor RF APC200-43	2	\$ 60,00
	Costo del módulo Recolección-Visualización		
MÓDULO LECTURA – TRANSMISIÓN	Tarjeta Arduino NANO	1	\$ 15,00
	Sensor YF-S201	1	\$ 20,00
	Electroválvula	1	\$ 15,00
	Transformador 110V/16V	1	\$ 18,00
	Fuente BUCK 12V	1	\$ 12,00
	UPS 4 A/h	1	\$ 28,00
	Módulo receptor RF APC200-43	2	\$ 60,00
	Costo del módulo Lectura-Transmisión		
COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO SAMH₂O			\$ 396,00

Fuente: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

Realizado por: Gusqui, Gloria; Chaglla, Ana; 2016.

El módulo de Recolección-Visualización presenta un costo de \$ 228,00 dólares americanos (USD). El módulo Lectura-Transmisión presenta el costo más bajo de \$ 168,00 USD. El costo total del prototipo es de \$ 396,00 dólares americanos, el medidor tradicional instalado tiene un costo de \$ 150,00 dólares americanos.

El precio del prototipo tiene un bajo costo en comparación a la inversión de otros dispositivos economizadores de agua, sin contar que en el mercado no existe un sistema similar al implementado que brinda información precisa ayudando al usuario a ver el consumo en tiempo real y así poder llegar a concientizar el ahorro de agua potable.

CONCLUSIONES

- Se implementó un SAM-H₂O de bajo costo que permite la visualización del consumo de agua potable en tiempo real, utilizando comunicación inalámbrica por radiofrecuencia y está constituido por dos módulos que cumplen funciones específicas.
- Se comprobó que el SAM-H₂O presente un error del 0.02% en lecturas de agua en relación con el medidor tradicional cuyo error es 0.064%. Se ajusta a los requerimientos establecidos garantiza la exactitud con equipos comerciales similares.
- De las pruebas realizadas para la comunicación por RF en la transmisión de las lecturas alcanza hasta 150 metros con obstáculos, con una alimentación de 5 V. Mientras que la comunicación para el control de la Electroválvula tiene un alcance hasta los 25 metros.
- El prototipo implementado es una herramienta de ayuda de conocer el consumo tiempo real de agua potable, siendo el primer sistema que busca concientizar el ahorro de agua en el país. Se puede almacenar las mediciones en una base de datos y visualizar en un ordenador los históricos.
- El *software* realizado utiliza programación por medio de funciones, estableciendo claridad en el código y permitiendo incorporar nuevos requerimientos.
- El SAM-H₂O puede llegar a suplantar al medidor tradicional gracias a la precisión de las lecturas de agua potable y los múltiples beneficios adicionales que presentan.

RECOMENDACIONES

- Distribuir la alimentación para el SAM-H₂O debido a que los transceptores requieren una corriente mínima de arranque.
- Incorporar al SAM-H₂O la posibilidad de enviar las lecturas a un central ubicado en las empresas de agua potable.
- Incorporar al SAM-H₂O la posibilidad del control en puntos específicos en el hogar para detectar posibles fugas.
- Incorporar nuevos dispositivos electrónicos de cierre y apertura del paso de agua potable, debido al consumo excesivo de energía eléctrica que presenta la electroválvula.
- Recomendamos utilizar una pantalla touch con mayor sensibilidad, para de esta forma tener una respuesta rápida al momento de visualizar los historiales en la pantalla.
- El SAM-H₂O se puede expandir a los medidores macros según sea el caso.

BIBLIOGRAFÍA

ARTIGAS Dvid y RECOLONS Jaume. Capos Electromagnéticos. 2ª ed. Barcelona-España : Ediciones UPC, 1998, pp. 124-127.

BLÁZQUEZ Josep. Introducción a los Sistemas de Comunicación Inalambrica. 1ª ed. Catalunya-España : Eureka Media, SL, 2013. pp. 7-21.

CHILE. UNIVERSIDAD DE TALCA. SANTIAGO. Es fundamental generar una Subsecretaría de Recursos Hídricos que a futuro de sustento a la gestión del agua. [En línea] 2016.

[Citado el: 12 de Agosto de 2016.
<http://ctha.utralca.cl/newsletter/html/noticia1.html>.

DICCIONARIO TECNOLÓGICO. Definición de UPS. [blog]. [En línea] 2016.

[Citado el: 26 de Septiembre de 2016.]
<http://www.alegsa.com.ar/Dic/ups.php>.

ECUADOR. CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES(CNT). QUITO.. Proyectos Ambientales. [En línea] 2014.

[Citado el: 23 de Agosto de 2016.]
<http://corporativo.cnt.gob.ec/proyectos-ambientales/>.

ECUADOR. EMPRESA DE GRIFERIA(EDESA). QUITO. Dispositivos para el ahorro de agua.[En línea] 2016.

[Citado el: 21 de Septiembre de 2016.]
http://awa-labs.com/development/edesa_stage/edesa-verde/.

ECUADOR. EL COMERCIO. QUITO. Ecuador consume más agua en la región. [En línea] 2016.

[Citado el: 06 de Agosto de 2016.]
<http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/noviembre-14-del-2015/ecuador-consume-mas-agua-en-la-region>. p. 6

ECUADOR. EL COMERCIO. QUITO. Tecnologías que ahorran agua en Casa.[En línea] 2015.

[Citado el: 22 de Agosto de 2016.]
<http://edicionimpresa.elcomercio.com/es/262130068ba5294e-f93e-444a-a630-723b7a228726>. p. 10.

ECUADOR. EL TELEGRAFO. GUAYAQUIL. El uso del recurso hídrico es alto.[En línea] 2015.

[Citado el: 22 de Agosto de 2016.]
<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/informacion-general/1/en-el-centro-del-pais-se-consumen-166-litros-diarios-de-agua-por-persona-en-promedio>. p. 15.

ECUADOR. EL TELEGRAFO. GUAYAQUIL. Llamado urgente a cuidar el agua en Riobamba. [En línea] 2015.

[Citado el: 18 de Agosto de 2016.]

<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/2015-20/1/llamado-urgente-a-cuidar-el-agua-en-riobamba>. p. 05.

ECUADOR. EMPRESA PUBLICA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO(EP-EMAPAR). RIOBAMBA. Ahorro del liquido Vital. [En línea] 2016.

[Citado el: 02 de Noviembre de 2016.]

<http://www.epemapar.gob.ec/>.

ECUADOR. EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO(EP-MAPS). QUITO. Consumo responsable -Campaña. [En línea] 2016.

[Citado el: 23 de Agosto de 2016.]

<http://www.aguaquito.gob.ec/consumo-responsable>.

ECUADOR. EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO(EP-MAPS). QUITO. Historia del Agua Potable. Quito. [En línea] 2016.

[Citado el: 20 de Agosto de 2016.]

<http://www.aguaquito.gob.ec/quienes-somos/nuestra-historia>.

ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS(INEC). QUITO.

Módulo de Información Ambiental en Hogares 2014. Quito. [En línea] 2014.

[Citado el: 20 de Septiembre de 2016.]

http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares_2014/Documento_tecnico_Modulo_Ambiental_Hogares_2014.pdf. pp. 15-20.

ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS(INEC). QUITO.

Siete de cada diez hogares en Ecuador no realizan ninguna práctica de ahorro de agua. Quito. [En línea] 2012.

[Citado el: 14 de Octubre de 2015.]

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/siete-de-cada-diez-hogares-en-ecuador-no-realizan-ninguna-practica-de-ahorro-de-agua/>.

ECUADOR. LA PRENSA.RIOBAMBA. Se anuncia nuevo plan tarifario del agua potable alidad. [En línea] 2016.

[Citado el: 20 de Agosto de 2016.]

http://www.laprensa.com.ec/interna.asp?id=9152#.WAv_gSQ8YtM. p.12.

EXPOKNEWS 10 campañas para promover el ahorro de agua. [blog] [En línea] 2016.

[Citado el: 15 de Agosto de 2016.]

<http://www.expoknews.com/10-campanas-para-promover-el-ahorro-de-agua/>

HERÍAS Fernando, GARCÍA Ricardo y POMA José. Experiencias sobre el uso de la plataforma Arduino en prácticas de Automatización y Robótica. España : s.n., 2015.

pp. 12-30.

INEN174. Reglamento técnico Ecuatoriano RTE INEN 174 . Quito : s.n., 2014.

ITALIA. ORGANIZACION DE ALIMENTOS Y AGRICULTURA(FAO). ROMA. Naciones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. [En línea] 2015.
[Citado el: 05 de Agosto de 2016.]
<http://www.fao.org/docrep/006/w1309s/w1309s06.htm#TopOfPage>.

ITALIA. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACION ,CIENCIA Y CULTURA(UNESCO). PARIS. Agua para todos Agua para la vida. Mundi-Prensa Libros.[En línea] 2015.
[Citado el: 05 de Agosto de 2016.]
<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>. p 4.

JÁCOME Omayra y LEÓN José. Diseño y construcción de un Sistema de medición inteligente para la gestión de la Energía eléctrica y Medición de Agua potable en los hogares. [En línea] (TESIS). (Posgrado). Escuela Superior Politécnica del Ejército. Facultad de Eléctrica y Electrónica. Ingeniería Electrónica e Instrumentación. Latacunga- Ecuador. 2014. pp. 15-90.
[Citado el: 15 de Septiembre de 2016.]
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8295/1/AC-ESPEL-ENI-0321.pdf>.

LARA Rolando y MOLINA Carlos. Diseño e Implementación de un medidor digital para el consumo de agua potable en lugares residenciales y envío de datos por SMS.[En línea] (TESIS). (Posgrado) Escuela Superior Politécnica del Ejército. Facultad de Eléctrica y Electrónica. Ingeniería Electrónica e Instrumentación. Latacunga- Ecuador. 2015. pp. 6-30.
[Citado el: 05 de Agosto de 2016.]
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>.

MADNESS ELECTRONICS. Control remoto RF. [blog]. [En línea] 2015.
[Citado el: 21 de Agosto de 2016.]
<http://www.madnesselectronics.com/tutorial-control-remoto-rf/>.

MERCA2.0. Mabe presenta lavadora que ahorra agua ciudad.[blog]. [En línea] 2015.
[Citado el: 22 de Agosto de 2016.]
<http://www.merca20.com/mabe-lanza-lavadora-para-ahorrar-agua/>

METRIC CONVERSION. Convertidor de unidades. [blog]. [En línea] 2015.
[Citado el: 20 de Septiembre de 2016.]
<http://www.metric-conversions.org/es/volumen/metros-cubicos-a-litros.htm>.

MOTT Robert L. Mecánica de Fluidos. 6ª ed. Mexico-Mexico : Pearson Educación de México, 2006. pp. 153-155.

PERIODICO DIGITAL. Campaña en Riobamba para usar el agua en forma debida. [En línea] 2015.
[Citado el: 15 de Agosto de 2016.]
<http://http://www.ppdigital.com.ec/noticias/actualidad/1/campana-en-riobamba-para-usar-el-agua-en-forma-debida>.

ROMERO Carlos. Optimizacion del sistema de Agua Potable en la ciudad de Riobamba. [En línea] **(TESIS)**. (Posgrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad Ciencias. Ingeniería Química. Riobamba- Ecuador. 2009. pp. 35-60.
[Citado el: 15 de Septiembre de 2016.]
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/245/1/96T00112.pdf>.

UNWATER . Un objetivo global para el agua post-2015. [blog]. [En línea] 2015
[Citado el: 05 de Agosto de 2016.]
http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/Un%20Objetivo%20Global%20para%20el%20Agua%20Post-2015.pdf. pp. 4-15.

WIKI. Ardiuno, Raspberry y Galileo. [blog]. [En línea] 2016.
[Citado el: 21 de Agosto de 2016.]
https://prezi.com/eqv03tgnoi_w/ardiuno-raspberry-y-galileo/.

ANEXOS

Anexos A: Sensor de Flujo de Agua Efecto Hall Modelo YF-S201

Flow-Pulse	Flow-Curve	Connection method
Flow Range: 100L/H-1800H-L/H		
Flow (L/H)	Freqz.(HZ)	Error range ± 10
120L/H	16	
240L/H	32.5	
360L/H	49.3	
480L/H	65.5	
600L/H	82	
720L/H	90.2	

Connection method:

YIFA the plastics Ltd
Product Introduction

- Model: YF-21
- Product Name: Hall sensor
- Flow Range: 1-30L/MIN
- (1) Connection Method

- (2) Voltage Range: 3.5-24VDC, Pulse Characteristic: $F=7Q(L/MIN)$
- (3) Extent of error: $\pm 5\%$
- (4) Flow-Pulse

2L/MIN=16HZ 4L/MIN=32.5HZ 6L/MIN=49.3HZ
8L/MIN=65.5HZ 10L/MIN=82HZ

5. Bom

No.	Item	Material	Qty.
1	Connection wire		1
2	Bonnet	PA	1
3	Screw		4
4	Valve body	PA	1
5	Leak press valve		1
6	Magnet		1
7	Hall		1
8	Impeller	POM	1
9	Rustless steel axis	SUS304	1
10			
11			

Anexo B: Transceptor APC220-43

<p style="text-align: center; font-size: small;">SHENZHENAPPCONTECHNOLOGIESCO.,LTD +86-755-83405295</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">APC200-43 Series Ultra Low Power Data RF Module</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <p style="margin-top: 40px;">SHENZHEN APPCON TECHNOLOGIES CO.,LTD Add : Rm1005, 10F , West CBD , Ximzhou 11 Avenue , FUTIAN District, SHEN ZHEN City, CHINA Postcode: 518048 Tel : +86 755 33370185 Fax: + 86 755 33370186 Web : www.appcon.com.cn E-mail: appcon@126.com</p>	<p style="text-align: center; font-size: small;">SHENZHENAPPCONTECHNOLOGIESCO.,LTD +86-755-83405295</p> <p>I.) FEATURE:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The transmission power of 10mW (Can changed to 20mW) 2. Work frequency :ISM(431-478MHz)also order to 915MHz or 868MHz or other: RF module 3. High anti-interference and low BER(Bit error Rate) Based on the GFSK modulation mode,the high-efficiency forward error correction channel encoding technology is used to enhance data's resistance to both burst interference and random interference and the actual bit error rate of (10⁻⁵—10⁻⁶) can be achieved when channel bit error rate is () 4. Transmission Distance: Within the range of visibility,the reliable transmission distance is >1000m . 5. Offering three transparent (TTL/RS232/RS485) data interfaces, it is suitable for any standard or non-standard user protocols; 6. Auto filtration of false data produced in the air, and able to transmit long data frames; 7. Effective speed: 1200/4800/9600/19200bps, it is set by RF-Magic soft 8. Low power consumption and sleep function: Power: 3.3V-5.5V, receiving current<28mA, transmitting current<35mA, sleep current: <5uA ; 9. Good reliability for long-time use, low failure rate, and suitable for both indoor and outdoor use; 10. Size: Ultra small size (39mm*19mm*2.8mm) ,Antenna's Housing and antenna base excluded 11. Temperature: -35°C--75°C 12. Impedance : 50Ω (SMA antenna base, multiple antenna options available) ; 13. Work Humidity: 10%-90% (No Condensation) 14. Checkout: Disable, Even Parity, Odd Parity
--	---

<p style="text-align: center; font-size: small;">SHENZHENAPPCONTECHNOLOGIESCO.,LTD +86-755-83405295</p> <p>II.) Application :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Data radio can be used for wireless meter reading for gas, water, electricity meters for residential quarters; * Radio modem can be used for wireless meter reading for power supply bureaus and stations; * RF modem can be used for fire protection safety alarm and building automation control; * RF transmitter can be used for access control, attendance check and dinner dispenser system; * Wireless telemetry can be used for medical instruments; * Wireless modem can be used for wireless remote control alarm of power supply and fan equipment in the computer room; * Wireless sensor can be used for warehouse logistics, laser gun and bar code reader; * Data radio can be used for Wireless conference voting system; * Mapping; * Radio modem can be used for Sports training & competition; * Wireless dishes ordering; * Wireless POS, PDA wireless smart terminal; * RF modem can be used for Electronic bus station and intelligent traffic; * RF transmitter Wireless electronic display screen and queuing machine; * Wireless telemetry Charging for parking, parking lot; * Wireless modem Automobile inspection and four-wheel orientation; * Wireless sensor Industrial wireless remote control and air conditioning remote controller; * Observation and predication of oil well and hydrological information; * Wireless RS232/RS485 conversion/connector; 	<p style="text-align: center; font-size: small;">SHENZHENAPPCONTECHNOLOGIESCO.,LTD +86-755-83405295</p> <p>* Point to multi-point wireless network, wireless on-the-spot bus and automatic data collection system;</p> <p>III.) 1.Module Size Drawing</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Note: Housing and antenna base excluded</p> <p>2.PIN Description</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="3">APC200A-43</th> </tr> <tr> <th>PIN</th> <th>Meanings</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>GND</td> <td>0V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>VCC</td> <td>3.3V-5.5V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>EN</td> <td>> 1.6V or Don't connect</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>RXD</td> <td>URAT Import</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>TXD</td> <td>URAT Export</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>B/RX</td> <td>RS485- or RS232 RX (Setup by RF-Magic)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>A/TX</td> <td>RS485+ or RS232 TX (Setup by RF-Magic)</td> </tr> </tbody> </table> <p>IV.) Module Parameters Description</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px; text-align: center;">APC200A-43 Module</div>	APC200A-43			PIN	Meanings	Description	1	GND	0V	2	VCC	3.3V-5.5V	3	EN	> 1.6V or Don't connect	4	RXD	URAT Import	5	TXD	URAT Export	6	B/RX	RS485- or RS232 RX (Setup by RF-Magic)	7	A/TX	RS485+ or RS232 TX (Setup by RF-Magic)
APC200A-43																												
PIN	Meanings	Description																										
1	GND	0V																										
2	VCC	3.3V-5.5V																										
3	EN	> 1.6V or Don't connect																										
4	RXD	URAT Import																										
5	TXD	URAT Export																										
6	B/RX	RS485- or RS232 RX (Setup by RF-Magic)																										
7	A/TX	RS485+ or RS232 TX (Setup by RF-Magic)																										

Setup	Option	Default
Interface Series	1200,2400,4800,9600bps	9600bps
Rate		
Series Parity	Disable, Even Parity, Odd Parity	Disable
Interface Type	RS485,RS232	RS485/TTL
RFID Disable	0-65535(16 bit)	12345
RF Frequency	431MHz-478MHz(precision±100Hz)	434MHz
Air Series Rate	1200,2400,4800,9600bps	9600bps
Frequency	5.4, 10.8, 43.2, 86.4KHz	21.6KHz
Deviation		
RF Power	1-10(10=20mW)	10(20mW)

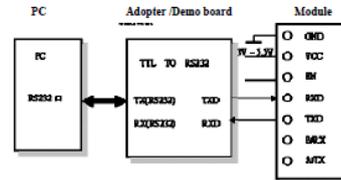
V)
M
OD
UL
E

SET SOFT:



RF-Magic Soft Drawing

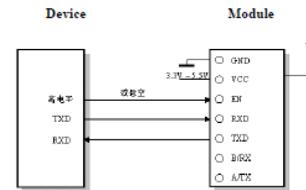
- NOTES:
1. First, Open off setup soft on PC.
 2. Secondly, will PC CABLE connect to the board (RSR232changed to TTL board)
 3. Supply electricity to the board, the module insert a plug (TTL)
 4. Soft will found the device (module),able to Setup Module Parameter



RF-Magic Setup Connecting Drawing

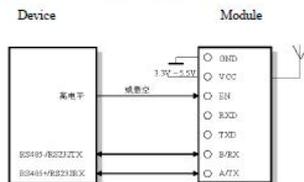
VII) MODULE CONNECTING DEVICE DRAWING

1. A TYPE DEVICE (UART/TTL) DRAWING



Notes: When join TTL interface, Please don't join in 6PIN and 7PIN

2. B TYPE DEVICE (RS232/RS485) DRAWING



Notes: When join RS232/485 interface, Please don't join in 4PIN and 5PIN

VIII) Demo Testing Board



Notes:
In order to customer testing, Our Demo could testing for bring any where, but you knowing knowledge

No Communication	Two terminal device isn't the same protocols. As, bps or series speed and so on.
------------------	--

	Two terminal module isn't same type product.
	Voltage connect is wrong or power supply wrong.
	The module change to bad module.
	Communication more than used distance.
	PIN wrong
Communication distance too bad	Voltage ultra range
	Power supply's wave too big
	Antenna Choose is wrong
	Environment Quite Bad
	Having same frequency disturb
The Data Receive isn't the same data	Interface Setup is wrong
	Interface connect loose
	Interface Cable too long
	Setup 9600bps, Demo can show display of LCD.
	Others bps can communication ,but can't show LCD Of Demo

Anexo C: Transceptores PT2262/PT2272

PRINCETON TECHNOLOGY 24E D ■ 7381064 0000017 T ■ T-66-31-51

PT2262 ENCODER PT2272 DECODER PRELIMINARY

FEATURES

- 12 H-state address bus supports 531, 441 codes
- Up to six data bits mode
- Good noise immunity with "noise recognition and bypass" scheme
- Encoder directly couples to IR transmitter with pulse mode DATA OUT waveform
- Optional latched or momentary data line waveform output
- High output current, directly driving transistor or TRAC
- 3V to 15V operation

GENERAL DESCRIPTION

The PT2262 encodes twelve bits of information and serially transmits it upon receipt of transmit enable TE signal. The twelve inputs can be addressed with binary data (0, 1, floating) to allow 3¹² (531441) different codes.

There are two types of decoder available for PT2262. One is without data - PT2272 and the other is with data - PT2272-L4/M4 or PT2272-L6/M6. The PT2272 will receive the 12-bit word and consider them all as addresses while the PT2272-L4/M4 and PT2272-L6/M6 will interpret the first 8 or 6 transmitted bits as address respectively and the remaining as data. Once a received address is recognized as matching that of the decoder, a valid transmission, VT, output will go high on both types of decoders. For PT2272-L4/M4 and PT2272-L6/M6, it will output the data bits received.

PRINCETON TECHNOLOGY 24E D ■ 7381064 0000018 T ■ T-66-31-51

PIN DIAGRAMS

PRINCETON TECHNOLOGY 24E D ■ 7381064 0000019 T ■ T-66-31-51

TABLE 1: PIN DESCRIPTION FOR PT2262 ENCODER

PIN NO.	NAME	FUNCTION
1-8	A0-A5	These inputs will be encoded and serially outputted from the encoder
10-13	A6/D6-A11/D11	
9	Vss	The most negative supply
14	TE	This pin enables the transmission
15-16	OSC1, OSC2	These pins accept a resistor connected between them to determine the basic clock rate
17	DATA OUT	The serial output of the encoded signals
18	VDD	The most positive supply

TABLE 2: PIN DESCRIPTION FOR PT2272 DECODER

PIN NO.	NAME	FUNCTION
1-6	A0-A5	They must match the encoder inputs in order for the decoder to output data or VT signal. Data outputs will give the information that is presented to the encoder inputs.
7	A6	
8	A7	
10	A8	
11	A9	
12	A10	D10
13	A11	D11
9	Vss	The most negative supply
14	DATA IN	The input of the received signal
15-16	OSC1, OSC2	These pins accept a resistor connected between them to determine the basic clock rate
17	VT, VALID TRANSMISSION	This output will go high to signify a valid transmission
18	VDD	The most positive supply

PRINCETON TECHNOLOGY 24E D ■ 7381064 0000020 T ■ T-66-31-51

BLOCK DIAGRAM

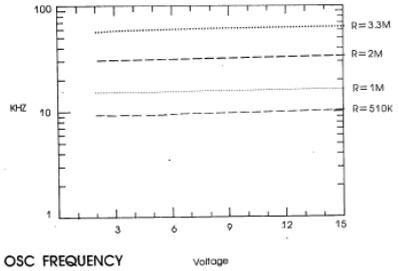
PT2262 BLOCK DIAGRAM

PT2272 BLOCK DIAGRAM

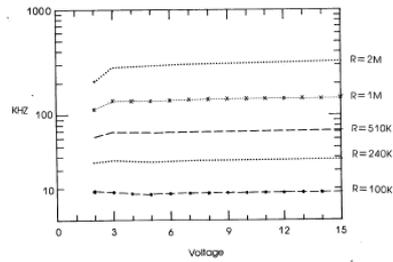
DC CHARACTERISTICS

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT
Operating Voltage	V _{CC}		3		15	V
Quiescent Current	I _Q	V _{CC} =12V OCS stop A0-A11 open		0.02	0.3	µA
Output Drive Current	I _{OH}	V _{CC} =5V V _{OH} =4V	4			mA
		V _{CC} =8V V _{OH} =4V	15			mA
		V _{CC} =12V V _{OH} =6V	40			mA
PT-2272-XX (V _T , D1-D6)	I _{OL}	V _{CC} =5V V _{OL} =1V	2			mA
		V _{CC} =8V V _{OL} =4V	6			mA
		V _{CC} =12V V _{OL} =6V	12			mA
Output Drive Current	I _{OH}	V _{CC} =5V V _{OH} =3V	3			mA
		V _{CC} =8V V _{OH} =4V	6			mA
		V _{CC} =12V V _{OH} =6V	10			mA
PT-2262 D0	I _{OL}	V _{CC} =5V V _{OL} =2V	2			mA
		V _{CC} =8V V _{OL} =4V	5			mA
		V _{CC} =12V V _{OL} =6V	9			mA

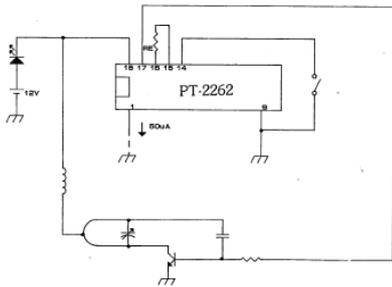
ENCODER OSC FREQUENCY



DECODER OSC FREQUENCY



APPLICATION CIRCUIT



IN THIS APPLICATION CIRCUIT, ANOTHER 50µA CURRENT WILL COME FROM A0 IF A0 IS GROUNDING. THIS IS RESERVED FOR VENDOR'S TESTING MODE.

ORDER INFORMATION

ENCODER

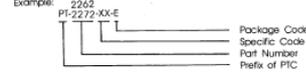
PART NUMBER	WAVEFORM	PACKAGE
PT2262	Normal	18 PIN DIP
PT2262-R	Pulse	18 PIN DIP

DECODER

PART NUMBER	DATA BITS	WAVEFORM	PACKAGE
PT2272	0		18 PIN DIP
PT2272-L2	2	Latched	18 PIN DIP
PT2272-M2	2	Momentary	18 PIN DIP
PT2272-L4	4	Latched	18 PIN DIP
PT2272-M4	4	Momentary	18 PIN DIP
PT2272-L6	6	Latched	18 PIN DIP
PT2272-M6	6	Momentary	18 PIN DIP

NOTE 1. Character L stands for latched data bits output.
2. Character M stands for momentary data bits output.

The PTC standard product code system is shown as follows:



Part Number : 4 digits for various products

Specific Code : One or two digits, letters, defining specific device performance characteristics. This code will be omitted if only one version is available

Package Code : - : For plastic DIP, this code will be omitted
C : Ceramic DIP
F : Flat package
H : Chip form
L : Plastic Leadless Chip Carrier
P : Pin Grid Array
S : Small Outline
J : Plastic Leadless Chip Carrier

Anexo D: Datasheet Arduino Mega



Arduino MEGA 2560

CE

Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller: simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Environmental Policies <small>half sign of green via Impatto Zero®</small>	Page 7







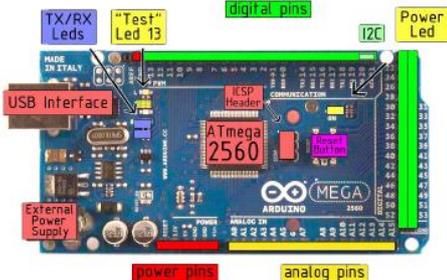
Technical Specification

EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#), Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board









Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the GND and VIN pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- 5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- GND.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- GND.** Ground pins

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-40 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- Serial:** 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 16 (RX) and 14 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL serial chip.
- External Interrupts:** 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 6), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 5). These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- PWM:** 0 to 18. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- SPI:** 60 (MISO), 61 (MOSI), 62 (SS), 63 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- LED:** 19. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- I²C:** 20 (SDA) and 21 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the [AREF](#) pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which boot the one on the board.







Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega8U2 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual COM port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

The ATmega2560 also supports I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I²C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.









Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega32U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external Interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. Please note that IC is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).

How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, Max/MSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can [plug the Arduino to your PC via USB cable](#).

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select:

File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink

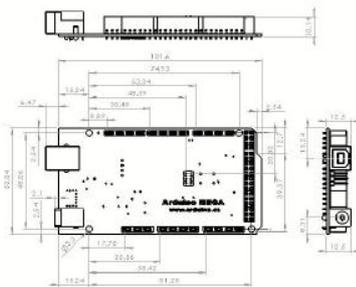
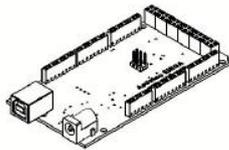
Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In Tools>Board select MEGA

Now you have to go to Tools>SerialPort and select the right serial port, the one arduino is attached to.



Dimensioned Drawing



Terms & Conditions



1. Warranties

1.1. The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or misbehavior by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, the producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, applications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2. If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3. EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND WITH ALL FAULTS. THE PRODUCTS ARE EXCLUDED FROM ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

1.4. Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not extend or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5. The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, aircraft or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for airborne applications or equipment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that the Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6. Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by (i) an actual breach by a Customer of its representation and warranties made under the terms and conditions of (ii) the prior negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characterization of any features or functions marked "reserved" or "undefined". The producer reserves the right to change specifications and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Manuals is subject to change without notice. Do not fabricate a design with the information.



Environmental Policies



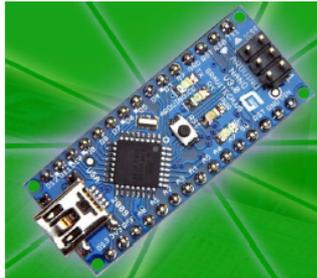
The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Coesa Ricca forest.



Anexo E: Datasheet Arduino Nano

Arduino Nano (v3.0)

User Manual



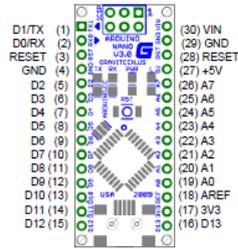
Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

More information:
www.arduino.cc

Rev 3.0

1

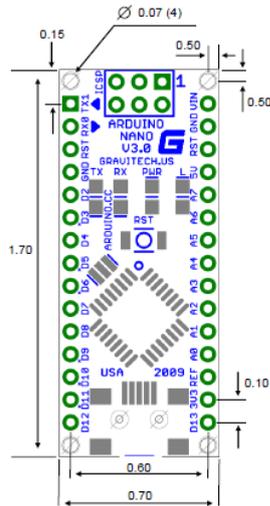
Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	DO-D13	IO	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	AD-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V input (from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

2

Arduino Nano Mechanical Drawing



3

Jameco Part Number 312160

19-4652 Rev 4-100

MAXIM Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

General Description

The MAX7219/MAX7221 are compact, serial input/output common-cathode display drivers that interface microprocessors (μ Ps) to 7-segment numeric LED displays of up to 8 digits, bar-graph displays, or 64 individual LEDs. Included on-chip are a BCD-to-decimal decoder, multiplex scan circuitry, segment and digit drivers, and an 8-bit static RAM that stores each digit. Only one external resistor is required to set the segment current for all LEDs. The MAX7219 is compatible with SPI™, QSPI™, and MICROWIRE™ and has slow-rate-limited segment drivers to reduce EMI.

A convenient 4-wire serial interface connects to all common μ Ps. Individual digits may be addressed and updated without rewriting the entire display. The MAX7219/MAX7221 also allow the user to select code-B decoding or no-decode for each digit.

The devices include a 150 μ A low-power shutdown mode, analog and digital brightness control, a scan-limit register that allows the user to display from 1 to 8 digits, and a test mode that forces all LEDs on.

For applications requiring 3V operation or segment blinking, refer to the MAX9601 data sheet.

Applications

Bar-Graph Displays
 Industrial Controllers
 Panel Motors
 LED Matrix Displays

Features

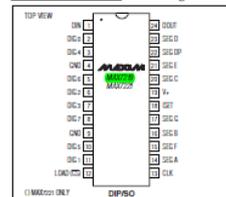
- 10MHz Serial Interface
- Individual LED Segment Control
- Decode/No-Decode Digit Selection
- 150 μ A Low-Power Shutdown (Data Retained)
- Digital and Analog Brightness Control
- Display Blanked on Power-Up
- Drive Common-Cathode LED Display
- Slow-Rate Limited Segment Drivers for Lower EMI (MAX7221)
- SPI, QSPI, MICROWIRE Serial Interface (MAX7221)
- 24-Pin DIP and SO Packages

Ordering Information

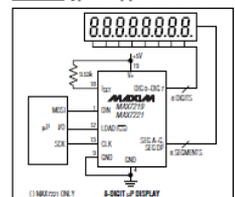
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7219	0°C to +75°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219W	0°C to +75°C	24 Wide SO
MAX7221	0°C to +75°C	28 Pin
MAX7221W	0°C to +75°C	28 Wide SO
MAX7219E	-40°C to +85°C	24 Narrow Plastic DIP
MAX7219EW	-40°C to +85°C	24 Wide SO
MAX7221E	-40°C to +85°C	28 Narrow Plastic DIP
MAX7221EW	-40°C to +85°C	28 Wide SO

Ordering information continues at end of data sheet.
 †Data not specified at $T_A = +85^\circ\text{C}$.

Pin Configuration



Typical Application Circuit



SPI and QSPI are a trademark of Intel. MICROWIRE is a trademark of National Semiconductor Corp.

MAXIM
 For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX7219/MAX7221

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

MAX7219/MAX7221

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC} (with respect to GND)	-0.5V to 5V	Operating Temperature Range (T _{MIN} to T _{MAX})	MAX7219C, MAX7221C, G	-40°C to +70°C
DRN, CLK, LOAD, CS	-0.5V to 5V		MAX7219E, MAX7221E, G	-40°C to +85°C
All Other Pins	-0.5V to (V _{CC} + 0.5V)			Storage Temperature Range
Current				-65°C to +160°C
DIG3-DIG7 Sink Current	500mA			Lead Temperature (soldering, 10s)
SEGA-G, DP Source Current	100mA			-300°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +85°C)				
Narrow Plastic DIP (derate 13.3mW/°C above +70°C)	1065mW			
Wide SO (derate 11.8mW/°C above +70°C)	941mW			
Narrow CERDIP (derate 13.3mW/°C above +70°C)	1000mW			

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V ± 10%, R_{FEET} = 9.5kΩ ± 1%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V _{CC}		4.0	5.5		V
Shutdown Supply Current	I _s	All digital inputs at V _{CC} or GND, I _A = +25°C, R _{FEET} = 9.5kΩ GROUND		160		μA
Operating Supply Current	I _{CC}	All segments and decimal point on, I _{SEG} = 40mA		330		mA
Display Scan Rate	f _{SCAN}	8 digits sequential	500	800	1300	Hz
Digit Drive Sink Current	I _{DD}	V _{CC} = 5V, V _{OL} = 0.65V	320			mA
Segment Drive Source Current	I _{SEG}	I _A = +25°C, V _{CC} = 5V, V _{OH} = (V _{CC} - 1V)	-30	-40	-46	mA
Segment Current Slew Rate (MAX7221 only)	ΔI/Δt	T _A = +25°C, V _{CC} = 5V, V _{OL} = (V _{CC} - 1V)	10	20	50	mA/μs
Segment Drive Current Matching	ΔI _{SEG}			3.0		%
Digit Drive Leakage (MAX7221 only)	I _{DD(LEAK)}	Digit off, V _{DD(LEAK)} = V _{CC}		-10		μA
Segment Drive Leakage (MAX7221 only)	I _{SEG(LEAK)}	Segment off, V _{SEG} = 0V		1		μA
Digit Drive Source Current (MAX7219 only)	I _{DD(SOURCE)}	Digit off, V _{DD(SOURCE)} = (V _{CC} - 0.3V)		-2		mA
Segment Drive Sink Current (MAX7219 only)	I _{DD(SINK)}	Segment off, V _{SEG} = 0.3V		5		mA

2

MAXIM

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

MAX7219/MAX7221

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 5V ± 10%, R_{FEET} = 9.5kΩ ± 1%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LOGIC INPUTS						
Input Current DRN, CLK, LOAD, CS	I _{IN} , I _{CL}	V _{IN} = 0V or V _{CC}	-1	1		μA
Logic High Input Voltage	V _{IH}		3.5			V
Logic Low Input Voltage	V _{IL}			0.8		V
Output High Voltage	V _{OH}	I _{DD} , I _{DD(SOURCE)} = -1mA	V _{CC} - 1			V
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{DD} , I _{DD(SINK)} = 1.8mA		0.4		V
Hysteresis Voltage	ΔV _I	DRN, CLK, LOAD, CS		1		V
TIMING CHARACTERISTICS						
CLK Clock Period	T _{CP}			100		ns
CLK Pulse Width High	t _{CH}			50		ns
CLK Pulse Width Low	t _{CL}			50		ns
CS ₁ to CLK ₁ Rise Setup Time (MAX7221 only)	t _{CS1}			25		ns
CLK Rise to CS or LOAD Rise Hold Time	t _{CSH}			0		ns
DRN Setup Time	t _{DS}			25		ns
DRN Hold Time	t _{DH}			0		ns
Output Data Propagation Delay	t _{SD}	C _{LOAD} = 50pF			25	ns
Load Rising Edge to Next Clock Rising Edge (MAX7219 only)	t _{LOCK}			50		ns
Minimum CS or LOAD Pulse High	t _{CSW}			50		ns
Data-to-Segment Delay	t _{SD(FC)}			2.25		ms

MAXIM

3

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

MAX7219/MAX7221

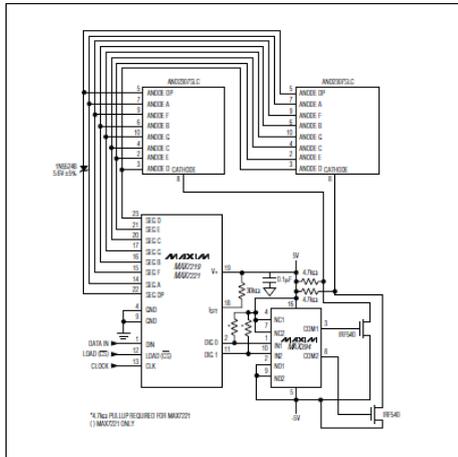


Figure 2. MAX7219/MAX7221 Driving 2.3in Displays

12

MAXIM

Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers

MAX7219/MAX7221

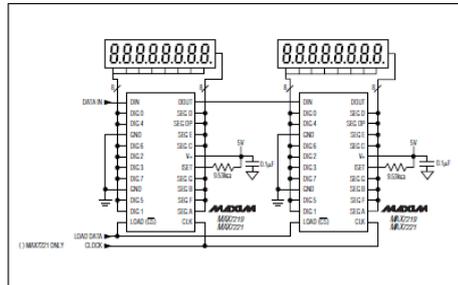


Figure 3. Cascading MAX7219/MAX7221 to Drive 16 Seven-Segment LED Digits

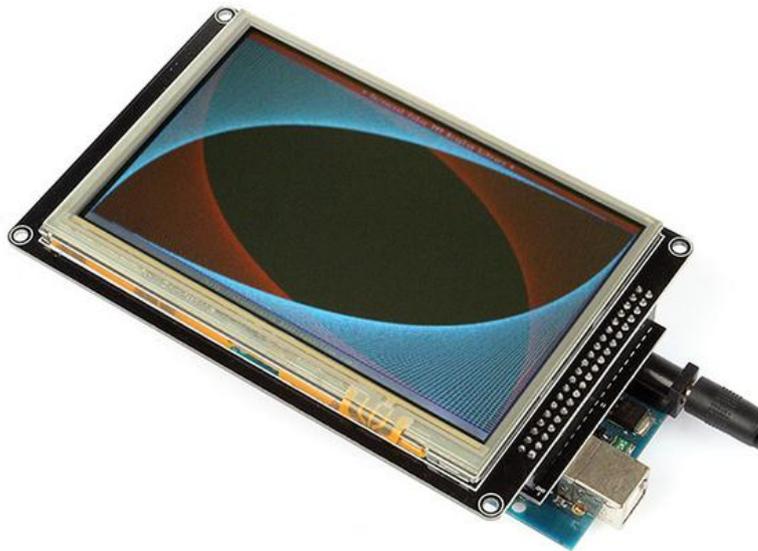
MAXIM

13

Anexo F: TFT de 5" LCD Touch Panel SD Card Slot + Shield Kit For Arduino

Description:

This is SainSmart 5 inch TFT LCD module with the TFT LCD shield kit for Arduino enthusiasts. It includes one piece of 5 inch TFT LCD display and a TFT LCD shield for Arduino MEGA2560. **We will provided you the whole document including the example project of Arduino MEGA2560 with the kit. We will supply you the technical support after your purchase.**



SainSmart Mega2560 AVR ATmega2560 ATMEGA8U2 With Free USB cable

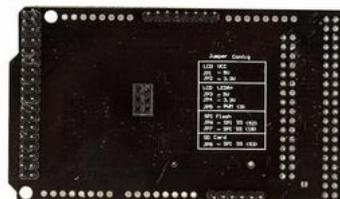
The SainSmart Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([Datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Specification:

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16MHz

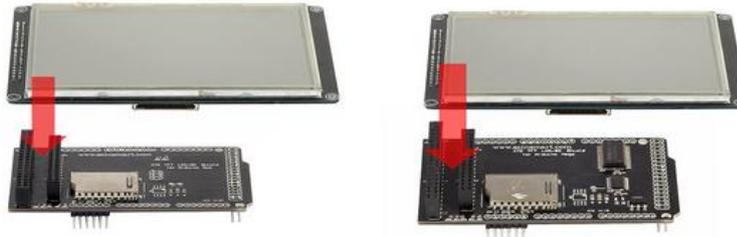
SainSmart 5 inch TFT LCD 480X800 Arduino DUE Mega2560 R3

It is 100% compatible with the normal MCU like ARM AVR PIC and 8051, especially on Arduino family such as Arduino Due and Arduino MEGA2560(R3). The module uses the LCD controller Chip SSD1963 with 5 inch LCD including the touchscreen.

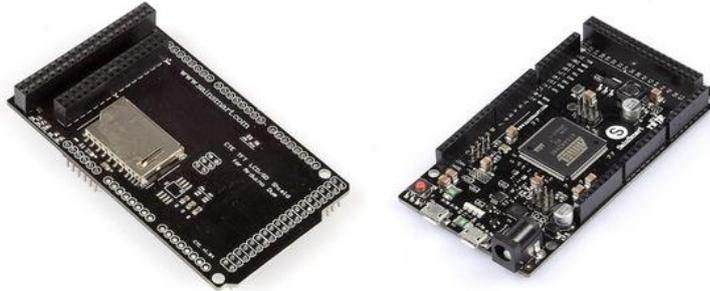


Specification:

- 5.0" TFT LCD Module, Resolution 800x400, SSD1963 Controller
- Resist film to protect the LCD screen
- On board 64Mbit SPI Flash for storing fonts of 10 sizes and 236 icons for custom application development
- Write images/icons to flash memory via SD card with zero programming
- 64Mbit can store 1800 42x42 pixel icons/images
- LCD Type: TFT Transmissive Normal White super wide viewing angle
- LCD Panel: HannStar HSD050IDW1
- Interface: 8/16bit parallel bus interface
- 100% compatible with raspberry pi(You should program the code by yourself)
- PCB Color: Black
- On board DC-DC Boost regulator TPS61040 to provide power supply to LCD back-light
- With SD Cage and Flash IC footprint reserved
- LCD-specified initialization code is provided, so that you can save time to optimize power control register and gamma curves for best display performance. We have test the provided code, it gives the best display performance
- Module dimension: 133mmx85mmx23mm(including pin header extrusion)
- Active Area: 108mmx65mm
- Pixel pitch: 0.135mmx0.135mm
- Standard 2x20 2.54mm pin header for connection to MCU/development board



It is 100% compatible with the normal MCU like ARM AVR PIC and 8051, especially on arduino family such as arduino due and arduino mega2560(R3). The module uses the LCD controller Chip SSD1963 with 5 inch LCD including the touchscreen.



Now, the TFT LCD Shield is 100% compatible with arduino due and fit for tow kind of TFT LCD module

1. 40pin version LCD which is commonly used in previous version of TFT shield for Arduino Due(like 3.2/5 inch LCD Display)
2. 32pin version LCD which is commonly used in STM32 development board. (unsoldered)

The shield defines that all the the data transmit ports are PC1-PC8 and PC12-PC19, the controll pins are PD0-PD3. The perfect design could realize that the data transmits in high speed. The SPI interface is designed in the ISP header of arduino due so that the SPI transfer with DMA could be achieved in high speed with no drag.

Package List:

- 1x SainSmart MEGA2560 Board SAM3X8E
- 1x SainSmart 5 inch LCD Display with touchscreen for Arduino Due MEGA2560 R3
- 1x SainSmart TFT LCD Extend Shield for Arduino MEGA2560(R3)
- 1x USB Cable

Note:

1. We have confirmed that the LCD is 100% compatible with **Raspberry Pi** but we do not have the programmed project.
2. This shield is just for Arduino MEGA2560(R3). If you need the LCD Extend shield for Arduino Due. Please click here.

Documents:

- Please contact us via support@sainsmart.com after your purchase.

Anexo G: Características de Electroválvula

rambal. AUTOMATIZACIÓN Y ROBOTICA		www.rambal.com
Electro válvula – 12 Volts – 1/2” (Traducido por Rambal Ltda.)		
		
Descripción:		
Esta válvula para líquidos es una excelente ayuda para un invernadero automatizado y muchos otros proyectos.		
Normalmente la válvula está cerrada, esto impide que el agua se pierda, incluso ante un eventual corte del suministro eléctrico. Solamente al aplicar un voltaje en los terminales es cuando la válvula permite la circulación de líquido.		
Cuando se aplica 12VDC a los dos terminales, la válvula se abre y el agua puede pasar a través de ella. La válvula posee una empaquetadura en el interior, por lo que requiere de una presión mínima de 0,02 MPa (3 PSI). Además, el líquido puede fluir sólo en una dirección.		
Probamos la válvula con diversos voltajes DC y encontramos que se puede accionar desde 12 VCC hasta de 6 VCC. Pero el óptimo es 12 voltios. Además cuenta con un filtro especialmente diseñado para atrapar partículas gruesas y piedras que puedan dañar los ductos y la misma válvula. De esta forma se prolonga su vida útil.		
Nota: Todas las válvulas requieren una precisión mínima de funcionamiento. Esta presión mínima de funcionamiento permite la apertura de la válvula. Este modelo puede funcionar con bajas presiones (2 metros de columna agua) y altas presiones (80 metros de columna agua). Ideal para trabajos con estanques de agua tanto rural como doméstica.		
www.rambal.com	1	

rambal. AUTOMATIZACIÓN Y ROBOTICA		www.rambal.com
Tabla de consumo de corriente para diferentes tensiones:		
Voltaje	Corriente	
6V	160 mA	
7V	190 mA	
8V	220 mA	
9V	240 mA	
10V	270 mA	
11V	300 mA	
12V	320 mA	

rambal. AUTOMATIZACIÓN Y ROBOTICA		www.rambal.com
Características:		
<ul style="list-style-type: none">• 1/2" NPS Nominal (este diámetro es el standard en grifería domiciliaria y agraria dentro de todo Chile).• Presión de trabajo: 0,02 MPa = 1 MPa.• Temperatura de trabajo: 1°C – 75°C.• Tiempo de respuesta (abrir): ≤ 0,15 seg.• Tiempo de respuesta (cerrar): ≤ 0,3 seg.• Tensión de accionamiento: 12 VDC.• Vida de accionamiento: ≥ 1 millón de ciclos.• Peso: 120 gramos (4,3 oz).• Dimensiones: 7,6cm. x 5,7cm. x 5cm.		
www.rambal.com	2	

Anexo H: Software de Calibración del Sensor

```
volatile int pulsos; // Cantidad de pulsos del sensor. Como se usa dentro de una interrupción debe ser volatile
#define sensorDeFlujo 2 //Pin al que se conecta el sensor. Debe ser 2 porque es único que acepta interrupciones en el Arduino UNO
void flujo () // Función de interrupción
{
  pulsos++; // Simplemente sumar el número de pulsos
}
void setup()
{
  pinMode(sensorDeFlujo, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  attachInterrupt(0, flujo, RISING);
  interrupts();
}
void loop ()
{
  Serial.print("Pulsos: ");
  Serial.println(pulsos);
}
```

Anexo I: Software del Módulo de Lectura-Transmisión

```
volatile int NumPulsos; //variable para la cantidad de pulsos recibidos
int PinSensor = 2; //Sensor conectado en el pin 2
float factor_conversion=7.11; //para convertir de frecuencia a caudal
float volumen=0;
long dt=0; //variación de tiempo por cada bucle
long t0=0; //millis() del bucle anterior
int ledon=13;
int leddato=12;
const int buttonPin = A3;
int rele = A1;
int buttonState = 0;
//---Función que se ejecuta en interrupción-----
void ContarPulsos ()
{
  NumPulsos++; //incrementamos la variable de pulsos
}
//---Función para obtener frecuencia de los pulsos-----
int ObtenerFrecuencia()
{
  int frecuencia;
  NumPulsos = 0; //Ponemos a 0 el número de pulsos
  interrupts(); //Habilitamos las interrupciones
  delay(1000); //muestra de 1 segundo
  noInterrupts(); //Deshabilitamos las interrupciones
  frecuencia=NumPulsos; //Hz (pulsos por segundo)
  return frecuencia;
}
```

```

void setup()
{
  pinMode(buttonPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PinSensor, INPUT);
  pinMode(ledon, OUTPUT);
  pinMode(rele,OUTPUT);
  pinMode(leddato, OUTPUT);
  digitalWrite(ledon,HIGH);
  attachInterrupt(0, ContarPulsos,RISING);//(Interrupción 0(Pin2),función, Flanco de subida)
  Serial.println ("Envie 'r' para restablecer el volumen a 0 Litros");
  t0=millis();
}
void loop ()
{
  //if (Serial.available()) {
  //if(Serial.read()=='r')volumen=0;//restablecemos el volumen si recibimos 'r'
  //}
  buttonState = digitalRead(buttonPin);
  if (buttonState == HIGH) {
    // turn LED on:
    digitalWrite(rele, HIGH);
    delay(100);
  } else {
    // turn LED off:
    digitalWrite(rele, LOW);
  }
  float frecuencia=ObtenerFrecuencia();//obtenemos la frecuencia de los pulsos en Hz
  float caudal_L_m=frecuencia/factor_conversion;//calculamos el caudal en L/m
  dt=millis()-t0;//calculamos la variación de tiempo
  t0=millis();
  volumen=volumen+(caudal_L_m/60)*(dt/1000); // volumen(L)=caudal(L/s)*tiempo(s)

  //----Enviamos por el puerto serie-----
  //Serial.print ("Caudal: ");
  //Serial.print (caudal_L_m,3);
  //Serial.print ("L/mintVolumen: ");
  digitalWrite(leddato,HIGH);
  Serial.print(volumen,2);
  Serial.println(" ");
  //Serial.println (" L");
  delay(100);
}

```

Anexo J: Software Módulo de Recolección-Visualización

```
#include <UTFT.h>
#include <UTouch.h>
#include <UTFT_Buttons.h>
#include <URTouchCD.h>
#include <SD.h>
#include <TimeLib.h>
const int chipSelect = 4;
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t BigFont[];
extern uint8_t Dingbats1_XL[];
extern uint8_t SevenSegNumFont[];
extern uint8_t UbuntuBold[];
uint8_t oldSREG = SREG;
extern volatile unsigned long timer0_millis;
UTFT myGLCD(ITDB50,38,39,40,41);
UTouch myTouch(6,5,4,3,2);
UTFT_Buttons myButtons(&myGLCD, &myTouch);
int led = 13;
int rele2 = 12;
int ledvar = 11;
int leddato = 10;
int rele1 = 9;
String serialstring ;
String dattt="";
float serialvalue = 0 ;
int a=1;
unsigned long tiempo;
float mes1 =0;
float mes2 =0;
float mes3 =0;
float costoa = 0.000348;
float precio1=0;
float precio2=0;
float precio3=0;
int vmes = 9;
int contador =0;
float val=1;
float x=0;
float m3=0;
float m31=0;
float ma=0;
float mb=0;
float mc=0;
float VP=0;
float SAPF=0;
float SAF=0;
float CS=0;
float SAV=0;
```

```

float SAPRB=0;
float SPTap=0;
float SPTalc=0;
int r=0,rr=0;
char* myStrings[]={ "Enero", "Febrero", "Marzo",
"Abril", "Mayo", "Junio", "Julio", "Agosto",
"Septiembre", "Octubre", "Noviembre", "Diciembre"};
int but1, but2, but3, but4, but5, but6, but7, pressed_button;
int i=0;
int j=0;
int k=0;
int Vh[24];
int Vd[31];
int Vm[13];
float horas[24];
float dias[30];
float meses[12];
float cmes[12];
long randomNumber;
int hcont=1;
int dcont=1;
int mcont=1;
int c;
int d;
int e=0;
int z=0;
int valord=0;
int valorm=0;
int valora=0;
void setup()
{
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(leddato, OUTPUT);
  pinMode(ledvar, OUTPUT);
  pinMode(rele1, OUTPUT);
  pinMode(rele2, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);          // Arrancamos comunicación serial
  setTime(0,0,00,10,10,2016);
  digitalWrite(led, HIGH);
  Serial.setTimeout(50);      // Ajusto el timeout del puerto Serie (por defecto 1000 ms)
  myGLCD.InitLCD();          // INICIO EL LCD
  myGLCD.setFont(BigFont);    // DETERMINO LA FUENTE
  myGLCD.clrScr();           // BORRO LA PANTALLA

  myTouch.InitTouch();
  myTouch.setPrecision(PREC_MEDIUM);
  myButtons.setTextFont(BigFont);
  myButtons.setSymbolFont(Dingbats1_XL);
  but1 = myButtons.addButton( 20,  430, 150, 30, "PLANILLA");
  but2 = myButtons.addButton( 220, 430, 150, 30, "HIST. DIA");
  but3 = myButtons.addButton( 620, 430, 150, 30, "INICIO");

```

```

but4 = myButtons.addButton( 650, 20, 120, 30, "CONTROL");
but5 = myButtons.addButton( 420, 430, 150, 30, "HIST. MES");
    myButtons.drawButton(but1);
    myButtons.drawButton(but2);
    myButtons.drawButton(but3);
    myButtons.drawButton(but4);
    myButtons.drawButton(but5);

cuadrogeneral();
cuadroconsumodiario();
pinMode(53, OUTPUT);
if (!SD.begin(chipSelect)){
    Serial.println("Error al leer la tarjeta.");
    myGLCD.print(" Error al leer la tarjeta.", CENTER, 0);
    return;
}
}
void loop ()
{
    buttonPressed();
}
void buttonPressed()
{
    lecturalitros ();
    if(rr==1)
        r=1;
    else
        r=0;
*****
//CODIGO BOTON
while(myTouch.dataAvailable() == true)
{
    pressed_button = myButtons.checkButtons();
    if (pressed_button == but1)
    {
        myGLCD.clrScr();
        cuadrogeneral();
        calculos();
        myButtons.drawButton(but1);
        myButtons.drawButton(but2);
        myButtons.drawButton(but3);
        myButtons.drawButton(but4);
        myButtons.drawButton(but5);
        val=2;
    }
    if (pressed_button == but2)
    {
        historialdia();
        val=2;
    }
}

```

```

if (pressed_button == but3)
{
  myGLCD.clrScr();
  myGLCD.setFont(BigFont);
  cuadrogeneral();
  cuadroconsumodiario();
  myGLCD.print("CONSUMO DIARIO ", CENTER, 30);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myButtons.drawButton(but1);
  myButtons.drawButton(but2);
  myButtons.drawButton(but3);
  myButtons.drawButton(but4);
  myButtons.drawButton(but5);
  // myGLCD.printNumF(tiempo,1,78,15);
  cuadroconsumodiario();
  myGLCD.print(" m3",402,210);
  myGLCD.print(" LITROS",402,260);
  // myGLCD.print(" DOLARES",402,310);
  val=1;
  //myGLCD.print(" APAGAR  ", 110, 220);
}
if (pressed_button == but4)
{
  if(r==1)
  {
    digitalWrite(rele1,LOW);
    digitalWrite(ledvar,LOW);
    rr=0;
  }
  if(r==0)
  {
    digitalWrite(rele1,HIGH);
    digitalWrite(ledvar,HIGH);
    rr=1;
  }
  myGLCD.clrScr();
  cuadrogeneral();
  myGLCD.print("MANTENIMIENTO ", 110, 220);
  // myButtons.drawButtons();
  val=2;
  myButtons.drawButton(but1);
  myButtons.drawButton(but2);
  myButtons.drawButton(but3);
  myButtons.drawButton(but4);
  myButtons.drawButton(but5);
}
if (pressed_button == but5)
{
  myGLCD.clrScr();
  cuadrogeneral();
  historialmes();
}

```

```

        myButtons.drawButton(but1);
        myButtons.drawButton(but2);
        myButtons.drawButton(but3);
        myButtons.drawButton(but4);
        myButtons.drawButton(but5);
        val=2;
    }
    *****
    ///////////LEEMOS LA SERIAL
    }
    return;
}
void lecturalitros()
{
    time_t t =now();
    //Serial.println(second(t));
    delay(500);
    // Serial.print(hour(t));
    // Serial.print(+ ":") ;
    if(minute(t)==0)
    {
        horas[hcont]=serialvalue;
        hcont=hcont+1;
        Serial.print("Valor ");
        Serial.print(horas[hcont-1]);
        Serial.print(" Contador ");
        Serial.println(hcont-1);
        delay(500);
    }
    if(Serial.available())
    {
        tiempo=(millis()/1000);
        if (tiempo >0)
    {
myGLCD.printNumF(tiempo,0,40,40);
    }
        digitalWrite(leddato, HIGH);
        dattt = Serial.readString();
        serialvalue= dattt.toFloat();
        // serialstring = Serial.readString();    // Asigno "serialvalue" a Serial.parseInt
        //serialvalue=(serialstring.toInt());
        delay(50);
        // Me imprime por el puerto serie la variable serialvalue
        digitalWrite(leddato, LOW);
        if(serialvalue>0)
        {
            x=serialvalue;
            m3=(x*0.001);
        }
    }
}

```

```

    if(hcont==25) // Cuando se cumplen las 24 horas en el dia //25
    {
        c=0;
        for(i=0; i<=(hcont-1); i++)
        {
            z=z+horas[i];
        }
        Serial.print("Valor Z ");
            Serial.println(z);
        for(i=1; i<=24; i++) //24
        {
            c=c+horas[i];
            Serial.print("Vector posicion: ");
            Serial.println(i);
            Serial.print(" Dato: ");
            Serial.println(horas[i]);
            delay(1000);
            hcont=1;
            valord=horas[24]-horas[1];
        }
        // Abrimos el fichero donde vamos a guardar los datos (Si no existe se crea automaticamente).
            File dataFile = SD.open("c_d.txt", FILE_WRITE);
            // Si el fichero es correcto escribimos en el.
            if (dataFile) {
                // Escribimos en el fichero "Consumo: "
                // A continuacion escribimos el valor de la variable y saltamos a la linea siguiente.
                dataFile.print("--DIA-");
                dataFile.print(hour(t));
                dataFile.print(+ ":");
                dataFile.print(minute(t));
                dataFile.print("LITROS : ");
                dataFile.println(valord);
                // Cerramos el archivo.
                dataFile.close();
                // Avisamos de que se ha podido escribir correctamente.
                Serial.print("impresion correcta dia ");
                // Serial.println(i);
                // Si no pudimos escribir en el fichero avisamos por el puerto serie.
            }else
        {
            Serial.println("Error al escribir en Consumo Dia.txt");
        }
        dias[dcont]=valord;
        z=0;
        digitalWrite(rele2, HIGH);
        delay(500);
        digitalWrite(rele2, LOW);
        //dias[dcont]=c; //////////////////////////////////////*****+ LITROS TOTAL ESE DIA*****
        Serial.print(" Litros al dia: ");
        Serial.println(valord);
        dcont=dcont+1;

```

```

Serial.print(" Dias ");
Serial.println(dcont-1);
c=0;
delay(1000);
if(dcont==31) /////////////// Cuando cumple los 30 dias del mes //31
{
dcont=1;
d=0;
for(i=1;i<=30;i++) //30
{
d=d+dias[i];
Serial.print(" Valor dia : ");
Serial.print(i);
Serial.print(" ");
Serial.println(dias[i]);
delay(1000);
valorm=dias[30]-dias[1];
}

dias[1]=0;
dias[2]=0;
dias[3]=0;
dias[4]=0;
dias[5]=0;
dias[6]=0;
dias[7]=0;
dias[8]=0;
dias[9]=0;
dias[10]=0;
dias[11]=0;
dias[12]=0;
dias[13]=0;
dias[14]=0;
dias[15]=0;
dias[16]=0;
dias[17]=0;
dias[18]=0;
dias[19]=0;
dias[20]=0;
dias[21]=0;
dias[22]=0;
dias[23]=0;
dias[24]=0;
dias[25]=0;
dias[26]=0;
dias[27]=0;
dias[28]=0;
dias[29]=0;
dias[30]=0;

meses[mcont]=d; /////////////// Valor de litros de un mes ese dia
Serial.print(" Suma total mes: ");
Serial.print(mcont);

```

```

Serial.print(" ");
Serial.println(meses[mcont]);
mcont=mcont+1;
Serial.print("Mes ");
Serial.println(mcont);
delay(1000);
d=0;
if(mcont==13) ////////////Cuando se cumplen los 12 meses
{
e=0;
for(i=1;i<=12;i++) ///
{
Serial.print(" Suma total mess: ");
Serial.print(i);
Serial.print(" ");
Serial.println(meses[i]);
e=e+meses[i];
delay(1000);
valora=meses[12]-meses[1];
}
meses[1]=0;
meses[2]=0;
meses[3]=0;
meses[4]=0;
meses[5]=0;
meses[6]=0;
meses[7]=0;
meses[8]=0;
meses[9]=0;
meses[10]=0;
meses[11]=0;
meses[12]=0;
Serial.print(" Total año: ");
Serial.print(e); //////////*****Valor del año*****
e=0;
mcont=1;
for(i=1;i<=30;i++)
{
digitalWrite(led, HIGH);
delay(500);
digitalWrite(led, LOW);
delay(500);
}
delay(1000);
}
}
if (x>0 && x<375 && val==1)
{
myGLCD.setColor(VGA_BLUE);
indicador();
}

```

```

    myGLCD.printNumF(m3,3,562,210); //IMPRIME EL VALOR EN m3
    myGLCD.printNumF(x,0,562,260); //IMPRIME EL VALOR EN LITROS
    // myGLCD.printNumF(precio1,2,562,310); //IMPRIME EL VALOR EN DOLARES
    myGLCD.fillRoundRect(50, 400, 200, 380);
    myGLCD.drawRect(50, 100, 200, 400);
    myGLCD.setColor(VGA_BLACK);
    myGLCD.fillRoundRect(51, 101, 199, 379); // BORRAMOS
    myGLCD.setColor(VGA_WHITE);
}
if (x>375 && x<=750 && val==1)
{
    myGLCD.setColor(255, 127, 0);
    indicador();
    myGLCD.printNumF(m3,3,562,210); //IMPRIME EL VALOR EN m3
    myGLCD.printNumF(x,0,562,260); //IMPRIME EL VALOR EN LITROS
    // myGLCD.printNumF(precio1,2,562,310); //IMPRIME EL VALOR EN DOLARES
    myGLCD.fillRoundRect(50, 280, 200, 400);
    myGLCD.drawRect(50, 100, 200, 400);
    myGLCD.setColor(VGA_BLACK);
    myGLCD.fillRoundRect(51, 101, 199, 279); // BORRAMOS
    myGLCD.setColor(VGA_WHITE);
}
if (x>750 && val==1)
{
    myGLCD.setColor(VGA_RED);
    indicador();
    myGLCD.printNumF(m3,3,562,210); //IMPRIME EL VALOR EN m3
    myGLCD.printNumF(x,0,562,260); //IMPRIME EL VALOR EN LITROS
    // myGLCD.printNumF(precio1,2,562,310); //IMPRIME EL VALOR EN DOLARES
    myGLCD.fillRoundRect(50, 102, 200, 400);
    myGLCD.drawRect(50, 100, 200, 400);
    myGLCD.setColor(VGA_WHITE);
}
}
void calculos()
{
    m31=meses[mcont-1]*0.001;
    Serial.println(m31);
    SAPF=3.05;
    SAF=2.14;
    SAPRB=1.44;
    CS=m31*0.49;
    SAV=(CS*0.70);
    if(m31>=0 && m31<=20)
    {
        ma=(m31*0.39);
        SPTap=ma;
    }
    if(m31>=20 && m31<=30)
    {

```

```

mb=((m31-20)*0.35)+7.80);
SPTap=mb;
}
if(m31>=30 && m31<=60)
{
mc=((m31-30)*0.32)+7.80+3.50);
SPTap=mc;
}
//SPTap=ma+mb+mc;
SPTalc=(SPTap*0.7);
VP=SAPF+SAF+CS+SAV+SAPRB-SPTap-SPTalc;
cmes[mcont-1]=VP;
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.print("PLANILLA ", CENTER, 30);
myGLCD.print("CONSUMO ", 50, 80);
myGLCD.printNumF(m31,2,220,80); //IMPRIME EL VALOR EN LITROS
myGLCD.drawLine(40,110,672,110); //Linea H
myGLCD.drawLine(40,109,672,109);
myGLCD.drawLine(40,150,672,150);
myGLCD.drawLine(40,149,672,149);
myGLCD.drawLine(40,190,672,190);
myGLCD.drawLine(40,189,672,189);
myGLCD.drawLine(40,230,672,230);
myGLCD.drawLine(40,229,672,229);
myGLCD.drawLine(40,270,672,270);
myGLCD.drawLine(40,269,672,269);
myGLCD.drawLine(40,310,672,310);
myGLCD.drawLine(40,309,672,309);
myGLCD.drawLine(40,350,672,350);
myGLCD.drawLine(40,349,672,349);
myGLCD.drawLine(40,390,672,390);
myGLCD.drawLine(40,389,672,389);
myGLCD.drawLine(40,420,672,420);
myGLCD.drawLine(40,419,672,419);
myGLCD.drawLine(540,110,540,420); //Linea V
myGLCD.drawLine(541,110,541,420);
myGLCD.drawLine(40,110,40,420); //Linea Izq
myGLCD.drawLine(41,110,41,420);
myGLCD.drawLine(672,110,672,420); //Linea Izq
myGLCD.drawLine(671,110,671,420);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("SERVICIO AGUA POTABLE FIJO ", 80, 120);
myGLCD.print("SUBSIDIOS PLIEGOS TARIFARIOS a.l.c ", 80, 160);
myGLCD.print("SERVICIO ALCANTARILLADO VARIABLE ", 80, 200);
myGLCD.print("SERVICIO ALCANTARILLADO FIJO ", 80, 240);
myGLCD.print("SERVICIO DE ASEO PUBLICO Y RECOLECCION DE BASURA ", 80, 280);
myGLCD.print("SERVICIO PLIEGOS TARIFARIOS a.p ", 80, 320);
myGLCD.print("CONSUMO AGUA ", 80, 360);
myGLCD.print("VALOR A PAGAR ", 80, 400);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.printNumF(SAPF,2,572,120);

```

```

myGLCD.printNumF(SAF,2,572,160);
myGLCD.printNumF(CS,2,572,200);
myGLCD.printNumF(SAV,2,572,240);
myGLCD.printNumF(SAPRB,2,572,280);
myGLCD.printNumF(SPTap,2,572,320);
myGLCD.printNumF(SPTalc,2,572,360);
myGLCD.printNumF(VP,2,572,400);
}
void indicador()
{
    myGLCD.drawLine(210,90,220,90); //Linea abajo
    myGLCD.drawLine(210,91,220,91);
    myGLCD.drawLine(210,399,220,399); //Linea abajo
    myGLCD.drawLine(210,400,220,400);
    myGLCD.drawLine(220,90,220,400); //Linea Izq
    myGLCD.drawLine(221,90,221,400);
    myGLCD.print("750",230,110);
    myGLCD.print("375",230,240);
    myGLCD.print("0",230,390);
}
void cuadrogeneral()
{
    myGLCD.drawLine(10,470,790,470); // Linea de abajo
    myGLCD.drawLine(10,471,790,471); //
    myGLCD.drawLine(10,10,790,10); //Linea Arriba
    myGLCD.drawLine(10,11,790,11);
    myGLCD.drawLine(10,10,10,470); //Linea Izq
    myGLCD.drawLine(11,11,11,470);
    myGLCD.drawLine(789,10,789,470); // Linea Der
    myGLCD.drawLine(790,11,790,470);
}
void cuadroconsumodiario()
{
    // CUADRO DE CONSUMO
    myGLCD.drawLine(400,200,720,200); // Linea Arriba
    myGLCD.drawLine(400,199,720,199);
    myGLCD.drawLine(400,250,720,250); // Linea Arriba
    myGLCD.drawLine(400,249,720,249);
    myGLCD.drawLine(400,300,720,300); //Linea Mitad HORIZONTAL
    myGLCD.drawLine(400,299,720,299);
    // myGLCD.drawLine(400,350,720,350); //Linea abajo
    // myGLCD.drawLine(400,349,720,349);
    myGLCD.drawLine(400,200,400,300); //Linea Izq
    myGLCD.drawLine(401,200,401,300);
    myGLCD.drawLine(720,200,720,300); // Linea Der
    myGLCD.drawLine(721,200,721,300);
    myGLCD.drawLine(560,200,560,300); // Linea CENTRAL VERTICAL
    myGLCD.drawLine(561,200,561,300);
    myGLCD.print(" m3",402,210);
    myGLCD.print(" LITROS",402,260);
    // myGLCD.print(" DOLARES",402,310);
}

```

```

}
void cuadrohistorial()
{
// CUADRO DE CONSUMO
myGLCD.drawLine(130,90,680,90); // Linea Arriba
myGLCD.drawLine(130,89,680,89);
myGLCD.drawLine(130,130,680,130); // Linea Arriba
myGLCD.drawLine(130,129,680,129);
myGLCD.drawLine(130,200,680,200); // Linea Arriba
myGLCD.drawLine(130,199,680,199);
myGLCD.drawLine(130,300,680,300); // Linea Arriba
myGLCD.drawLine(130,299,680,299);
myGLCD.drawLine(130,400,680,400); // Linea Arriba
myGLCD.drawLine(130,399,680,399);
myGLCD.drawLine(129,90,129,400); //Linea Izq
myGLCD.drawLine(130,90,130,400);
myGLCD.drawLine(329,90,329,400); // Linea Der
myGLCD.drawLine(330,90,330,400);
myGLCD.drawLine(529,90,529,400); // Linea CENTRAL VERTICAL
myGLCD.drawLine(530,90,530,400);
myGLCD.drawLine(679,90,679,400); // Linea CENTRAL VERTICAL
myGLCD.drawLine(680,90,680,400);
}
void historialmes()
{
    myGLCD.clrScr();
    cuadrogeneral();
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("HISTORIAL DE CONSUMO MES", CENTER, 30);
    myGLCD.print("MES", 150, 70);
    myGLCD.print("m3", 350, 70);
    myGLCD.print("USD", 550, 70);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print(myStrings[vmes-9], 150, 95); //e
    myGLCD.printNumF((meses[1]*0.001), 3, 350, 95);
    myGLCD.printNumF(cmes[1], 3, 550, 95);
    myGLCD.print(myStrings[vmes-8], 150, 120); //f
    myGLCD.printNumF((meses[2]*0.001), 3, 350, 120);
    myGLCD.printNumF(cmes[2], 3, 550, 120);
    myGLCD.print(myStrings[vmes-7], 150, 145); //m
    myGLCD.printNumF((meses[3]*0.001), 3, 350, 145);
    myGLCD.printNumF(cmes[3], 3, 550, 145);
    myGLCD.print(myStrings[vmes-6], 150, 170); //a
    myGLCD.printNumF((meses[4]*0.001), 3, 350, 170);
    myGLCD.printNumF(cmes[4], 3, 550, 170);
    myGLCD.print(myStrings[vmes-5], 150, 195); //m
    myGLCD.printNumF((meses[5]*0.001), 3, 350, 195);
    myGLCD.printNumF(cmes[5], 3, 550, 195);
    myGLCD.print(myStrings[vmes-4], 150, 220); //j
    myGLCD.printNumF((meses[6]*0.001), 3, 350, 220);
    myGLCD.printNumF(cmes[6], 3, 550, 220);
}

```

```

myGLCD.print(myStrings[vmes-3],150,245); //j
myGLCD.printNumF((meses[7]*0.001),3,350,245);
myGLCD.printNumF(cmes[7],3,550,245);
myGLCD.print(myStrings[vmes-2],150,270); //a
myGLCD.printNumF((meses[8]*0.001),3,350,270);
myGLCD.printNumF(cmes[8],3,550,270);
myGLCD.print(myStrings[vmes-1],150,295); //s
myGLCD.printNumF((meses[9]*0.001),3,350,295);
myGLCD.printNumF(cmes[9],3,550,295);
myGLCD.print(myStrings[vmes],150,320); //o
myGLCD.printNumF((meses[10]*0.001),3,350,320);
myGLCD.printNumF(cmes[10],3,550,320);
myGLCD.print(myStrings[vmes+1],150,345); //n
myGLCD.printNumF((meses[11]*0.001),3,350,345);
myGLCD.printNumF(cmes[11],3,550,345);
myGLCD.print(myStrings[vmes+2],150,370); //d
myGLCD.printNumF((meses[12]*0.001),3,350,370);
myGLCD.printNumF(cmes[12],3,550,370);
myButtons.enableButton(but5);
myButtons.drawButton(but1);
myButtons.drawButton(but2);
myButtons.drawButton(but3);
myButtons.drawButton(but4);
myButtons.drawButton(but5);
}
void historialdia()
{
myGLCD.clrScr();
cuadrogeneral();
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.print("HISTORIAL DE CONSUMO DIARIO ", CENTER, 30);
myGLCD.print("DIAS",100,70);
myGLCD.print("LITROS",250,70);
myGLCD.print("DIAS",450,70);
myGLCD.print("LITROS",600,70);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("DIA 1",100,90); //e
myGLCD.printNumF(dias[1],3,260,90);
myGLCD.print("DIA 2",100,110); //f
myGLCD.printNumF(dias[2],3,260,110);
myGLCD.print("DIA 3",100,130); //m
myGLCD.printNumF(dias[3],3,260,130);
myGLCD.print("DIA 4",100,150); //a
myGLCD.printNumF(dias[4],3,260,150);
myGLCD.print("DIA 5",100,170); //m
myGLCD.printNumF(dias[5],3,260,170);
myGLCD.print("DIA 6",100,190); //j
myGLCD.printNumF(dias[6],3,260,190);
myGLCD.print("DIA 7",100,210); //j
myGLCD.printNumF(dias[7],3,260,210);
myGLCD.print("DIA 8",100,230); //a

```

```
myGLCD.printNumF(dias[8],3,260,230);
myGLCD.print("DIA 9",100,250); //s
myGLCD.printNumF(dias[9],3,260,250);
myGLCD.print("DIA 10",100,270); //o
myGLCD.printNumF(dias[10],3,260,270);
myGLCD.print("DIA 11",100,290); //n
myGLCD.printNumF(dias[11],3,260,290);
myGLCD.print("DIA 12",100,310); //d
myGLCD.printNumF(dias[12],3,260,310);
myGLCD.print("DIA 13",100,330); //d
myGLCD.printNumF(dias[13],3,260,330);
myGLCD.print("DIA 14",100,350); //d
myGLCD.printNumF(dias[14],3,260,350);
myGLCD.print("DIA 15",100,370); //d
myGLCD.printNumF(dias[15],3,260,370);
myGLCD.print("DIA 16",450,90); //e
myGLCD.printNumF(dias[16],3,610,90);
myGLCD.print("DIA 17",450,110); //f
myGLCD.printNumF(dias[17],3,610,110);
myGLCD.print("DIA 18",450,130); //m
myGLCD.printNumF(dias[18],3,610,130);
myGLCD.print("DIA 19",450,150); //a
myGLCD.printNumF(dias[19],3,610,150);
myGLCD.print("DIA 20",450,170); //m
myGLCD.printNumF(dias[20],3,610,170);
myGLCD.print("DIA 21",450,190); //j
myGLCD.printNumF(dias[21],3,610,190);
myGLCD.print("DIA 22",450,210); //j
myGLCD.printNumF(dias[22],3,610,210);
myGLCD.print("DIA 23",450,230); //a
myGLCD.printNumF(dias[23],3,610,230);
myGLCD.print("DIA 24",450,250); //s
myGLCD.printNumF(dias[24],3,610,250);
myGLCD.print("DIA 25",450,270); //o
myGLCD.printNumF(dias[25],3,610,270);
myGLCD.print("DIA 26",450,290); //n
myGLCD.printNumF(dias[26],3,610,290);
myGLCD.print("DIA 27",450,310); //d
myGLCD.printNumF(dias[27],3,610,310);
myGLCD.print("DIA 28",450,330); //d
myGLCD.printNumF(dias[28],3,610,330);
myGLCD.print("DIA 29",450,350); //d
myGLCD.printNumF(dias[29],3,610,350);
myGLCD.print("DIA 30",450,370); //d
myGLCD.printNumF(dias[30],3,610,370);
myButtons.enableButton(but5);
myButtons.drawButton(but1);
myButtons.drawButton(but2);
myButtons.drawButton(but3);
myButtons.drawButton(but4);
myButtons.drawButton(but5); }
```

Anexo k: Tabla de Correlación

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Anexo L: Sistema Tarifario de Agua Potable

ARCA



EP EMAPAR
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

NUEVO SISTEMA TARIFARIO

Desde el 1 de enero del 2016, la EP-EMAPAR aplica el nuevo Sistema Tarifario que establece que el **costo fijo es de 5,18 USD**, por concepto de factibilidad del servicio, equivalente a la pensión básica que destina toda empresa prestadora de servicios. Y al **costo variable de 0,49 USD el m3**, se le «signará el subsidio correspondiente, de manera especial a quienes apliquen un CONSUMO RESPONSABLE DE AGUA.

MENOS CONSUMO – MAYOR SUBSIDIO

Categoría Residencial

Rangos de Consumo	Subsidios m3	Valor a pagar por m3
0 m3 - 20 m3	0,39 usd	0,10 usd
21 m3 - 30 m3	0,35 usd	0,14 usd
31 m3 - 60 m3	0,32 usd	0,17 usd
> 61 m3	0,00 usd	0,49 usd

Categoría Comercial e Industrial

Rangos de Consumo	Categoría	Subsidios m3	Valor a pagar por m3
0 m3 - 30 m3	Comercial e Industrial	0,25 usd	0,24 usd
> 31 m3		0,00 usd	0,49 usd

¡APOYAMOS EL CONSUMO RESPONSABLE A TRAVÉS DE LOS SUBSIDIOS!



EP EMAPAR
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

CONSUMO RESPONSABLE DE AGUA “UTILICÉMOSLA CON PRUDENCIA”

Un consumo responsable de agua debe estar en el rango de consumo de hasta 30 m3 para una familia promedio de cuatro personas, lo que significa que una persona utiliza 250 litros diarios. Para las familias que utilicen con prudencia el líquido vital existe un **¡IMPORTANTE SUBSIDIO!** en la cancelación de su planilla.

El uso responsable del agua rinde muchos beneficios. Cuando Ud. ahorra agua, también ahorra dinero, ahorra energía y ayuda a proteger el medio ambiente, esta es la única forma de evitar una grave escasez en el futuro.

Nuevos valores: ejemplo en 20 m3 de consumo		Subsidios: depende de los m3 de consumo	
Cargo Fijo	5,18	Agua (20m3 x 0,39 USD)	7,80
Cargo Variable (20m3 x 0,49 USD)	9,80	Alcantarillado 70%	5,46
Alcantarillado 70%	6,86	TOTAL	13,26
TOTAL	21,84		

TOTAL A PAGAR: **\$ 21,84** - TOTAL SUBSIDIO: **\$ 13,26**

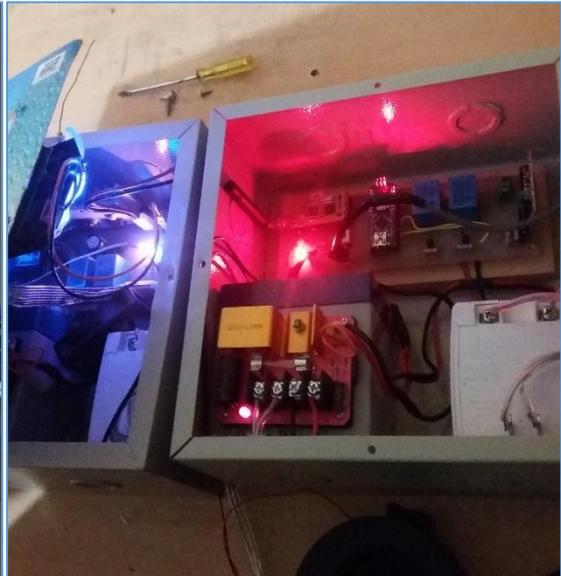
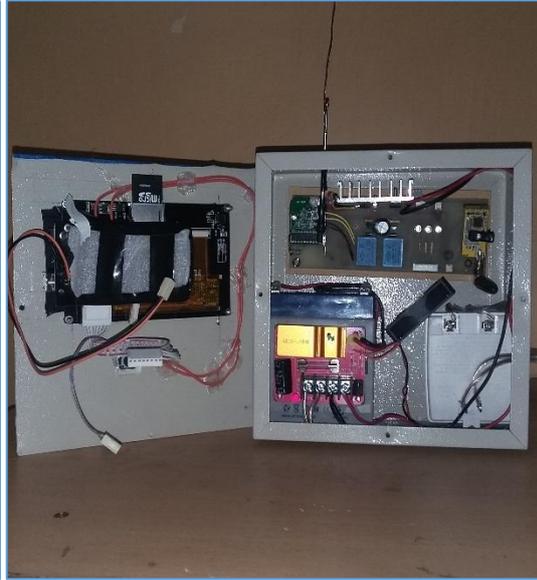
= \$ 8,58 + TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA GADMR

 **RIOBAMBA**
GAD MUNICIPAL

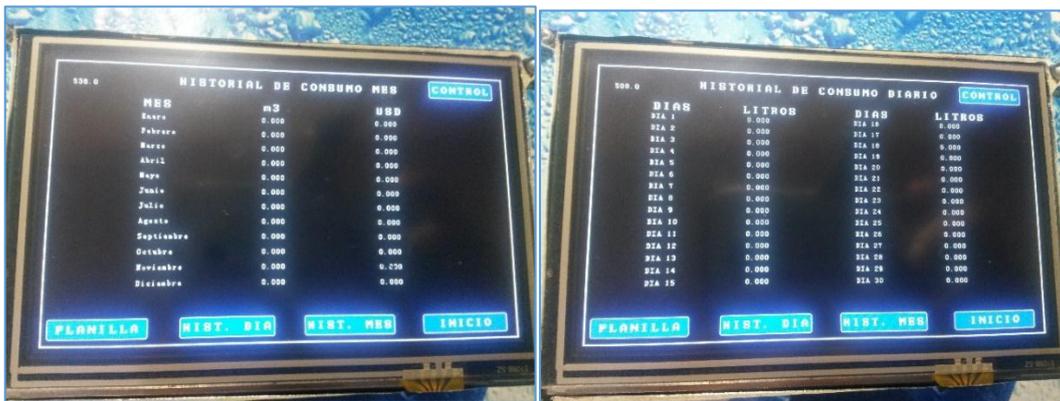
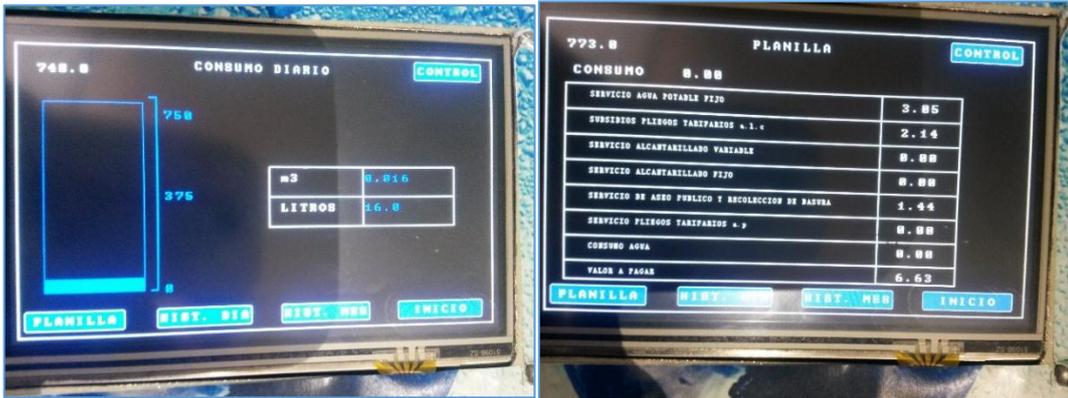
Anexo M: Placas de los Módulos del SAMH₂O



Anexo N: Fotografías preliminares antes de la Instalación del Prototipo



Anexo O: Pantallas de la Interfaz del SAM-H₂O



Anexo P: Diseño Publicitario del SAM-H₂O

