



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIONES**

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITUALCIÓN ESPECIAL

PREVIO LA OBTENCION DEL TÍTULO DE:

**MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIÓN**

**TEMA:**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA CONTROL Y MONITOREO DE  
RESERVORIOS DE AGUA EMPLEANDO COMUNICACIÓN MÓVIL GSM/GPRS EN SISTEMAS DE  
RIEGO**

HELEN MIRANDA RUIZ

Quito – 2015

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	6
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	9
<b>4.1 Objetivo General</b> .....	9
<b>4.2 Objetivos Específicos</b> .....	9
<b>5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO</b> .....	10
<b>5.1 DISEÑO DEL SISTEMA PROTOTIPO</b> .....	10
<b>5.1.1 Diseño Unidad de control de nivel de agua automatizado para reservorio</b> .....	11
<b>5.1.2 Diseño Unidad de control de motor automatizado para distribución de agua</b> .....	16
<b>5.1.3 Diseño de la Unidad de control y monitoreo GSM</b> .....	22
<b>5.1.4 Diseño de Unidad para alerta de ausencia de energía eléctrica</b> .....	26
<b>5.1.5 Diseño de Esquema de Notificaciones para la Comunicación Móvil GSM/GPRS</b> .....	27
<b>5.2 CONTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA PROTOTIPO</b> .....	27
<b>5.2.1 Construcción Unidad de control de nivel de agua automatizado para Reservorio</b> ..	27
<b>5.2.2 Construcción Unidad de control de motor automatizado para distribución de agua</b> 30	
<b>5.2.3 Construcción de la Unidad de control y monitoreo GSM</b> .....	33
<b>5.2.4 Construcción de Unidad para alerta de ausencia de energía eléctrica</b> .....	35
<b>5.2.5 Configuración Unidad de control de nivel de Agua automatizado para Reservorio</b> ..	36
<b>5.2.6 Configuración Unidad de control de motor automatizada para distribución de agua</b> .....	37
<b>5.2.7 Programación de la Unidad de control y monitoreo GSM</b> .....	44
<b>5.2.7.1 Monitoreo del Sistema vía GSM:</b> .....	45
<b>5.2.7.2 Control GSM del sistema de distribución de agua</b> .....	46
<b>5.2.8 Programación Unidad de alerta de ausencia de energía eléctrica</b> .....	47
<b>5.3 Pruebas de Funcionamiento del Sistema</b> .....	48
<b>5.3.1 Pruebas de Funcionamiento Unidad de Control de nivel de agua</b> .....	48
<b>5.3.2 Pruebas de Funcionamiento Unidad de control de motor automatizado para distribución de agua</b> .....	49
<b>5.3.3 Pruebas de control y monitoreo empleando comunicación móvil</b> .....	51
<b>5.3.4 Pruebas de eficiencia del sistema en función de la optimización del recurso hídrico</b> ..	52
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	54
<b>6.1 CONCLUSIONES</b> .....	54
<b>6.2 RECOMENDACIONES</b> .....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	57

<b>ANEXOS</b> .....	60
<b>ANEXO 1</b> .....	60
LOGO Siemens 230 RC .....	60
Fusible RT18 32A .....	63
Controlador de nivel SIRIUS 3UG05 .....	65
Contactor SIEMENS SIRIUS 3RT1024 .....	67
Temporizador ELECTRONICO PET-010 .....	71
Contactor LS MC-12b.....	73
PLC Siemens SIMATIC S7-1200.....	75
Motor Trifásico Siemens 1LA7 080-2YA6 .....	77
Arduino Uno.....	78
Shield Arduino GSM .....	83
<b>ANEXO 2</b> .....	84
Código de programación para ensamblador de Arduino .....	84
<b>ANEXO 3</b> .....	88
Cálculo de la vaporización o transpiración por los métodos de Perman. ....	88
<b>ANEXO 4</b> .....	95
Pruebas funcionamiento del sistema .....	95
<b>ANEXO 5</b> .....	100
Sistema de Riego Chambo Guano .....	100
Reservorio #64 .....	101

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se plantea elaborar el Diseño y Construcción de un Prototipo para Control y Monitoreo de Motores empleando Comunicación Móvil GSM/GPRS tomando como Caso de Estudio su aplicación a Reservorios de Agua de Sistemas de Riego, el proyecto programa realizar un prototipo para la automatización de un motor que controla la carga de agua en un reservorio mediante una válvula y la automatización del motor que controla la distribución a los terrenos de usuarios que basan su desarrollo en las actividades agrícolas, El sistema contará con una interfaz de comunicación móvil (GSM/GPRS) que mediante un mensaje corto de texto permitirá a un usuario operador desde cualquier ubicación remotamente activar o interrumpir la distribución del agua de riego del sistema que se realiza diariamente, en función al tiempo requerido optimizando el uso del agua. Además se proporcionarán opciones de monitoreo y recepción de alarmas que le permitirá verificar su funcionamiento, el proyecto deberá proporcionar al sistema de riego un manejo eficaz y eficiente en comparación a uno operado manualmente, marcando una notable evolución tecnológica en el manejo del recurso hídrico.

Las condiciones del proyecto se presentaron tanto en el tiempo de duración, como en la inversión, por lo que se persiguió desarrollar un sistema de control y monitoreo eficiente de bajo costo y funcional en un corto plazo, es así que se diseña la siguiente planificación: en primera instancia se hace referencia al diseño de control automático del motor que acciona la carga de agua en el reservorio y el diseño de control automático del motor que acciona la distribución del agua de riego. Diseños para control y monitoreo GSM y los esquemas de notificaciones a utilizarse. Posteriormente se presenta la construcción, configuraciones y programación del sistema además se llevarán a cabo las pruebas para verificar su funcionamiento y realizar la calibración del sistema de control y monitoreo. Finalmente se realizarán las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos, cuya proyección es realmente grande.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La agricultura es el principal consumidor del agua dulce disponible a nivel mundial, el 70% de las extracciones del recurso hídrico procedente de ríos, lagos y acuíferos se destinan a la producción agropecuaria, por lo cual se requiere contribuir con la misión y necesidad inminente de valorarla y cuidarla siendo el mejor modo ahorrándola, contribuyendo con la herencia patrimonial que entregaremos a las nuevas generaciones.

Para el Ecuador, la agricultura es substancial, no solo económicamente sino culturalmente, según estadísticas, este ámbito aporta aproximadamente un 6.47% al Valor Agregado Bruto (VAB) nacional, a nivel de provincias, para territorios como Los Ríos, Bolívar y Cotopaxi, la agricultura representa hasta el 36% de su VAB, en promedio, según el International Water Managment Institute (IWMI) [1], los rendimientos por unidad de superficie cultivada son 2,3 veces más altos en el área regada que en las áreas de secano, la producción bajo riego contribuye al 70% de la producción agrícola nacional en el Ecuador, en la actualidad existen 76 sistemas estatales de riego en 14 diferentes provincias del país.

En términos ambientales un buen manejo del recurso, implica una adecuada gestión que contribuya al control de contaminación de las fuentes hídricas y a la conservación de suelos y zonas de páramo. Por otro lado, la generación de empleo y disminución de la pobreza en sectores rurales es determinante, de igual manera, es indudable la relevancia del riego en términos sociales, dado que la organización de las personas en torno al recurso genera vínculos sociales importantes, favorece la organización y la cohesión social.

En el marco de las disposiciones Constitucionales, el Consejo Nacional de Competencias, transfirió las competencias de riego a los Gobiernos Autónomos Descentralizados de las provincias, sistemas de riego público no transferido a los usuarios que son administradas por Juntas de Regantes que se encargan de la operación y mantenimiento de los reservorios de los diferentes sistemas de Riego para el desarrollo en las actividades agrícolas de los usuarios.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua de la República del Ecuador el su Artículo 12 Protección, recuperación y conservación de fuentes, menciona: El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras y el Artículo 47 Definición y atribuciones de las juntas de riego, se menciona: Las juntas de riego son organizaciones comunitarias sin fines de

lucro, que tienen por finalidad la prestación del servicio de riego y drenaje, bajo criterios de eficiencia económica, calidad en la prestación del servicio y equidad en la distribución del agua. [2]

El Plan Nacional de Riego y Drenaje del Ecuador 2011-2026 hace referencia a la situación actual, problemática y necesidades de los sistemas de riego y drenaje del país mencionando a la ausencia de asistencia técnica, problemas en la infraestructura de los sistemas, muy poca tecnificación provocando bajas eficiencias. [3].

Los procesos de carga de agua en los reservorios de los sistemas y la distribución del recurso se realizan de forma manual por un operario y el tiempo, costo, recursos para traslados de un reservorio a otro y el talento humano requerido podrían ser aprovechados de una forma más eficientemente y principalmente efectuar un manejo más adecuado del agua.

Existe una urgente necesidad de crear estrategias para el uso sostenible del agua, basadas en la ciencia, tecnología e innovación y precisamente uno de los campos que ha registrado mayor evolución en los últimos años han sido los sistemas de telecomunicaciones, fundamentalmente la telefonía móvil, que día tras día brinda más servicios a los usuarios, dentro de este panorama, aparecen los sistemas de transmisión de datos inalámbricos, que son particularmente apropiados para aplicaciones de telemetría, con grandes ventajas como la movilidad, rapidez, optimización de recursos, además de constituirse como una herramienta totalmente amigable.

Teniendo en cuenta todas estas premisas nace la importancia de una reingeniería en los procesos de carga y distribución del recurso hídrico en los reservorios de agua de sistemas de riego, frente a la problemática de carácter técnico, estructural y sobretodo ambiental, nace la necesidad de investigar el funcionamiento de los reservorios de sistemas de agua de riego para desarrollar el Diseño y Construcción de un Prototipo para Control y Monitoreo remoto de un motor mediante comunicación GSM/GPRS que podrá acoplarse a una válvula de distribución del sistema, esto permitirá optimizar los procesos de riego que realiza el reservorio, y efectuar una administración eficaz y eficiente, reducir tiempos de operación, aumentar la productividad y sobretodo mejorar la gestión del agua, beneficiando a los usuarios y a los ecosistemas que requieren un uso sostenible del agua para mantener sus funciones.

### 3. ANTECEDENTES

Las telecomunicaciones son mucho más que un servicio básico, el aporte de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en las sociedades y economías ayudan a generar nuevas oportunidades para consolidar y promover la calidad de vida de la sociedad , el desarrollo de las telecomunicaciones en el Ecuador avanza a pasos agigantados, cada vez son más los usuarios que recurren al servicio de telefonía móvil de acuerdo a sus necesidades y al ritmo de vida que llevan, en el 2006, la penetración de la Telefonía Móvil fue de 63.2%, en la actualidad la penetración subió hasta 107,01%, lo que significa un total de 17'173.883 de abonados, de los cuales más del 77,47% son conexiones prepago, para una población de 15'703.992 de habitantes, [4], con lo que se concluye que el Servicio Móvil Avanzado es el principal servicio de telecomunicaciones que utilizan los ecuatorianos.

Las telecomunicaciones se encuentran presentes en los procesos industriales q se desarrollan gracias a múltiples tipos de control, en la actualidad la automatización de estos ha logrado realizar un control adecuado de los procesos y la detección de problemas que haya dentro de este, el desarrollo del control de proceso muchas veces requieren la ayuda de sensores que sirven para su monitoreo y actuadores para efectuar tareas específicas , lo cual hace que la producción sea más rápida y eficiente en algunos procesos que el ser humano no precisamente tiene que intervenir continuamente.

Para efectuar el control y monitoreo de sistema es necesario realizar la automatización del motor que se podrá acoplar a una válvula para efectuar la carga de agua que llega al reservorio y de similar forma, la automatización del motor que se podrá acoplar a una la válvula para realizar la distribución de agua de riego a los diferentes terrenos, se requiere de instrumentación electrónica de magnitudes físicas relacionadas con la detección de los niveles de agua y el posicionamiento de la válvula que permita controlar el caudal de agua que se distribuya diariamente.

El tema de los sensores es actualmente uno de los aspectos de mayor relevancia en el área de Automatización Industrial ya que juegan un rol fundamental como generadores de información para los sistemas de control, entre los más populares sensores de posición tenemos los detectores inductivos que en comparación con los detectores mecánicos ofrecen un funcionamiento sin contacto con todos los metales, libre de desgaste, así como alta frecuencia y precisión en la detección, los sensores capacitivos aptos para la detección de materiales no

metálicos, los sensores ópticos en comparación con los detectores de proximidad, tienen una zona de detección más amplia. [5]. Entre los detectores de nivel más populares se presentan los Relés para control de nivel por medio de electrodos para control de líquidos conductores como el FLOATLESS C-AFR1 de CAMSCO[6], Relé detector de nivel SIRIUS 3UG de SIEMENS que controla niveles con detección de presencia /ausencia de líquido [7].

En los sistemas de control modernos la interconexión de sensores y actuadores se hace invariablemente a través de una computadora de algún tipo. Por lo tanto, los aspectos computacionales son necesariamente una parte del diseño los sistemas de control actuales usan una gama de dispositivos de automatización, que incluyen DCS (Sistemas de Control Distribuido), PLC (Controladores Lógicos Programables), módulos lógicos, transmisores de datos, Ordenadores, entre otros.

Existen varias plataformas para el control programable como es el caso de Arduino que está diseñado entorno a un microcontrolador abierto y versátil, de bajo consumo que da al usuario un control completo de su hardware, a través del uso de la Arduino IDE, puede escribir programas que pueden interactuar con todo tipo de hardware incluyendo interruptores, sensores, pantallas LCD, otros microcontroladores, internet y dispositivos móviles[8], también está BEAGLEBONE una plataforma que corre bajo un sistema operativo Linux (existen varias distribuciones de Linux para las plataformas Beaglebone), cuenta con diversas entradas y salidas de propósito general con diversas funciones entre las cuales se encuentran (I/O Digitales, Entradas Analógicas, Salidas con PWM, soporte para I2 & SPI), cuenta con un puerto Ethernet y puerto USB 2.0 para la comunicación con otros dispositivos. [9] También se encuentran en el mercado tarjetas de desarrollo como Raspberry Pi, ejecuta un sistema operativo real en Linux, diseñado orientado a la programación y el desarrollo del software, más, la lectura de los sensores analógicos requiere la asistencia de hardware adicional. [10]

En lo referente a la comunicación por medio de las redes GSM/GPRS, el uso de las redes de telefonía móvil públicas disponibles en todo el mundo permiten conectar de forma permanente y económica las máquinas e instalaciones con una central y hacen posible una transferencia segura de datos utilizando una codificación. Existen algunas propuestas en el mercado como el GRD de Exemys [11] y Módulos GSM/ GPRS/ UMTS de Siemens [12] que proporciona la transferencia de datos móvil a sistemas de control, por otro lado existen módulos Arduino GSM Shield, un dispositivo que incorpora conexión de radio además de las características ya disponibles en el hardware basado en estándares abiertos. [13] El modulo utiliza GPRS, envía y recibe SMS, realiza y recibe llamadas de voz. Con lo que se puede

gestionar de forma remota múltiples utilidades. El módulo GSM/GPRS, Arduino, es compatible con tecnología M2M (Machine to Machine), ideada para desarrollar el denominado “Internet de las cosas”. El departamento de Tecnologías Emergentes de Telefónica I+D, ha explicado que el prototipo comparte la filosofía de la comunidad Arduino de dar autonomía a la creación por una vía sencilla que no pida altas competencias informáticas. [14]

En lo que concierne a trabajos realizados relacionados con la automatización y control de Sistemas de Riego se encuentra el proyecto “Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo”[15] realizado en México en el que se realiza la implementación de un sistema automatizado de riego para el uso del agua en cultivos a través de sensores que miden la humedad y la temperatura en la zona radicular de las plantas en invernaderos.

Asimismo existe una investigación en el Ecuador efectuada por la Universidad Politécnica Salesiana cuyo tema es “Diseño e implementación de un Sistema de Riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector popular de Balerio Estacio” [16], en donde transductores de humedad envían sus datos para controlar la irrigación del terreno. Cabe resaltar que ninguna de las anteriores investigaciones presentó un sistema de control y monitoreo de reservorio colectivo para distribución de agua a los terrenos de un sector operado vía SMS, sino más bien enfocado al riego específico de un terreno controlado según su humedad o temperatura.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Diseñar y Construir un Prototipo para Control y Monitoreo de Reservorios de Agua empleando Comunicación Móvil GSM/GPRS que permita optimizar el uso del recurso hídrico e innovar tecnológicamente la infraestructura existente en Sistemas de Riego.

### 4.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar y construir un prototipo de control de nivel de agua automatizado utilizando un módulo lógico programable que permita suspender la intervención humana en las tareas de carga de agua en los Reservorios.
2. Diseñar y construir un prototipo de control para la distribución de agua de Reservorios utilizando un controlador lógico programable que permita operar el sistema de forma automática.
3. Diseñar un sistema de comunicación móvil GSM/GPRS que permita realizar el control y monitoreo remoto del prototipo para distribución de agua del sistema mediante el envío y recepción de notificaciones.
4. Efectuar un manejo de notificaciones de emergencia en caso de presentarse cortes de energía eléctrica por medio de la red GSM para evitar el desperdicio o desabastecimiento de recurso hídrico.
5. Realizar un artículo referente al Diseño y Construcción de un Prototipo para Control y Monitoreo de Reservorios de Agua empleando Comunicación Móvil GSM/GPRS en Sistemas de Riego.

## 5. DESARROLLO CASO DE ESTUDIO

En primera instancia se presenta información relevante los requerimientos lógicos y estructurales que hicieron posible la elaboración del diseño de un prototipo para control y monitoreo de un motor empleando comunicación móvil GSM/GPRS para reservorios de Agua de Sistemas de Riego, objetivo del presente caso de estudio.

### 5.1 DISEÑO DEL SISTEMA PROTOTIPO

El diseño del sistema consistió en realizar el control automático de un motor que podrá acoplarse a una de la válvula que permita la carga de agua en el reservorio en función a lo testado por sensores de nivel de agua, a su vez se realizó el diseño del control automático y monitoreo de un motor que podrá acoplarse a una válvula para realizar la distribución del agua de riego, este control y monitoreo se realizará por medio de notificaciones móviles GSM/GPRS que realizará el usuario, se diseñó una unidad de recepción de alarma que alerta en caso de presentarse un corte de energía eléctrica. En la figura 1 se presenta el esquema del proyecto y la distribución de las unidades planteadas a desarrollarse.

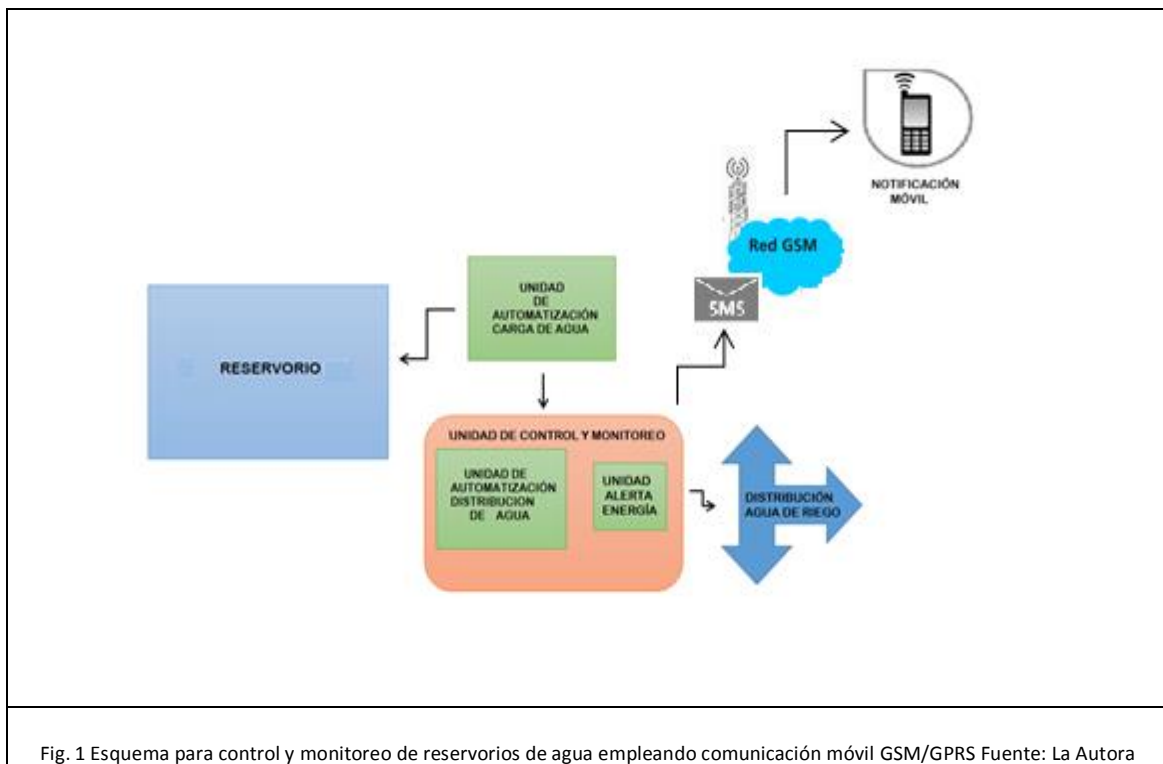


Fig. 1 Esquema para control y monitoreo de reservorios de agua empleando comunicación móvil GSM/GPRS Fuente: La Autora

### 5.1.1 Diseño Unidad de control de nivel de agua automatizado para reservorio

El objetivo de la unidad se centró en diseñar un prototipo autómatas que permita controlar el ingreso o cierre de agua, que depende del nivel en el que se encuentre el agua en el reservorio evitando de este modo, un desperdicio del líquido, o en su defecto, que se quede sin reserva, por tanto una vez que unos sensores detecten el nivel máximo permitido se procederá a hacer girar un motor para cerrar el ingreso y de forma similar cuando los sensores detecten un nivel mínimo, el motor girará en el otro sentido para abrir la válvula que permite la carga de agua en el reservorio, todo esto sin la presencia de un operario.

También se brindará la opción de llevar este proceso de forma manual en caso de que el operador lo requiera.

### 5.5.1.1 Acondicionamiento de componentes

Para el diseño se eligieron diferentes dispositivos que cumplan con los objetivos de la unidad.

- **Sensor de Nivel**

La función de los sensores de nivel será detectar el nivel máximo y nivel mínimo de agua, los sensores de carga de reservorio se ubicarán en lugares específicos del tanque reservorio. De los sensores analizados en la investigación se eligió el Relé Controlador de Nivel marca SIEMENS, SIRIUS 3UG05, un dispositivo para control de dos niveles líquidos con funciones de alarma mínima o máxima por detección de presencia o ausencia de líquido y opera con electrodos que enviarán una señal al módulo de control.

### Especificaciones Controlador SIRIUS 3UG05

Alimentación: 110 - 220VCA

Frecuencia: 50-60 Hz

Consumo máximo: 3.5 VA

Tensión de electrodos: 24 VCA

Ajuste de sensibilidad: 0 a 100 k $\Omega$

Distancia máxima entre aparato y sensor: 300 m.

Tiempo de Reset: >500ms



Fig. 2 Controlador de nivel SIRIUS 3UG05 Fuente: la Autora

- **Modulo Lógico LOGO**

Considerando que en la industria se dispone de una tensión de alimentación de 220V, la opción que fue tomada para realizar un control descentralizado de la unidad, es el Módulo Lógico Universal LOGO de SIEMENS 230RC 6ED1052-1FB00-0BA6, un pequeño autómata programable que se destina para realizar tareas industriales y domóticas, que se destaca por su extraordinaria facilidad de manejo, alta capacidad de almacenamiento y uso eficiente de memoria, cuenta con 8 entradas digitales y 4 salidas digitales conectadas a relés. [17] Este es el elemento principal que recibirá las señales enviadas por los sensores y generará la activación de un motor en un sentido u otro, en función a su estado que será previamente programado.

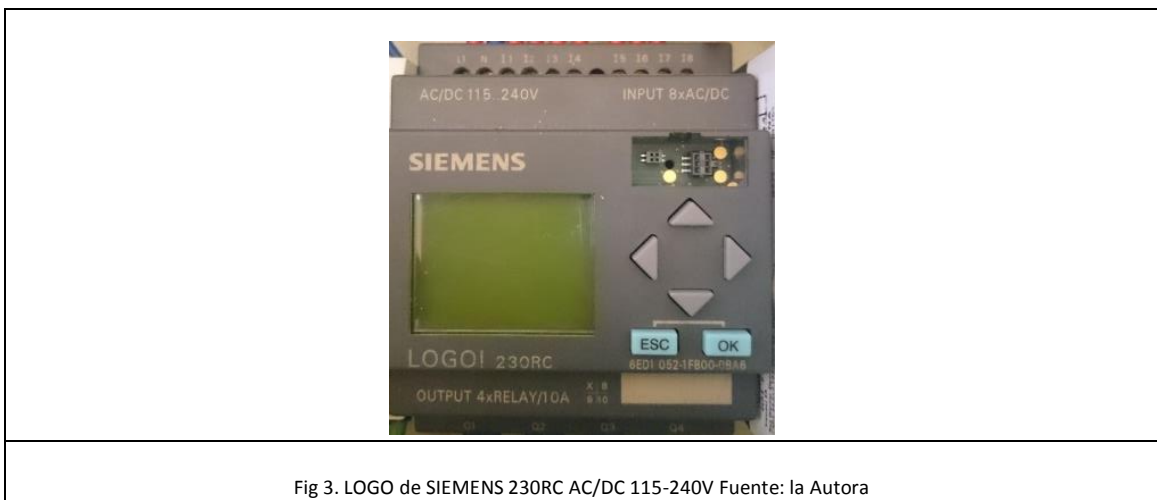


Fig 3. LOGO de SIEMENS 230RC AC/DC 115-240V Fuente: la Autora

### **Especificaciones Modulo Lógico LOGO SIEMENS 230RC**

Tipo: Modulo lógico con pantalla

Terminales de entrada: 115-240 AC/DC

Rango admisible: 85...265V AC / 100...253V DC

Entradas: 8 ED

Salidas: 4 x Relé

Para señal "0": máx. 40V AC/30V DC

Para señal "1": mín. 79V AC/DC

Salidas de corriente continua: 10A con carga resistiva; 3A con carga inductiva

Frecuencia de conmutación: 2 Hz con carga resistiva, 0,5 Hz para carga inductiva

Duración del ciclo: < 0,1ms/Función

Montaje: Carril DIN 35mm (4MW) o en pared

Dimensiones: (Ancho x Alto x Profundidad) 72 (4MW) x 90 x 55 mm

Temperatura ambiente: mín. 0 °C

Temperatura ambiente: máx. 55 °C

- **Fusibles de protección**

A fin de proteger al LOGO, contactores y demás dispositivos contra una sobrecarga y cortocircuitos de corriente eléctrica, se emplearán tres fusibles, conectado el primero al Módulo Lógico LOGO y dos a los contactores. [18]



Fig 4. Fusibles RT18 32A Fuente: la Autora

### **Especificaciones Fusible RT18 32A**

Corriente nominal: 32A

Tensión nominal: 500 V

Tamaño: 10x38mm

Material fusible: cerámica

- **Guardamotor**

Cumple la función de protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos así como en algunos casos frente a falta de fase. Se empleó un Guardamotor marca SIEMENS SIRIUS 3RV1011-1KA10 [19] un interruptor magnetotérmico especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos, su diseño proporciona al dispositivo una curva de

disparo que lo hace más robusto frente a las sobre intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores, el disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempos mayores por lo que su capacidad de ruptura es una de sus características principales.

### Especificaciones Guardamotor SIRIUS 3RV1011-1KA10



Tipo de tensión: AC/DC

Tensión de servicio / AC/ valor asignado / máxima: 690 V

Potencia activa disipada: 6W

Potencia en servicio / AC: a 400 V / valor asignado kW 0,75

Vida útil mecánica (ciclos de maniobra) / de contactos principales / típico: 100.000

Funciones: protección de sobrecarga, detección de corte de fases.

Corriente de servicio / AC-3 / a 400 V / valor asignado: 2,5 A

Tipo de disparador de sobrecorriente y cortocircuito: termomagnético

- **Contactores**

Efectúan la activación del motor que podrá acoplarse a una válvula para hacerla girar en los dos sentidos y permitir el ingreso o cierre de agua al reservorio, estos dependerán de las señales recibidas por los sensores controladores de nivel, se emplearán dos contactores SIRIUS marca SIEMENS 3RT1024 [20], que se conectan en las salidas del Módulo Lógico, se trata de un componente electromecánico cuyo mecanismo tiene como misión cerrar sus contactos a fin de permitir el paso de la corriente, esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica y se comporta como un electroimán atrayendo dichos contactos.



Fig 6. Contactor SIEMENS 3RT1024 Fuente: <http://www.gama-me.com/sites/default/files/descargas/3rt1024-1an20.pdf>

### **Especificaciones Contactores SIEMENS SIRIUS 3RT1024**

Tensión de mando: 220 ACV

Frecuencia de la tensión de alimentación de mando: 50/60 Hz.

Amperaje: 12A

Fases: 3

Voltaje de Bobina min: 120 V

Voltaje de Bobina min: 120 V.

Motor: 3 HP a 230 V y 7,5 HP @ 460 voltios de 3 fases.

#### **5.5.1.2 Diagrama de conexiones de Unidad de control de nivel de Agua automatizado para Reservoirio**

Para la elaboración del diagrama de conexiones se empleó el Software Fluidsim Festo 5 [21], una herramienta de simulación que permite realizar, por un lado, diagramas de circuitos electrónicos y por otra parte posibilita la ejecución dinámica de esos circuitos sobre la base de las descripciones físicas de los componentes. De esta manera se elimina la separación normalmente existente entre el dibujo técnico y la simulación del funcionamiento de un equipo. Permitted comprobar mientras se realizó el diseño, si ciertas conexiones entre componentes son realmente posibles.

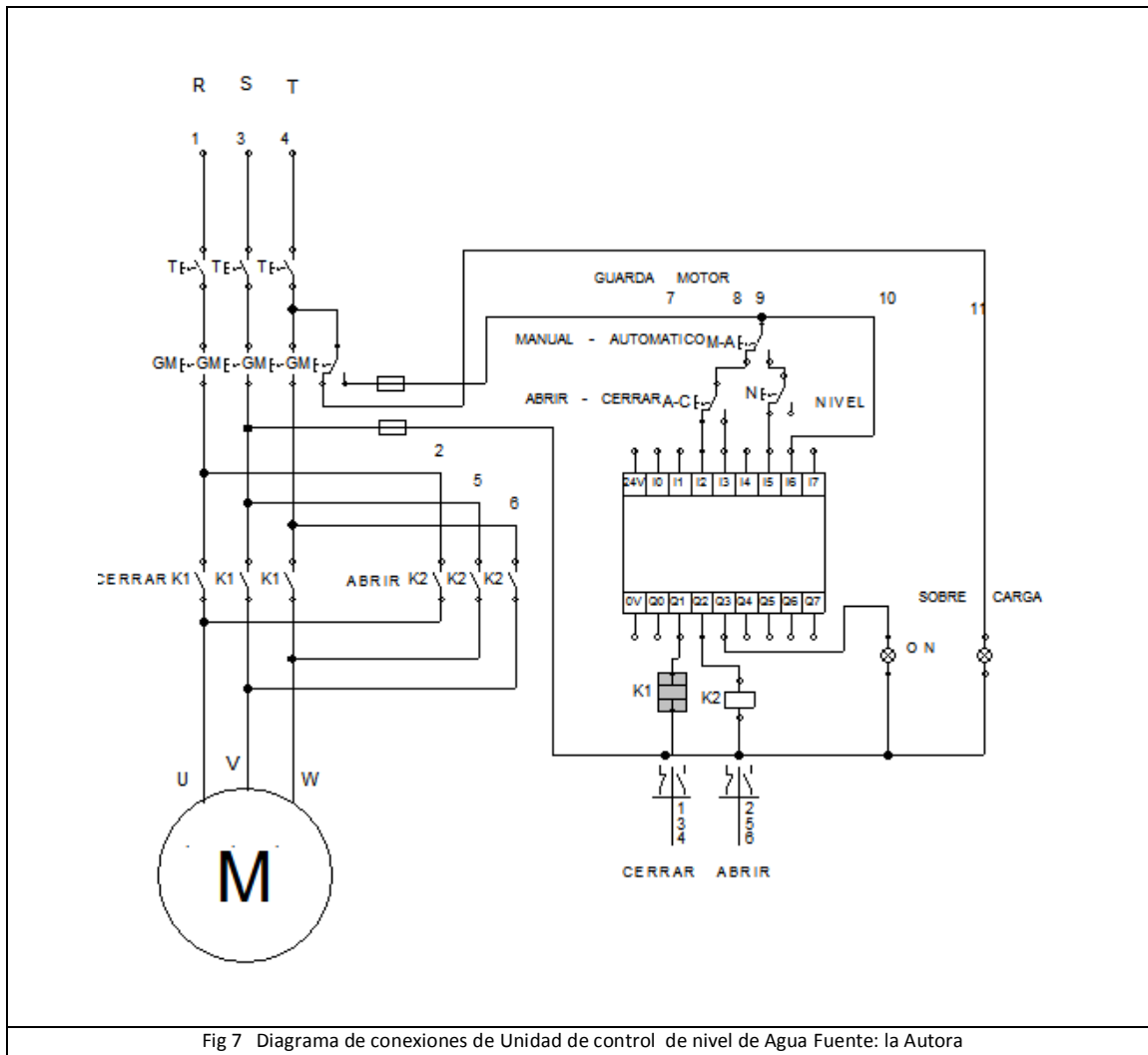


Fig 7 Diagrama de conexiones de Unidad de control de nivel de Agua Fuente: la Autora

### 5.1.2 Diseño Unidad de control de motor automatizado para distribución de agua

El objetivo de esta unidad fue diseñar un prototipo que permita al sistema controlar automáticamente el mecanismo de distribución de agua hacia los usuarios, una señal será enviada a un Controlador Lógico Programable para activar los contactores que harán girar en un sentido u otro un motor que controlará una la válvula de distribución, todo esto de forma automática, además la unidad permitirá la opción de realizar una operación manual de apertura o cerrado en caso de requerirlo.

#### 5.1.2.1 Acondicionamiento de componentes

Para el diseño se eligieron diferentes dispositivos que cumplan con los objetivos de la unidad.

- **Sensor Óptico**

Este dispositivo permitirá tener una captación de la posición de la válvula sin ningún contacto físico, permitirá controlar el número de vueltas que dé la válvula y así determinar el momento en que detener el giro del motor. De los sensores analizados en la investigación comparados con los detectores de proximidad, se eligió el sensor óptico OMRON E3H-DS5B13 que gracias a su amplia zona de detección es óptimo para el proyecto.

### **Especificaciones Sensor Óptico OMRON E3H-DS5B13**



Fig. 8 OMRON E3H-DS5B13, Fuente la Autora

Voltaje: 12-24 VDC

- **Controlador Lógico Programable (PLC)**

El controlador permitirá automatizar la unidad de distribución de agua mediante un sistema de mando que habilitará el giro del motor para abrir o cerrar la válvula, se eligió el PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200, CPU 1214C [22], en sus entradas ingresarán las señales del módulo de control y monitoreo móvil GSM/GPRS, y la lectura del número de vueltas que proporcionará el sensor óptico y sus salidas controlarán los contactores que determinan el giro del motor. Este es el elemento principal ya que además determinará el momento en el que válvula detenga el giro del motor en función a su estado que será previamente programado.

### Especificaciones PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200

Modelo: CPU 1214C

AC/DC/Relés

Tensión de alimentación: 120 – 230 V AC

E/S Integradas: 14 DI 24VDC; 10 DO RELES 2A;

Alimentación de sensores: 24 V

Frecuencia de la tensión de alimentación 47 -63 HZ,

Memoria de Programa/Datos: 75 KB.



- **Fusibles de protección**

A fin de proteger al PLC, contactores y demás dispositivos contra una sobrecarga de corriente eléctrica o cortocircuito, se seleccionaron tres fusibles, conectado el primero al PLC y dos a los contactores, se eligieron los fusibles marca CAMSCO RS14-20.

### Especificaciones Fusible CAMSCO RS14-20

Calificación eléctrica: AC380V

Amperaje: hasta 63 A

Dimensión: 10 x 38



- **Contactores**

Es necesario controlar la activación del motor que hace girar la válvula de distribución en los dos sentidos, que permitirán la salida o cierre del agua de distribución, estos dependerán de las señales recibidas vía SMS, por mando manual o por la unidad de back-up, se emplearán dos contactores LS modelo MC-12b [23], que se conectan a las salidas del PLC, su mecanismo tiene como misión cerrar sus contactos a fin de permitir el paso de la corriente, esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica y se comporta como un electroimán atrayendo dichos contactos.

**Especificaciones Contactor LS MC-12b**

Voltaje: AC220V

Frecuencia: 50/60HZ

Amperaje: 12 AMP

Contactador con una bobina

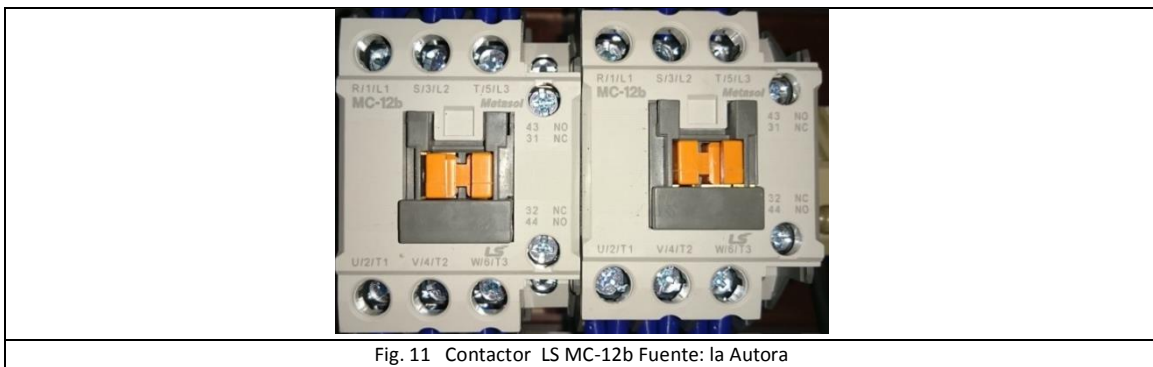


Fig. 11 Contactor LS MC-12b Fuente: la Autora

- **Guardamotor**

Con la finalidad de proteger al motor de una forma robusta ante sobrecargas transitorias posibles, se eligió un Guardamotor marca Moeller ZM-10-PKZ2.

**Especificaciones Guardamotor Moeller ZM-10-PKZ2**

Voltaje: 220 V

Rango de Amperaje: 6-10 A.

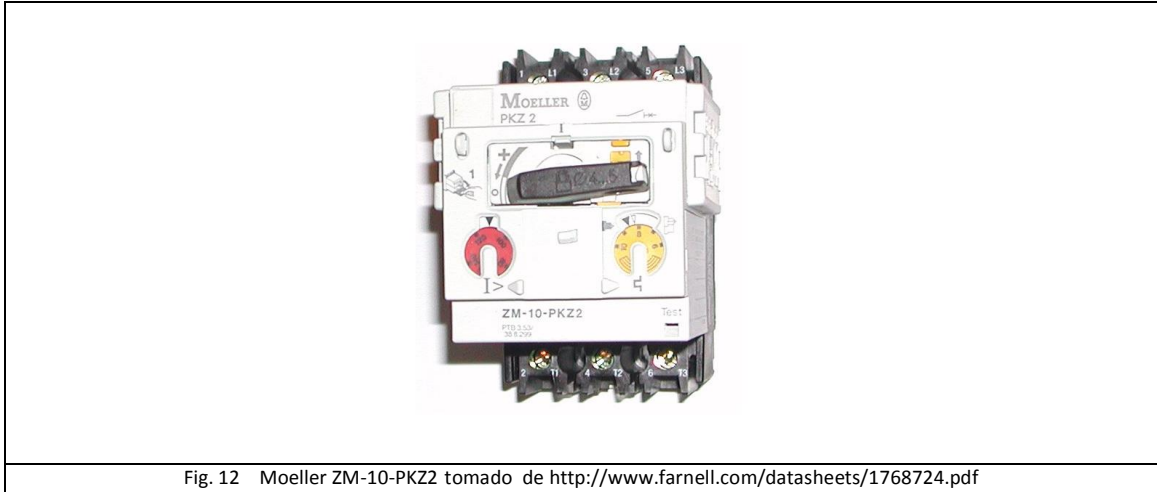


Fig. 12 Moeller ZM-10-PKZ2 tomado de <http://www.farnell.com/datasheets/1768724.pdf>

- **Temporizador Electrónico**

Es necesario considerar la posibilidad de que el usuario no pueda enviar el SMS que realice el control móvil del sistema por lo que se eligieron dos dispositivos temporizadores Modelo PET-010 [24], que entrarán en funcionamiento como un back-up para la unidad de distribución que entrará en funcionamiento a una determinada hora en caso de no recibir ninguna señal móvil, estos se conectarán a los contactores para controlar el giro del motor.

**Especificaciones Temporizador Electrónico PET-010**

Reloj: en tiempo real

Programación: según días de la semana

Voltaje 110vac/220vac

Frecuencia: 50 - 60 Hz

Potencia: 2200w

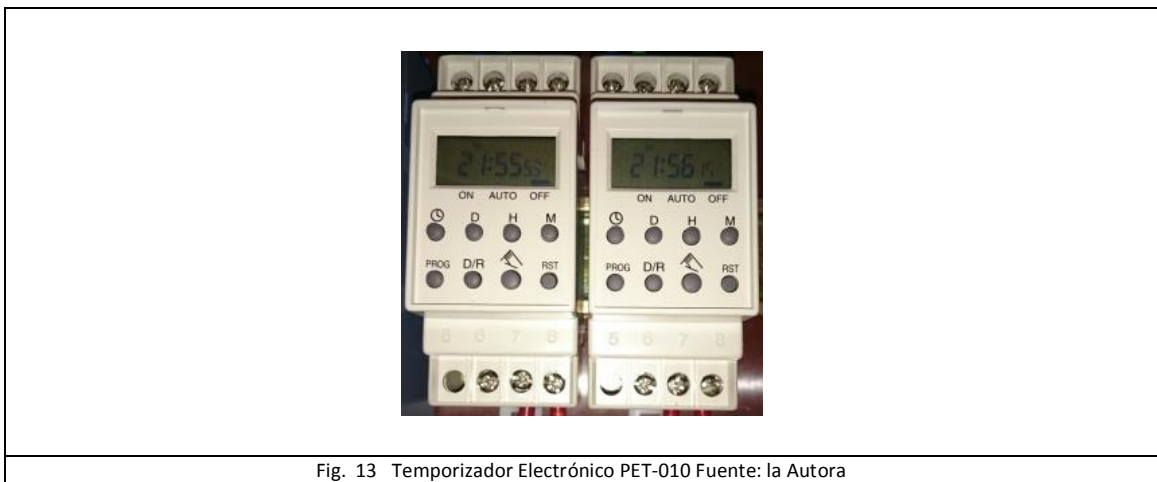


Fig. 13 Temporizador Electrónico PET-010 Fuente: la Autora

- **Motor**

El motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estátor y un rotor.

Existen diferentes tipos de motores eléctricos y cada tipo tiene distintos componentes cuya estructura determina la interacción de los flujos eléctricos y magnéticos que originan la fuerza o par de torsión del motor. Dentro de los motores de corriente alterna se encuentran los motores trifásicos, en relación con su tensión, los motores cuando su utilidad es industrial suelen ser de 220V y 440V para máquinas de pequeña y mediana potencia, siendo consideradas de baja tensión. Para el presente caso de estudio se eligió un motor trifásico Siemens 1LA7 080-2YA6 [25] que servirá para efectuar las pruebas de funcionamiento de las unidades del sistema prototipo.

**Especificaciones Motor trifásico Siemens 1LA7 080-2YA6**

Potencia: 1.5 HP- 1.12 kW

Entrada: 220V - 5.30 A – 440V 2.65A

Eficiencia: 69% h

Factor de potencia: 0.80 f

Velocidad nominal: 3370 rpm

Torque nominal: 3.17Nm

Torque de arranque: 1.8 Tarr/Tn

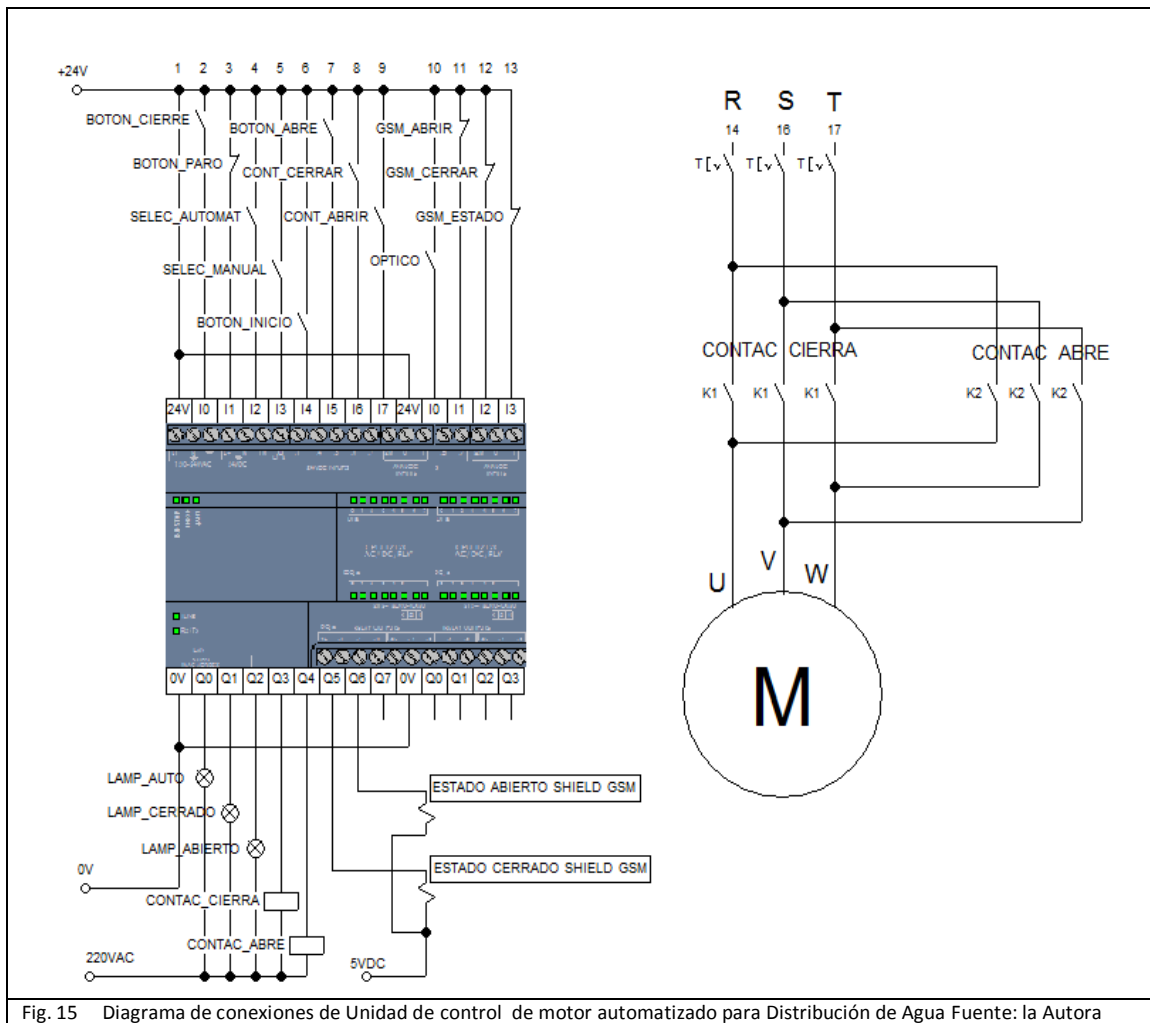
Peso: 8.4 Kg.



Fig. 14 Motor trifásico Siemens 1LA7 080-2YA6

Fuente: [http://www.academia.edu/5204630/1\\_SIEMENS\\_MOTORES\\_TRIFASICOS\\_PDF](http://www.academia.edu/5204630/1_SIEMENS_MOTORES_TRIFASICOS_PDF)

### 5.5.2.2 Diagrama de conexiones de Unidad de control de motor automatizado para Distribución de Agua



Para la elaboración del diagrama de conexiones se empleó el Software Fluidsim Festo 5 [21], la herramienta permitió comprobar mientras se realizó el diseño, si ciertas conexiones entre componentes son realmente posibles.

### 5.1.3 Diseño de la Unidad de control y monitoreo GSM

El diseño del proyecto se centra principalmente en esta unidad que efectúa el control y monitoreo del motor de giro que posteriormente controle una válvula de distribución de agua, por medio de comunicación móvil, con la ventaja de obtener información sobre el estado actual del mismo, y poder desde cualquier ubicación con cobertura controlar el giro del motor, todo desde el teléfono celular del usuario operador del reservorio soportado con la tecnología GSM, esta información será manejada a través de notificaciones SMS.

Una de las premisas fijadas es tratar de reducir al máximo los costes del proyecto, de manera que se obtuviera como resultado una herramienta de bajo coste que estuviese al alcance cualquier usuario, además de las ventajas que proporciona en el desarrollo gracias a su alto desempeño, eficiencia, alta velocidad, bajo consumo de potencia, se elige trabajar con una tarjeta de desarrollo Arduino UNO y su Shield de Arduino GSM/GPRS Quectel M10 SIM700, una plataforma electrónica de hardware libre basada en una placa con un microcontrolador con software y hardware flexibles y fáciles de utilizar, con un simple, pero completo, entorno de desarrollo, que nos permite interactuar con la plataforma de manera muy sencilla, se constituye como una herramienta de contribución a la creación de prototipos, entornos u objetos interactivos destinados a proyectos multidisciplinares y multitecnología.

Para el diseño, el Shield de Arduino GSM es montado en la parte superior de la placa Arduino Uno para ampliar sus capacidades y conseguir la comunicación móvil requerida en el proyecto, los pines de entrada del Shield de Arduino GSM recibirán un mensaje de: Abrir Válvula o Cerrar Válvula desde un terminal móvil, estos se conectaron con las entradas del PLC para ordenar al motor gire en el sentido solicitado, un tercer pin de entrada del Shield GSM servirá para que el Arduino reciba una solicitud de consulta de estado actual del motor, si ingresa la señal lógica de 5 V o HIGH este se conectará con el PLC para ser verificado según el contactor de abierto o contactor de cerrado que se haya activado la última vez , el PLC enviará una señal lógica de 0 V o LOW a un pin de entrada del Shield para enviar el SMS con el estado actual.

### 5.5.3.1 Arduino UNO



Fig. 16 Arduino UNO tomado de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

El Arduino Uno es una placa con microcontrolador basado en el ATmega328. Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz, conexión USB, entrada de alimentación DC17, una cabecera ICSP18, y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para utilizar el microcontrolador; en el caso de este proyecto para alimentarlo se empleó un regulador de voltaje con voltímetro a 5 V. Arduino Uno se conecta al ordenador mediante un cable USB estándar, integra un chip USB-serie y cuenta con un diseño de etiquetado, facilitando la identificación de las distintas entradas y salidas de la placa.

En la figura 17, se muestra la placa Arduino Uno con sus componentes físicos y todos los pines disponibles.

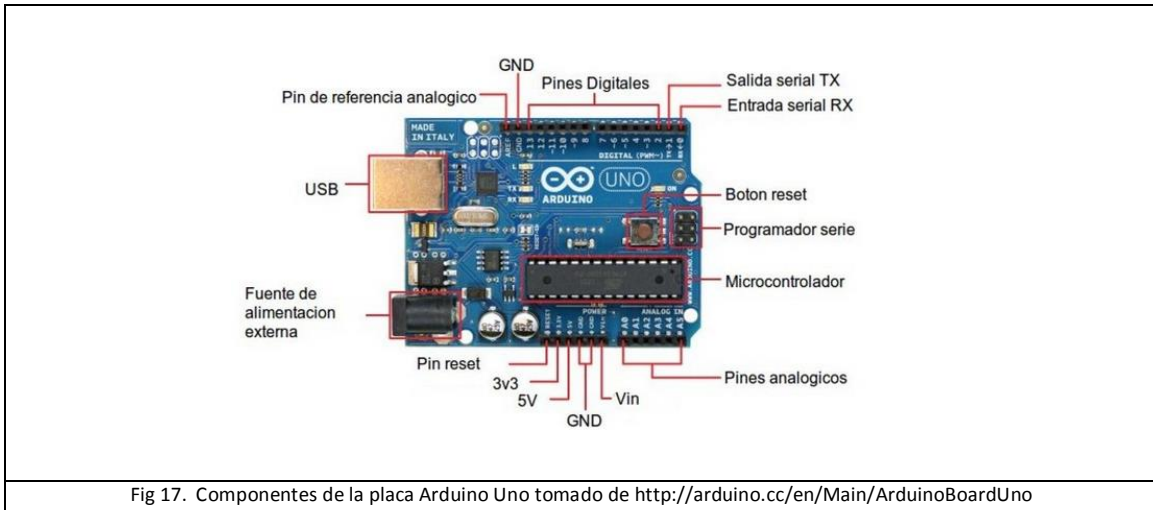


Fig 17. Componentes de la placa Arduino Uno tomado de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

### Características Generales

Micro controladores	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de Entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (los límites)	6-20V
Digital pines I / O	14 (6 proporcionan una salida PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente de I / S de CC Pin	40 mA
De corriente continua de 3,3 V Pin	50 mA
Memoria Flash	32 KB ( ATmega328 )
SRAM	2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	1 KB ( ATmega328 )
Velocidad de reloj	16 MHz

Tabla 1. Características Generales de la Placa Arduino Uno tomado de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

### 5.5.3.2 SOFTWARE PARA ARDUINO

Arduino como es de código abierto, permite escribir el código y cargarlo a la placa de E/S de manera fácil. Funciona con Windows, Mac IOS, Linux y Android. El entorno está escrito en Java y basado en Processing, AVR-GCC y otros programas también de código abierto

### ENTORNO ARDUINO

Conocido como IDE para Arduino. Se constituye por un editor de textos para escribir el código, un área de mensajes, una consola de textos, una barra de herramientas con botones para las funciones comunes y una serie de menús. De esta forma, permite la conexión con el hardware de Arduino para cargar los programas y comunicarse con ellos.

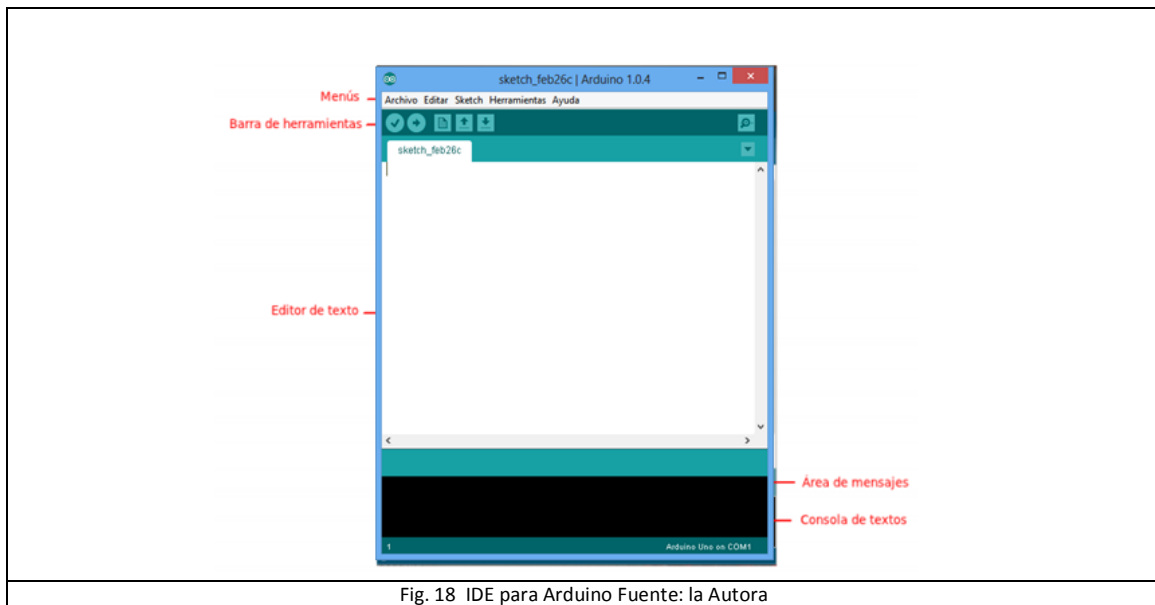


Fig. 18 IDE para Arduino Fuente: la Autora

### 5.5.3.3 Shield de Arduino GSM/GPRS Quectel M10 SIM700

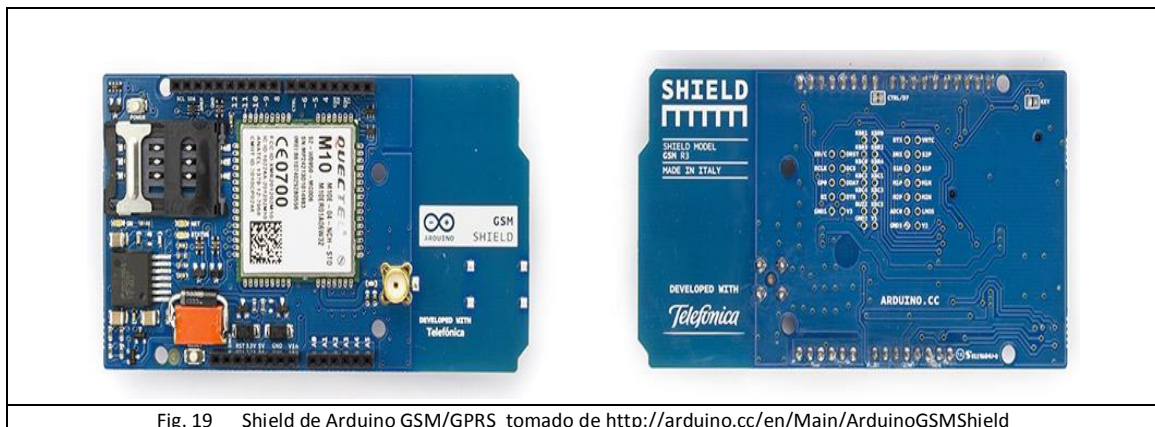


Fig. 19 Shield de Arduino GSM/GPRS tomado de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoGSMShield>

Shield de Arduino GSM/GPRS utiliza un módem de radio M10 por Quectel, la tensión de funcionamiento (suministrado junto a su Arduino Uno) es de 5V, el Shield utiliza pines digitales 2 y 3 para el software de comunicación serie con el M10. El pin 2 se conecta al pin TX del M10 y el pin 3 a su pin RX. El M10 ofrece GSM/GPRS 850/900/1800 / 1900MHz para voz, SMS, datos. Es compatible con los protocolos TCP / UDP y HTTP a través de una conexión GPRS. GPRS enlace descendente de datos y la transferencia de enlace ascendente de velocidad máxima es de 85,6 kbps. Para interactuar con la red celular, requiere una tarjeta SIM proporcionada por un operador de red.

#### **5.1.4 Diseño de Unidad para alerta de ausencia de energía eléctrica.**

El diseño de alerta de un corte de energía eléctrica permite detectar la ausencia del suministro y enviará un SMS de notificación, se eligió la opción de diseñar un banco de condensadores que almacenarán energía suficiente para permitir el funcionamiento de la tarjeta Arduino y su Shield GSM/GPRS aún por unos minutos luego de que suceda el corte. Se eligió una fuente de alimentación 100-240V 0.15 A a 5 V, para detectar el corte de energía que ingresará a un pin de entrada del Arduino con una señal de 0V o LOW enviando el mensaje de alerta. Lo que permitirá seguir funcionando al Arduino a pesar del corte será un banco de condensadores de 15000 $\mu$ F con rango de voltaje de 25 V en paralelo conectado a un regulador de voltaje con voltímetro a 5 V que alimentará al Arduino por un corto tiempo hasta enviar el mensaje de notificación.

#### **Diagrama de conexiones de Unidad de control – monitoreo y alerta de ausencia de energía eléctrica**

Para la elaboración de los diagramas esquemático se utilizó el programa Fritzing Beta que permite realizar diagramas de circuitos electrónicos, visualización en PCB y protoboard, además es software libre y creado bajo el espíritu de Processing y Arduino.

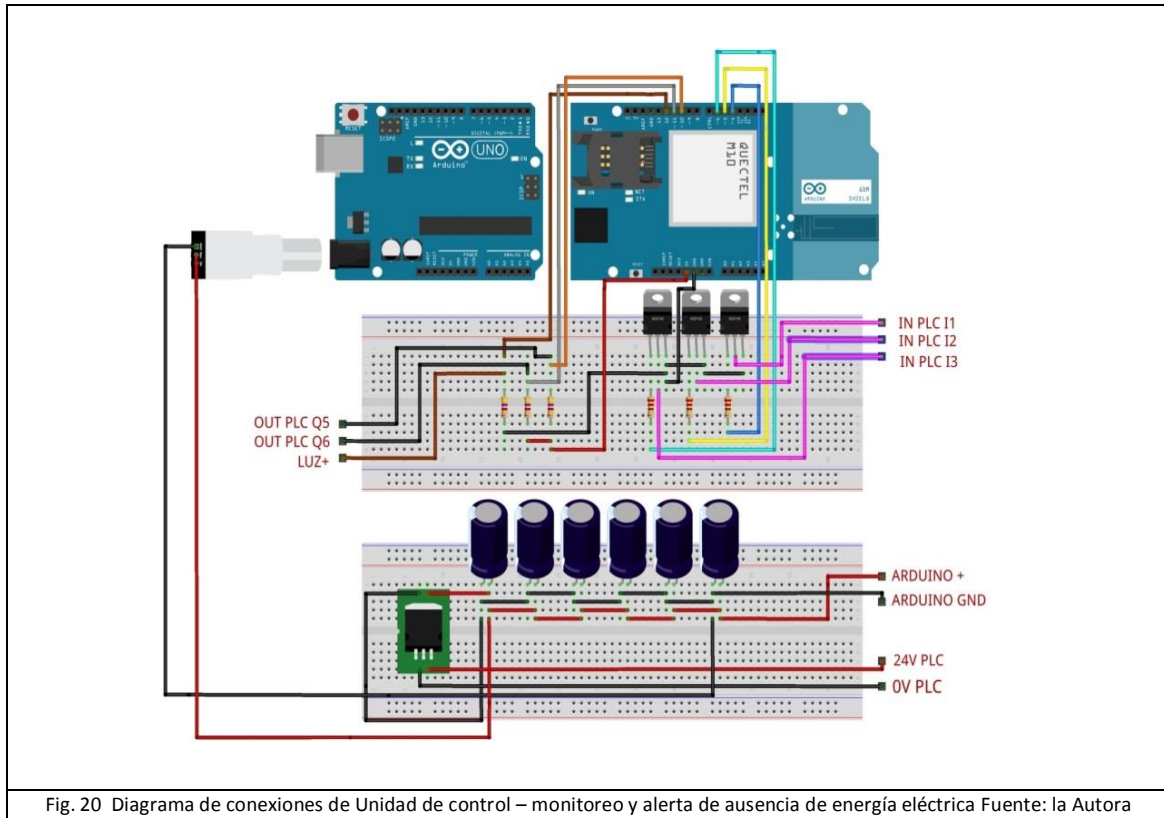


Fig. 20 Diagrama de conexiones de Unidad de control – monitoreo y alerta de ausencia de energía eléctrica Fuente: la Autora

### 5.1.5 Diseño de Esquema de Notificaciones para la Comunicación Móvil GSM/GPRS.

A fin de realizar un control eficaz y eficiente en el manejo de notificaciones que efectuará el operario mediante la comunicación móvil GSM/GPRS para el control y monitoreo del Reservoirio, se manejará la siguiente nomenclatura:

- Letra A: Instrucción para apertura de válvula de distribución
- Letra C: Instrucción para cerrado de válvula de distribución
- Letra E: Instrucción que permitirá realizar el monitoreo del sistema, solicitando conocer el estado actual de la válvula, este a su vez responderá al operario un mensaje “VALVULA ABIERTA” ó “ VALVULA CERRADA”
- En caso de que exista un corte de energía eléctrica el sistema enviará al operario el siguiente SMS de emergencia: “ ALERTA-CORTE DE ENERGIA ELECTRICA ”

## 5.2 CONTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA PROTOTIPO

### 5.2.1 Construcción Unidad de control de nivel de agua automatizado para Reservoirio

El listado de componentes empleados para el montaje de la Unidad fue el siguiente:

CANTIDAD	COMPONENTE
1	MODULO LÓGICO SIEMENS LOGO 230 RC
1	GUARDAMOTOR SIEMENS SIRIUS 3RV1011-1K10
2	CONTACTORES SIEMENS 3RT1024
3	PORTAFUSIBLES CAMSCO Y FUSIBLES RT18 32A
1	DETECTOR DE NIVEL TIPO RELE SIRIUS 3UG05
3	ELECTRODOS
2	SELECTOR DE POSICION
1	PULSADOR TIPO HONGO
2	LAMPARAS VERDE Y ROJA
1	PULSADOR
	CABLE

Tabla 2. Componentes Unidad de control de nivel de Agua

Para la construcción de la unidad de control de nivel de agua automatizado para reservorios se utilizó como elemento principal un Módulo Lógico Siemens LOGO 230 RC que toma las señales del sensor de nivel tipo relé SIRIUS 3UG05 y se encuentra conectado a una de las entradas(I7) del LOGO, para las funciones de inicio, selección manual /automática, marcha y paro en forma manual, y emergencia, se han utilizado pulsadores y selectores conectados desde la entrada I1 a la entrada I6 del LOGO que se detallan a continuación:

- ENTRADA I1: BOTÓN DE EMERGENCIA
- ENTRADA I2: BOTÓN CERRAR MANUAL
- ENTRADA I3: BOTÓN ABRIR MANUAL
- ENTRADA I4: SELECTOR MANUAL
- ENTRADA I5: SELECTOR AUTOMÁTICO
- ENTRADA I6: BOTÓN DE ENCENDIDO
- ENTRADA I7: SENSOR DE NIVEL SIRIUS 3UG05

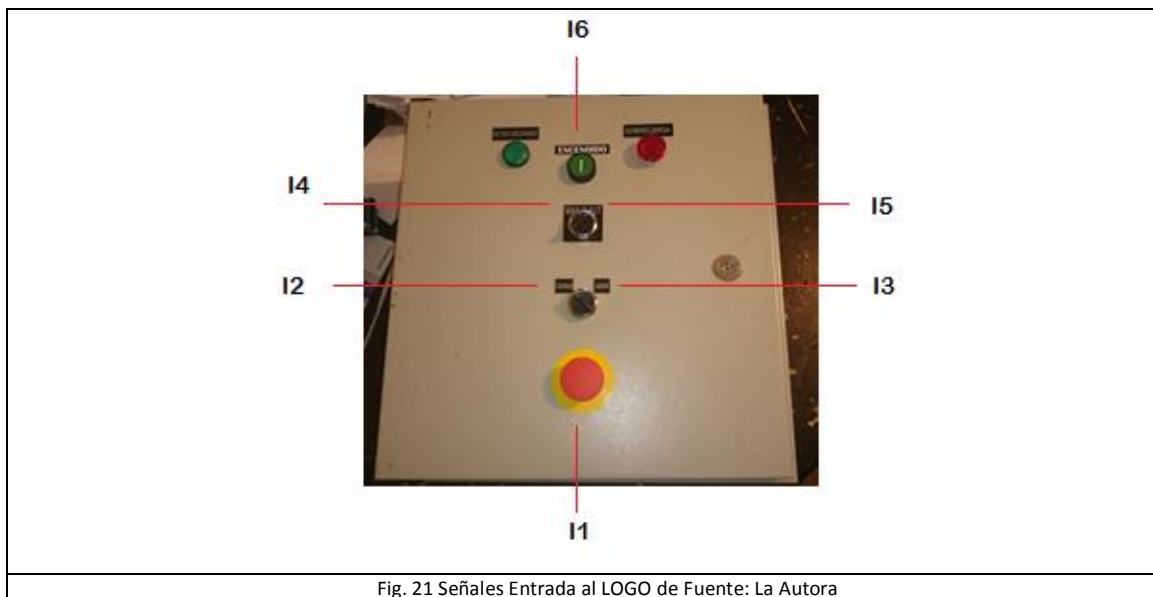


Fig. 21 Señales Entrada al LOGO de Fuente: La Autora

Para la implementación del circuito de potencia se emplea como elemento de protección un guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1011-1K10 para carga trifásica, el cual posee contactos auxiliares conectados a una lámpara que indica SOBRECARGA como protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos así como en casos de falta de fase, se conecta de forma directa a la red eléctrica L1, L2 y L3 y por otra parte T1, T2 y T3 configurados como salidas hacia los contactores para hacer la inversión de giro del motor controlados por el LOGO por medio de sus salidas Q1 y Q2 y la Salida Q3 conectada a una lámpara de color verde que indica el encendido automático del módulo.

Los bornes de los motores trifásicos están marcados de tal manera, que el orden alfabético de la denominación de bornes U, V, W, coincide con el orden cronológico si el motor gira hacia la derecha. Esta regla es válida para todas las máquinas, cualquiera que sea su potencia y su tensión. Se consigue invertir el sentido de giro, intercambiando la conexión de dos conductores de fase. Antes de poner en marcha el motor se debió revisar la conexión y el sentido de giro.

El Sensor de nivel posee tres electrodos los cuales se ubicaron en el nivel superior, inferior y de referencia, el electrodo de referencia ER siempre debe encontrarse en la base del reservorio de agua para que el sistema funcione correctamente, el electrodo del nivel inferior envía al sensor de nivel la señal de ausencia de agua para que se accione una salida del LOGO accionando el funcionamiento de un contactor con el giro del motor en un sentido y se produzca la apertura de la válvula, y el electrodo de nivel superior ES envía al sensor de nivel la señal de presencia de agua accionando el funcionamiento del segundo contactor con el giro del motor en el sentido que cierra la válvula, el sensor SIRIUS fue alimentado por los pines A1 y A2 con un voltaje de 220 VCA.

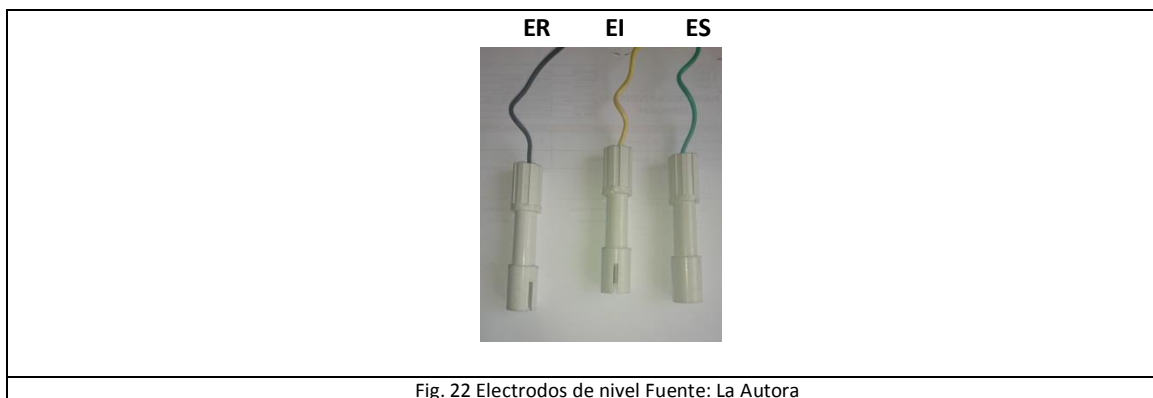


Fig. 22 Electrodo de nivel Fuente: La Autora



Fig. 23 Sensor de nivel SIRIUS Fuente: La Autora

En la Figura 41, se observa la disposición del módulo implementado en su totalidad

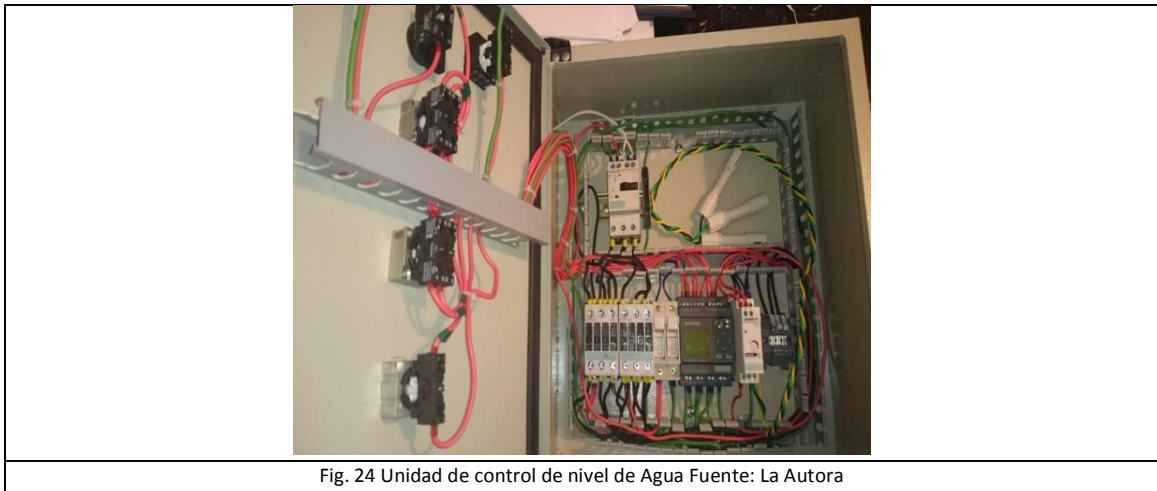


Fig. 24 Unidad de control de nivel de Agua Fuente: La Autora

### 5.2.2 Construcción Unidad de control de motor automatizado para distribución de agua

El listado de componentes empleados para el montaje de la unidad fue el siguiente:

CANTIDAD	COMPONENTE
1	PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200
1	SENSOR ÓPTICO OMRON E3H-DS5B13
3	FUSIBLE CAMSCO RS14-20
2	CONTACTOR LS MC-12B
1	GUARDAMOTOR MOELLER ZM-10-PK22
2	TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO PET-010
1	CABLE PROFINET INDUSTRIAL ETHERNET
1	SELECTOR DE POSICIÓN
2	LAMPARAS VERDE (1) ROJAS (2)
4	PULSADORES MARCHA, RESET, APERTURA Y CIERRE MANUAL
	CABLE

Tabla 3. Componentes Unidad control de motor

Para la construcción de la unidad de control de motor automatizado para distribución de Agua se utilizó como elemento principal de control un PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200, se alimenta con 220 VCA, este toma la señal que entrega el sensor óptico OMRON E3H-DS5B13 para verificación del proceso de apertura o cierre de distribución de agua, dicho sensor se alimenta por con un voltaje de 24 VCD del PLC.

Las entradas que se conectan al PLC se detallan a continuación:

- ENTRADA I 0.0: PULSADOR CERRADO
- ENTRADA I 0.1: PULSADOR RESET
- ENTRADA I 0.2: SELECTOR EN AUTOMÁTICO
- ENTRADA I 0.3: SELECTOR EN MANUAL
- ENTRADA I 0.4: PULSADOR ENCENDIDO AUTOMÁTICO
- ENTRADA I 0.5: PULSADOR APERTURA
- ENTRADA I 0.6: TEMPORIZADOR CIERRE
- ENTRADA I 0.7: TEMPORIZADOR APERTURA
- ENTRADA I 1.0: SENSOR OPTICO
- ENTRADA I 1.1: NOTIFICACION GSM APERTURA
- ENTRADA I 1.2: NOTIFICACION GSM CIERRE
- ENTRADA I 1.3: NOTIFICACIÓN ESTADO

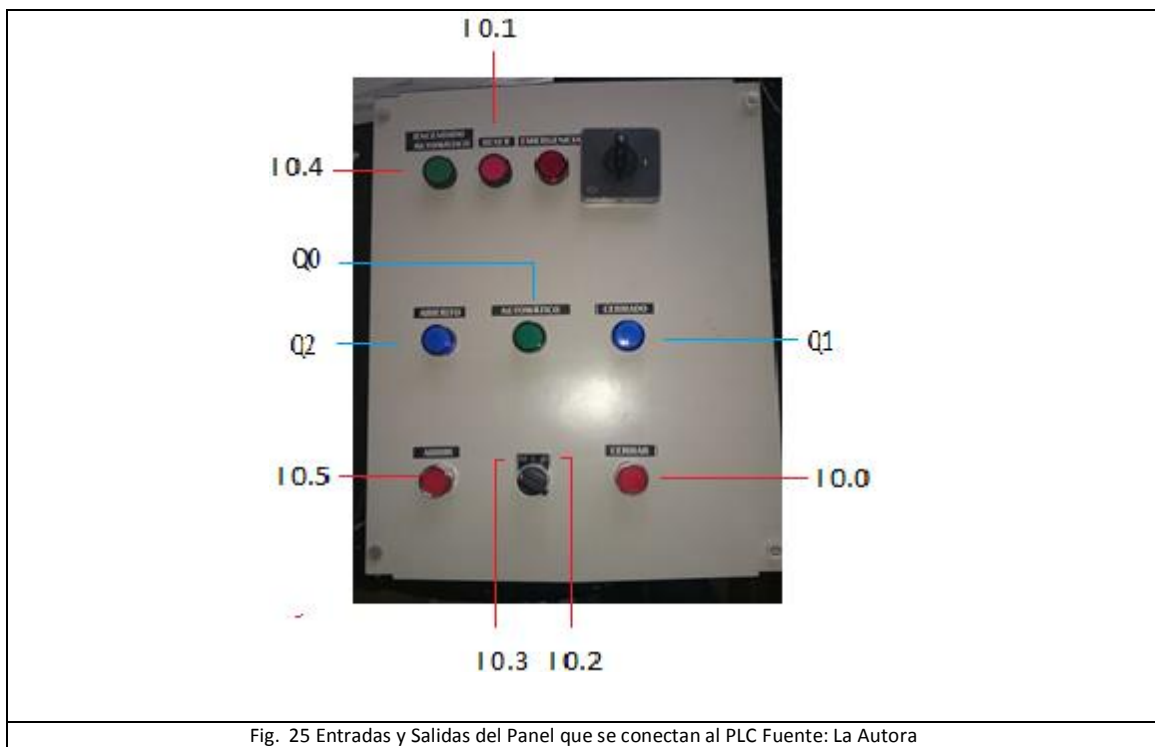
Para el ingreso de señales al PLC se tiene el pulsador RESET cuya función es tomar un punto de partida o encendido para el mantenimiento e inicio de operación del módulo, el pulsador de ENCENDIDO AUTOMÁTICO permite iniciar las acciones que cumple el programa del PLC, Por medio del selector en el modo MANUAL podemos utilizar los pulsadores de APERTURA y CIERRE en caso de que el operador requiera operarlo en el sitio, por otro lado con el selector en modo AUTOMÁTICO el PLC toma señales de los 2 temporizadores electrónico PET-010 para cierre y apertura como instrumento Back up en casos especiales, notificaciones móviles GSM con instrucciones de apertura o cierre que se exponen en detalle en la sección 5.2.3 y el Sensor Óptico para verificar el estado físico del proceso de apertura o cierre de distribución de agua.

Las salidas que se conectan al PLC se detallan a continuación:

- SALIDA Q0: LAMPARA VERDE AUTOMÁTICO
- SALIDA Q1: LAMPARA AZUL CERRADO
- SALIDA Q2: LAMPARA AZUL ABIERTO
- SALIDA Q3: CONTACTOR CERRADO
- SALIDA Q4: CONTACTOR APERTURA
- SALIDA Q5: ESTADO ABIERTO SHIELD GSM
- SALIDA Q6: ESTADO CERRADO SHIELD GSM

Para la implementación del circuito de potencia se emplea como elemento de protección un guardamotor MOELLER ZM-10-PKZ2 para carga trifásica, el cual posee contactos auxiliares conectados a una lámpara que indica EMERGENCIA como protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos así como en casos frente a falta de fase, se conecta de forma directa a la red eléctrica L1, L2 y L3 y por otra parte T1, T2 y T3 configurados como salidas hacia los contactores de cerrado y apertura, para realizar la inversión de giro del motor que se encuentran controlados por el PLC en sus salida Q3 y Q4, los bornes de los motores trifásicos están marcados de tal manera, que el orden alfabético de la denominación de bornes U, V, W, coincide con el orden cronológico si el motor gira hacia la derecha. Se consigue invertir el sentido de giro, intercambiando la conexión de dos conductores de fase. Antes de poner en marcha el motor se debió revisar la conexión y el sentido de giro.

La salida del PLC Q0 conectada a una lámpara de color verde, indica el funcionamiento automático del módulo, salidas Q1 y Q2 conectadas a las lámpara de color azul que indican el estado de la válvula sea este ABIERTO o CERRADO, las salidas Q5 y Q6 conectadas al Shield GSM de Arduino, son las encargadas de informar el estado de las lámparas azules y enviar al usuario la notificación del estado actual de la válvula de distribución.



En la figura 26, se observa la disposición de la unidad de control de motor automática para distribución de agua de riego implementado.



Fig. 26 Módulo de control de motor Fuente: La Autora

### 5.2.3 Construcción de la Unidad de control y monitoreo GSM

Para la construcción y montaje de la Unidad de control y monitoreo GSM fueron necesarios los siguientes componentes:

CANTIDAD	COMPONENTE
1	TARJETA ARDUINO UNO
1	SHIELD DE ARDUINO GSM/GPRS QUECTEL M10 SIM700
1	REGULADOR DE VOLTAJE CON VOLTÍMETRO
3	RESISTENCIAS 4.7k $\Omega$
3	TRANSISTORES TIP 142

Tabla 4. Lista de componentes Unidad de control y monitoreo GSM

Para la construcción y montaje de la Unidad de control y monitoreo GSM se empleó una Tarjeta electrónica de hardware y software libre programada en base a lenguaje C y en conjunto con un Shield GSM para enviar y recibir mensajes SMS que son requerimientos y notificaciones para el usuario. La comunicación se logra por medio de mensajes de texto que en la tarjeta o el Shield GSM se interpreta por medio de comandos AT y se realiza el procesamiento de caracteres.

El objetivo de la comunicación GSM es que a partir de un mensaje de texto enviado desde cualquier usuario poder generar una señal discreta y enviarla al PLC formando parte de sus entradas para realizar un control y por otra parte las salidas que genere el PLC enviarlas a la tarjeta electrónica GSM para posteriormente hacer el envío de un mensaje de texto.

Es muy importante tomar en cuenta que no se puede conectar directamente el PLC con la tarjeta Arduino, ya que los niveles de voltaje son 24VDC Y 5VDC respectivamente, por lo que se diseñó una interfaz electrónica estándar de acoplamiento a base de transistores que permiten realizar el cambio de niveles de voltajes para que ingrese al PLC.



Fig 27. Interfaz electrónica estándar acoplada a Shield GSM y Arduino Uno Fuente: La Autora

Para alimentar a la tarjeta Arduino se necesita de un voltaje de corriente directa entre 5VDC Y 9VDC, se utilizó un regulador de voltaje con voltímetro al cual ingresan 24V provenientes del PLC y se obtiene un valor en el rango mencionado.



Fig. 28 Alimentación para unidad de control y monitoreo Arduino Fuente: La Autora

## 5.2.4 Construcción de Unidad para alerta de ausencia de energía eléctrica

El listado de componentes empleados es el siguiente:

CANTIDAD	COMPONENTE
6	CAPACITORES ELECTROLÍTICOS DE 15000 $\mu$ F VOLTAJE DE 25V.
1	RESISTENCIA DE POTENCIA 100 $\Omega$ 10W
1	FUENTE DE ALIMENTACION 5V

Tabla 5. Componentes Unidad para alerta de ausencia de energía eléctrica

Es muy importante efectuar un manejo de notificaciones de emergencia por medio de la red GSM en caso de presentarse cortes de energía eléctrica para evitar el desperdicio de recurso hídrico y evitar desabastecimientos, se diseñó una placa electrónica que está compuesta principalmente de condensadores electrolíticos cuya función almacenar voltaje para en caso de un corte de energía eléctrica entren en proceso de descarga alimentando a la tarjeta electrónica Arduino por un tiempo aproximado de 10s, tiempo suficiente para que el Shield GSM haga el envío de un último mensaje que indique la ausencia de energía en la red, para enviar este mensaje de texto se requiere de 400mA.

La señal digital que ingresa a la tarjeta Arduino está dado por un Regulador de voltaje de 220VCA A 5VDC, este voltaje ingresa de forma permanente a un pin digital de la tarjeta Arduino y al momento de presentarse un corte de energía el Shield GSM deja de tener esa señal y su programa interno realiza el envío del mensaje de notificación.



Fig. 29 Tarjeta de Alerta de ausencia de energía eléctrica Fuente: La Autora

### 5.2.5 Configuración Unidad de control de nivel de Agua automatizado para Reservorio

Para la configuración del módulo inteligente LOGO se utilizó la interfaz gráfica del software LOGO! SOFT COMFORT V7.0.30 [26]

El sistema cuenta con 7 entradas que ingresan al LOGO y fueron representadas por interruptores que se encuentran configurados de la siguiente manera:

**Inicio:** al presionar este botón se inicializó el sistema para lo cual se configuró el encendido de la lámpara de color verde, salida denominada LAMPARA INICIO.

**Automático:** para hacer que el sistema funcione en modo automático debe previamente haberse inicializado el sistema y setear AUTOMÁTICO, fue configurado además para que el selector de Abrir o Cerrar manual no funcionará mientras se encuentre en modo automático.

**Sensor:** el sensor de nivel detectará dos estados: nivel alto y nivel bajo, cuando el sensor envía una señal al LOGO de nivel bajo es decir que el reservorio se encuentra en su nivel mínimo, se activó el contactor que hace girar el motor por un determinado tiempo y permitir el ingreso de agua al reservorio, en caso de que el sensor envíe una señal al LOGO de nivel alto es decir que el reservorio se encuentra en su nivel máximo, se activó el contactor que hace girar el motor por un determinado tiempo para cerrar el paso de agua al reservorio. Se controla que se realicen los procesos de carga y cierre de agua al reservorio para que se realice de forma secuencial.

**Manual:** para hacer que el sistema funcione en modo manual debe previamente haberse inicializado el sistema y setear MANUAL .

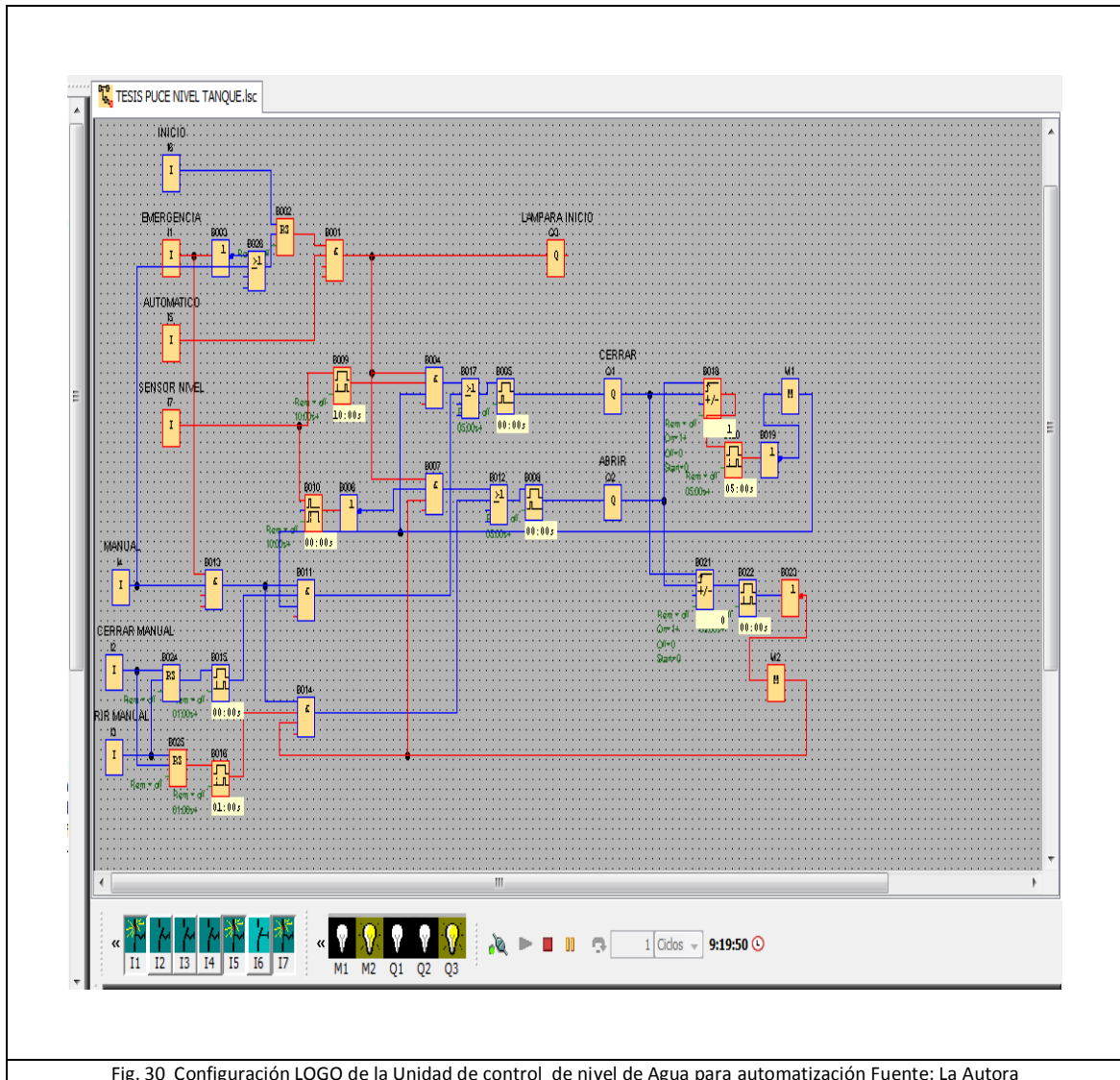
**Abril Manual:** al setear ABRIR MANUAL previamente se configuró que se encuentre inicializado el sistema, y seleccionado MANUAL, ya que si se selecciona la opción de Abrir manual y se encuentra el selector en automático, estaría existiendo una contradicción física y podría causar fallos en el sistema.

Luego de realizado este control se activó automáticamente el proceso de detección que realiza SENSOR para carga y cierre de agua al reservorio descrito anteriormente.

**Cerrar Manual:** al setear CERRAR MANUAL previamente se configuró que se encuentre inicializado el sistema, y seleccionado MANUAL, ya que si se selecciona la opción de Cerrar manual y se encuentra el selector en automático, estaría existiendo una contradicción física y podría causar fallos en el sistema.

Luego de realizado este control se activó automáticamente el proceso de detección que realiza SENSOR para carga y cierre de agua al reservorio descrito anteriormente.

**Emergencia:** el botón de Emergencia fue configurado para que el sistema deje de operar, se debe tomar en cuenta que no se podrá volver a encender el equipo si no se desactiva el botón de emergencia. En caso de que el tablero deje de funcionar se encenderá la lámpara de sobrecarga de color rojo.



### 5.2.6 Configuración Unidad de control de motor automatizada para distribución de agua

Para la configuración del controlador lógico programable PLC se utilizó la interfaz gráfica del software TIA PORTAL V13 Totally Integrated Automation Portal V13 [27], por su interfaz intuitiva y fácil de usar, implica siempre un ahorro de tiempo, costos y esfuerzos, cuenta con funciones simples, y su completa transparencia de datos la etapa de

diseño, puesta en marcha, operación, mantenimiento y hasta la actualización de soluciones de automatización.

El desarrollo de la configuración de la unidad de control automática del motor que activa la distribución de agua a los usuarios fue dividido en segmentos para su organización cuya funcionalidad se detalla por segmentos a continuación:

### Segmento 1: INICIO DEL SISTEMA EN MODO AUTOMÁTICO

Cuando el Selector se encuentre en Estado Automático y presione el botón inicio, entrará en funcionamiento automático el proceso que controla el motor, además encendiendo la lámpara de color verde que indica que el proceso está en marcha.

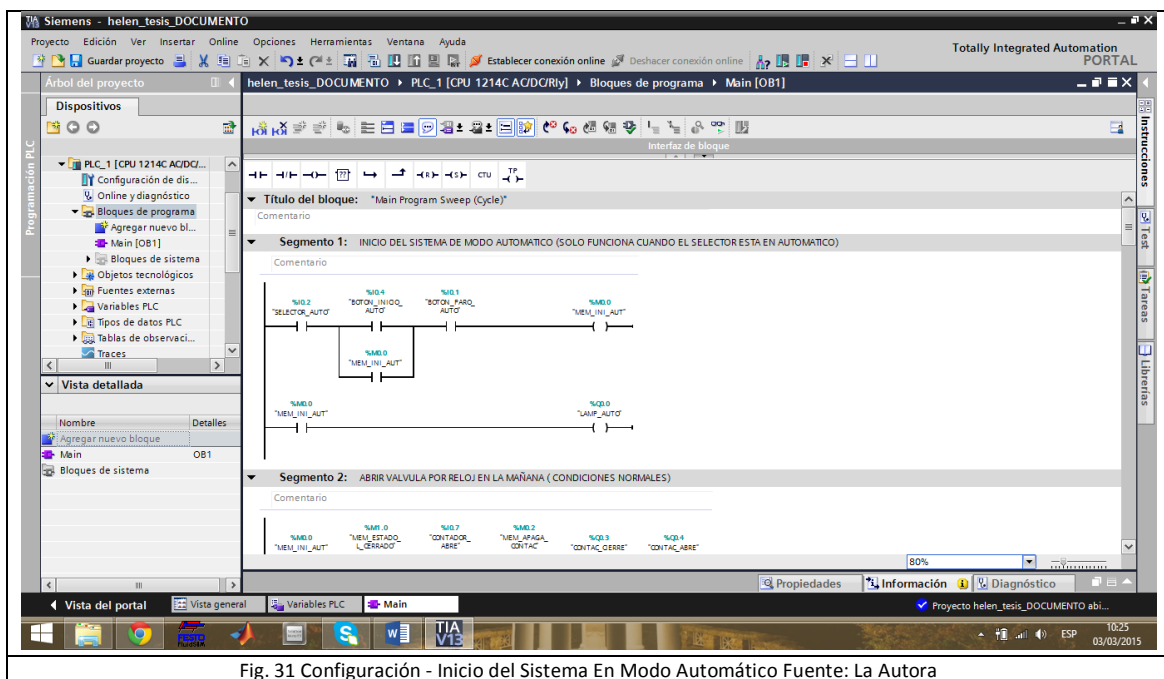


Fig. 31 Configuración - Inicio del Sistema En Modo Automático Fuente: La Autora

### Segmento 2: ABRIR VALVULA POR CONTADOR O POR SMS

Para poder activar el contactor de apertura de la válvula, se necesitó saber cuál fue su estado anterior, es decir si la válvula estuvo cerrada o abierta (M 1.0), para no repetir el proceso dos veces, una vez hecho este control esperamos la señal del contador horario de apertura o un mensaje de texto que por medio de la tarjeta Arduino activó una señal de entrada discreta al PLC, cumpliendo con estas especificaciones se logró la apertura de la válvula. Cabe recalcar que tanto para la apertura como cierre de la válvula es necesario un control que indique que los contactores de apertura y cierre solo pueden activarse uno a la vez.

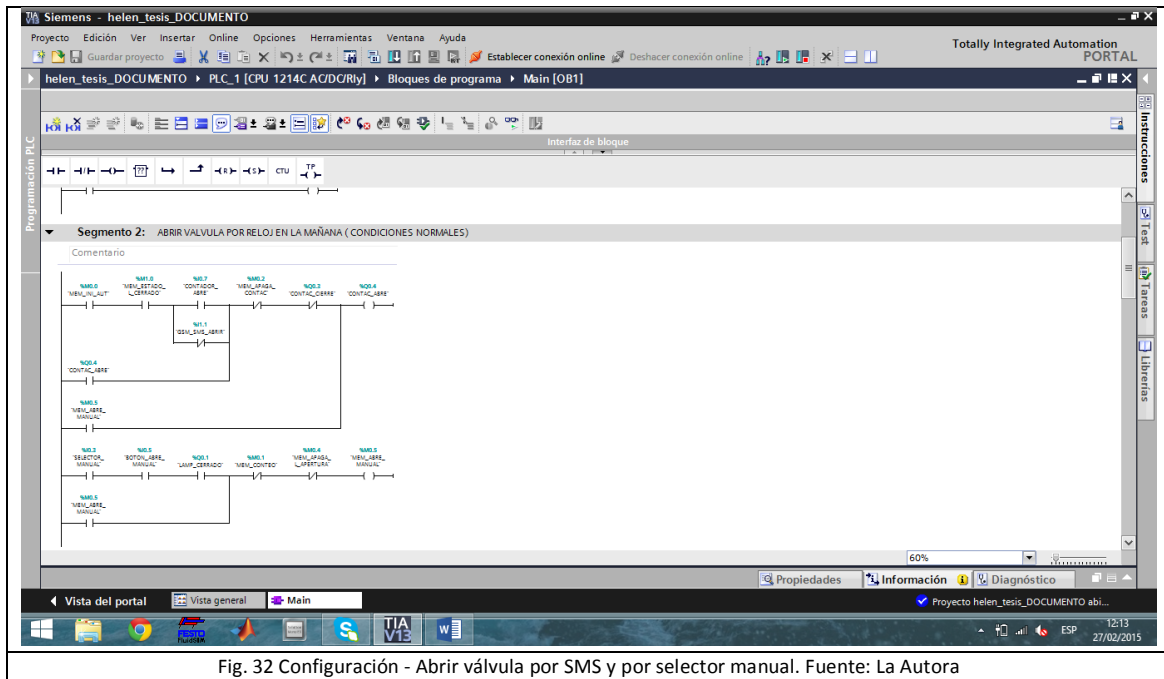


Fig. 32 Configuración - Abrir válvula por SMS y por selector manual. Fuente: La Autora

### Segmento 3: CONTROL DE LAMPARAS ABIERTO Y CERRADO- CONTROL DE SENSOR

Las lámparas de estado de apertura y cierre no deben activarse inmediatamente que se envía la señal a las contactores sino después de que se cumplieron con el número correcto de vueltas del volante de la válvula, esto lo hace un sensor óptico el cual cuenta las vueltas de recorrido de la válvula, el control esta realizado por un bloque contador ascendente que detecta la señal enviada por el sensor óptico después de un número determinado de detecciones, al igualarse el número de vueltas contado con el valor seteado activa una salida discreta que indica los extremos del recorrido de la válvula, siendo esta señal de gran importancia ya que es la encargada de desactivar el giro del motor independientemente del sentido que lleve (M0.1)

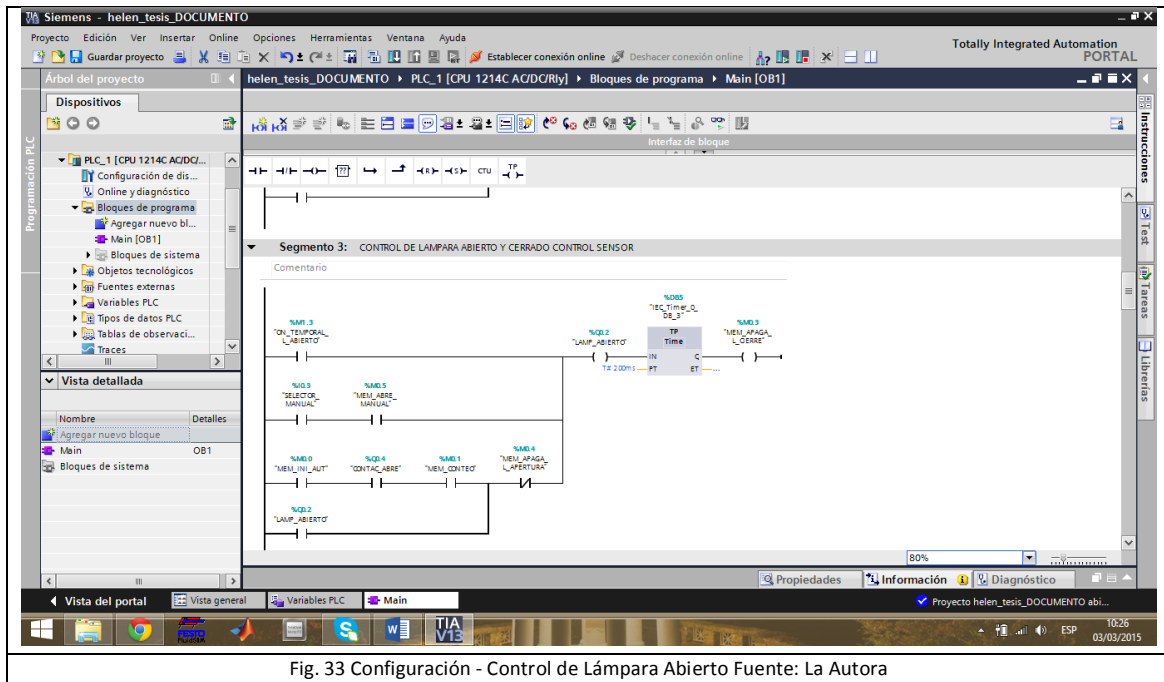


Fig. 33 Configuración - Control de Lámpara Abierto Fuente: La Autora

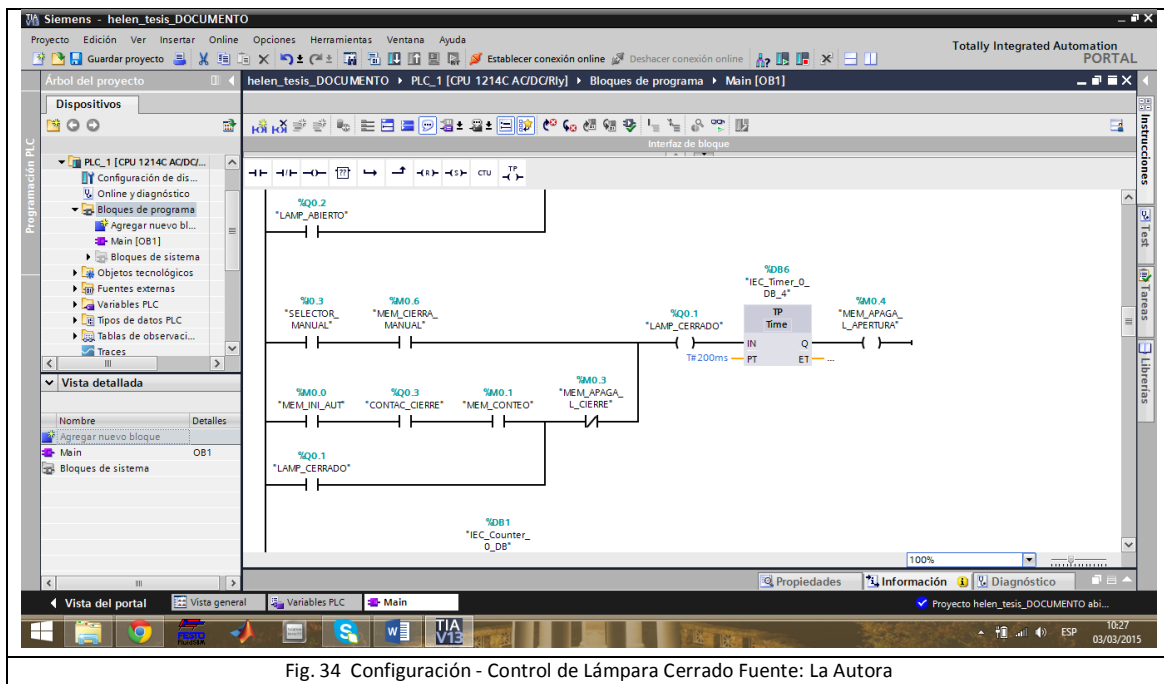


Fig. 34 Configuración - Control de Lámpara Cerrado Fuente: La Autora

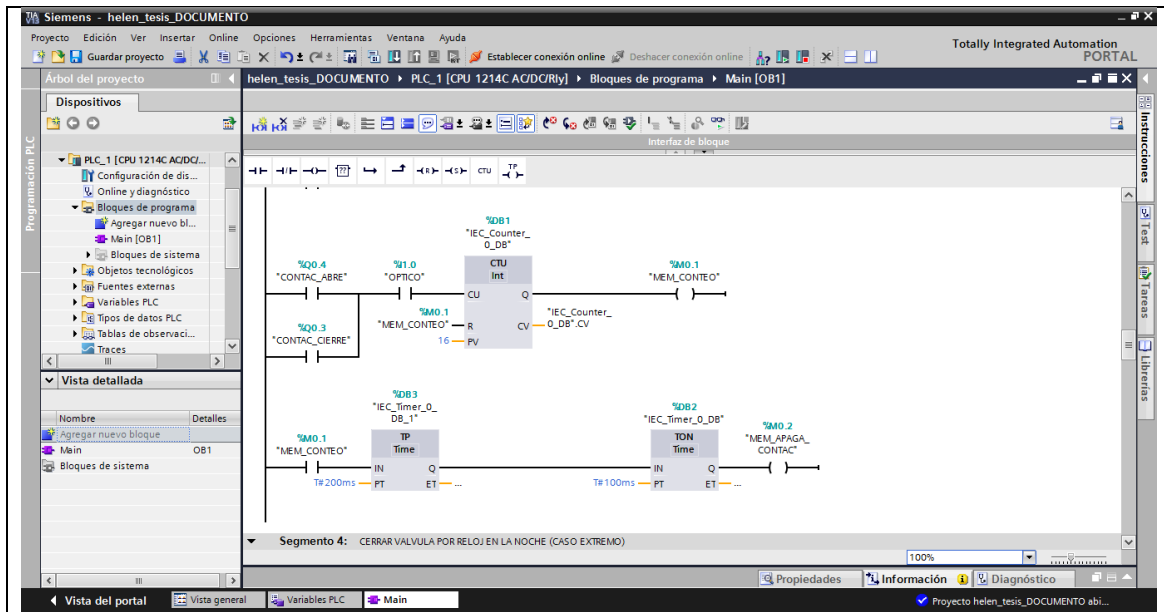


Fig. 35 Configuración - Control de conteo de sensor Fuente: La Autora

### Segmento 4: CERRAR VALVULA POR CONTADOR O POR SMS

Para poder activar el contactor de cierre de la válvula, se necesitó saber cuál fue su estado anterior, es decir si la válvula estuvo cerrada o abierta (M 1.0), para no repetir el proceso dos veces, una vez hecho este control esperamos la señal del contador horario de cierre o un mensaje de texto que por medio de la tarjeta Arduino activó una señal de entrada discreta al PLC, cumpliendo con estas especificaciones se logró realizar el cierre de la válvula.

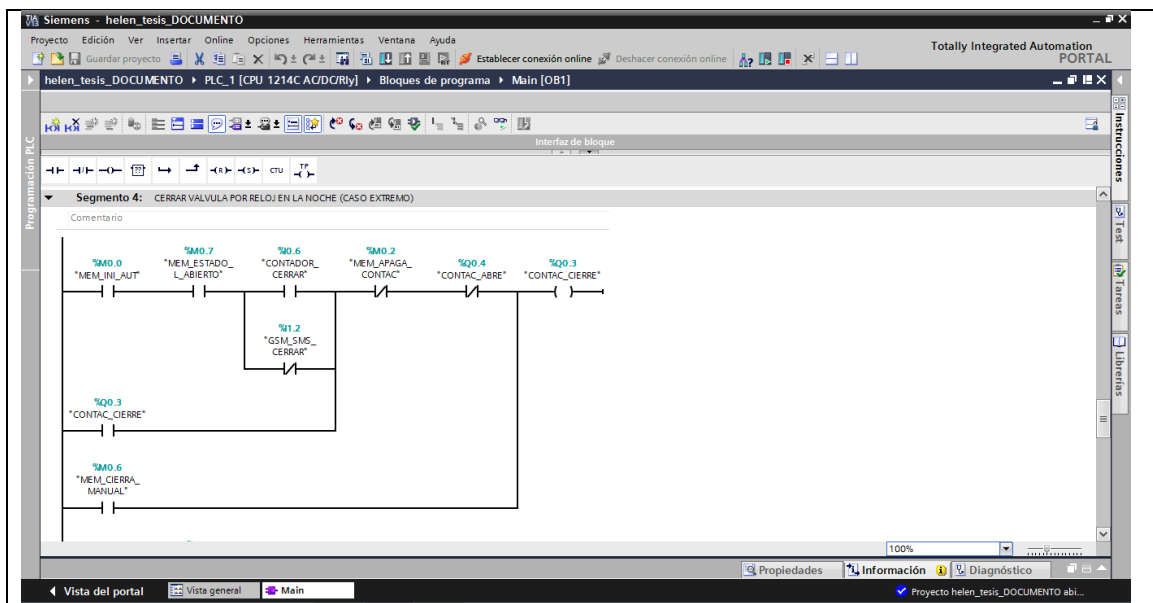


Fig. 36 Configuración – Control Cerrar válvula por contador o por SMS. Fuente: La Autora



## Segmento 6: SOLICITUD DE ESTADO DE LA VALVULA

Se describe cómo se realizó la solicitud del estado actual de la válvula cuando se hace una petición al sistema usando la red GSM.

Al enviar un mensaje al sistema automático con la letra E, se adquiere información del PLC que tiene que ver con el estado actual de la válvula, el PLC envía una señal de respuesta al requerimiento por medio de una salida digital conectada a una interfaz de acoplamiento electrónico a una tarjeta Arduino con un Shield GSM, el cual detecta la señal antes mencionada y realiza el envío de un mensaje de texto en respuesta del requerimiento hecho por el usuario operador del sistema.

En el software de programación del PLC la señal que indica el estado de la válvula son las lámparas azules de apertura o cierre, y es así como se determina la señal de salida física del PLC que recibirá la tarjeta Arduino por una entrada diferente a realizar un proceso de envío de notificación a uno o varios números de los usuarios.

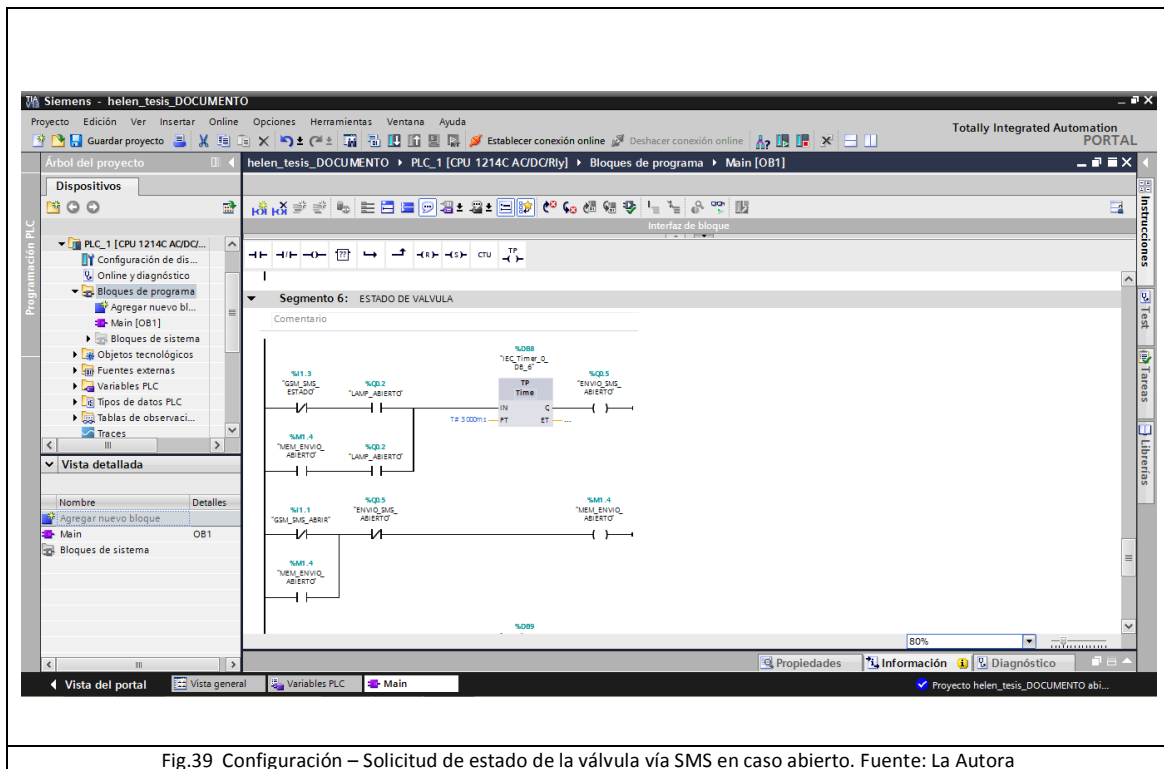


Fig.39 Configuración – Solicitud de estado de la válvula vía SMS en caso abierto. Fuente: La Autora

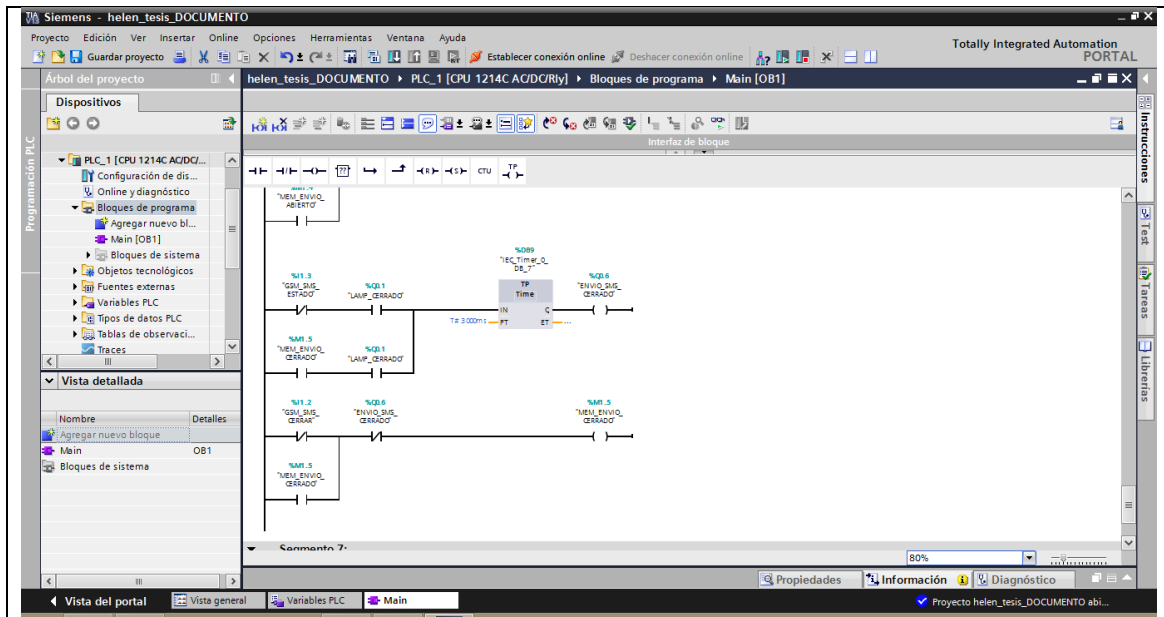


Fig. 40 Configuración – Solicitud de estado de la válvula vía SMS en caso cerrado. Fuente: La Autora

## 5.2.7 Programación de la Unidad de control y monitoreo GSM

La programación del cerebro del sistema, la Unidad de control y monitoreo GSM fue realizada empleando la pantalla IDE para Arduino, las secciones programadas son descritas a continuación:

En esta sección se inicializó la librería GSM, y se realizó la declaración de los pines que serán utilizados como entradas: las variables plc5 y plc6 son las señales provenientes del PLC que ingresan al Shield GSM e indican si la válvula se encuentra abierta o cerrada correspondientemente, la variable noluz es la entrada que proviene de la fuente de alimentación a 5 V que detecta la ausencia de luz que ingresa también al Shield GSM.



Fig. 41 Inicio de librería GSM, declaración de los pines Fuente: La Autora

En esta sección se realizó la declaración de los pines que fueron utilizadas como entradas y salidas, se destinaron para entradas los pines (10,11,12) del Arduino y los pines (4,5,6) como salidas.



```
ReceveSMS_PARA_UNIR_esp...
while(notConnected)
{
  if(gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY)
    notConnected = false;
  else
  {
    Serial.println("Not connected");
    delay(1000);
  }
}

Serial.println("GSM initialized");
Serial.println("Waiting for messages");
pinMode(plc5, INPUT);
pinMode(plc6, INPUT);
pinMode(molus, INPUT);
pinMode(4, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
}

void loop()
{
  plc5=digitalRead(10);
  plc6=digitalRead(11);
  molus=digitalRead(12);
  //// recibe señal del plc que esta la valvula abierta
  if (plc5==LOW){
  <
```

Guardado Terminado

Fig. 42 Declaración de los pines entradas y salidas Fuente: La Autora

### 5.2.7.1 Monitoreo del Sistema vía GSM:

A fin de que el sistema permita realizar el monitoreo remoto vía red GSM y el usuario operador pueda saber en cualquier lugar cuál el estado en tiempo real del sistema se realizó la siguiente programación:

A la variable plc5 y plc6 se asignó la señal de estado actual de válvula que proviene del PLC. Si la señal plc6 se encuentra en bajo el usuario recibirá un SMS que indique VALVULA ABIERTA y en su defecto si la señal en bajo ingresa a la variable plc6 significa que la válvula se encuentra cerrada y se notificará al usuario con un SMS de VALVULA CERRADA.

Se realizó la configuración del número telefónico al cual se requiere transmitir la información del estado actual de la válvula de distribución.



Fig. 43 Programación de etapa de monitoreo del sistema vía GSM. Fuente: La Autora

### 5.2.7.2 Control GSM del sistema de distribución de agua

A fin de poder realizar el control automático del sistema de distribución de agua por medio de la red GSM se realizó la siguiente configuración:

Si el usuario operador envía un SMS con la letra A, se detectará una señal en el pin N°4 del Arduino, esta señal será ingresada al PLC para ordenar al sistema hacer girar el motor en un sentido a fin de abrir la válvula de distribución y en caso de que el usuario envíe un SMS con la letra C, se detectará una señal en alto en el pin N°5 del Arduino, y esta señal será ingresada al PLC para ordenar al sistema hacer girar el motor en sentido contrario a fin de cerrar la válvula de distribución luego de realizar la acción de control de A o C para abrir o cerrar el sistema devolverá un mensaje de texto indicando que se realizó la acción solicitada.

En caso de requerir saber cual es el estado actual de la válvula a fin de realizar una acción de control de apertura o cierre, el usuario hará un requerimiento vía SMS con la letra E, señal que ingresa al PLC para ser verificada, con lo cual el sistema responderá por los pines p15 o p16 con el estado en el que se encuentre.



### 5.3 Pruebas de Funcionamiento del Sistema

Las pruebas se realizaron para verificar el buen funcionamiento de Prototipo para Control y Monitoreo de Reservorios de Agua basada en comunicación móvil; esto incluye: Verificación de la Unidad de Control de nivel de agua, Unidad de control de motor automatizado para distribución de Agua, finalmente control y monitoreo empleando comunicación móvil.

Las pruebas fueron realizadas en el Reservoirio N°64 del Sistema de Riego Chambo - Guano, se encuentra ubicado en la parroquia San Luis, del Cantón Riobamba y forma parte una red de Reservorios del Sistema de Riego Chambo–Guano, el proyecto de riego más importante de la provincia de Chimborazo, el sistema prototipo realiza el control de los procesos de carga de agua en el reservorio de 7000 m<sup>3</sup> y su distribución a 200 ha. de terrenos de 717 usuarios que basan su desarrollo en las actividades agrícolas.

#### 5.3.1 Pruebas de Funcionamiento Unidad de Control de nivel de agua

Para verificar el funcionamiento de la Unidad que basa su funcionamiento en la información proporcionada por los electrodos del detector de nivel para controlar el volumen de agua que ingresa al reservorio a través de la apertura o cierre de una compuerta, se realizó el siguiente procedimiento tomando en cuenta la siguiente disposición en el módulo de control:

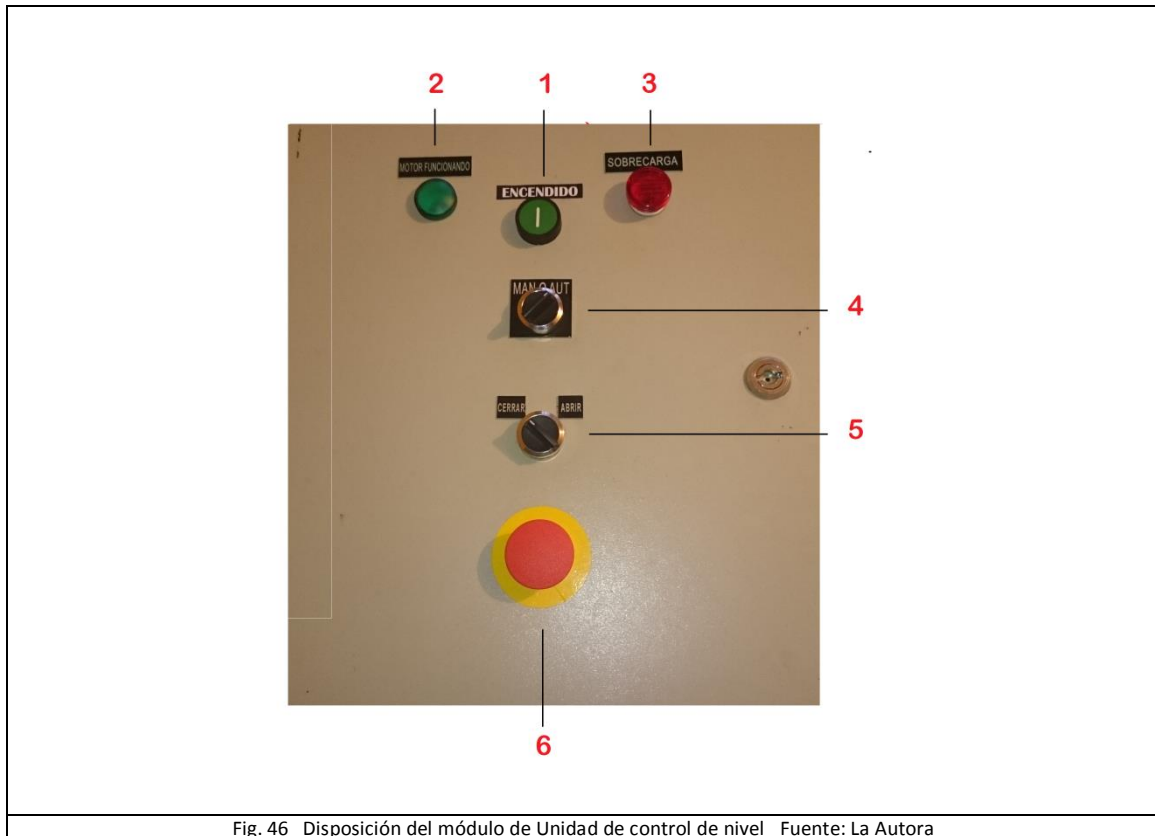


Fig. 46 Disposición del módulo de Unidad de control de nivel Fuente: La Autora

1. BOTÓN DE ENCENDIDO AUTOMATICO
2. LÁMPARA DE FUNCIONAMIENTO
3. LÁMPARA DE FALLA DEL SISTEMA
4. SELECTOR MANUAL O AUTOMÁTICO
5. SELECTOR ABRIR O CERRAR COMPUERTA
6. BOTÓN DE EMERGENCIA

1. Se seleccionó la opción de operación, se tiene dos opciones: Manual y Automático (pieza 4).

2. Se seleccionó la opción manual en primera instancia. El moduló permite en este caso abrir o cerrar la compuerta utilizando el selector compuerta (pieza 5).

3. Si se selecciona la opción de operación automática (pieza 4). Se pulsa el botón de encendido (pieza 1), se observa la activación de la lámpara de color verde que indica que el sistema ha entrado en funcionamiento (pieza 2). Se observó que entra en funcionamiento la detección de los electrodos del relé de nivel de forma adecuada, el Modulo lógico LOGO recibió la señal que determina en qué nivel se encuentra el agua, para realizar el cierre y apertura de la compuerta según su estado.

#### *Consideraciones verificadas:*

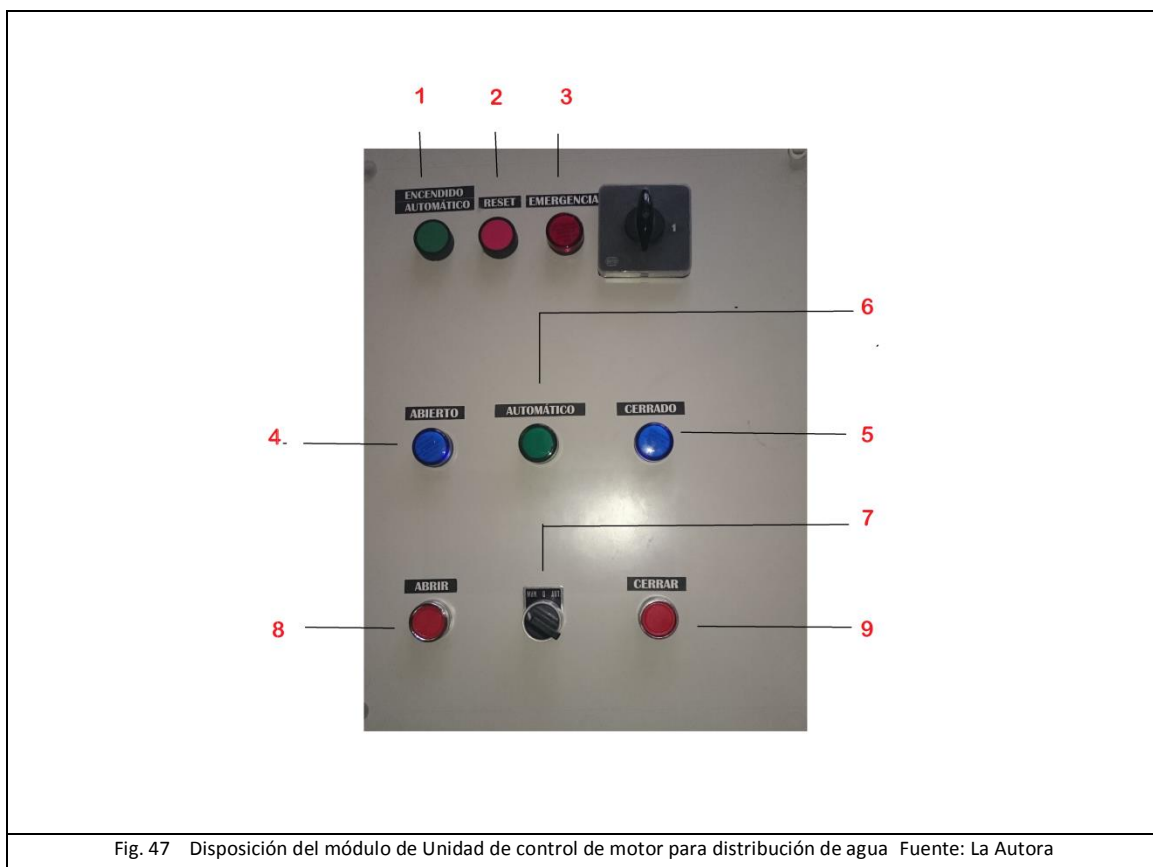
- Antes de realizar cualquier maniobra los selectores (piezas 4 y 5) debe verificarse que estén en posición central.
- Si llegará por motivos de fuerza mayor presentarse una sobrecarga o cortocircuito, el tablero de control deja de funcionar, se realizó una prueba de apagado forzado, produciéndose el encendido de la lámpara de color rojo (pieza 3).
- No se pudo encender el módulo al encontrarse activado el botón de falla del sistema (pieza 6).
- El selector de abrir o cerrar (pieza 5) no recibe señales mientras se encuentre activado el modo automático.

### **5.3.2 Pruebas de Funcionamiento Unidad de control de motor automatizado para distribución de agua**

Para verificar el funcionamiento de la Unidad que basa su funcionamiento en la información proporcionada por el sensor óptico para controlar el número de vueltas que determina la

apertura o cierre de una compuerta para la distribución de agua, se realizó el siguiente procedimiento tomando en cuenta la siguiente disposición en el módulo de control:

1. BOTÓN DE ENCENDIDO AUTOMATICO
2. BOTÓN RESET
3. LÁMPARA DE EMERGENCIA
4. LÁMPARA ABIERTO
5. LÁMPARA CERRADO
6. LÁMPARA FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO
7. SELECTOR MANUAL O AUTOMÁTICO
8. ABRIR MANUAL
9. CERRAR MANUAL



1. Se presiona el botón Reset (pieza 2) para poder poner a punto las características físicas iniciales detectadas.
2. Del selector de operación, Manual y Automático (pieza 7), se seleccionó la opción manual en primera instancia en donde el moduló permite abrir o cerrar la válvula de distribución

utilizando los botones abrir (pieza 8) o cerrar (pieza 9), en función a la detección física indicada por las lámparas de abierto y cerrado (pieza 4 y 5) respectivamente.

5. En la opción de operación automática (pieza 7), para el funcionamiento automático del sistema, se pulsa el botón de encendido (pieza 1), se observa la activación de la lámpara de color verde (pieza 6), se verificó que la detección de señal de conteo de vueltas del sensor óptico se realiza forma adecuada, el PLC recibió la señal que determina el paro del motor que accionó la apertura o cierre de la válvula de forma correcta.

*Consideraciones verificadas:*

- Si llegará por motivos de fuerza mayor presentarse una sobrecarga o cortocircuito, el tablero de control deja de funcionar, se realizó una prueba de apagado forzado, produciéndose el encendido de la lámpara de color rojo (pieza 3).
- No se pudo encender el módulo al observarse la lámpara de falla del sistema de color rojo (pieza 3) encendido
- Los botones de abrir o cerrar (piezas 8 y 9) respectivamente no recibe señales mientras se encuentre activado el modo automático.

### **5.3.3 Pruebas de control y monitoreo empleando comunicación móvil**

Estas pruebas se realizaron con el objetivo de validar el funcionamiento de la comunicación móvil entre el usuario y el módulo de distribución de Agua del sistema, se enviaron las notificaciones vía SMS de apertura (A), cierre (C), y verificación de estado actual (E), instrucciones que permitieron controlar y monitorear el módulo de distribución de agua de forma exitosa.

Posteriormente se realizaron pruebas de recepción de notificaciones de alerta por corte de energía eléctrica, en donde se pudo comprobar la detección del incidente y la recepción del mensaje de alerta en el dispositivo móvil del usuario, este utilitario del sistema es de vital importancia ya que permite evitar el desperdicio o desabastecimiento del recurso hídrico.

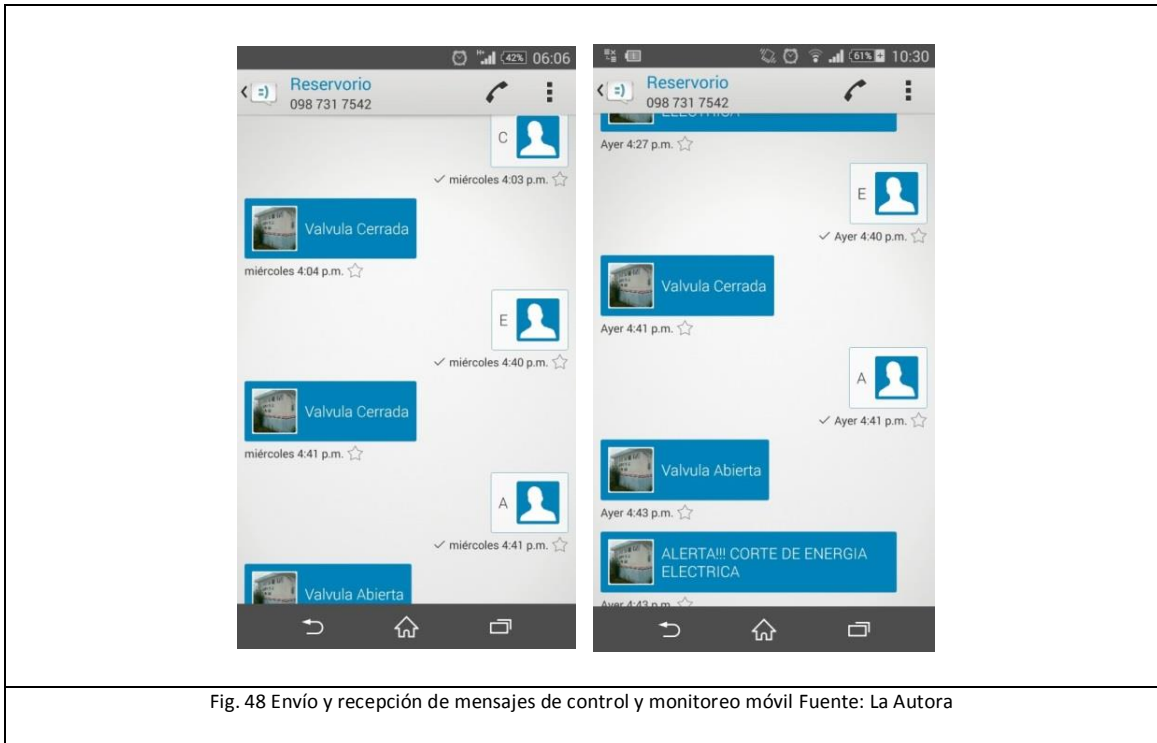


Fig. 48 Envío y recepción de mensajes de control y monitoreo móvil Fuente: La Autora

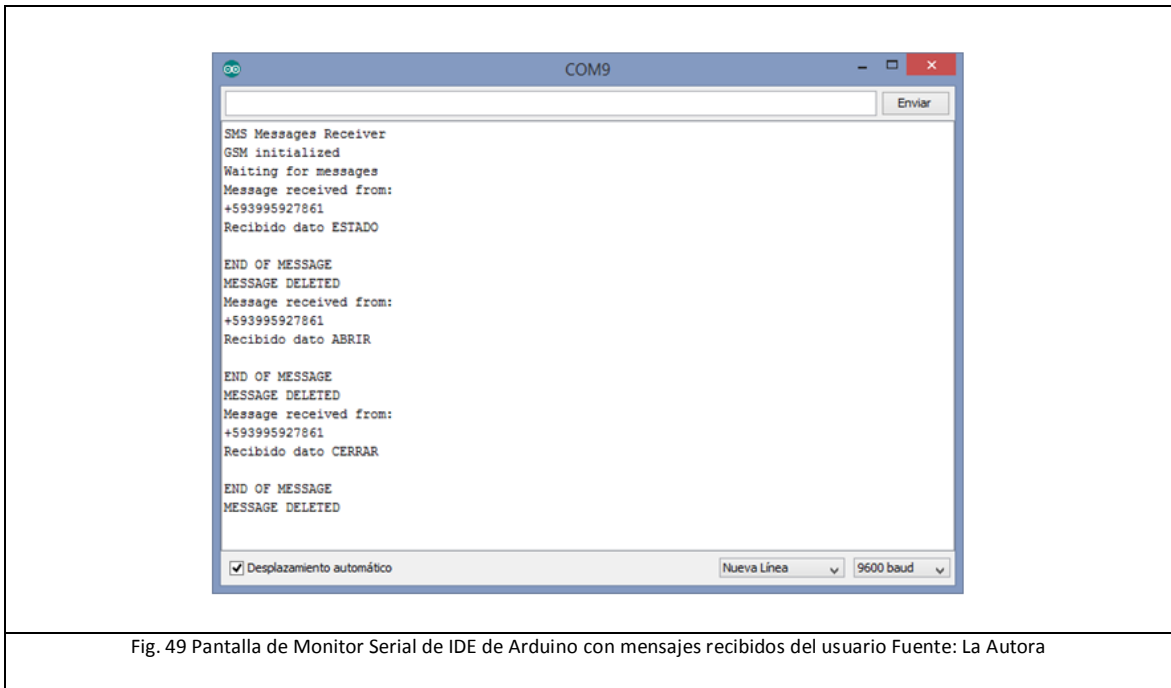


Fig. 49 Pantalla de Monitor Serial de IDE de Arduino con mensajes recibidos del usuario Fuente: La Autora

### 5.3.4 Pruebas de eficiencia del sistema en función de la optimización del recurso hídrico.

Para valorar la efectividad de las medidas adoptadas del prototipo para optimizar el uso del recurso hídrico para riego, contemplado en el objetivo de investigación, se realizó el cálculo de la pérdida de agua por evaporación en el suelo para cultivos, permitiendo desarrollar un

análisis del manejo del recurso hídrico anterior y posterior a la implementación del prototipo de control y monitoreo empleando comunicación móvil.

Mediante el cálculo de la vaporización o transpiración por los métodos de Perman (Saenz, 1995) en la superficie de pastos y cultivos irrigado por el reservorio # 64 se obtiene un valor anual de evaporación por unidad de superficie de pastos y cultivos de  $1\,174,93\text{ mm año}^{-1}$ , considerando a través de un balance hídrico entre lo que se recibe por precipitación (385,4 mm) menos lo que sale por evaporación, que las precipitaciones no logra compensar la evaporación que se genera en este territorio.

Aplicando una estimación de pérdida monetaria anual representa 54 047,01 \$ calculado para los  $2\,000\,000\text{ m}^2$  a las cuales abastece el reservorio en estudio, pero si se considera la pérdida global por los 7 restantes reservorios constituidos dentro del sistema de riego Chambo – Guano y las hectáreas a las que irriga, se obtendrá un valor mayor, considerando las diversas localizaciones en los que se encuentran los reservorios los cuales naturalmente presentan diferencias en las tasas de evaporación debido a la altitud a la cual se ubican lo cual constituye un factor determinante por la variabilidad de las temperaturas mismo que constituye un parámetro al que la evaporación se muestra más sensible. (Saenz, 1995)

El manejo actual de llenado y vaciado del reservorio y la relación entre la capacidad del reservorio que es de  $7000\text{ m}^3$  mismo que al ser abierto manualmente por un operador, permiten el paso de un caudal medio de  $0.015\text{ m}^3$  por 13 horas continuas, lo cual genera inundaciones que incrementan las pérdidas del agua.

Por lo tanto se detectaron altas pérdidas de agua por causas del clima que han influenciado en la evaporación, además de la inadecuada gestión de los reservorios que ocasionan desbordamiento y por ende un uso inadecuado del recurso hídrico. Considerando que estos valores evaporativos pueden verse influenciados a través del tiempo por el efecto de calentamiento global y por ende puede conllevar a una evaporación mayor que la analizada en la actualidad.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

- Sobre la eficiencia de la implementación de la automatización y telecontrol en el sistema de riego con la implementación de un prototipo de control y monitoreo empleando comunicación móvil, ha permitido efectuar una adecuada gestión del recurso hídrico maximizando los beneficios logrando un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente.
- Se determinó la factibilidad de implementar el sistema de control de nivel de agua en reservorios de forma automática suspendiendo en un 85% la intervención humana en las tareas de apertura y cierre de la válvula de distribución de una manera eficiente y confiable obteniendo un ahorro en costos, tiempo y recursos empleados en el desplazamiento del talento humano hasta la ubicación del reservorio.
- De las pruebas realizadas el sistema de comunicación móvil GSM/GPRS permite realizar eficazmente el control y monitoreo remoto del prototipo permitiendo a cualquier usuario controlar la distribución facilitando la gestión en el uso del recurso hídrico gracias al manejo de datos en tiempo real del sistema contribuyendo con la conservación de las reservas de agua y minimizando su ritmo de agotamiento, reduciendo el volumen de pérdida por evaporación en horas de mayor radiación solar.
- Es posible que los esfuerzos realizados para aumentar la eficiencia en el uso del agua disminuyendo las pérdidas por desbordamiento y evaporación en la distribución a las 2 00 ha, resulten tener un alto impacto si se quiere ser consecuentes con el uso sustentable del recurso hídrico, de tal modo que las actuales generaciones puedan satisfacer las necesidades sin que se vean sacrificados los recursos para las generaciones venideras.
- Las funcionalidades de alerta de ausencia de energía y opción de back up en casos particulares han ampliado significativamente la innovadora utilidad del prototipo por ser herramientas que aumentan la confiabilidad en la utilización del sistema.

- La tecnología de comunicación móvil GSM/GPRS pudo ser empleada en procesos industriales para lograr la transferencia de los datos brindando ventajas de movilidad, eficacia y eficiencia.
- El uso de hardware y software libre presenta una creciente demanda, debido a que mediante estos dispositivos y en particular las placas Arduino se pueden construir proyectos con una amplia gama de aplicaciones, gracias a su facilidad de interacción con otros utilitarios y dispositivos de control compatible con tecnologías M2M (Machine to Machine), ofreciendo un nicho de mercado en el país con grandes expectativas.
- La interfaz de comunicación que utiliza el usuario operador para controlar y monitorear el sistema es totalmente amigable, intuitivo y fácil de utilizar en virtud de que fue diseñado para necesidades estándar, propias del manejo de reservorios para sistemas de riego de agua.
- A partir de esta investigación se desarrolló un artículo científico referente al Diseño y Construcción de un Prototipo para Control y Monitoreo de un Motor empleando Comunicación Móvil GSM/GPRS tomando como Caso de Estudio Reservorios de Agua de Sistemas de Riego.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

- En caso de que el usuario reciba una notificación de ausencia de energía eléctrica el operador debe realizar una visita a la estación del Reservorio para verificar que el estado actual del sistema automático sea compatible con sus condiciones físicas.
- Realizar un mantenimiento periódico preventivo del sistema automático para asegurar el correcto funcionamiento de sus componentes evitando corrosiones en puntos de contacto que produzcan caídas de tensión que no permitan entregar a los dispositivos la corriente requerida.
- Es importante considerar umbrales de guarda en los elementos de control industrial del sistema, para el caso de que se requiera ampliar las capacidades con motores de

mayor potencia, en este caso el prototipo se encuentra desarrollado con esta prevención.

- Para la implementación del prototipo se debe tomar en cuenta las especificaciones técnicas de los diferentes componentes para evitar malas conexiones y posibles averías en los componentes.
- En el sistema de riego Chambo-Guano existen 7 reservorios con similares características en los cuales el presente proyecto puede ser tomado en cuenta como precursor de proyectos de mayor alcance ampliando las expectativas desde un enfoque ecosistémico en función de conservar las reservas de agua y minimizar su ritmo de agotamiento reduciendo el volumen de pérdida por evaporación.
- Existen 76 sistemas estatales de riego en 14 diferentes provincias del país, podrían ser estudiados a fin de profundizar en la presente línea de investigación ya que el servicio de provisión de agua posee un valor incalculable pues representa un recurso vital para la subsistencia de las especies sobre la faz de la Tierra.
- Se puede considerar en futuros estudios, el control del sistema vía Web, que permita centralizar la Administración de reservorios, brindar características de adquisición y registro de datos que pueda ser analizados por especialistas en gestión ambiental.
- El presente proyecto propone apenas un ejemplo de la amplia gama de aplicaciones y servicios que apoyados en el uso de hardware, software libre y la tecnología celular, etc., pueden desarrollarse a fin de contribuir con la conservación del medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES. (2013). *Territorio y descentralización: competencia de riego y drenaje*. Recuperado el 03 de Enero de 2015, de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/Territorio-y-Descentralizaci%C3%B3n-Riego-Drenaje.pdf>
- [2] Ecuador, Asamblea Nacional. (06 de Agosto de 2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua de la República del Ecuador*. Recuperado el 13 de Enero de 2015, de <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYDE-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- [3] Consejo Nacional de Competencias. (2013). Recuperado el 13 de 01 de 2015, de <http://www.competencias.gob.ec/prensa/noticias/36-lanzamiento-plan-riego>
- [4] [www.supertel.gob.ec](http://www.supertel.gob.ec). (2014). *Supertel Portal*. Recuperado el 16 de 01 de 2015, de <http://controlenlinea.supertel.gob.ec/wps/portal/informacion/informaciontecnica/tel-efoniamovil/>
- [5] Ifm Efactor S. de R.L. de C.V. (2015). *IFM Electronic GmbH*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de <http://www.ifm.com/ifmmx/web/pmain/010.html>
- [6] CAMSCO ELECTRIC CO., LTD. (s.f.). *CAMSCO* . Recuperado el 14 de 01 de 2015, de <http://www.camsco.com.tw/spa/floatless-level-control/P46.html>
- [7] Siemens AG. (27 de Agosto de 2011). *Detector de Nivel SIRIUS 3UG de SIEMENS*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de <http://www.electricidadgeneral.com/descargas/sirius/Reles%20de%20Tiempo%207PU%20+%203UG.pdf>
- [8] Creative Commons. (2015). *Arduino* . Recuperado el 14 de Enero de 2015, de <http://arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardUno>
- [9] Creative Commons. (2013). *BeagleBone.org*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de <http://beagleboard.org/bone>
- [10] Creative Commons. (s.f.). *Raspberry Pi*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://www.raspberrypi.org/help/faqs/>
- [11] Exemys SRL. (2006). *EXEMYS*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://exemys.com.ar/beta/espanol/productos/GRD/>
- [12] Siemens AG. (2015). *SIEMENS*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de [http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/industrial-remote-communication/redes\\_remotas/gsm-gprs-umts/pages/default.aspx](http://w3.siemens.com/mcms/industrial-communication/es/industrial-remote-communication/redes_remotas/gsm-gprs-umts/pages/default.aspx)
- [13] Creative Commons. (2015). *Arduino GSM Shield*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://arduino.cc/en/Guide/ArduinoGSMShield>

- [14] Gutiérrez, J. M. (04 de Febrero de 2013). Arduino y “El Internet de las Cosas”. Ciudad Real, Tomelloso, España. Recuperado el 16 de 01 de 2015, de <http://encuentro.educared.org/profiles/blogs/arduino-y-el-internet-de-las-cosas>
- [15] Gutiérrez Jagüey, J. P. (2012). *Proyecto de Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo*. La Paz, Baja California Sur, México: Centro de Investigaciones Biológicas del Norte S.C.
- [16] Vasconez, J. C. (Mayo de 2013). *Diseño e implementación de un Sistema de Riego automatizado y controlado de forma inalámbrica para una finca ubicada en el sector popular de Balerio Estacio*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5304/1/UPS-GT000434.pdf>
- [17] Siemens AG. (Junio de 2003). *Manual LOGO*. Recuperado el 11 de Enero de 2015, de [https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA\\_16527461\\_HB/Logo\\_s.pdf](https://cache.automation.siemens.com/dnl/zQ/zQ1ODg5AAAA_16527461_HB/Logo_s.pdf)
- [18] Delixi. (s.f.). *Fusibles y Seccionadores Fusibles*. Recuperado el 13 de 01 de 2015, de <http://www.delixi.org/catalogo/delixi-fusibles.pdf>
- [19] Siemens AG. (06 de Septiembre de 2011). *Guardamotor 3RV1011*. Recuperado el 14 de Enero de 2015, de <http://www.gama-me.com/sites/default/files/descargas/3rv1011-1ka10.pdf>
- [20] Siemens AG. (22 de Agosto de 2011). *Contactador 3RT1024-1AN20*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://www.gama-me.com/sites/default/files/descargas/3rt1024-1an20.pdf>
- [21] D. Curatolo, M. H. (Mayo de 1999). *FluidSIM-P*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de [ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/Materias/Gestion\\_tecnologica/2005/servoa ctuadores/NEUMATICA/SOFTWARE\\_DEMO\\_DE\\_SIMULACION/MANUAL/HB\\_SPA\\_P.PDF](ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/Materias/Gestion_tecnologica/2005/servoa ctuadores/NEUMATICA/SOFTWARE_DEMO_DE_SIMULACION/MANUAL/HB_SPA_P.PDF)
- [22] Siemens AG. (Octubre de 2009). *SIMATIC Controlador programable S7-1200*. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>
- [23] Metasol. (s.f.). *Contactador LS MC-12b*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de [http://www.kentindustries.com/lg/LG\\_22.pdf](http://www.kentindustries.com/lg/LG_22.pdf)
- [24] Karlslitlegarden. (s.f.). *Temporizador PET-010*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de <http://karlslitlegarden.com/manual.html>
- [25] Academia. (2015). *Siemens Motores trifásicos*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de [http://www.academia.edu/5204630/1\\_SIEMENS\\_MOTORES\\_TRIFASICOS\\_PDF](http://www.academia.edu/5204630/1_SIEMENS_MOTORES_TRIFASICOS_PDF)
- [26] Siemens AG. (01 de Octubre de 2006). *Tutorial Logo Soft Comfort*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de [https://infont.siemens.es/Apli\\_Industry/formacion/Logo/tutorial/index.htm](https://infont.siemens.es/Apli_Industry/formacion/Logo/tutorial/index.htm)

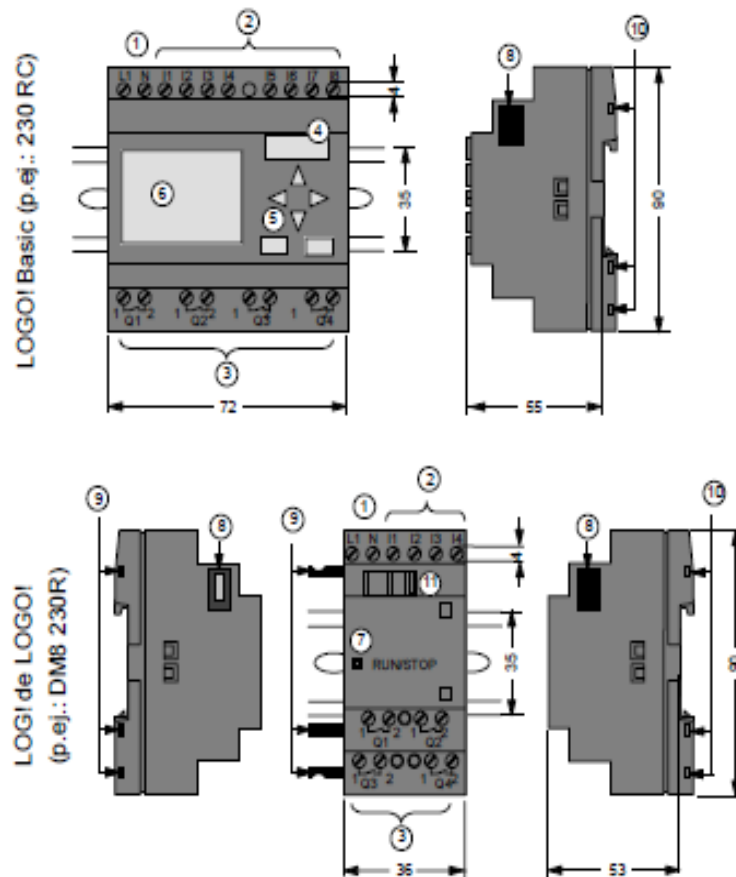
- [27] Siemens Ag. (s.f.). *Siemens TIA Portal v13*. Recuperado el 16 de Enero de 2015, de <http://www.deingenieria.com/2014/11/siemens-tia-portal-v13-en-espanol.html>
- [28] Ruiz Canales, A., & Molina Martínez, J. M. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*. Barcelona: Marcombo.
- [29] FAO. (2013). *Afrontar la escasez de agua*. Roma: ISBN 978-92-5-307304.
- [30] Ing. José H. Negrete C., L. M. (2013). *Estación Agrometereológica-Anuario Climatológico*. Riobamba.
- [31] Saenz, G. M. (1995). *Hidrografía en la Ingeniería*. Bogotá: Departamento de Publicaciones Escuela Colombiana de Ingeniería.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### LOGO Siemens 230 RC

##### LOGO SIEMENS 230RC





- |                                       |                                   |   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---|
| ① Alimentación de tensión             | ⑤ Panel de mando<br>(no en RCo)   | ⑧ Interfaz de ampliación                |
| ② Entradas                            | ⑥ Pantalla LCD<br>(no en RCo)     | ⑨ Codificación mecánica<br>- clavija    |
| ③ Salidas                             | ⑦ Indicador de estado<br>RUN/STOP | ⑩ Codificación mecánica<br>- hembrillas |
| ④ Receptáculo para módulo<br>con tapa |                                   | ⑪ Guía deslizante                       |

## ¿Qué es LOGO!?

### Variantes disponibles

Existen las siguientes variantes de LOGO!:

Símbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas	Características
	LOGO! 12/24RC	12/24 V CC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 relés de 10A	
	LOGO! 24	24 V c.c.	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 transistores 24V / 0,3A	Sin reloj
	LOGO! 24RC <sup>(3)</sup>	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 230RC <sup>(2)</sup>	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	
	LOGO! 12/24RCo	12/24 V CC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 24o	24 V DC	8 digitales <sup>(1)</sup>	4 transistores 24V / 0,3A	Sin display Sin teclado Sin reloj
	LOGO! 24RCo <sup>(3)</sup>	24 V AC / 24 V DC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado
	LOGO! 230RCo <sup>(2)</sup>	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A	Sin display Sin teclado

- (1): De ellos pueden utilizarse alternativamente:  
2 entradas analógicas (0 ... 10V) y 2 entradas rápidas.
- (2): Variantes de 230 V: entradas en dos grupos de 4.  
Dentro del grupo sólo puede haber una misma fase,  
entre grupos puede haber fases distintas.
- (3): Las entradas digitales pueden utilizarse alternativamente  
con conexión P o conexión N.

### 2.3.2 Conexión de las entradas de LOGO!

#### Condiciones

A las entradas se conectan sensores tales como pulsadores, interruptores, barreras fotoeléctricas, reguladores de luz natural, etc.

#### Propiedades de los sensores para LOGO!

	LOGO! 12/24 RC/RCo LOGO! DM8 12/24 R		LOGO! 24/24o LOGO! DM8 24	
	I1 ... I6	I7,I8	I1 ... I6	I7,I8
Estado de conexión 0	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC	< 5 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 0,05 mA	< 1,0 mA	< 0,05 mA
Estado de conexión 1	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC	> 8 V CC
Intensidad de entrada	> 1,5 mA	> 0,1 mA	> 1,5 mA	> 0,1 mA

	LOGO! 24 RC/RCo (AC) LOGO! DM8 24 R (CA)	LOGO! 24 RC/RCo (DC) LOGO! DM8 24 R (CC)	LOGO! 230 RC/RCo (CA) LOGO! DM8 230 R (CA)	LOGO! 230 RC/RCo (CC) LOGO! DM8 230 R (CC)
Estado de conexión 0	< 5 V CA	< 5 V CC	< 40 V CA	< 30 V CC
Intensidad de entrada	< 1,0 mA	< 1,0 mA	< 0,03 mA	< 0,03 mA
Estado de conexión 1	> 12 V CA	> 12 V CC	> 79 V CA	> 79 V CC
Intensidad de entrada	> 2,5 mA	> 2,5 mA	> 0,08 mA	> 0,08 mA

**Fusibles y Seccionadores Fusibles**  
Fusibles Cilíndricos - 2-63A. Según UNE-EN60269-1,-2




**RT18-RT14**

**Características**

Los fusibles cilíndricos de la serie RT18 han sido diseñados para trabajar en circuitos de corriente alterna de hasta 400V con una frecuencia de 50/60Hz., para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

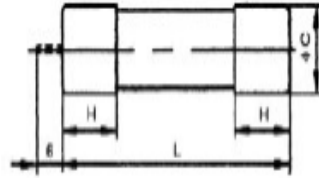
- Tensión nominal: 400V
- Tamaños: 32A(10x38), 63A(14x51 y 22x58)
- Calibres: 2-63A
- Curvas fusión: gL (standard)  
aM (acompañamiento motor)

Certificados: 

**Datos técnicos**

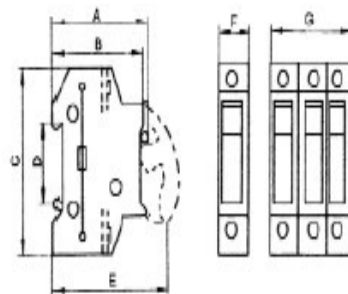
Tipo	Tensión Nominal	CORRIENTE NOMINAL		PODER DE CORTE NOMINAL		Potencia nominal disipada (W)	Peso de la base (g)	Peso del fusible (g)
		Base (A)	Calibres (A)	I <sub>1</sub> (kA)	cos $\phi$			
RT18-32	400V	32	2,4,6,8,10,12,16,20,25,32	100	0,1-0,2	≤3	82	8
RT18-63		63	2,4,6,8,10,12,16,20,25,32,40,50,63			≤5	206	20
RT14-63		63	16,20,25,32,40,50,63			≤9,5	262	52

### Dimensiones fusibles



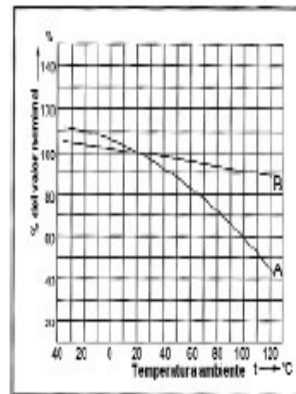
Tipo	TAMAÑO	L	Tipo	Tipo
RT18-32	10x38	38±0,6	10,3±0,1	10,5
RT18-63	14x51	51 <sup>+0,6</sup> <sub>-1,0</sub>	14,3±0,1	13,8
RT14-63	22X58	58 <sup>+0,1</sup> <sub>-2,0</sub>	21,2±0,1	15,6

### Dimensiones bases portafusibles



Tipo	A	B	C	D	E	F	G
RT18-32	63	60	79	35	80	18	54
RT18-63	78	76	103	35	110	25	75
RT18A-32	70	67	78	35	88	18	54
RT14-63	65	53	124	26	155	34	102

### Efectos de la temperatura ambiente



Los fusibles fabricados por Delixi están calibrados para una temperatura ambiente de 20°C. Usar la tabla de corrección adjunta en función de la temperatura ambiente real.

Ejemplo:

El usuario ha seleccionado un fusible (tipo gL) de 63A de corriente nominal, para ser instalado en un cuadro con una temperatura ambiente de 20°C.

En este caso se cumpliría que I<sub>n</sub> de trabajo = I<sub>n</sub> de temperatura ambiente y el calibrado de fusible sería correcto.

Supongamos ahora que en lugar de 20°C en el interior del cuadro encuentra una temperatura ambiente de 70°C.

De acuerdo con la curva, el porcentaje de incremento de la I<sub>n</sub> será igual a 0.78 lo cual indica que la I<sub>n</sub> en el interior del cuadro pasará a ser de:

$$I_n = \frac{63A}{0.78} = 80.77A$$

Por lo tanto el fusible de 63A no será el adecuado debiendo reemplazarlo por otro fusible de 80 ó 100A según los casos.

## Controlador de nível SIRIUS 3UG05

# SIEMENS

Rua Werner Siemens, 111 - Lapa - São Paulo - Brasil - CEP: 05069-900  
CNPJ: 44.013.159/0002-05 - CAS (Brasil): 0800.119484

rev.1.0

## Ficha Técnica

Produto: 3UG05 02 - 1X/3UG05 02 - 2X - Relé Controlador de Nível

Leia cuidadosamente antes de iniciar a utilização do produto.

**Descrição:** O Controlador de Nível 3UG05 02 - 1X/3UG05 02 - 2X é um dispositivo para controle de um ou dois níveis de líquidos em reservatórios, com funções de alarme de mínima ou máxima, controle para enchimento ou esvaziamento (3UG05 02-2X e 3UG05 02-1X, respectivamente) e detecção de presença/ausência de líquidos, sendo assim um sistema completo de automação de reservatórios em geral. Opera com diversos tipos de eletrodos, detectam líquidos de diferentes condutividades e possui ajuste frontal para adequação à resistividade dos líquidos utilizados e às condições dos processos. Está disponível em caixas normatizadas DIN 22,5mm para inserção em trilho 35mm.

**Aplicação:** São utilizados no controle de acionamento de bombas submersas ou no controle de nível de tanques e reservatórios.

### Modos de Operação

#### 3UG05 02-1X - Controle de Reserv. Sup. - 1 Nível:

Empregam-se apenas dois eletrodos ou sondas para o controle de 1 nível. Enquanto o líquido mantiver o eletrodo de nível superior coberto, o relé estará em seu estado de repouso, sendo energizado quando este ficar novamente descoberto.

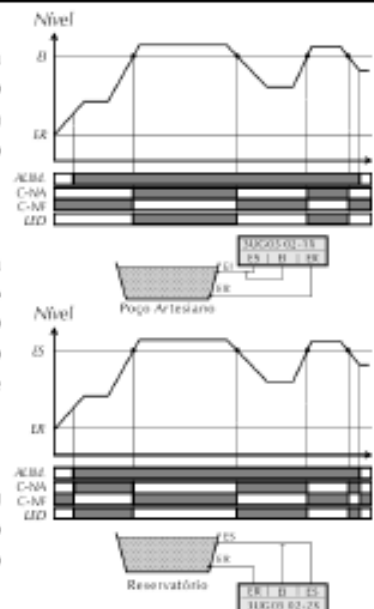
#### 3UG05 02-2X - Controle de Reserv. Inf. - 1 Nível:

Empregam-se apenas dois eletrodos ou sondas para o controle de 1 nível. Quando o líquido atingir o eletrodo de nível superior, o relé é energizado, só voltando ao seu estado de repouso quando o eletrodo de nível superior estiver novamente descoberto.

#### 3UG05 02-1X - Controle de Reserv. Sup. - 2 Níveis:

No controle de 2 níveis, utilizam-se três eletrodos ou sondas. O relé é mantido energizado enquanto o nível do reservatório estiver subindo e não atingir o eletrodo de nível superior.

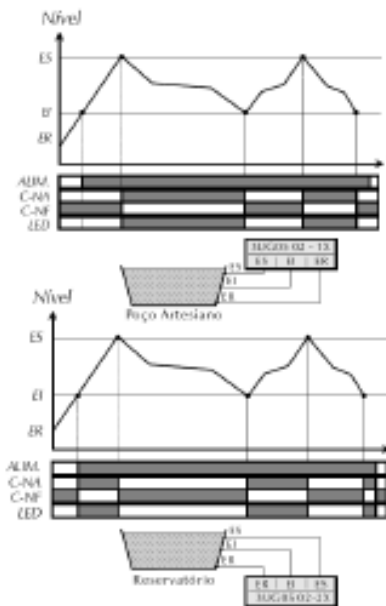
Deve-se alimentar os terminais A1-A2 nas tensões de 110Vca ou 380Vca; conforme faixa de tensão do aparelho, e os terminais A2-A3 com tensão de 220Vca, conforme faixa de tensão do aparelho.



Quando o nível superior for atingido, o relé é então desenergizado, fazendo o nível descer até o eletrodo de nível inferior que, ao ser descoberto, faz o relé ser energizado novamente e assim sucessivamente.

### 3UG05 02-2X - Controle de Reserv. Inf. - 2 Níveis:

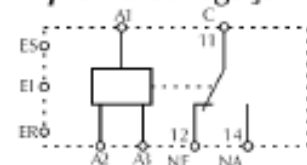
No controle de 2 níveis, utilizam-se três eletrodos ou sondas. O relé é mantido em repouso enquanto o nível do poço estiver subindo e não atingir o eletrodo de nível superior. Quando o nível superior for atingido, o relé é então energizado, fazendo o nível descer até o eletrodo de nível inferior que, ao ser descoberto, faz o relé ser desenergizado novamente e assim sucessivamente. Este tipo de sistema evita que a bomba trabalhe em vazio e se danifique. O poço estando seco, a bomba é mantida desligada.



### Dados Técnicos

<b>Alimentação: (Us)</b>	110Vca; 220/380Vca;
<b>Freqüência:</b>	50/60Hz (± 5%)
<b>Consumo Máximo:</b>	3,5VA
<b>Tensão nos Eléttodos/Sondas:</b>	24Vca
<b>Ajuste de Sensibilidade:</b>	0 a 100k Ω
<b>Distância Máx. entre Apar. - Sensor:</b>	300 metros
<b>Número de Contatos:</b>	1R (1SPDT);
<b>Resistência do Cabo de Lig. ao Sensor:</b>	$R = \rho \times l / s$
<b>Tempo para Reset:</b>	> 500ms
<b>Resistência de Isolação:</b>	> 50MΩ / 500Vcc
<b>Tensão de Isolação:</b>	1500Vrms / 1minuto

### Esquema de Ligação



### Modelos

110V	3UG05 02-□XF00	Superior - 1
220/380V	3UG05 02-□XD00	Inferior - 2

## Contactor SIEMENS SIRIUS 3RT1024

**SIEMENS**

Industry Automation and  
Drive Technologies  
Service & Support

**3RT1024-1AN20 CONTACTOR, AC-3 5,5 kW/400 V,**

Detos técnicos/CAx

Detos técnicos  Detos CAx

CONTACTOR, AC-3 5,5 kW/400 V, AC 220V 50/60HZ 3  
POL., TAM. S0, CONEXION POR TORNILLO

### Detalles generales:

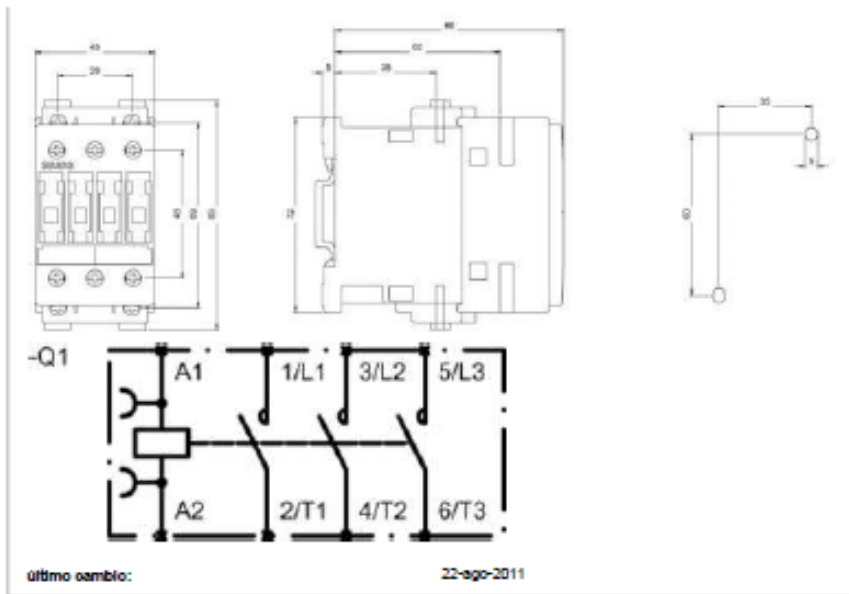
Nombre comercial del producto	SIRIUS
Designación del producto	contactor de potencia
Tamaño del contactor	S0
Clase de protección IP / frontal	IP20
Grado de contaminación	3
Altitud de instalación / en alturas sobre el nivel del mar / máxima	m 2.000
Temperatura ambiente / durante el funcionamiento	°C -25...60
Potencia activa disipada / por cada conductor / típica	W 0,5
Número de referencia del material	
<ul style="list-style-type: none"> <li>según DIN EN 61346-2</li> <li>según DIN 40719 y ampliado con la norma IEC 204-2 / según IEC 750</li> </ul>	Q K
Vida útil mecánica (ciclos de maniobra)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>del contactor / típico</li> <li>del contactor con bloque de contactos auxiliares montado / típico</li> <li>del contactor con bloque de contactos auxiliares montado para equipo electrónico / típico</li> </ul>	10.000.000 10.000.000 5.000.000

### Circuito de corriente principal:

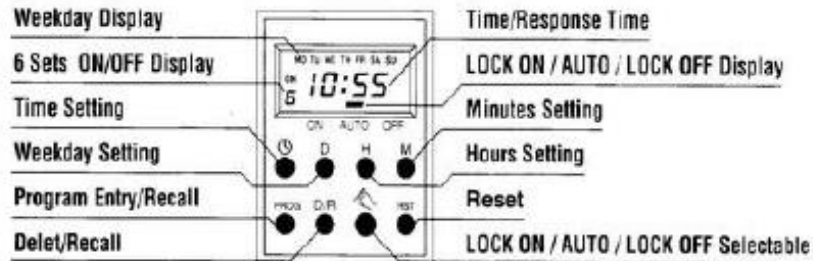
Cantidad de polo / para circuito principal	3
Número de contactos de apertura / para contactos principales	0
Número de contactos de cierre / para contactos principales	3
Corriente de servicio / AC-1 / a 400 V / con temperatura ambiente de 40°C / valor asignado	A 40
Corriente de servicio / AC-1 / a 400 V / con temperatura ambiente de 60 °C / valor asignado	A 35
Corriente de servicio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>AC-3 / a 400 V / valor asignado</li> <li>con 1 vía de corriente</li> <li>DC-1</li> <li>a 24 V / valor asignado</li> <li>a 110 V / valor asignado</li> <li>DC-3 / DC-5</li> <li>a 24 V / valor asignado</li> <li>a 110 V / valor asignado</li> <li>con 2 vías de corriente en serie</li> <li>DC-1</li> <li>a 24 V / valor asignado</li> <li>a 110 V / valor asignado</li> </ul>	A 12 A 35 A 4,5 A 20 A 2,5 A 35 A 35

<ul style="list-style-type: none"> <li>• DC-3 / DC-5               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 24 V / valor asignado</li> <li>• a 110 V / valor asignado</li> </ul> </li> <li>• con 3 vías de corriente en serie</li> <li>• DC-1               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 24 V / valor asignado</li> <li>• a 110 V / valor asignado</li> </ul> </li> <li>• DC-3 / DC-5               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 24 V / valor asignado</li> <li>• a 110 V / valor asignado</li> </ul> </li> </ul>	A 35 A 15  A 35 A 35  A 35 A 35
<b>Potencia de servicio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AC-1 / a 400 V / valor asignado</li> <li>• con AC-2 / a 400 V / valor asignado</li> <li>• AC-3               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 400 V / valor asignado</li> <li>• a 500 V / valor asignado</li> <li>• a 690 V / valor asignado</li> </ul> </li> </ul>	kW 23 kW 5,5  kW 5,5 kW 7,5 kW 7,5
<b>Circuito de corriente de control:</b>	
Tipo de control	convencional
Tipo de tensión / de la tensión de mando	AC
Frecuencia de la tensión de alimentación de mando	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 / valor asignado</li> <li>• 2 / valor asignado</li> </ul>	Hz 50 Hz 60
Tensión de mando / 1	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• a 50 Hz / AC</li> <li>• valor asignado</li> <li>• a 60 Hz / AC</li> <li>• valor asignado</li> </ul>	V 220  V 220
<b>Circuito de corriente secundario:</b>	
Confiabilidad de contacto / de los contactos auxiliares	una conexión errónea por 100 millones (17 V, 1 mA)
Número de contactos NC / para contactos auxiliares	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• conmutación instantánea</li> <li>• contacto retardado</li> </ul>	0 0
Número de contactos NA / para contactos auxiliares	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• conmutación instantánea</li> <li>• contacto en avance</li> </ul>	0 0
Corriente de servicio / de los contactos auxiliares	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• AC-12 / máxima</li> <li>• AC-15               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 230 V</li> <li>• a 400 V</li> </ul> </li> <li>• DC-12               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 60 V</li> <li>• a 110 V</li> <li>• a 220 V</li> </ul> </li> <li>• DC-13               <ul style="list-style-type: none"> <li>• a 24 V</li> <li>• a 60 V</li> <li>• a 110 V</li> <li>• a 220 V</li> </ul> </li> </ul>	A 10  A 6 A 3  A 6 A 3 A 1  A 10 A 2 A 1 A 0,3
<b>Cortocircuito:</b>	

<b>Ejecución del elemento fusible</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>para protección contra cortocircuitos del bloque de contactos auxiliares / necesario</li> <li>para protección contra cortocircuitos del circuito principal</li> <li>tipo de coordinación 1 / necesario</li> <li>tipo de coordinación 2 / necesario</li> </ul>		fusible gLigG: 10 A  fusible gLigG: 63 A fusible gLigG: 25 A
<b>Instalación/fijación/dimensiones:</b>		
Tipo de fijación		fijación por tornillo y abroche a perfil DIN de 35 mm según DIN EN 50022
montaje en serie		SI
Anchura	mm	45
Altura	mm	85
Profundidad	mm	91
Distancia mínima a piezas puestas a tierra / hacia un lado	mm	6
<b>Tipos de conexiones:</b>		
<b>Ejecución de la conexión eléctrica</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>para circuito principal</li> <li>para circuito auxiliar y circuito de mando</li> </ul>		conexión por tornillo conexión por tornillo
<b>Certificados/Homologaciones:</b>		
<b>General Product Approval</b>		
CQC	<input checked="" type="checkbox"/> CSA	KETI ROSTEST
<b>Test Certificates</b>		
Manufacturer		
Shipping Approval		
ABS	<input checked="" type="checkbox"/> BV (Bureau Veritas)	<input checked="" type="checkbox"/> DNV (Det Norske Veritas) <input checked="" type="checkbox"/> GL (Germanischer Lloyd)
Shipping Approval		
	other	Manufacturer other
<input checked="" type="checkbox"/> RMRS (Russian Maritime Register)		
<b>Otras Informaciones:</b>		
<b>Information- and Downloadcenter (Catálogos, Folletos,...)</b> <a href="http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs">http://www.siemens.com/industrial-controls/catalogs</a> <b>Industry Mall (sistema de pedido online)</b> <a href="http://www.siemens.com/industrial-controls/mall">http://www.siemens.com/industrial-controls/mall</a> <b>CAx-Online-Generator</b> <a href="http://www.siemens.com/cax">http://www.siemens.com/cax</a> <b>Service&amp;Support (Manuales, certificados, características, FAQ,...)</b> <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/3RT1024-1AN20/all">http://support.automation.siemens.com/WW/view/3RT1024-1AN20/all</a> <b>Base de datos de imágenes (fotos de producto, dibujos acotados 2D, modelos 3D, esquemas de conexiones, ...)</b> <a href="http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mfb=3RT1024-1AN20">http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mfb=3RT1024-1AN20</a>		



## WEEKLY PROGRAMMABLE ELECTRONIC TIMER



**INSTRUCTION:**

**( I ) PUSH BUTTON FUNCTION:**

- (1) : Clock Indication.
- (2) **D** : Day Reset.
- (3) **H** : Hour Reset.
- (4) **M** : Minute Reset.
- (5) **PROG**: 6 Sets Of Programmable ON-OFF Settings, Display 1 ON, 1 OFF ••• 6 ON, 6 OFF.
- (6) **D/R** : Delete/Recall.
- (7) : LOCK ON/AUTO/LOCK OFF Selectable.

**( II ) CLOCK SETTING:**

- (1) Press " " And "**D**" Together Till Correct Date Is Shown.
- (2) Press " " And "**H**" Together Till Correct Hour Is Shown.
- (3) Press " " And "**M**" Together Till Correct Minute Is Shown.

**( III ) TIMER SETTING:**

- (1) Press "**PROG**" (Timer 1st On Mode).
- (2) press "**D**" Stop At Requested Date (10 Different Mode: ① MO ② TU ③ WE ④ TH ⑤ FR ⑥ SA ⑦ SU ⑧ MO TU WE TH FR ⑨ SA SU ⑩ MO TU WE TH FR SA SU Selectable)
- (3) Press "**H**" Stop At Requested Hour.
- (4) Press "**M**" Stop At Requested Minute.
- (5) Press "**PROG**" (Time 1st Off Mode).
- (6) Repeat 2-4.
- (7) Repeat 1-6 Till Timer 6th OFF Mode Is Setted.
- (8) You May Press "**PROG**" For Double Checking.
- (9) Press " " To "AUTO" For Initial Timer.
- (10) Press " " To Resume Present Time.

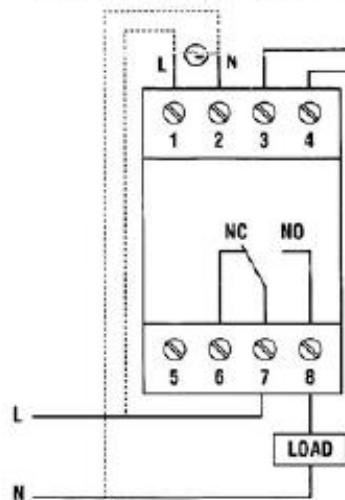
**( V ) Turn On Appliance, Timer Should Be At "AUTO" Mode.**

**( VI )** Press " ", LCD Display "LOCK ON" "AUTO" "LOCK OFF" For Manual Operation. Stop At "AUTO" For Automatic Operation.

**( VII )** For Cancel Engagements, Press "D/R" Then "-- --" is Displayed On LCD To Confirm Cancel. May Press "D/R" Again To Resume Initial Setting.

- (1) For "ON/AUTO/OFF" Function, Only The "AUTO" Position Can Operate Automatically According To The Programmable Setting. If The LCD Displays "LOCK ON", The Device Will Keep "ON", And Will Not Be Automatically "OFF". If "LOCK OFF" Displays, It Will Keep "OFF" Continuously And Not "ON".
- (2) The power Consumption Of Connected Electrical Appliances Shall Be Within The Limitation.
- (3) A Reset Of The Time Switch Is Necessary Before Setting.
- (4) As This Time Switch Include Ni-Cd Battery, So Recharge The Battery For 10 Minutes Is Necessary If The LCD Display Is Not Clear Or Disappear. Also A Reset Of The Timer Switch Is Necessary.

### CONTROL OUTPUTS & CONNECTIONS



- ★ Terminal 3 And 4 Can Be External With Switch. When You Need Timer To Be Turned On At any Time, You Can Turn On The Switch. If You Want To Resume The Pre-Setting Function, You Have To Turn OFF The Switch Of Terminal 3 And 4.

#### CAUTION :

- In spite of an internal safety control, unusual strong noise fields could cause a disturbance of the microprocessor-controlled time switch. Interference can be avoided if the following details are considered during installation:
- The device should not be installed close to inductive consumers.
  - There has to be layed a separate line for the mains supply (if necessary mains suppression filter)
  - Inductive consumers should have to be interference suppressed (varistor, RC-section)
- After having cleared the interference, a reset of the time switch is necessary.

## Contactors (22AF)

### Description

- 3-pole(NC) main contact
- Finger proof design
- DIN rail or screw mountable
- AC or DC control in different physical size
- Front/side mountable accessories available
- Direct mountable overload relay available Rating
- 1NO or 1NC Auxiliary contact built-in as standard.



MC-12b

### Rating

Contactor type			MC-9b		MC-12b		MC-18b		MC-25b		
			kW	A	kW	A	kW	A	kW	A	
AC duty	AC3	200/240V	2.5	11	3.5	13	4.5	18	5.5	22	
		380/440V	4	9	5.5	12	7.5	18	11	22	
		500/550V	4	7	7.5	12	7.5	13	15	20	
		690V	4	5	7.5	9	7.5	9	15	18	
	AC4	200/240V	1.5	8	2.2	11	3.7	16	3.7	16	
		380/440V	2.2	6	4	9	4	11	5.5	13	
AC1		-	25	-	25	-	32	-	40		
DC1 duty (LRT:1ms)	2-pole	24V	-	18	-	18	-	18	-	32	
		in series	48V	-	17	-	17	-	17	-	30
		110V	-	12	-	12	-	12	-	23	
	3-pole	24V	-	20	-	20	-	20	-	32	
		in series	48V	-	20	-	20	-	20	-	32
		110V	-	15	-	15	-	15	-	27	
DC 2,4 duty (LRT:15ms)	2-pole	24V	-	15	-	15	-	15	-	25	
		in series	48V	-	12	-	12	-	12	-	20
		110V	-	8	-	8	-	8	-	15	
	3-pole	24V	-	18	-	18	-	18	-	30	
		in series	48V	-	15	-	15	-	15	-	30
		110V	-	12	-	12	-	12	-	20	
Directly mountable Overload relay			MT-32								
Conductor size (solid, stranded)			AWG		16-10		16-8		14-8		
(the max. number of conductors: 2)			mm <sup>2</sup>		1.5-4		1.5-10		2.5-10		
Conductor type			65/150; Cu-wire only								



### Coil voltage

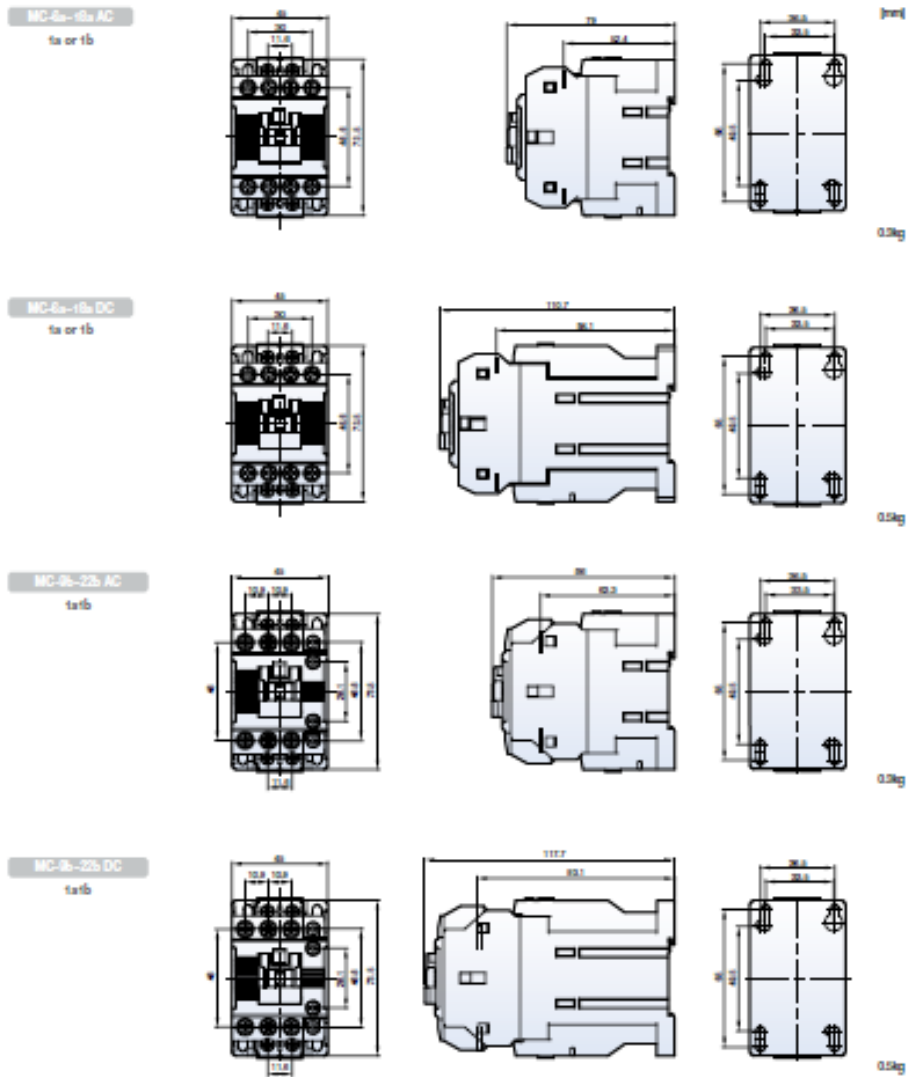


AC	50Hz	24, 32, 42, 48, 60, 100, 110, 220, 230, 240, 380, 400, 500, 550V
	60Hz	24, 48, 110, 110, 12, 200, 208, 220, 230, 240, 277, 380, 480, 600V
	50/60Hz	24, 48, 100, 110, 120, 200, 220, 230, 240, 380, 415, 440, 500, 550V
DC	DC	12, 20, 24, 48, 60, 80, 100, 110, 125, 200, 220, 250V

Certification
• CE (LVD)
• UL508

## Contactors (18AF/22AF)

Metasol



## PLC Siemens SIMATIC S7-1200

### PLC S7-1200

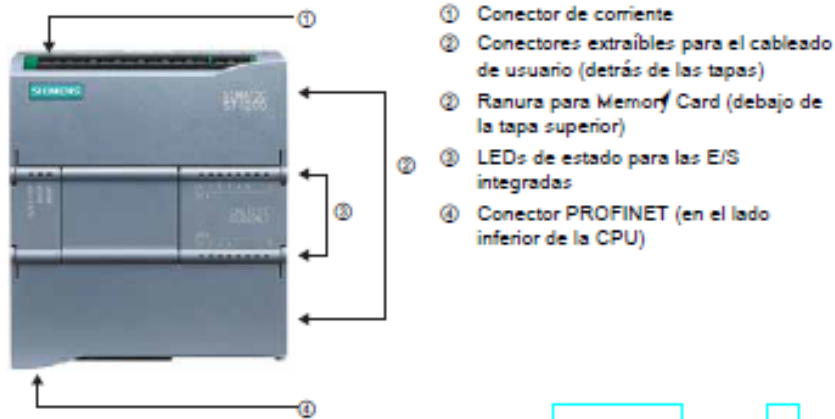
El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.



*Sinopsis del producto*

*1.1 Introducción al PLC S7-1200*

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

# Motor Trifásico Siemens 1LA7 080-2YA6

## Motor trifásico Siemens 1LA7 080-2YA6

Velocidad 3600 rpm, 2 polos, 60 Hz															
Codigo	Tipo	Frame IEC tamaño	Potencia		F.L.	In		Eficiencia $\eta$	Factor de potencia Cos $\phi$	Velocidad nominal rpm	Torque nominal Nm	Torque de arranque Nm / To	Clase de arranque Nm / In	Momento de inercia kgm <sup>2</sup>	Peso kg
			HP	kW		220v A	440v A								
25000001043	1LA7 075-2YA60	71M	0,75	0,55	1,75	2,40	1,20	79	0,78	3490	1,50	2,7	6	0,00039	4,3
25000001045	1LA7 075-2YA60	71M	1	0,75	1,75	3,50	1,75	85	0,80	3520	2,15	2,5	4,7	0,00045	6
25000001046	1LA7 080-2YA60	80M	1,2	0,90	1,85	4,00	2,00	88	0,80	3600	2,51	2,3	4,9	0,00085	8,9
25000001047	1LA7 080-2YA60	80M	1,5	1,12	1,75	5,20	2,65	89	0,80	3570	3,17	1,8	3,7	0,00025	6,4
25000001048	1LA7 085-2YA60	80M	2	1,49	1,75	6,20	3,10	74	0,86	3410	4,18	5,3	6,3	0,0011	10
25000001050	1LA7 090-2YA60	90SL	2,4	1,79	1,75	7,00	3,50	70	0,83	3450	4,94	2,4	5,3	0,0012	11,7
25000001051	1LA7 090-2YA60	90SL	3	2,24	1,75	9,00	4,50	76	0,84	3490	6,13	2,7	6,7	0,0015	13,7
25000001043	1LA7 095-2YA60	90SL	4	2,98	1,75	12,20	6,10	83	0,86	3490	8,29	3,2	6,0	0,002	18
25000001049	1LA7 112-2YA60	112M	5	3,73	1,75	16,00	8,00	71,7	0,88	3480	10,24	7	5,2	0,0025	28
25000001055	1LA7 113-2YA60	112M	6,9	4,92	1,85	19,00	9,50	70	0,88	3490	13,51	2,6	6,0	0,0022	30,8
25000001044	1LA7 114-2YA60	112M	7,5	5,40	1,75	21,80	10,90	73,4	0,87	3490	15,44	7	5,8	0,0025	33,4
25000001057	1LA7 130-2YA70	132SM	10	7,46	1,75	28,00	14,00	70	0,90	3500	20,25	2,4	6	0,016	30
25000001048	1LA7 131-2YA70	132SM	12	8,85	1,85	32,00	16,00	80	0,89	3470	24,64	2,7	6,8	0,021	32,5
25000001049	1LA7 132-2YA70	132SM	15	11,19	1,75	41,00	20,50	80,5	0,88	3500	30,53	7	6,5	0,021	36,5
25000001100	1LA7 165-2YA70	160M	20	14,92	1,75	53,60	26,80	87	0,90	3528	42,28	7	6	0,034	49,5
25000001101	1LA7 165-2YA70	160M	25	18,65	1,75	63,00	31,50	88	0,91	3540	50,21	2,1	5	0,04	52,5
25000001102	1LA7 180-2YA70	180M	30	22,38	1,75	77,20	38,60	90	0,88	3590	60,21	2,1	4,8	0,052	64
25000001103	1LA5 185-2YA60	180M	35	26,11	1,75	87,00	43,50	89	0,89	3540	70,43	2,5	5,0	0,077	80,3
25000001104	1LA5 184-2YA60	180M	40	29,84	1,85	104,00	52,00	90,5	0,88	3610	81,74	2,2	4,9	0,077	82
25000001105	1LA4 206-2Y080	200L	50	37,30	1,75	124,00	62,00	90	0,88	3550	100,50	2,4	6,5	0,14	135
25000001106	1LA4 207-2YA80	200L	60	44,76	1,75	148,00	74,00	91	0,87	3645	120,57	2,4	6,5	0,19	160
25000001107	1LA6 224-2Y080	225M	75	55,92	1,75	168,00	84,00	92,4	0,92	3540	150,93	1,8	6,0	0,24	200
26600	1UD4 253-2A880	250M	100	75,00	1,80	-	100,00	93,4	0,88	3558	177,00	2,1	6,9	0,41	305
26601	1UD4 280-2A880	280S	125	90,20	1,80	-	143,60	94,2	0,88	3570	241,00	2,4	7,2	0,72	500
26602	1UD4 282-2A880	280M	150	112,00	1,80	-	169,70	94,8	0,88	3670	289,00	2,5	7,6	0,86	540
26603	1UD4 310-2A880	315S	185	136,90	1,80	-	212,30	94,4	0,88	3576	352,00	2	7,4	1,2	720
26604	1UD4 312-2A880	315M	225	168,30	1,80	-	257,40	94,9	0,90	3576	428,00	2,1	7,3	1,4	775
26605	1UD4 316-2A930-2	315L	275	205,20	1,70	-	309,90	95,1	0,91	3570	512,00	2,3	7,1	1,6	900
26606	1UD4 317-2A930-2	315L	325	242,30	1,70	-	361,70	95,4	0,92	3580	641,00	2,5	7,5	2,2	1175



Tamaño constructivo 070

# Arduino Uno

Arduino Uno

## Technical Specification

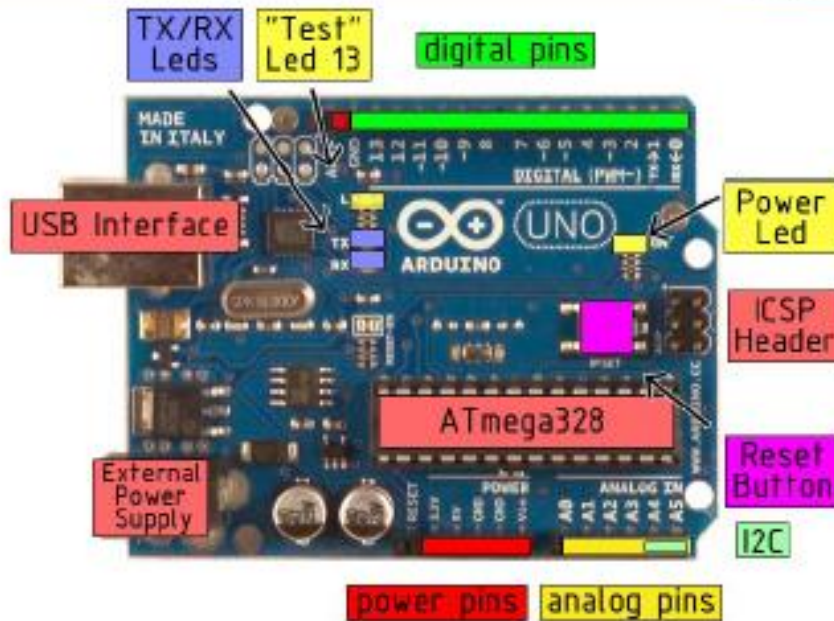


EAGLE files: [arduino-uno/arduino-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno.schematic.pdf](#)

### Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

### the board



radiospares RADIONICS



## Power

The Arduino Uno 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 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.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); it has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno 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 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 and 3. 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:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED:** 13. 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.



radiospares

RADIONICS



The Uno has 6 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 the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- I<sup>2</sup>C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#).

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 block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

## Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The 8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an ".inf" file is required.

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial 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 Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I<sup>2</sup>C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I<sup>2</sup>C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

## Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the Tools > Board menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno 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.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).

## Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno 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 ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 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 Uno 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 Uno. 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 Uno 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 Uno 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

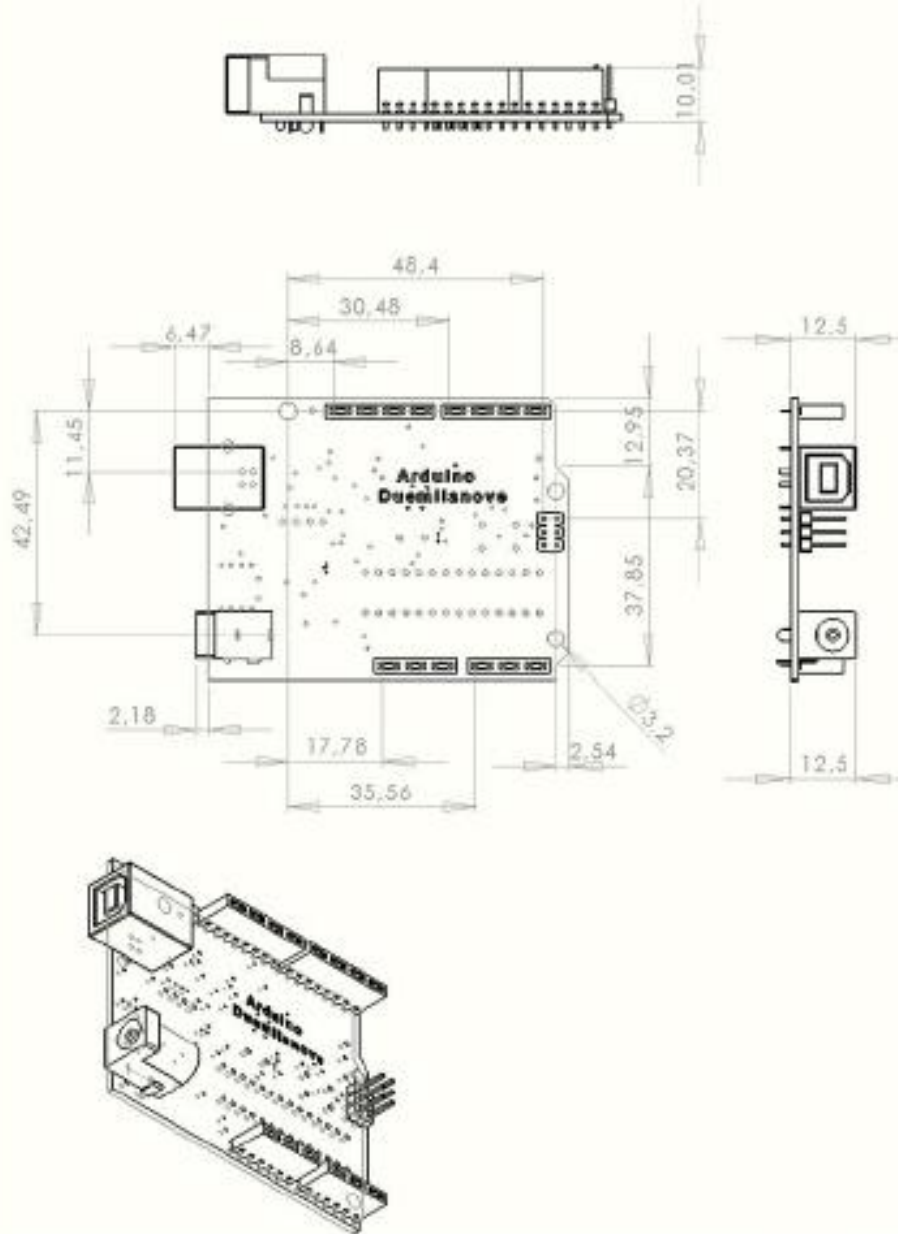
The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



*radiospares* **RADIONICS**



Dimensioned Drawing



**radiospares RADIONICS**



## Shield Arduino GSM



To upload sketches to the board, connect it to your computer with a USB cable and upload your sketch with the Arduino IDE. Once the sketch has been uploaded, you can disconnect the board from your computer and power it with an external power supply.



Digital pins 2, 3 and 7 are reserved for communication between the Arduino and modem and cannot be used by your sketches. Communication between the modem and Arduino is handled by the Software Serial library on pins 2 and 3. Pin 7 is used for the modem reset.

When the yellow status LED turns on, it means the modem is powered, and you can try connecting to the network.

Developer versions of the GSM shield required you to press the Power button on the shield for a few moments to turn the modem on. If you have an early version of the shield, and it does not turn on automatically, you can solder a jumper to the CTRL/D7 pad on the reverse side of the board, and it will turn on when an attached Arduino receives power.



The shield should work in any area with GSM coverage. Before buying the shield please verify that there is this kind of coverage where you plan to use it.

## ANEXO 2

### Código de programación para ensamblador de Arduino

```
// incluir la libreria GSM
#include <GSM.h>
// Número PIN de la tarjeta SIM
#define PINNUMBER ""
// inicializar las librerias
GSM gsmAccess;
GSM_SMS sms;
int plc5;
int plc6;
int noluz;
// Array para contener el número de SMS
char senderNumber[20];
void setup()
{
  // inicializar las comunicaciones seriales y esperar a puerto para abrir:
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) {
    ; // esperar a puerto serie para conectar.
  }
  Serial.println("SMS Messages Receiver");
  // estado de conexión
  boolean notConnected = true;
  // inicio de Conexión GSM
  while(notConnected)
  {
    if(gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY)
      notConnected = false;
    else
```

```

    {
        Serial.println("Not connected");
        delay(1000);
    }
}

Serial.println("GSM initialized");
Serial.println("Waiting for messages");
pinMode(plc5, INPUT);
pinMode(plc6, INPUT);
pinMode(noluz, INPUT);
pinMode(4, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
}

void loop()
{
    plc5=digitalRead(10);
    plc6=digitalRead(11);
    noluz=digitalRead(12);
    ///// recibe se;al del plc que esta la valvula abierta
    if (plc5==LOW){
        // envia el mensaje
        sms.beginSMS("0995927861");
        sms.print("Valvula Abierta");
        sms.endSMS();
        Serial.println("\nCOMPLETE!\n");
    }
    ///// recibe se;al del plc que esta la valvula cerrada
    if (plc6==LOW){
        // envia el mensaje
        sms.beginSMS("0995927861");

```

```

sms.print("Valvula Cerrada");
sms.endSMS();

Serial.println("\nCOMPLETE!\n");
}

///// recibe señal de q no hay energia
if (noluz==LOW){
  // envia el mensaje
  sms.beginSMS("0995927861");
  sms.print("ALERTA!!! CORTE DE ENERGIA ELECTRICA");
  sms.endSMS();
  Serial.println("\nCOMPLETE!\n");
  delay(10000);
}

char c;
  // Si hay cualquier SMS disponible()
if (sms.available())
{
  Serial.println("Message received from:");
  // Obtener el número remoto
  sms.remoteNumber(senderNumber, 20);
  Serial.println(senderNumber);

  // envío de mensaje con letra A para Abrir
  if(sms.peek()=='A')
  {
    digitalWrite(4, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(4,LOW);
    Serial.println("Recibido dato ABRIR");
    sms.flush();
  }
}

```

```

// envío de mensaje con letra C para cerrar
if(sms.peek()=='C')
{
    digitalWrite(5, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(5,LOW);
    Serial.println("Recibido dato CERRAR");
    sms.flush();
}

//envío de mensaje con letra E para estado actual
if(sms.peek()=='E')
{
    digitalWrite(6, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(6,LOW);
    Serial.println("Recibido dato ESTADO");
    sms.flush();
}

// Read message bytes and print them
while(c=sms.read())
    Serial.print(c);
Serial.println("\nEND OF MESSAGE");
// Delete message from modem memory
sms.flush();
Serial.println("MESSAGE DELETED");
}
delay(1000);
}

```

### ANEXO 3

Cálculo de la vaporización o transpiración por los métodos de Perman.

$$Rc = Ra * \left(0.20 + 0.48 \frac{n}{D}\right) \quad (4.12)$$

**Dónde:**

Ra = Cantidad de energía que alcanza el límite exterior de la atmósfera (cal/cm<sup>2</sup>)/día

n = número actual de horas de sol por día (4 horas)

D = Máximo número posible de horas de sol por día (de salida a ocaso del sol) (para la Latitud 0 en el mes de marzo, es de 12.0) (Tabla 5.2 Monsalve, 1995)

Ra = La latitud geografía en la cual se ubica el reservorio en estudio es 0° por lo tanto el valor de Ra para el mes de febrero es de 915 (cal/cm<sup>2</sup>)/día. (Tabla 5.1 Monsalve, 1995)

$$Rc = 915 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{día}} * \left(0.20 + 0.48 * \frac{4}{12.0}\right) = 329.4 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{día}}$$

**Cálculo de la cantidad neta de radiación de onda corta retenida en la superficie de la tierra**

$$RI = Rc * (1 - r) = Ra(1 - r) * \left(0.20 + 0.48 \frac{n}{D}\right) \quad (4.13)$$

**Dónde:**

RI = Cantidad neta de radiación de onda corta retenida en la superficie de la tierra en (cal/cm<sup>2</sup>)/día

r = Albedo de la superficie

r = 0,06 para agua superficies abiertas. (Cuadro 5.3, Monsalve, 1995)

r = 0, 25 para pastos y cultivos (Cuadro 5.3, Monsalve, 1995)

$$r = \frac{\text{energía reflejada}}{\text{energía incidente}} \quad (4.14)$$

n = 04 h en la parroquia San Luis, cantón Riobamba en el mes de marzo (Fuente)

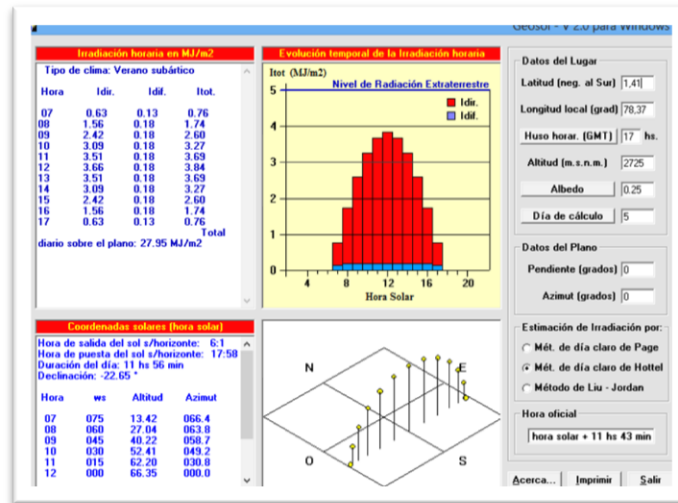
D = 12,0h (en la zona ecuatorial y en el mes de marzo. Cuadro 5.2, Monsalve, 1995)

Ra = = La latitud geografía en la cual se ubica el reservorio en estudio es 0° por lo tanto el valor de Ra para el mes de marzo es de 915 (cal/cm<sup>2</sup>)/día. (Tabla 5.1 Monsalve, 1995)

$$RI = Rc * (1 - r)$$

$$RI = 329.4 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2} \frac{\text{cm}^2}{\text{día}} * (1 - 0.06) = 309.636 \frac{\text{cal}}{\text{día}}$$

$$RI = 329.4 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{día}} * (1 - 0.25) = 247,05 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{día}}$$



### Cálculo de la humedad relativa

$$h = \frac{e_a}{e}$$

Dónde:

h = Humedad relativa

e = Presión de saturación de vapor a la temperatura Ta del aire (mmHg)

h = 0,98 en la parroquia San Luis (dato máximo de la estación meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH)

### Cálculo de la presión de saturación de vapor de agua (ea)

ea = Presión actual de vapor a la temperatura Ta del aire (mmHg) (Cuadro 3.1 Monsalve, 1995)

e = 25,31 mmHg a cero grados de a 26.0°C (Cuadro 3.1 Monsalve, 2009)

$$e_a = h * e \text{ mmHg} \quad (4.16)$$

$$e_a = 0,98 * 25,31 = 24.803 \text{ mmHg}$$

### Cálculo del flujo de radiación larga hacia la atmósfera

$$R_B = \sigma T_a^4 * (0.47 - 0.077 * \sqrt{e_a}) * \left(0.20 + 0.80 \frac{n}{D}\right) \quad (4.15)$$

**Dónde:**

$R_B$  = Flujo de radiación larga hacia la atmósfera (cal/cm<sup>2</sup>)/día

$T_a$  = Temperatura absoluta del aire (°K)

$H$  = Humedad relativa (%)

$\sigma T_a^4$  = Presión de cuerpos negros de Stefan – Boltzman

$\sigma = 117,4 \cdot 10^{-9}$  cal/(cm<sup>2</sup> día °K<sup>4</sup>)

$T_a = 26,0^\circ\text{C} = 26+273= 299^\circ\text{K}$  (temperatura máxima de un histórico de 10 años desde el año 2005 de la estación de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH)

$$R_B = \sigma T_a^4 * (0.47 - 0.077 * \sqrt{e_a}) * (0.20 + 0.80 \frac{n}{D}) \quad (4.15)$$

$$R_B = 117.4 \times 10^{-9} \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{día } ^\circ\text{K}^4} * 299^4 \text{K}^4 * (0.47 - 0.077 * \sqrt{24,804 \text{ mmHg}}) * (0.20 + 0.80 * 0,333)$$

$$R_B = 37,074 \frac{\text{cal/cm}^2}{\text{cm}^2.\text{día}}$$

**Cálculo de la temperatura absoluta del aire**

$T_a = 26^\circ\text{C} + 273^\circ\text{K} = 299^\circ\text{K}$

$$\Lambda = \frac{e_s - e}{t_s - t_a} \quad (4.17)$$

$$\Lambda = \frac{e_{25.31} - e_{24.8}}{26.05 - 25.96}$$

$$\Lambda = \frac{0.51}{0.1}$$

$$\Lambda = 5.1$$

**Cálculo de la cantidad de energía remanente sobre la superficies abiertas de agua y disponible para varios fenómenos (cal/cm<sup>2</sup>)/día**

**Dónde:**

$H$  = Cantidad de energía remanente sobre la superficie abierta de agua y disponible para varios fenómenos (cal/cm<sup>2</sup>)/día

$$H = R_I - R_B \quad (4.18)$$

$$H = 309.636 - 37,074 = 272.562(\text{cal/cm}^2)/\text{día}$$

**Cálculo de la cantidad de energía remanente sobre la superficies terrestre de pastos y cultivos disponible para varios fenómenos (cal/cm<sup>2</sup>)/día**

H = Cantidad de energía remanente sobre la superficie superficies terrestre de pastos y cultivos para varios fenómenos (cal/cm<sup>2</sup>)/día

$$H = R_I - R_B \quad (4.18)$$

$$H = 247.05 - 37,074 = 209.976(\text{cal/cm}^2)/\text{día}$$

**Cálculo de la evaporación de la superficie**

$$E'_a = 21(e - e_a)(0.5 + 0.54 \cdot U_2) \quad (4.19)$$

**Dónde:**

E'<sub>a</sub> = Evaporación de la superficie libre de agua correspondiente al caso hipotético en que las temperaturas del aire y del agua sean iguales (cal/cm<sup>2</sup>)/día

U<sub>2</sub> = Velocidad del viento a una altura de 2 msnm igual a 2.2 m/s. ((Ing. José H. Negrete C., 2013))

$$E'_a = 21(e - e_a)(0.5 + 0.54 \cdot U_2)$$

$$E'_a = 21(25.31 \text{ mmHg} - 24.804 \text{ mm Hg}) (0.5 + 0.54 \cdot 2.2)$$

$$E'_a = 17.937 \text{ mmHg}$$

**Cálculo de E'<sub>0</sub> para la superficie de agua**

**Dónde:**

E'<sub>0</sub> = Calor disponible por evaporación (cal/cm<sup>2</sup>)/día

τ = Constante psicométrica 0,49

$$E'_0 = \frac{\Delta H + \tau E'_a}{\Delta + \tau} \quad (4.20)$$

$$E'_0 = \frac{5.1 \times 272.562 (\text{cal/cm}^2)/\text{día} + 0,49 \times 17.937 \text{ mmHg}}{5.1 + 0.49}$$

$$E'_0 = 250.242 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ día}} * \text{mmHg}$$

$$E'_0 = 250.242 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ día}} * \text{mmHg} / 60 \text{ mm/día}$$

$$E'_0 = 4.17 \left( \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right)$$

**Cálculo del abastecimiento de calor por convección para la superficie de agua.**

$$K = H - E'_0 \quad (4.21)$$

$$K = 272.562 \text{ (cal/cm}^2\text{)/día} - 250.242 \text{ cal/cm}^2\text{/día}$$

$$K = 22.32 \text{ (cal/cm}^2\text{)/día} / 60\text{(mm/día)}$$

$$K = 0.372 \text{ mm/ día} / 1000\text{(m/mm)}$$

$$K = 3.72 \times 10^{-4} \text{ m/día}$$

**Dónde:**

K = Abastecimiento de calor por convección. (cal/cm<sup>2</sup>)/día.

H = Cantidad de energía remanente sobre la superficie terrestre y disponible para varios fenómenos 272.562 (cal/cm<sup>2</sup>)/día.

E'<sub>0</sub> = Calor disponible es 250.242 cal/cm<sup>2</sup>/día

La energía disponible para la evaporación de la cuenca en estudio es 3.72 x 10<sup>-4</sup>m/día

**Cálculo del abastecimiento de calor por convección para la superficie de pastos y cultivos.**

$$K = H - E'_0 \quad (4.21)$$

$$K = 209.976 \text{ (cal/cm}^2\text{)/día} - 193.143 \text{ cal/cm}^2\text{/día}$$

$$K = 16.833 \text{ (cal/cm}^2\text{)/día} / 60\text{(mm/día)}$$

$$K = 0.280 \text{ mm/día} / 1000 \text{ (m/mm)}$$

$$K = 2.805 \times 10^{-4} \text{ m/día}$$

K = Abastecimiento de calor por convección. (cal/cm<sup>2</sup>)/día.

H = Cantidad de energía remanente sobre la superficie terrestre y disponible para varios fenómenos 209.976 (cal/cm<sup>2</sup>)/día

E'<sub>0</sub> = Calor disponible es 193.143 cal/cm<sup>2</sup>/día

La energía disponible para la evaporación de la cuenca en estudio es 2.805 x 10<sup>-4</sup> m/día

**Cálculo de la evaporación total para la superficie de agua (reservorio)**

$$v = A \cdot E'_0$$

$$v = 500 \text{ m}^2 \cdot 4.17 \cdot 10^{-4} \text{ m/día}$$

$$v = 0.2085 \text{ m}^3\text{/día}$$

**Dónde:**

v= volumen

A= área del reservorio

E'₀= Calor disponible

**Cálculo monetario de la cantidad de agua que se pierde en el reservorio diariamente y anualmente**

Pérdida monetaria = v\* p

Pérdida monetaria = 0.2085 m³/día \* 0,09 cts

Pérdida monetaria diario= 0.019 ctvs\*m³/día

Pérdida monetaria anual= 6.94 \$

**Dónde:**

v= volumen

p= precio del agua por m³

**Cálculo de la evaporación total para la superficie de pastos y cultivos**

$$V = A * E'_0$$

$$v = 2\,000\,000 \text{ m}^2 * 3.219 * 10^{-4} \text{ m/día}$$

$$v = 643.8 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$v = 243\,987 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$v = 243\,987 \text{ m}^3/\text{año} / 1000$$

$$v = 1\,174.93 \text{ mm año}^{-1}$$

Dónde=

v= volumen

A= área del reservorio

E'₀= Calor disponible

**Cálculo monetario de la cantidad de agua que se pierde en pastos y cultivos anual.**

Pérdida monetaria = v\* p

Pérdida monetaria = 243 987 m³/año\* 0,23 ctvs

Pérdida monetaria anual = 54 047,01 \$

**Dónde:**

V= volumen

p= precio del agua por  $m^3$  es de 0,23 cts al año

## ANEXO 4

### Pruebas funcionamiento del sistema.

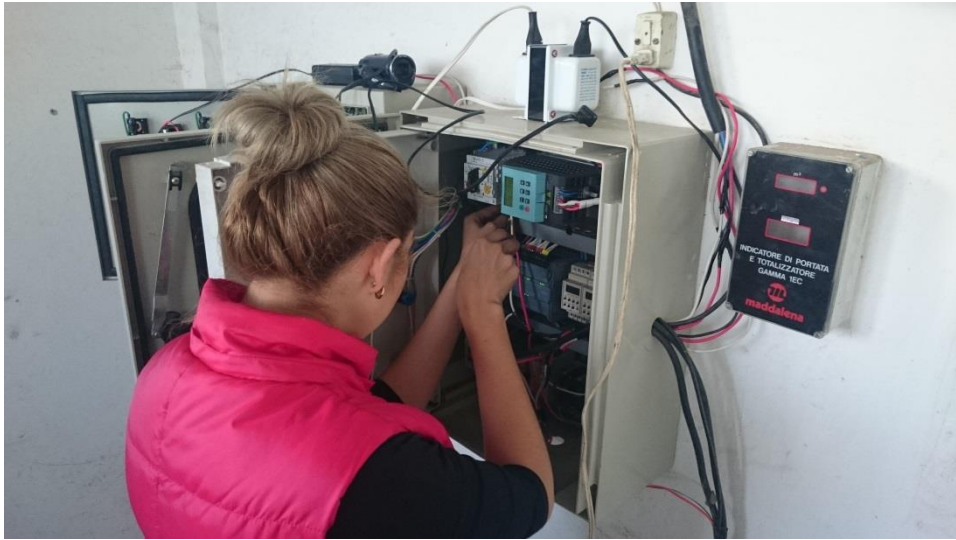
#### Reservorio N°64 Sistema de Riego Chambo Guano



Cámara de control Reservorio # 64



Reservorio para carga de agua



Instalación de tableros de control del sistema



Acoplamiento a la válvula de distribución de agua



Pruebas de detección del sensor controlador de nivel del reservorio



Pruebas de detección de vueltas del sensor óptico



Pruebas de funcionamiento Sistema de control y monitoreo



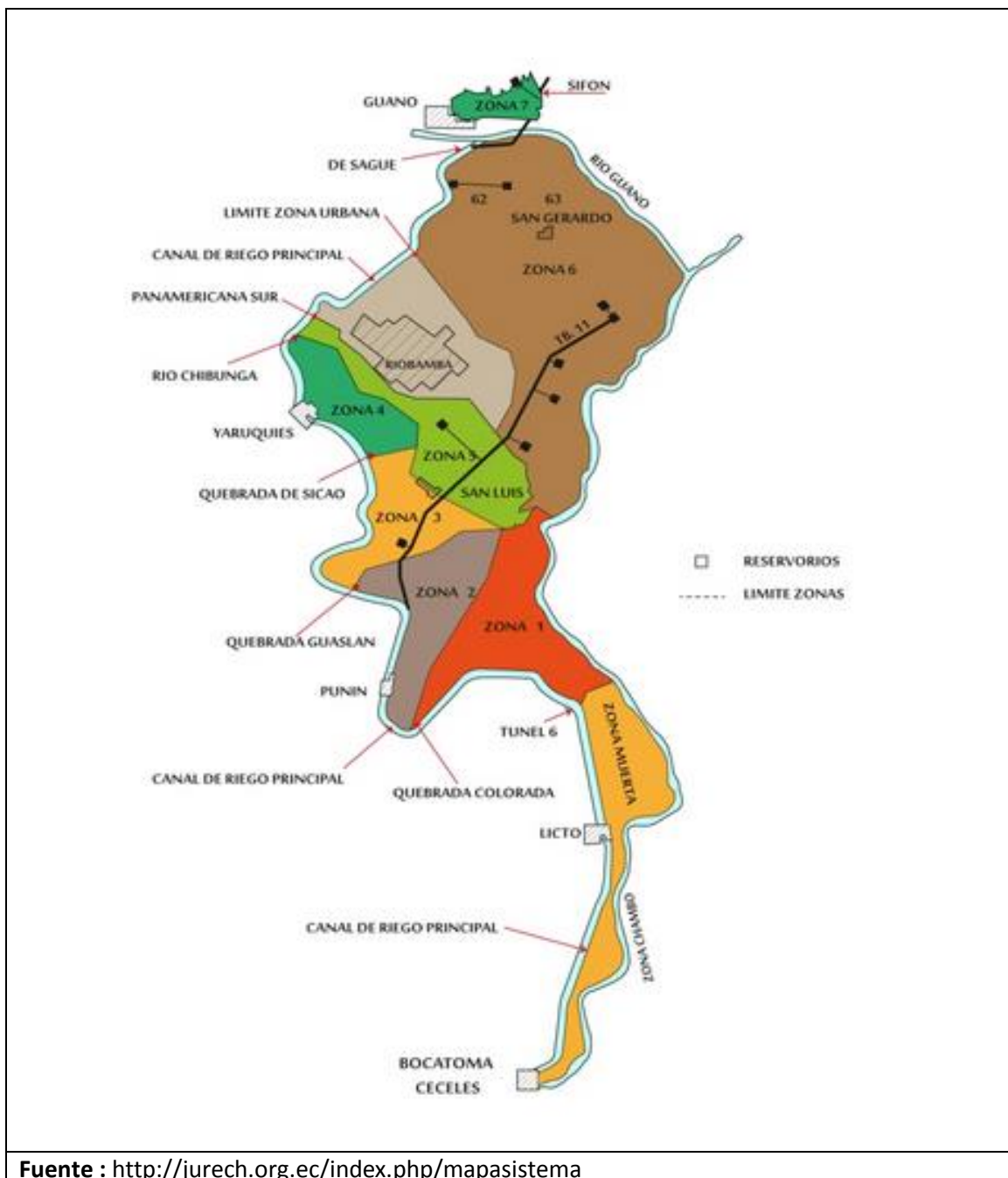
Capacitación de funcionamiento del sistema prototipo



Pruebas de envío y recepción de notificaciones móviles

## ANEXO 5

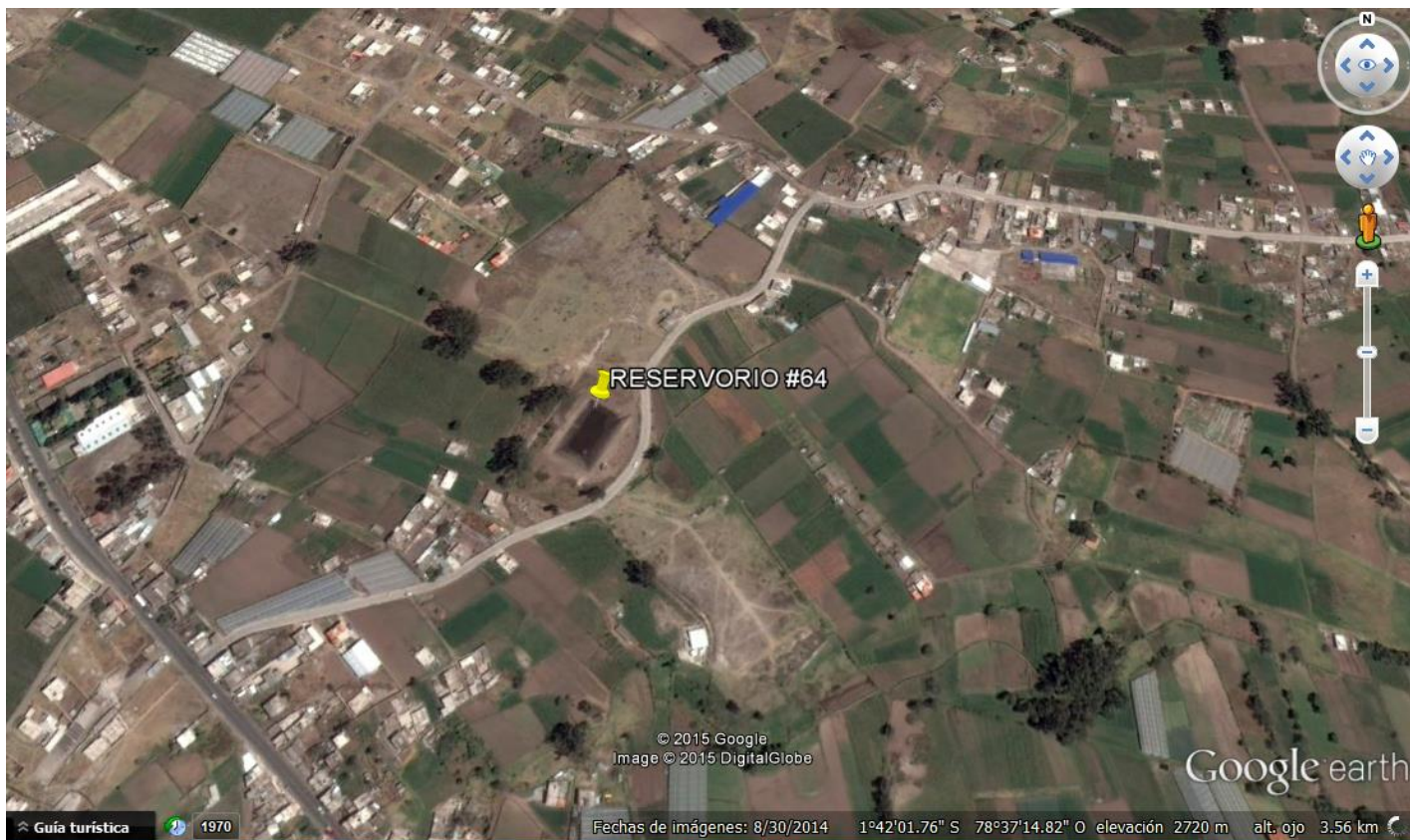
### Sistema de Riego Chambo Guano



Fuente : <http://jurech.org.ec/index.php/mapasistema>

## Reservorio #64

Ubicación: Parroquia San Luis, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo



Fuente: Google Earth