

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**  
**SEDE CONCEPCIÓN “REY BALDUÍNO DE BÉLGICA”**

# **Automatización y control de riego por goteo**

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de Técnico Universitario en  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.

Alumnos:

Francisco Edgardo Moya Araneda

Christian Andrés Morales Inostroza

Profesor Guía

Helmut Alexis Contreras Novoa

Christian.

*“Agradezco a todos quienes fueron parte de este trayecto; familia, amigos y cercanos. Agradecer especialmente a Mario Pizarro quien me permitió conocer a fondo sobre esta realidad y sobre el como se hace hoy el riego en la zona norte de nuestro país, agradezco a mi compañero por aceptar este desafío y a nuestros profesores, quienes no dudaron nunca en tendernos una mano.”*

## RESUMEN

El **riego por goteo**, igualmente conocido bajo el nombre de «riego gota a gota», es un método de regadío utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

El agua aplicada por este método de riego se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros), que incrementan la productividad y el rendimiento por unidad de superficie. Esta técnica es la innovación más importante en agricultura desde la invención de los aspersores en los años 1930.

El riego por goteo consiste en regar las plantas por medio de gotas de agua las cuales son filtradas por una manguera, tubo, etc.

A raíz de ello, ha nacido el interés, como alumnos de esta carrera de replicar, a pequeña escala, una de las etapas más complejas y muy asociada a nuestra área de automatización la cual corresponde a la automatización y control de un sistema de riego por goteo.

Si bien los sistemas sofisticados de posicionamiento son del tipo propietario y extranjero en su gran mayoría, este proyecto pretende ser el prototipo de una alternativa económica y accesible para algún pequeño o mediano productor que quisiese mejorar su proceso, ya que, dentro de los propósitos para el cual desarrollaremos este prototipo es facilitar la agricultura a través de tecnologías abiertas disponibles para todo tipo de usuarios.

Por otra parte, este prototipo, que quedara a disposición de la Universidad servirá como modelo de estudio para el alumnado de conocer a pequeña escala este proceso importantísimo dentro del rubro de la agricultura, contando con material de planos de conexionado e instrucciones específicas de funcionamiento, a fin de que conozcan otros procesos automatizados muy presentes en la industria nacional.

## INDICE

### Contenido

1.	SIGLAS Y SIMBOLOGÍA .....	10
2.	INTRODUCCIÓN .....	14
3.	OBJETIVOS .....	15
3.1.	Objetivo General. ....	15
3.2.	Objetivos Específicos. ....	15
1.	CAPÍTULO 1. TEORÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO. ....	16
1.1.	DEFINICIÓN. ....	17
1.2.	Sistema de control de lazo abierto. ....	18
1.3.	Sistema de control de lazo cerrado .....	19
2.	CAPÍTULO 2. MICROCONTROLADORES.....	20
2.1.	¿Qué es un microcontrolador?.....	21
2.2.	Arquitectura.....	21
2.2.1.	CPU (Unidad Central de Proceso): .....	21
2.2.2.	Diferentes tipos de memorias:.....	21
2.2.3.	Entradas y salidas (E / S): .....	21
2.3.	Grupos .....	22
3.	CAPÍTULO 3. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN I2C.....	24

3.1.	Protocolo I2C .....	25
3.1.1.	I2C protocolo de comunicación serial. ....	25
3.2.	¿Cómo funciona el protocolo I2C? .....	26
3.3.	Descripción de trama de datos.....	27
3.3.1.	Condición de Inicio. ....	27
3.3.2.	Trama de Dirección.....	27
3.3.3.	Bit para Lectura/Escritura A .....	27
3.3.4.	Bit ACK/NACK.....	27
3.4.	Conceptos del I2C .....	27
3.4.1.	Dirección de envío – Address. ....	27
3.4.2.	Bit de Lectura/Escritura – Read/Write Bit.....	29
3.4.3.	Frame de información – Data Frame. ....	29
4.	CAPÍTULO 4. TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA; MÉTODOS Y PRINCIPIOS DE MEDICIÓN. ....	30
4.1.	Definición de variable. ....	31
4.2.	HUMEDAD RELATIVA.....	32
4.2.1.	Definición:.....	32
4.3.	MÉTODOS Y PRINCIPIOS DE MEDICIÓN.....	32
4.3.1.	Mecánico:.....	32
4.3.2.	Sensores capacitivos: .....	32
4.3.3.	Sensores resistivos: .....	33
5.	CAPÍTULO 5. INFORMACION DE LOS NOGALES A CULTIVAR.....	34
5.1.	ORIGEN.....	35
5.2.	Temperatura.....	35
5.3.	Agua. ....	35
5.4.	Suelo.....	36
5.5.	Riego. ....	36
6.	CAPÍTULO 6. ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	37

6.1.	ENTRADAS Y SALIDAS ESTIMADAS.....	38
6.1.1.	Tabla de entradas estimadas.....	38
6.1.2.	Tabla de salidas estimadas.....	38
6.2.	ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	39
6.2.1.	ARDUINO.....	39
6.3.	Modelo de control del sistema propuesto.....	41
7.	CAPÍTULO 7. DESARROLLO DEL PROYECTO, DEFINICIÓN DE SENSORES, ACTUADORES Y CONDICIONES DE TRABAJO.....	42
7.1.	CONTROL DE HUMEDAD.....	43
7.2.	RELE DE PRESION DIFERENCIAL.....	44
7.3.	Relé estado solido.....	45
7.4.	Válvula solenoide Rain.....	46
7.5.	Sistema de bombeo.....	48
7.5.1.	Bomba.....	48
7.6.	IRRIGACION.....	50
7.6.1.	Filtro de arena.....	50
7.6.2.	Filtro de Malla.....	51
7.7.	VISUALIZACIÓN DE VARIABLES.....	52
7.7.1.	Pantalla LCD 16x2.....	52
7.8.	Conexión con Arduino.....	53
7.9.	FUENTE DE PODER 24VDC.....	55
7.10.	Estabilizador de tensión.....	56
8.	CAPITULO 8. DE LAS LEYES Y NORMAS CON RESPECTO AL RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO,.....	57
8.1.	Introducción al capítulo.....	58
8.2.	CODIGO DE AGUAS, DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS.....	59
8.3.	NORMA OFICIAL CHILENA NCH 1333 OF 78 MOD 1987.....	59
8.3.1.	Alcances y campo de aplicación.....	59
8.3.2.	Requisitos del agua para riego.....	60

8.4.	Norma eléctrica IEC.....	62
8.5.	Norma de instrumentación ISA 5.1.....	63
8.6.	Pliego técnico RTIC N°17 basado en la NCH 284 y NCH13.....	64
8.6.1.	Alcances y campo de aplicación.....	64
8.6.2.	Proyecto de instalaciones eléctricas de consumo.....	64
8.6.3.	Planos de una instalación eléctrica de consumo.....	65
8.7.	Formatos de presentación de proyectos eléctricos.....	67
8.7.1.	Cuadros de carga y cuadros de resumen de alimentadores.....	68
8.8.	Norma eléctrica para instalaciones de baja tensión NCH 4/2003 y pliegos técnicos RTIC N°02 y RTIC N°04.....	71
8.8.1.	Objetivo.....	71
8.8.2.	Alcance.....	72
8.9.	Sobre los tableros eléctricos según la RTIC N°02.....	72
8.9.1.	Referencias normativas.....	72
8.9.2.	Conceptos generales.....	73
8.9.3.	Tamaño de la caja.....	75
	El tamaño de la caja, gabinete o armario se seleccionara considerando que:.....	75
11.	Los materiales no metálicos empleados en la construcción de cajas, gabinetes, etc. deberán cumplir las sgtes condiciones.....	76
6.3	Consideraciones.....	76
6.4	Sobre conductores y canalizaciones según RTIC N°04.....	76
8.9.4.	Conceptos generales.....	76
8.10.	Conductores.....	79
8.10.1.	Generalidades.....	79
8.11.	Consideraciones.....	81
9.	CAPITULO 9. DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	82
9.1.	Introducción al capítulo.....	83
9.2.	De los costos asociados.....	83

9.3.	De los planos y dibujos. ....	85
9.4.	Del programa y su ejecución. ....	89
9.4.1.	Codigo utilizado. ....	91
10.	Conclusiones y comentarios. ....	98
10.1.	De las opciones de mejoras. ....	99
10.2.	Conclusión. ....	99
11.	Bibliografía y linkografía. ....	100

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

1.1	Diagrama de sistema de lazo abierto. ....	18
1.2	Diagrama sistema control lazo cerrado. ....	19
2.1	Microcontrolador AT90S2333. ....	22
2.2	Microcontrolador ATmega ATXmega y ATtiny. ....	22
3.1	vías de comunicación protocolo I2C. ....	25
6.1	Logo Arduino. ....	39
6.2	Modelo de control propuesto. ....	41
6.3	Diseño Propuesto. ....	41
7.1	Reles de estado solido. ....	46
7.2	Valvula solenoide Rain. ....	47
7.3	Filtro arenero. ....	51
7.4	Filtro de malla. ....	52
7.5	Pantalla LCD 16x2. ....	52
7.6	Pin-Out adaptador I2C para pantalla LCD 16x2. ....	53
7.7	Conexión pantalla LCD con Arduino. ....	54
7.9	Estabilizador de tensión. ....	56
8.1	rotulación de planos de proyectos eléctricos. ....	69
8.2.	Figura de identificación del proyecto. ....	70
8.3	Figura de cuadro de cargas de alumbrado. ....	71
8.4	Cuadro de cargas de fuerza. ....	71
8.5	Cuadro de cargas de calefacción. ....	71
8.6	Cuadro de resumen de cargas. ....	72
8.7	Cuadro de resumen para alimentadores. ....	72

9.1 Plano de localización de los dispositivos.....	85
9.2 Plano de conexión del motor y su accionamiento.....	86
9.3 conexiones del Arduino e instrumentos.....	87
9.4 Planos de conexiones en el tablero.....	88
9.5 Conexión de instrumentos de campo.....	89
9.6 Diagrama de resumen del programa.....	90
9.7 Imagen de la simulación del código de pruebas.....	97

### **ÍNDICE DE TABLAS**

2.1 Datos técnicos ATmega 328.....	23
3.1 Especificaciones protocolo I2C.....	26
3.2 Trama de datos protocolo de comunicación I2C.....	26
6.1 número de entradas físicas, análogas y discretas estimadas.....	38
6.2 número de salidas físicas, análogas y discretas estimadas.....	38
7.1 características técnicas del sensor liyuan electronic.....	43
7.2 características interruptor de presión diferencial.....	44
7.3 características válvula solenoide rain. ....	47
7.4 Calculo de presión del sistema.....	48
7.5 Ficha técnica de la bomba Riggio.....	49
7.6 Características filtro arenero.....	50
7.7 Tabla de características de la pantalla LCD.....	53
7.8 Pin Out Adaptador I2C.....	53
8.1 Tabla de elementos que se pueden encontrar en el agua y sus cantidades permisibles.....	60
8.2 clasificación de aguas de riego según su salinidad.....	62
8.3 Dimensiones del papel y márgenes de un proyecto.....	69
8.4 espacio de trabajo.....	75
8.5 Espesor mínimo de la plancha de acero para gabinetes.....	77
8.6 Codigo de colores para conductores.....	78
8.7 Conductores de cobre blando, conductividad mínima 100% IACS.....	80

8.8 características y condiciones de uso algunos cables.....	81
9.1 Costos de material.....	83
9.2 Costos humanos.....	84

## 1. **SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

### **SIGLAS**

2D	: Dos Dimensiones (AutoCAD)
3D	: Tres Dimensiones (AutoCAD)
APP	: Aplicación
BB	: Base Band (Banda Base)
BLE	: Bluetooth Low Energy (Bluetooth de Baja Energía)
CAD	: Computer Aided Design (Diseño Asistido por Ordenador)
CMPC	: Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones
CPU	: Central Processing Unit (Unidad Central de Proceso)
CW	: Clock Wise (Sentido horario)
CWW	: Counter Clock Wise (Contra sentido horario)
EEPROM	: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory (Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente)
ETC	: Etcétera
E / S	: Entradas / Salidas
FSF	: Free Software Foundation (Fundación por el Software Libre)

GFSK	: Gaussian Frequency Shift Keying (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia Gausiana)
IBM	: International Business Machines (Máquina de Negocios Internacionales)
IDE	: Integrated Development Environment (Entorno de Desarrollo Integrado)
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)
INFOR	: Instituto Forestal
ISM	: Industrial, Scientific and Medical (Industrial, Científico y Médico)
LCD	: Liquid Cristal Display (Pantalla de Cristal Líquido)
LED	: Light – Emitting Diode (Diodo Emisor de Luz)
LM	: Link Manager (Gestión de Enlace)
MIT	: Massachusetts Institute of Technology (Instituto Tecnológico de Massachusetts)
MOSFET	: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (Transistor de Efecto de Campo de Metal-Óxido-Semiconductor)
SRAM	: Static Random Access Memory (Memoria Estática de Acceso Aleatorio)
S.A.	: Sociedad Anónima
PC	: Personal Computer (Computadora Personal)
PCB	: Printed Circuit Board (Placa de Circuito Impreso)
PDF	: Portable Document Format, (Formato de Documento Portátil)
PWM	: Pulse - Width Modulation (Modulación por Anchura de Pulso)
RF	: Radio Frecuencia
RPM	: Revoluciones Por Minuto
RX	: Recepción
TTL	: Transistor - Transistor Logic (Lógica Transistor a Transistor)
TX	: Transmisión
USB	: Universal Serial Bus (Puerto de Serie Universal)
XML	: eXtensible Markup Language (Lenguaje de Marcas Extensible)

## **SIMBOLOGÍA**

(De acuerdo con lo estipulado por el Sistema Internacional de Unidades [SI])

A	: Amper
baudios	: Número de unidades de señal por segundo
bit	: Binary digit (dígito binario)
DC	: Direct Current (corriente continua)
cm	: Centímetro
g	: Gramos
gcm <sup>2</sup>	: Gramos por Centímetros al cuadrado
GHz	: Giga Hertz
GND	: Ground (tierra)
Hz	: Hertz
kB	: Kilo Byte
kbps	: Kilo bit por segundo
kgcm	: Kilo Gramo por Centímetro
kgm <sup>2</sup>	: Kilo Gramo por Metro al cuadrado
kpps	: Kilo Pulso por Segundos
kΩ	: Kilo ohm
lx	: Lux
m <sup>3</sup>	: Metros Cúbicos
m	: Metro
Mbps	: Mega bit por segundo
MHz	: Mega Hertz
mA	: Mili Amper
mm	: Milímetro
ms	: Mili Segundo
mW	: Mega Watt
nm	: Nanómetro
s	: Segundos

RPM	: Revoluciones Por Minutos
V	: Voltaje
$\Omega$	: Ohm
%	: Porcentaje
$^{\circ}$	: Grado
$^{\circ}\text{C}$	: Grado Celsius
$\mu\text{s}$	: Microsegundo
$\mu\text{V}$	: Micro Volt

## 2. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por finalidad, poder generar un proyecto basados en el estudio de los sistemas automáticos de regadío por goteo, mediante el cual se discernirá sobre si conviene implementar el control y monitorización de variables desde cero, o si por su parte es más conveniente usar tecnologías ya existentes complementadas con dispositivos de tecnología abierta.

La idea de investigar este tema nace de la visión global dada por la rápida desertificación que vivimos, especialmente en el norte de nuestro País, donde estos sistemas automáticos están ya implementados, y las tecnologías que existen aún son deficientes para poder canalizar el agua de mejor manera, también se consideró un factor importante para este trabajo el factor social; el usuario promedio que usa estos sistemas, tienden a ser adultos de entre los 40 y 70 años, de un nivel económico medio, por ende, no se puede permitir el uso de tecnologías que apunten a un precio elevado.

Para que este trabajo no se encuentre con trabas futuras, también se encontraran en el presente normas sobre el uso de aguas, normas eléctricas, normas de planos y todas aquellas que sean necesarias para poder facilitar su futura implementación.

Dentro de los dispositivos que se encuentran estudiados en este trabajo se encuentran el controlador Hunter XC, un controlador dedicado al riego y que se encuentra en el proyecto actual a mejorar y Arduino, un microcontrolador de tecnología abierta el cual permite un nivel de expansión mucho mayor al no limitarse el uso de sensores de propietarios.

Para poder esquematizar este proyecto y poder visualizar conexiones de manera que sea comprensible, se hará uso de la herramienta AutoCaD para describir los componentes internos dentro de los tableros de control que existan y ejemplificar la distribución en el terreno de los componentes.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General.**

- Mejorar la eficiencia sobre los sistemas de regadío por goteo ubicada en la Zona de El tambo, Salamanca. Mediante la utilización de microcontroladores de tecnología abierta con funciones adicionales a controladores tradicionales, válvulas eléctricas y sensores varios. Para definir si conviene mantener el controlador típico complementado con algún controlador a modo de esclavo, o si crear un sistema desde 0.

#### **3.2. Objetivos Específicos.**

- Realizar un estudio de los controladores tradicionales, para observar en que se pueden mejorar.
- -Crear en torno al microcontrolador Arduino un sistema de control y monitoreo para optimizar un sistema de regadío por goteo.
- -Desarrollar una forma eficiente para mantener los filtros limpios en el sistema de irrigación.
- -Desarrollar una investigación sobre normas y usos de agua, aparte de las eléctricas, y de comunicación.

1. **CAPÍTULO 1. TEORÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO.**

### 1.1. **DEFINICIÓN.**

El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

El concepto de la realimentación no es nuevo, el primer lazo de realimentación fue usado en 1774 por James Watt para el control de la velocidad de cualquier máquina de vapor. A pesar de conocerse el concepto del funcionamiento, los lazos se desarrollaron lentamente hasta que los primeros sistemas de transmisión neumática comenzaron a volverse comunes en los años 1940, los años pasados han visto un extenso estudio y desarrollo en la teoría y aplicación de los lazos realimentados de Control.

En la actualidad los lazos de control son un elemento esencial para la manufactura económica y prospera de virtualmente cualquier producto, desde el acero hasta los productos alimenticios. A pesar de todo, este lazo de control que es tan importante para la industria está basado en algunos principios fácilmente entendibles y fáciles. Este artículo trata este lazo de control, sus elementos básicos, y los principios básicos de su aplicación.

## 1.2. Sistema de control de lazo abierto.

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que este pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador. La Figura 1-1, Representa de mejor manera este sistema.

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- NO asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Estas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

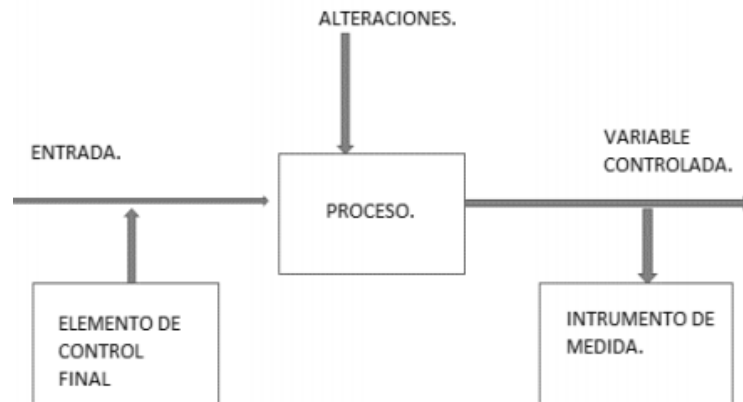


Figura 1- 1 diagrama sistema de control lazo abierto.

### 1.3. Sistema de control de lazo cerrado

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia, tal como se muestra la Figura 1-2.

El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente difícil en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de retroalimentación.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

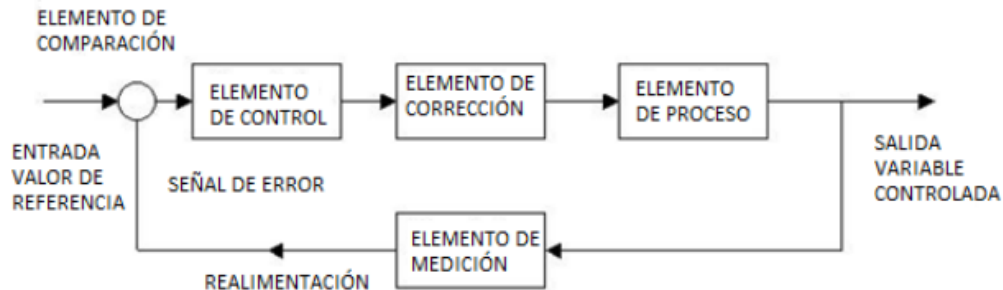


Figura 1- 2 diagrama sistema control lazo cerrado.

**2. CAPÍTULO 2. MICROCONTROLADORES**

## 2.1. ¿Qué es un microcontrolador?

Un microcontrolador (abreviado  $\mu\text{C}$ , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

## 2.2. Arquitectura.

### 2.2.1. CPU (Unidad Central de Proceso):

es la parte encargada de ejecutar cada instrucción y de controlar que dicha ejecución se realice correctamente. Normalmente, estas instrucciones hacen uso de datos disponibles previamente como lo son los datos de entrada, y generan como resultado otros datos diferentes como lo es los datos de salida, que podrán ser utilizados (o no) por la siguiente instrucción.

### 2.2.2. Diferentes tipos de memorias:

son en general las encargadas de alojar tanto las instrucciones como los diferentes datos que estas necesitan. De esta manera posibilitan que toda esta información (instrucciones y datos) esté siempre disponible para que la CPU pueda acceder y trabajar con ella en cualquier momento. Generalmente se encontrarán dos tipos de memorias: las que su contenido se almacena de forma permanente incluso tras cortes de alimentación eléctrica (llamadas persistentes), y las que su contenido se pierde al dejar de recibir alimentación (llamadas volátiles). Según las características de la información a guardar, esta se grabará en un tipo u otro de memoria de forma automática.

### 2.2.3. Entradas y salidas (E / S):

son las encargadas de comunicar el microcontrolador con el exterior. En los pines de entrada del microcontrolador se puede conectar sensores para que este pueda recibir datos provenientes de su entorno, y en sus pines de salida se conectarán actuadores para que el microcontrolador pueda enviarles órdenes y así interactuar con el medio físico. De todas formas, muchos pines de la mayoría de los microcontroladores no son exclusivamente de entrada o de salida, sino que pueden ser utilizados indistintamente para ambos propósitos (de ahí el nombre de E/S).

### 2.3. Grupos

Cuenta con bastantes aficionados debido a su diseño simple y la facilidad de programación. Se pueden dividir en los siguientes grupos:

- ATxmega: procesadores muy potentes con 16 a 384 kB de memoria flash programable, encapsulados de 44, 64 y 100 pines (A4, A3, A1), capacidad de DMA, eventos, criptografía y amplio conjunto de periféricos con DACs.
- ATmega: microcontroladores AVR grandes con 4 a 256 kB de memoria flash programable, encapsulados de 28 a 100 pines, conjunto de instrucciones extendido (multiplicación y direccionamiento de programas mayores) y amplio conjunto de periféricos.
- ATtiny: pequeños microcontroladores AVR con 0,5 a 8 kB de memoria flash programable, encapsulados de 6 a 20 pines y un limitado set de periféricos.
- AT90USB: ATmega integrado con controlador USB
- AT90CAN: ATmega con controlador de BUS CAN.
- Tipos especiales: algunos modelos especiales, por ejemplo, para el control de los cargadores de baterías, pantallas LCD y los controles de los motores o la iluminación.
- AT90S: tipos obsoletos, los AVR clásicos.



Figura 2- 1 Microcontrolador AT90S2333.



Figura 2- 2 Microcontrolador ATmega ATXmega y ATtiny.

Unos de los microcontroladores más conocidos es el ATmega 328, el cual es encontrado en una de las placas de desarrollo más usadas “ARDUINO UNO”. Dentro de las características principales que posee este microcontrolador son:

<b>DATOS TÉCNICOS.</b>	
<b>Tipo de memoria de programa.</b>	Flash.
<b>Memoria de programa (KB).</b>	32.
<b>Velocidad CPU (MIPS).</b>	20.
<b>Bytes RAM</b>	2,048.
<b>Datos EEPROM</b>	1024.
<b>Periféricos de comunicación digital</b>	1-UART,2-SPI,1-I2C.
<b>Periféricos comparador/capturado/PWM.</b>	1 Input capture, 1CCP, 6PWM.
<b>Timers</b>	2 x 8-bit, 1 x 16-bit.
<b>Comparadores</b>	1.
<b>Rango de temperatura</b>	-40 a 80°C.
<b>Rango voltaje de operación</b>	1.8 a 5.5.
<b>Numero de pines</b>	32.

Tabla 2- 1 Datos técnicos ATmega 328.

3. **CAPÍTULO 3. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN I2C.**

### 3.1. Protocolo I2C

I2C significa Circuito Integrado (Por sus siglas en Inglés Inter-Integrated Circuit) es un protocolo de comunicación serial desarrollado por Phillips Semiconductors allá por la década de los 80s. Básicamente se creó para poder comunicar varios chips al mismo tiempo dentro de los televisores.

El protocolo I2C toma e integra lo mejor de los protocolos SPI y UART. Con el protocolo I2C podemos tener a varios maestros controlando uno o múltiples esclavos. Esto puede ser de gran ayuda cuando se van a utilizar varios microcontroladores para almacenar un registro de datos hacia una sola memoria o cuando se va a mostrar información en una sola pantalla.

El protocolo utiliza solo dos vías o cables de comunicación.

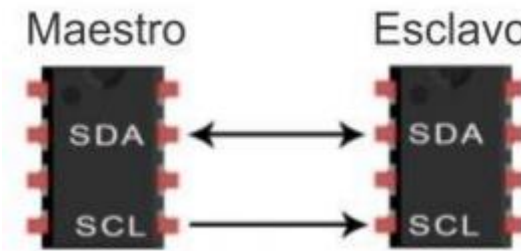


Figura 3- 1 vías o cables de comunicación protocolo I2C.

- SDA – Serial Data. Es la vía de comunicación entre el maestro y el esclavo para enviarse información.
- SCL – Serial Clock. Es la vía por donde viaja la señal de reloj
- 

#### 3.1.1. I2C protocolo de comunicación serial.

El protocolo I2C envía información a través de una sola vía de comunicación. La información es enviada bit por bit de forma coordinada, por ende, transmite mediante información de forma serial.

A continuación, se presenta una tabla con especificaciones técnicas del protocolo.

<b>Número de vías o cables</b>	<b>2</b>
<b>Velocidad máxima</b>	Modo estándar (Sm) = 100Kbps
	Modo rápido (Fm) = 400Kbps.
	Modo High Speed (Fm+ `) = 3.4 Mbps
	Modo Ultra Fast (Hs-Mode) = 5Mbps
<b>Síncrono o Asíncrono</b>	Síncrono
<b>Paralelo o Serial</b>	Serial
<b>Número máximo de maestros</b>	Ilimitado
<b>Número máximos de esclavos</b>	1008

Tabla 3- 1 Especificaciones protocolo I2C

### 3.2. ¿Cómo funciona el protocolo I2C?

Con el protocolo I2C la información viaja en mensajes. Los mensajes van divididos en tramas de datos. Cada mensaje lleva una trama con una dirección la cuál transporta la dirección binaria del esclavo al que va dirigido el mensaje, y una o más tramas que llevan la información del mensaje. También el mensaje contiene condiciones de inicio y paro, lectura y escritura de bits, y los bits ACK y NACK. Todo esto va entre cada sección de datos.



Tabla 3- 2 Trama de datos protocolo de comunicación I2C

### 3.3. **Descripción de trama de datos**

#### 3.3.1. **Condición de Inicio.**

Start: La vía SDA cambia de un nivel de voltaje Alto a un nivel de voltaje Bajo, antes de que el canal SCL cambie de Alto a nivel Bajo. Condición de Paro – Stop: La vía SDA ahora cambia de un nivel de voltaje Bajo a Alto, después de que la vía SCL cambia de Bajo a Alto.

#### 3.3.2. **Trama de Dirección.**

Address Frame: Es una secuencia única que va de los 7 a los 10 bits. Esta sección (Frame) se envía a cada Esclavo, y va a identificar al Esclavo con el que el Maestro se quiere comunicar.

#### 3.3.3. **Bit para Lectura/Escritura A**

Read/Write Bit A: Es un bit de información enviado a los Esclavos. Por medio de este bit el Maestro indica si le va enviar información al Esclavo (Nivel Bajo de voltaje = Escritura), o si el Maestro quiere solicitarle información al Esclavo (Nivel Alto de Voltaje = Lectura).

#### 3.3.4. **Bit ACK/NACK**

Después de cada sección (Frame) de información enviada en un mensaje, podemos notar que lleva un bit acknowledge/no-acknowledge (reconocido/no-reconocido). Esto ayuda a identificar si la información fue enviada correctamente. En seguida de que se envía un Frame, si este fue recibido con éxito, se retorna un bit ACK al remitente. Si la información no fue recibida con éxito, se retorna un bit NACK.

### 3.4. **Conceptos del I2C**

#### 3.4.1. **Dirección de envío – Address.**

El protocolo I2C no cuenta con una línea de selección de esclavos (Como lo hace el protocolo SPI), así que se debe establecer una forma de notificación al Esclavo, para que éste se prepare para recibir información del Maestro. Mediante la sección de Dirección (Address) en el mensaje es como se notifica al Esclavo, es por eso que va en seguida del Bit de Inicio (Start).

Así que esta es la secuencia que se sigue para el direccionamiento de esclavos.

- a. El Maestro envía la dirección del Esclavo con el que quiere comunicarse, esta dirección se envía a todos los Esclavos que estén conectados

- b. Cada Esclavo recibe la dirección, y la compara con su propia dirección.
- c. Si la dirección coincide con el Esclavo, en seguida el Esclavo envía un bit ACK con nivel de voltaje Bajo, de regreso al Maestro.
- d. Si la dirección no coincide con el Esclavo, simplemente no se hace nada, y la vía SDA permanecerá en nivel de voltaje Alto.

### 3.4.2. Bit de Lectura/Escritura – Read/Write Bit.

Después de la dirección en el mensaje, se envía un bit, notificando al Esclavo si el Maestro quiere escribir información o leer información de él. Si el Maestro quiere enviarle información al Esclavo (Escribir), entonces manda un Bajo. Si el Maestro quiere solicitar información al Esclavo (Leer), el bit Read/Write será de nivel Alto.

### 3.4.3. Frame de información – Data Frame.

Después de que el Maestro recibe el bit ACK del Esclavo, la primera sección o Frame de información está lista para ser enviada al Esclavo.

El Frame para transportar información siempre es de 8 bits y se envía primero el bit más significativo. Después de enviar un Frame de información, inmediatamente se envía un bit ACK/NACK, para comprobar que el Frame de información efectivamente se ha llegado a su destino y se ha recibido satisfactoriamente. Independientemente de quién envía el Frame de información, si el Esclavo o el Maestro, siempre se debe enviar en seguida el bit ACK/NACK, antes de que se envíe el segundo Frame de información.

Una vez que se envían ambos Frames de información, el Maestro puede activar una condición de paro (Stop), y con esto se va a detener la transmisión. La condición de paro (Stop) es un cambio de voltaje de nivel Bajo a nivel Alto, en la vía SDA, y se activa cuando en la vía SCL se pasa de un nivel Bajo a un nivel Alto (La vía SCL, posteriormente, permanecerá en nivel Alto).

4. **CAPÍTULO 4. TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA; MÉTODOS Y PRINCIPIOS DE MEDICIÓN.**

## TEMPERATURA.

### 4.1. Definición de variable.

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro. En física, se define como una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico.

Métodos y principios de medición

La medición de la temperatura puede realizarse mediante diferentes instrumentos basados en diferentes principios de operación:

- **Termómetros de vidrio:** el funcionamiento de estos termómetros está basado en la expansión de un líquido en función de la temperatura. Los más populares son los termómetros de mercurio, los cuales operan en un intervalo de temperatura entre  $-38^{\circ}\text{C}$  y  $540^{\circ}\text{C}$ . Para temperaturas más bajas se suelen usar termómetros de alcohol ( $-62^{\circ}\text{C}$ ), pentano ( $-200^{\circ}\text{C}$ ) y una mezcla de propano ( $-217^{\circ}\text{C}$ ). La precisión de estos instrumentos depende de su calidad y del rango de temperatura.
- **Termómetros de presión:** estos termómetros están basados en la expansión que sufre un fluido por efecto de la temperatura. Si el fluido está confinado (tubo de Bourdon o tubo capilar), el aumento de la temperatura generará un aumento de la presión.
- **Pirómetros:** Los pirómetros son sensores de temperatura que detectan la radiación electromagnética emitida por los cuerpos. El principio de funcionamiento de estos dispositivos se basa en que un cuerpo emite radiación electromagnética con una intensidad que depende de su temperatura. los pirómetros se dividen en dos clases:
  - a) **Pirómetros ópticos:** para su implementación es necesario que el cuerpo emita en el espectro infrarrojo de longitud de onda. El rango de aplicación es entre  $750^{\circ}\text{C}$  y  $2900^{\circ}\text{C}$ .
  - b) **Pirómetros de radiación:** son instrumentos que miden la tasa de emisión de energía por unidad de área en un intervalo de longitud de onda relativamente grande. Los pirómetros de radiación se diferencian por el tipo de detector, los cuales pueden ser térmicos y de fotones.
- **Termopares:** Un circuito cerrado, formado por dos hilos de metales diferentes, circula una corriente cuando existe una diferencia de temperatura entre la junta caliente y la referencia fría. Este fenómeno es denominado el efecto Seebeck. El principio de operación de los termopares se fundamenta en la generación y medición de una fuerza electromotriz (FEM) cuando dos metales de diferente composición unidos por un extremo experimentan un gradiente de temperatura.
- **Termistores:** Un termistor es un resistor cuya resistencia eléctrica varía considerablemente con la temperatura. Los termistores están hechos de materiales semiconductores sinterizados, principalmente óxidos metálicos. Los termistores

son de los sensores térmicos más precisos ( $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ;  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ), sin embargo, el intervalo de temperatura de estos dispositivos es más limitado que el de los termopares ( $0 - 100^{\circ}\text{C}$ ).

#### 4.2. **HUMEDAD RELATIVA.**

##### 4.2.1. Definición:

La humedad del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. La cantidad de vapor de agua que puede absorber el aire depende de su temperatura. El aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío. El vapor de agua tiene una densidad menor que la del aire, por tanto, el aire húmedo (mezcla de aire y vapor de agua) es menos denso que el aire seco. Por otra parte, las sustancias al calentarse dilatan, lo que les confiere menor densidad.

#### 4.3. **MÉTODOS Y PRINCIPIOS DE MEDICIÓN**

##### 4.3.1. Mecánico:

Los higrómetros mecánicos usan la expansión y contracción de materiales orgánicos con los cambios de humedad. El elemento sensible puede ser cabello, un elemento textil o plástico. Los cambios de longitud se amplifican mediante la acción de palancas para mover la aguja en un dial, o un lápiz que registra un diagrama. Principalmente adecuado para condiciones ambientales normales. Incertidumbre de la medición es de alrededor de  $\pm 5\%$  a  $\pm 15\%$  de la humedad relativa

##### 4.3.2. Sensores capacitivos:

Responden más a la humedad relativa que al punto de rocío, con una buena linealidad a bajas humedades relativas. En general, los sensores capacitivos no resultan dañados por la condensación, aunque puede cambiar la calibración como resultado.

#### 4.3.3. Sensores resistivos:

Responden más a la humedad relativa que al punto de rocío. La linealidad de los sensores resistivos es mejor a altas humedades. La mayoría de los sensores resistivos no pueden tolerar la condensación. Sin embargo, algunos están “protegidos contra la saturación”, mediante calentamiento automático para evitar la condensación.

5. **CAPÍTULO 5. INFORMACION DE LOS NOGALES A CULTIVAR.**

### 5.1. **ORIGEN.**

Procedente de Persia (región del Himalaya), según unos autores, o de China y Japón, según otros; fue transportado a Grecia y luego a Italia y a los demás países de Europa.

Existen evidencias fósiles de la presencia del nogal *J. regia*, en la Península Ibérica, que se remontan al Paleolítico. El nogal se encuentra vegetando en estado silvestre en la Europa oriental y Asia Menor, asimismo en Norteamérica, formando un cierto número de especies más o menos cultivadas.

### 5.2. **Temperatura.**

Deben evitarse lugares cuyas temperaturas primaverales puedan descender a menos de 1,1°C, ya que pueden ocasionar daños por heladas en las inflorescencias masculinas, brotes nuevos y pequeños frutos.

El nogal es muy sensible a las heladas de primavera, que mermarán sustancialmente la cosecha, pero también a las heladas precoces de otoño que interfieren muy negativamente en la formación los primeros años; durante este periodo juvenil pueden llegar a producirse la muerte de toda la parte aérea del plantón.

Si se dan temperaturas superiores a los 38°C acompañadas de baja humedad es posible que se produzcan quemaduras por el sol en las nueces más expuestas. Si esto sucede al comienzo de la estación, las nueces resultarán vacías, pero si es más tarde las semillas pueden arrugarse, oscurecerse o adherirse al interior de la cáscara.

En climas muy templados y en situaciones bajas, afectadas por vientos secos y cálidos procedentes del sur, además de provocar la caída prematura de las hojas, difícilmente puede salvarse la cosecha por las puestas del lepidótero *Cydia pomonella*, causante del agusanado del fruto.

### 5.3. **Agua.**

A pesar de su rusticidad, es muy sensible a la sequía, siendo impropio para ser cultivado en las tierras de secano y de naturaleza seca.

Para que su cultivo sea posible necesita de precipitaciones mínimas de 700 mm, siendo de 1.000-1.200 mm para explotaciones intensivas.

Si la pluviometría es insuficiente o está irregularmente repartida, habrá que recurrir al riego para conseguir un desarrollo normal de los árboles y una buena producción de nuez.

#### 5.4. Suelo.

- Es un árbol que se adapta muy bien a suelos muy diferentes, aunque prefiere suelos profundos, permeables, sueltos y de buena fertilidad.
- El drenaje vendrá determinado por subsuelos formados por caliza fisurada, cantos rodados, etc.
- Para una buena retención de agua se precisan suelos con un contenido en materia orgánica entre el 1,2 y 2% y un 18 -25% de arcilla.
- El nogal se desarrolla en suelos con pH neutro (6,5 - 7,5).

#### 5.5. Riego.

- La práctica correcta del riego es fundamental para obtener un desarrollo rápido y homogéneo del árbol y la obtención de una producción importante de nuez de calibre regular.
- El tamaño de la nuez dependerá de las disponibilidades de agua durante las seis semanas que siguen a la floración.
- El nogal es una especie de regadío y prácticamente todas las nuevas explotaciones cuentan con aportes hídricos. El riego por aspersión no se utiliza, pues favorece el desarrollo de bacteriosis.
- El riego localizado, por goteo, es el más habitual. En producciones intensivas el árbol no debe sufrir escasez de agua durante la formación del fruto ni durante el engrosamiento de este.
- Esto tiene lugar de mayo a julio y el aporte de agua será de 40 a 50 m<sup>3</sup>/ha y día. Cuando lignifique la cáscara (agosto y septiembre) las necesidades serán de unos 30 a 35 m<sup>3</sup>/ha y día.

**6. CAPÍTULO 6. ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR**

## 6.1. ENTRADAS Y SALIDAS ESTIMADAS.

La automatización del proyecto tiene como finalidad el control de variables y a si mismo parámetros, para obtener una producción ideal, dichas variables corresponden a Temperatura, Humedad relativa, Humedad de suelo. A raíz de esto se debe saber el número de entradas y salidas tanto análogas como discretas, correspondiente a sensores, etc. A continuación, se presenta un estimado de entradas y salidas posibles dentro del proyecto.

### 6.1.1. Tabla de entradas estimadas.

Se presenta el registro de las distintas entradas físicas que posee el sistema a través de la tabla 6-1 . Junto a los detalles de estas.

Entradas	Función	Comentario	Tipo de señal
Sensor de humedad	Captar mediante el nivel de conductividad la humedad del suelo y enviar una señal proporcional al controlador	4 unidades	4-20mA analogica
Rele de presión diferencial	Mandar una señal de alto o bajo al controlador al superarse la presión admitida en el sistema	2 unidades	I/O

Tabla 6-1 número de entradas físicas, análogas y discretas estimadas.

### 6.1.2. Tabla de salidas estimadas.

Salidas	función	Comentario	Tipo de señal
relés de estado solido	Alimentar los solenoides para distribuir el agua a las zonas específicas mediante su apertura o cierre	9 unidades	I/O
Pantalla I2C	Visualizar las variables en pantalla	1 unidad	

Tabla 6-2 número de salidas físicas, análogas y discretas estimadas.

## 6.2. ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

La elección del microcontrolador se realiza en base a criterios como de la cantidad de entradas y salidas del sistema, la robustez tanto física como tecnológica del proyecto y la economía monetaria que debe presentar.

### 6.2.1. ARDUINO

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Arduino puede “sentir” el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo, con Flash, Processing, MaxMSP, etc.). Arduino es posible conectarlo a internet mediante módulo de conexión Wi-Fi.



Figura 6- 1 Logo Arduino

#### 6.2.1.1. Código abierto y hardware extensible:

El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo.

#### 6.2.1.2. Programación:

El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero su ciertamente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también. Está convenientemente basado en el entorno de programación Processing.

#### 6.2.1.3. Código abierto y software extensible.

El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar.

Costo:

Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras.

La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblada a mano. El promedio de precio dentro del mercado es 15 mil pesos, dependiendo de la tipo, modelo y robustez del Arduino.

#### 6.2.1.4. Multiplataforma:

El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows.

6.3. **Modelo de control del sistema propuesto**

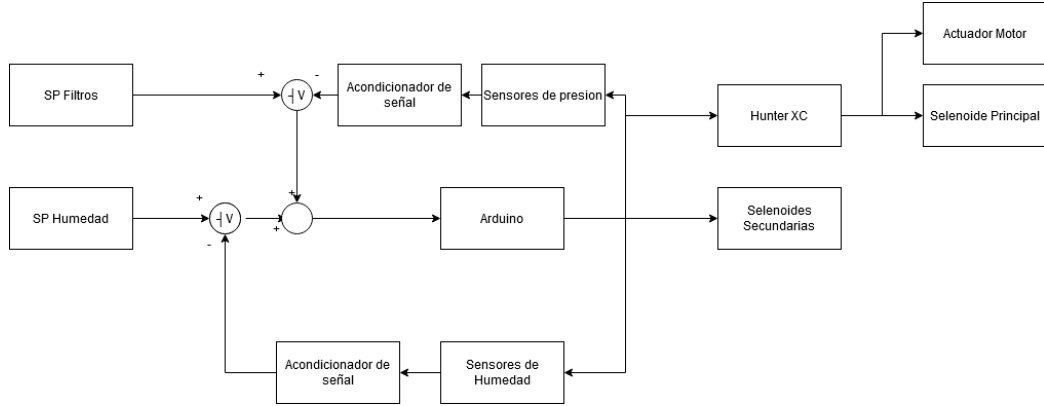


Figura 6-2. Modelo de control propuesto

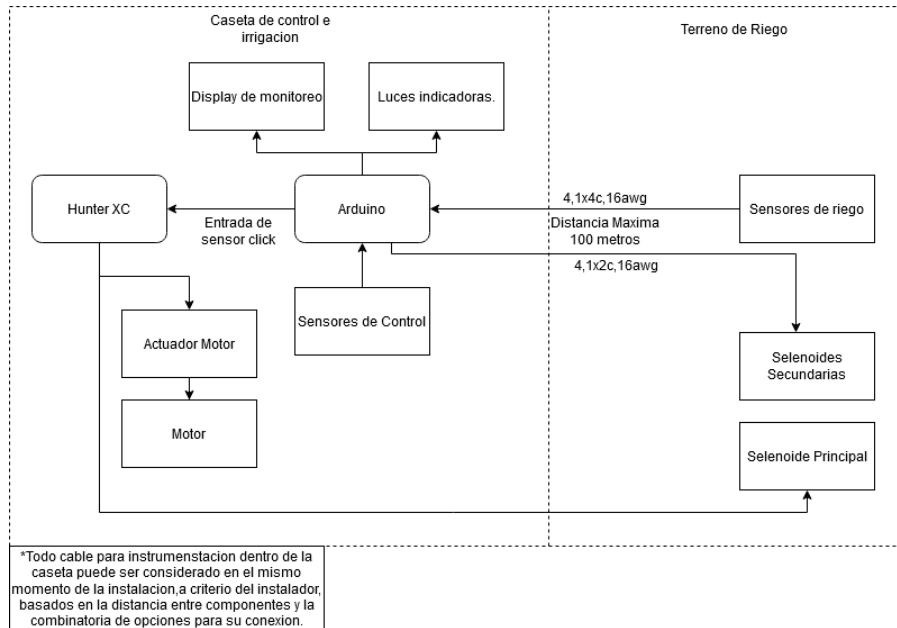


Figura 6-3 Diseño Propuesto

**7. CAPÍTULO 7. DESARROLLO DEL PROYECTO, DEFINICIÓN DE  
SENSORES, ACTUADORES Y CONDICIONES DE TRABAJO.**

### 7.1. CONTROL DE HUMEDAD

La realización del control de humedad del proyecto se realiza en base a la toma de datos de un sensor, el cual permite ejercer un control directo mediante la programación del Arduino, en el que el sensor manda una señal y este la recibe el Arduino mandando una señal al programador hunter xc para accionar la bomba.

#### Liyuan Electronic sensor de temperatura

Este sensor es adecuado para medir la temperatura y la humedad del suelo, El sensor de alta precisión calibrado original alemán compara el método real de secado y pesaje del suelo, alta precisión, respuesta rápida y salida estable. Menos afectado por la salinidad del suelo, apto para todo tipo de suelos. Enterrada en el suelo a largo plazo, la electrólisis a largo plazo-resistente, resistencia a la corrosión, encapsulado al vacío, completamente impermeable.

A continuación, se presenta una tabla de características técnicas del sensor.

Parámetro	Rango
Fuente de alimentación CC	10-30VDC
Consumo máximo de energía	1,2 W
Precisión	
Humedad	$\pm 3\%$ RH (5% RH ~ 95% RH... 25C)
Temperatura	$\pm 0,5c$ (25C)
Temperatura de funcionamiento de la sonda	-30C ~ 70C
Sonda de humedad	0% RH ~ 100% RH
Estabilidad a largo plazo	
Humedad	$\leq 1\%$ RH / y
Temperatura	$\leq 0.1C$ / y
Tiempo de respuesta	
Humedad	$\leq 4S$
Temperatura	$\leq 15S$
Salida	4-20MA
Longitud de la sonda	70mm
Diámetro de la sonda	3mm

Tabla 7-1 características técnicas del sensor liyuan electronic

## 7.2. RELE DE PRESION DIFERENCIAL.

Los conmutadores de presión diferencial son un tipo particular de interruptor de presión que convierte un cambio en la presión entre dos sistemas en una función eléctrica. Los dos sistemas son constantemente monitoreados, y se mide su presión relativa. Cuando uno de los dos sistemas experimenta un cambio en la presión, el cambio en la presión se compara con un conjunto de puntos diferenciales. Si el cambio en la presión excede los niveles permitidos, el interruptor de presión diferencial activa. Si el interruptor de presión diferencial se establece en off, se encenderá, y si se ha activado, se apagará.

### INTERRUPTOR DE PRESION DIFERENCIAL MOJADO/MOJADO SERIE DX

El interruptor serie DX es un interruptor de presión diferencial que obtiene un resultado en base a la diferencia entre dos fuentes de presión. Los materiales húmedos de latón o fluoroelastómero son ideales para ser usados con la mayoría de los gases y soluciones acuosas.

El interruptor puede utilizarse para medir presiones diferenciales bajas con un punto de ajuste establecido en una lectura mínima de 0.07 bar (1 psid). Los rangos diferenciales del punto de ajuste oscilan entre 0.17 y 5.17 bar (2.5 a 75 psid) para el aumento de la presión diferencial, y entre 0.07 y 4.62 bar (1.0 a 67 psid) para el descenso de la presión diferencial.

La unidad se caracteriza por tener una clasificación de presión estática alta de 13.8 bar (200 psig) para aplicaciones de presión estática más alta. Como estándar, el interruptor tiene un gabinete resistente a la intemperie, tipo 4X homologado por UL, para ser instalado en el exterior o entornos expuestos a grandes cantidades de polvo o agua. La serie DX incorpora un punto de ajuste regulable externamente, una brida incorporada de montaje y un bloque de terminales eléctricos desmontable para una instalación rápida y sencilla.

Especificaciones	
Servicio	Compatible con gases y líquidos
Límites de temperatura	1 a 60° c
Límites de presión	13.8 bar
Repetibilidad	2% del rango total
Tipo de switch	SPDT Snap switch
Ratio eléctrico	5A 120/250 vac o 5A 30 vdc

Tabla 7-2 características interruptor de presión diferencial

### 7.3. **Relé estado solido**

Relé Módulo 4 SSR, 220VAC / 2A

Es una placa de relé de estado sólido de 2 canales, que se puede controlar directamente mediante una amplia gama de microcontroladores como Arduino, AVR, PIC, ARM, PLC, etc.

Especificaciones:

Voltaje de funcionamiento: 5 V CC (160 mA)

Canal: 4 canales

Peso: aproximadamente 21 g / 0,8 oz

Voltaje de la señal de control de entrada:

(Relé bajo de estado 0-2,5 V activado)

(Relé alto de estado 3.3-5V APAGADO)

Corriente de voltaje: 1 canal 12.5mA / 2 canales 22.5mA

Voltaje de disparo: 0-2,5 V

Corriente de disparo: 2 mA

Corriente de reposo: 0 mA

Interfaz del módulo:

DC +: conectar a la fuente de alimentación positiva (mediante fuente de alimentación de voltaje de relé)

DC -: conectar a la fuente de alimentación negativa

CH1: 1 señal del módulo de relé para activar el final (efectivo a nivel bajo)

CH2: señal del módulo de relé de 2 canales para activar el final (efectivo en nivel bajo)

Nota:

La energía debe ser voltaje de CC y el voltaje debe ser consistente con el voltaje del relé.



Figura 7-1 Relés de estado solido

#### 7.4. **Válvula solenoide Rain.**

Válvula Solenoide Rain de 1 pulgada con control de flujo para riego automático, compatible con todos los sistemas controladores de riego de 24 VAC, puede ser usada en superficie o bajo tierra.

Parámetros	Rango
Presión de funcionamiento	min 1.0 bar <u>max 12 bar</u>
Caudal	20 l/min <u>max 90 l/min</u>
Temperatura de operación	min +4°C <u>max 70°C</u>
Material	PA 6 30% fibra de vidrio
Membrana en piezas	<u>co-moldeadas</u>
Muelle de diafragma de acero	
Apertura manual debajo del solenoide	
Contraventana opcional	
Diafragma de una sola pieza	
Acero inoxidable auto limpiante	
Resorte diferencial de diafragma de acero inoxidable	
Control de flujo	
Solenoide certificado CE, IP 68 9 PN12 pieza probada por pieza a 14 bar	
Mango de purga para apertura manual con purga interna	
Solenoide de eficiencia energética 0,2 amperios, 4,8 VA	
Solenoide estándar: 24 VCA	

Tabla 7-3 características válvula solenoide rain.



Figura 7.2 Valvula solenoide Rain

## 7.5. Sistema de bombeo

El sistema de bombeo cuenta con diversos elementos, tales como:

- Bomba
- Tuberías de pvc.
- Filtro de malla

Los que en conjunto permiten realizar un regadío de manera correcta. Cada uno se eligió en base al área donde se deberá suministrar el riego (500m<sup>2</sup>), es decir el sistema elegido no es sobredimensionado a las necesidades del proyecto. Hay que destacar que al igual que los actuadores del control de Temperatura y Humedad, la bomba no se puede conectar directamente al Arduino, es decir, se necesita obligatoriamente un relé para ejercer la acción de activación o desactivación del proceso de riego.

### 7.5.1. Bomba

Según un estudio realizado para la selección correcta de la bomba se tomaron las siguientes consideraciones

Pérdida en la Red	0,28	m.c.a
Pérdidas singulares	0,06	m.c.a
Dif. Topográfica	72,50	m.c.a
Pérdidas en válvula	1,00	m.c.a
Dif. Espejo agua-bomba	2,00	m.c.a
Pérdidas Filtro	6,00	m.c.a
Pérdida en la succión	0,10	m.c.a
Presión entrada Emisor	15,00	m.c.a
<b>Total Presión Requerida</b>	<b>26,95</b>	<b>m.c.a</b>
Caudal de Diseño	42	Its/min
Caudal de Diseño	0,00071	m <sup>3</sup> /seg
Potencia del Motor	0,38	HP

Tabla 7.4 Calculo de presión del sistema

En base al cálculo anterior se ha elegido la sgte bomba:

## Bomba Centrifuga Riggio STM100

descripción:

Esta es una bomba centrifuga para uso domestico e industrial, silenciosas y de larga duración, son ampliamente utilizadas en presurización de sistemas de transferencia de fluidos, riego y cualquier aplicación que requiera caudales y alturas medianas.

características principales de la bomba:

impulsor en laton de cobre – zinc; eje en acero inoxidable, Protector térmico incorporado en motores monofásicos.

Límites de empleo: temperatura del agua a 90°C, temperatura ambiente 40°C, altura de succión 7m.

Motor con aislación clase F y protección IP44

A continuación se describe la ficha técnica de la bomba:

<b>Corriente</b>	Monofásica (220 Volt)
<b>Protección</b>	IP 44
<b>Origen</b>	Italia
<b>Potencia</b>	1.0 HP / 0.75 kW
<b>Tipo de Líquido</b>	Agua Limpia
<b>Conexión</b>	1" x 1"
<b>Tipo</b>	Centrífuga 1 Impulsor
<b>Altura Máxima</b>	30 metros
<b>Caudal Máximo</b>	120 lts/min
<b>Marca</b>	Reggio

Tabla 7-5 Ficha técnica de la bomba Riggio

## 7.6. IRRIGACION

Dentro del sistema de irrigación nos encontramos con filtros que son necesarios para poder poseer aparte de una buena irrigación , la menor cantidad de partículas indeseadas en el reigo.

### 7.6.1. Filtro de arena.

Este filtro se usa cuando el agua contiene una gran proporción de arena con mas de 70 micrones de diámetro, o sea partículas más pesadas que el agua que no pasan las 200 mallas. Este filtro funciona por el sistema de Vórtice. El agua entra en forma tangencial por el lateral de un recipiente en forma de embudo. Debido a la fuerza centrifuga que se ejerce sobre las partículas mas pesadas que el agua, dichas partículas resbalan por las paredes del recipiente. El agua filtrada sale por la parte inferior del recipiente hacia el deposito que va colocado en la parte inferior del recipiente. El agua filtrada sale por un tubo conectado en el centro de la tapa del recipiente.

Material de fabricacion	Acero carbono laminado astm a-36
Soldadura	Proceso Mig- semiautomatico
	Proceso Arco sumergido automatico
Tratamiento superficial	Granallado SSPC-SP-10_63T
Pintura	Poliester de aplicación Electroestatica
	Horneado a 220°C
	Proteccion 100 micras
Presion de trabajo	Minima 2.5 Bar
	Maxima 8 Bar
	Prueba 12 bar
Presion minima requerida para filtrado	2.0 Bar
Presion minima requerida para retrolavado	2.5Bar
Presion diferencial necesaria para iniciar lavado	Ajustable entre 0.5 y 1.Bar
Caida de presion de seguridad maxima	1.0 Bar

Tabla 7-6. Características filtro arenero.



Figura 7-3 Filtro arenero Javi

#### 7.6.2. Filtro de Malla

Filtro de pantalla de rego por goteo estilo Y de 1 pulgada, fácil instalación y fácil mantenimiento, filtración de malla de 120 micrones con precisión, bajo costo con excelente rendimiento.

Con diseño compacto para una fácil instalación en espacios reducidos, pantalla de filtro duradera con características resistentes a la corrosión, ácidos y álcalis, adecuado para riego y filtrado de hortalizas, arboles frutales, invernaderos, jardines de té, campos verdes y diversos cultivos



Figura 7-4 Filtro de malla

## 7.7. VISUALIZACIÓN DE VARIABLES

Para poder conocer los valores de las variables medidas de forma directa, es necesario establecer una interfaz entre el usuario y el controlador, por ende, y ya que las variables y valores son reducidos, no es necesario contar con un elemento sofisticado. En este caso una pantalla LCD creada para Arduino.

### 7.7.1. Pantalla LCD 16x2

Es una pantalla alfanumérica que consta de 2 filas y 16 columnas, con un módulo integrado de conversión de comunicación a protocolo I2C, el cual permite la interacción del controlador con la pantalla mediante dos hilos de conexión. También es necesario instalar una librería para la comunicación del LCD, están se encuentran de forma gratuita en internet.



Figura 7-5 Pantalla LCD 16x2

A continuación, se presenta la tabulación de las características de la pantalla LCD

<b>Características.</b>
<b>Backlighth led azul</b>
<b>Ángulo de visión amplio y alto contraste.</b>
<b>Controlador integrado estándar HD44780.</b>
<b>Puede mostrar 2 líneas x 16 caracteres.</b>
<b>Alimentación 5 [V].</b>
<b>Consumo de corriente con luz de fondo total: 25 mA máx.</b>
<b>Dimensión del módulo: 80mm x 35mm x 11mm.</b>
<b>Tamaño de la zona de display: 64.5mm x 16mm</b>

Tabla 7-7 Tabla de características de la pantalla LCD

Pin Out adaptador I2C

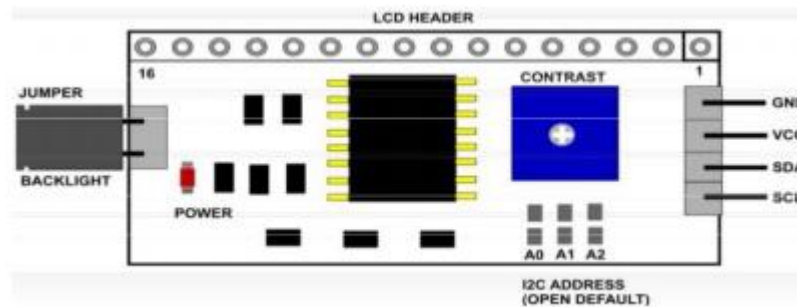


Figura 7-6 Pin-Out adaptador I2C para pantalla LCD 16x2.

GND	Tierra
VCC	Alimentación 5 [V].
SDA	A4
SCL	A5

Tabla 7-8 Pin Out Adaptador I2C

### 7.8. Conexión con Arduino

Se presenta la conexión que se debe efectuar para establecer comunicación entre el módulo de conversión a I2C de la pantalla LCD con la placa de desarrollo Arduino.

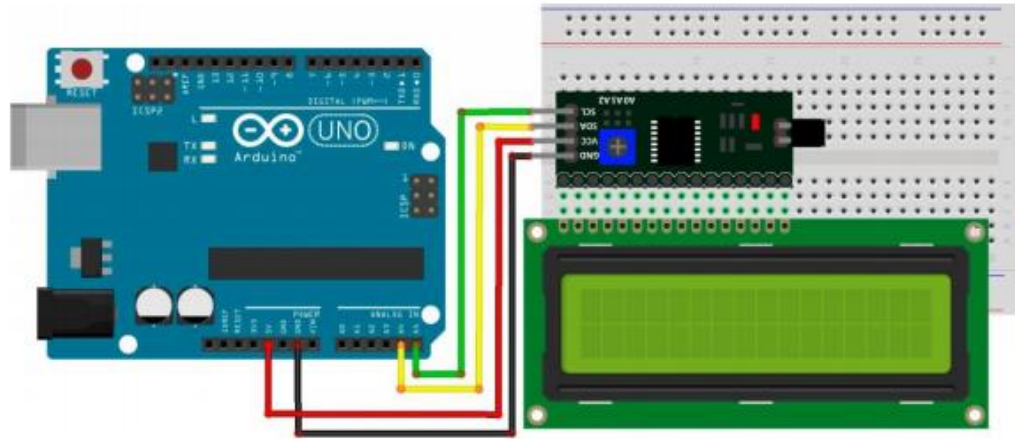


Figura 7-7 Conexión pantalla LCD con Arduino.

### 7.9. **FUENTE DE PODER 24VDC**

Tipo de conector: Bornes con tornillos.

Potencia de salida: 1 hasta 50.4W.

Corriente de salida: 2.1 Amp.

Voltaje de salida: 24 Vdc.

Frecuencia de salida: 50-60HZ

Modelo del equipo: MS-50-24

Entrada de voltaje: 100-120Vac ~ 200-240VAC 50/60Hz

Dimensiones: 111 x 78 x 36 mm

Certificacion: CE ROHS

Peso: 0.6Kgs



### 7.10. Estabilizador de tensión.

- Voltaje de entrada: 4.5V~35V
- Voltaje de salida (ajustable): 1.25V~30V
- Corriente de entrada: 5A Max
- Corriente de salida: 3A nominal, 5A Max
- La diferencia de tensión mínima: 2V
- Corriente sin carga: 15mA (típico)
- Potencia de salida: 20W, 25W (nominal)
- Eficiencia: ~92%
- Rizado de salida: 0.07mV
- Dirección de ajuste del potenciómetro: Derecha (aumento) Izquierda (disminución)
- Frecuencia de conmutación: 150KHz
- Regulación de carga:  $\pm 0.5\%$
- Tasa de regulación de voltaje:  $\pm 0.5\%$
- Velocidad de la reacción dinámica: 5% 200us
- Salida Protección de cortocircuito: Sí, la recuperación es automática
- Entrada de Protección inversa: Ninguno
- Temperatura de funcionamiento: -40°C~85°C



Figura 7-9 Estabilizador de tensión.

**8. CAPITULO 8. DE LAS LEYES Y NORMAS CON RESPECTO AL RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO.**

### 8.1. **Introducción al capítulo.**

Por las características del sistema y la finalidad que este posee, no se puede dejar de mencionar las leyes que aplican, al ser finalmente para consumo humano, nos encontraremos con normas que limitaran cantidades de metales y/o elementos orgánicos que podamos encontrar en el agua.

Así también veremos en este capítulo todas aquellas normas eléctricas, de planos e instrumentación que sean necesarias para el correcto desarrollo del proyecto.

De este modo se harán mención a todas las leyes y normas usadas, así como los insisos mas importantes para este trabajo.

De las leyes de agua.

## 8.2. **CODIGO DE AGUAS, DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS.**

### 8.2.1. ARTICULO 5°

Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del presente código.

### 8.2.2. ARTICULO 7°

El derecho de aprovechamiento se expresará en volumen por unidad de tiempo.

### 8.2.3. ARTICULO 11°

El dueño de un predio puede servirse, de acuerdo con las leyes y ordenanzas respectivas, de las aguas lluvias que corren por un camino público y torcer su curso para utilizarlas. Ninguna prescripción puede privarle de este uso.

### 8.2.4. ARTICULO 17°

Los derechos de aprovechamiento de ejercicio permanente facultan para usar el agua en la dotación que corresponda, salvo que la fuente de abastecimiento no contenga la cantidad suficiente para satisfacerlos en su integridad, en cuyo caso el caudal se distribuirá en partes alícuotas.

## 8.3. **NORMA OFICIAL CHILENA NCH 1333 OF 78 MOD 1987**

### 8.3.1. Alcances y campo de aplicación.

Esta norma se debe aplicar a las aguas destinadas a los usos siguientes:

- a) agua para consumo humano;
- b) agua para la bebida de animales;
- c) riego;
- d) recreación y estética;

### 8.3.2. Requisitos del agua para riego.

#### 8.3.2.1. Requisitos químicos.

##### pH

El agua para riego debe tener un pH comprendido entre 5,5 y 9,0.

##### Elementos químicos.

En la tabla 8.1 se dan los valores máximos permisibles de algunos elementos químicos en agua de riego.

Elemento	Unidad	Límite máximo
Aluminio (Al)	mg/l	5,00
Arsénico (As)	mg/l	0,10
Bario (Ba)	mg/l	4,00
Berilio (Be)	mg/l	0,10
Boro (B)	mg/l	0,75
Cadmio (Cd)	mg/l	0,010
Cianuro (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,20
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	200,00
Cobalto (Co)	mg/l	0,050
Cobre (Cu)	mg/l	0,20
Cromo (Cr)	mg/l	0,10
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/l	1,00
Hierro (Fe)	mg/l	5,00
Litio (Li)	mg/l	2,50
Litio (cítricos) (Li)	mg/l	0,075
Manganeso (Mn)	mg/l	0,20
Mercurio (Hg)	mg/l	0,001
Molibdeno (Mo)	mg/l	0,010
Níquel (Ni)	mg/l	0,20
Plata (Ag)	mg/l	0,20
Plomo (Pb)	mg/l	5,00
Selenio (Se)	mg/l	0,020
Sodio porcentual (Na)	%	35,00
Sulfato (So <sub>4</sub> = )	mg/l	250,00
Vanadio (V)	mg/l	0,10
Zinc (Zn)	mg/l	2,00

Tabla 8.1 Tabla de elementos que se pueden encontrar en el agua y sus cantidades permisibles.

\*El Ministerio de Obras Públicas podrá autorizar valores mayores o menores para los límites máximos de cada uno de los elementos de la tabla 1, mediante Resolución fundada en aquellos casos calificados que así lo determinen.

### 8.3.2.2. Razón de absorción de Sonio (RAS)

La Autoridad Competente debe establecerla en cada caso específico

### 8.3.2.3. Conductividad específica y sólidos disueltos totales.

En la tabla 2 se da una clasificación de aguas para riego de acuerdo a sus condiciones de salinidad, en base a las características de conductividad específica y concentración de sólidos disueltos totales.

Clasificación	Conductividad específica, c, $\mu$ mhos/cm a 25°C	Sólidos disueltos totales, s, mg/l a 105°C
Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales	$c \leq 750$	$s \leq 500$
Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles	$750 < c \leq 1\ 500$	$500 < s \leq 1\ 000$
Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos	$1\ 500 < c \leq 3\ 000$	$1\ 000 < s \leq 2\ 000$
Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos	$3\ 000 < c \leq 7\ 500$	$2\ 000 < s \leq 5\ 000$

Tabla 8.2 clasificación de aguas de riego según su salinidad.

\*Los valores de conductividad específica de un curso o masa de agua en particular no deben ser incrementados más allá de los límites que la Autoridad Competente determine, de acuerdo con el tipo de cultivo, manejo del agua y calidad excepcional del suelo.

## Pesticidas

### a) Herbicidas.

La Autoridad Competente se debe pronunciar en cada caso específico.

### b) Insecticidas.

No se considera que tengan efectos perniciosos en agua para riego.

### **Requisitos bacteriológicos.**

El contenido de coliformes fecales en aguas de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1 000 coliformes fecales / 100 ml.

### **8.4. Norma eléctrica IEC.**

Actualmente existen varias normas vigentes en las que se especifica la forma de preparar la documentación electrotécnica. Estas normas fomentan los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y montar los cuadros o equipos eléctricos. El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones. Toda la información expuesta en esta sección se basa en extractos de dichas normas, expuestas a continuación:

#### **•LA NORMA INTERNACIONAL IEC 61082:PREPARACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN USADA EN ELECTROTECNIA.**

#### **OIEC 61082-1 (DICIEMBRE DE 1991): PARTE 1: REQUERIMIENTOS GENERALES (EDITADA SOLO EN INGLÉS)OIEC**

#### **61082-2 (DICIEMBRE DE 1993): PARTE 2: ORIENTACIÓN DE LAS FUNCIONES EN LOS ESQUEMAS. (EDITADA SOLO EN INGLÉS)**

#### **OIEC 61082-3 (DICIEMBRE DE 1993): PARTE 3: ESQUEMAS, TABLAS Y LISTAS DE CONEXIONES. (EDITADA EN INGLÉS Y ESPAÑOL)**

#### **OIEC 61082-4 (MARZO DE 1996): PARTE 4: DOCUMENTOS DE LOCALIZACIÓN E INSTALACIÓN. (EDITADA EN INGLÉS Y ESPAÑOL)**

Normalización Electrotécnica) y la norma Española armonizada con la anterior (UNE EN 60617), así como la norma internacional de base para las dos anteriores (IEC 60617) o (CEI 617:1996), definen los SÍMBOLOS GRÁFICOS PARA ESQUEMAS: (todas ellas editadas en Inglés y Español)

**oEN 60617-2 (JUNIO DE 1996): PARTE 2: ELEMENTOS DE SÍMBOLOS, SÍMBOLOS DISTINTIVOS Y OTROS SÍMBOLOS DE APLICACIÓN GENERAL.**

**oEN 60617-3 (JUNIO DE 1996): PARTE 3: CONDUCTORES Y DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN**

**.oEN 60617-4 (JULIO DE 1996): PARTE 4: COMPONENTES PASIVOS BÁSICOS**

**.oEN 60617-5 (JUNIO DE 1996): PARTE 5: SEMICONDUCTORES Y TUBOS DE ELECTRONES**

**oEN 60617-6 (JUNIO DE 1996): PARTE 6: PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN Y CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.**

**oEN 60617-7 (JUNIO DE 1996): PARTE 7: APARATOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.**

**oEN 60617-8 (JUNIO DE 1996): PARTE 8: APARATOS DE MEDIDA, LÁMPARAS Y DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN.**

**oEN 60617-9 (JUNIO DE 1996): PARTE 9: TELECOMUNICACIONES: EQUIPOS DE CONMUTACIÓN Y PERIFÉRICOS**

**.oEN 60617-10 (JUNIO DE 1996): PARTE 10: TELECOMUNICACIONES: TRANSMISIÓN**

#### **8.5. Norma de instrumentación ISA 5.1.**

Esta norma establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos. Esta norma tiene por objeto satisfacer los distintos procedimientos de los diversos usuarios que necesitan para identificar y representar gráficamente equipos de medición y control y sistemas. Estas diferencias se reconocen cuando son coherentes con los objetivos de esta norma, proporcionando símbolos de alternativas y métodos de identificación. Esta norma es conveniente para el uso en diferentes sectores de la industria, ya que esta requiere el uso de esquemas de sistemas de control, diagramas

funcionales y esquemas eléctricos para describir la relación con el equipo de procesamiento y la funcionalidad de equipos de medida y control.

8.6. **Pliego técnico RTIC N°17 basado en la NCH 284.**

8.6.1. Alcances y campo de aplicación.

Las disposiciones de esta norma serán aplicables a la elaboración y presentación de proyectos de todas las instalaciones eléctricas de consumo que se construyan en el país.

8.6.2. Proyecto de instalaciones eléctricas de consumo.

- Condiciones generales.

El todo proyecto de instalación eléctrica de consumo deberá incluir a lo menos las siguientes partes:

a) Memoria explicativa.

b) Planos.

\*Por las características de este proyecto no se necesitara memoria explicativa.

### 8.6.3. Planos de una instalación eléctrica de consumo.

- 1- En los planos de un proyecto se mostrará gráficamente el esquema eléctrico y la forma constructiva de la instalación, indicándose la ubicación de componentes, las dimensiones de las canalizaciones, su recorrido y tipo, en general, las características de todos los elementos que componen el sistema eléctrico proyectado.
- 2- Los planos correspondientes al proyecto de una instalación se dibujarán mediante software de dibujosCAD o equivalente, quedando resaltado en el mismo, los circuitos, cuadros de cargas, unilineales y componentes, por lo que se deberán utilizar para esto layers de un color que resalten del fondo y de una sección mayor que las a utilizadas en la planta de arquitectura
- 3- Los planos se dibujarán sobre alguno de los formatos normales de la serie A, de acuerdo con la Norma Nch 13. Se evitará en lo posible el empleo de los formatos alargados indicados en dicha norma, para lo cual se recomienda efectuar cortes en los respectivos planos de planta. En el anexo 8.1 se muestran los formatos indicados.
- 4- Las rotulaciones de los planos correspondientes a instalaciones interiores tendrán la forma y distribución mostrada en el Anexo 8.2. En caso de ser necesario se podrá agregar algún otro tipo de rotulación, la que no deberá interferir con lo prescrito en este Pliego Técnico.
- 5- En cada una de las láminas que componen el proyecto eléctrico, deberá mostrarse la ubicación geográfica de la instalación indicando las coordenadas geográficas de ubicación.
- 6- Todas las láminas de los planos deberán indicar, a lo menos, el destino de la instalación y los números correlativos y total de cada lámina. (Ejemplos:

Casa Habitación, lámina 1 de 1: edificio de departamentos, lámina 1 de 3, 2 de 3 y 3 de 3, etc.).

- 7- En planos que comprenden más de una lámina se deberá indicar, una lista con el título y descripción de cada una de las mismas. Esta lista se repetirá también en la Memoria Explicativa.
- 8- Todos los símbolos utilizados en los planos del proyecto eléctrico, deberán ser claramente descritos en un Cuadro de Simbología, en el cual se indicarán las características técnicas de cada uno de ellos (Ejemplo: nombre, función, uso, corriente nominal, corriente de ruptura, grado de protección IP, materialidad, etc.).
- 9- En los dibujos de los planos de arquitectura correspondientes a instalaciones interiores, se utilizar la escala 1:50, pudiendo utilizarse en caso de necesidad las escalas 1:20, 1: 100 y 1:200. En casos justificados podrá utilizarse la escala 1:500 o múltiplos enteros de ella.
- 10- La interconexión eléctrica de los distintos alimentadores, circuitos y equipos, así como sus principales características dimensionales y las características de las protecciones de toda la instalación, se mostrarán en un diagrama unilineal.
- 11- Todo proyecto debe contener un diagrama unilineal que muestre los detalles desde la acometida hasta el equipo de medida, en el cual estará incluido lo siguiente:
  - a) Diseño y disposición de la acometida, alimentadores generales y sub alimentadores.

- b) Cantidad, longitud, disposición y sección transversal correspondiente a la acometida, alimentadores generales, subalimentadores, tanto de los conductores como de las canalizaciones.
- c) Tipo de protección, para Media y/o Baja Tensión, valor de la corriente nominal, nivel de corriente de ruptura, curvas de operación, marcas y modelo de la protección.
- d) Para los empalmes de media tensión debe incluirse los datos técnicos del transformador y sus protocolos de ensayos.
- e) Detalle de la distribución de circuitos en Media y Baja Tensión cuando corresponda.
- f) Sistema de puesta a tierra, donde se indique el valor de resistencia de puesta a tierra y todas las características técnicas de cada uno de los elementos pertenecientes a esta, incluyendo los instrumentos utilizados. Además, de los niveles de tensión de paso y de contacto permisibles y reales para proyectos eléctricos mayores a 20kW.

#### 8.7. **Formatos de presentación de proyectos eléctricos.**

Por ser la Norma Nch 13 una Norma oficial del país que fija los formatos, no sólo para la presentación de planos sino que para todo tipo de documentos, se incluye a título informativo en este apéndice un resumen de ella, el cual será de utilidad en la presentación de proyectos eléctricos.

La serie de formatos de la Norma Nch 13, se define en función a un formato base cuyas características son la de tener una superficie de  $1 \text{ m}^2$  y sus lados estar en la relación 1:2. De estas condiciones se deduce que para el formato base, denominado A0, las dimensiones serán 1189 X 841 mm.

La serie normal de formatos se obtiene multiplicando o dividiendo sucesivamente por dos el formato base. En la 8.3, se muestran los formatos normales usados en la presentación de proyectos.

Formatos	Dimensiones en mm	Margenes	
		Izquierdo	Otros
4A0	1682X2378	35	15
2A0	1189X1628	35	15
A0	841X1189	35	10
A1	594X841	30	10
A2	420X594	30	10
A3	297X420	30	10
A4	210X297	30	10

Tabla 8.3 Dimensiones del papel y márgenes de un proyecto.

### 8.7.1. Cuadros de carga y cuadros de resumen de alimentadores.

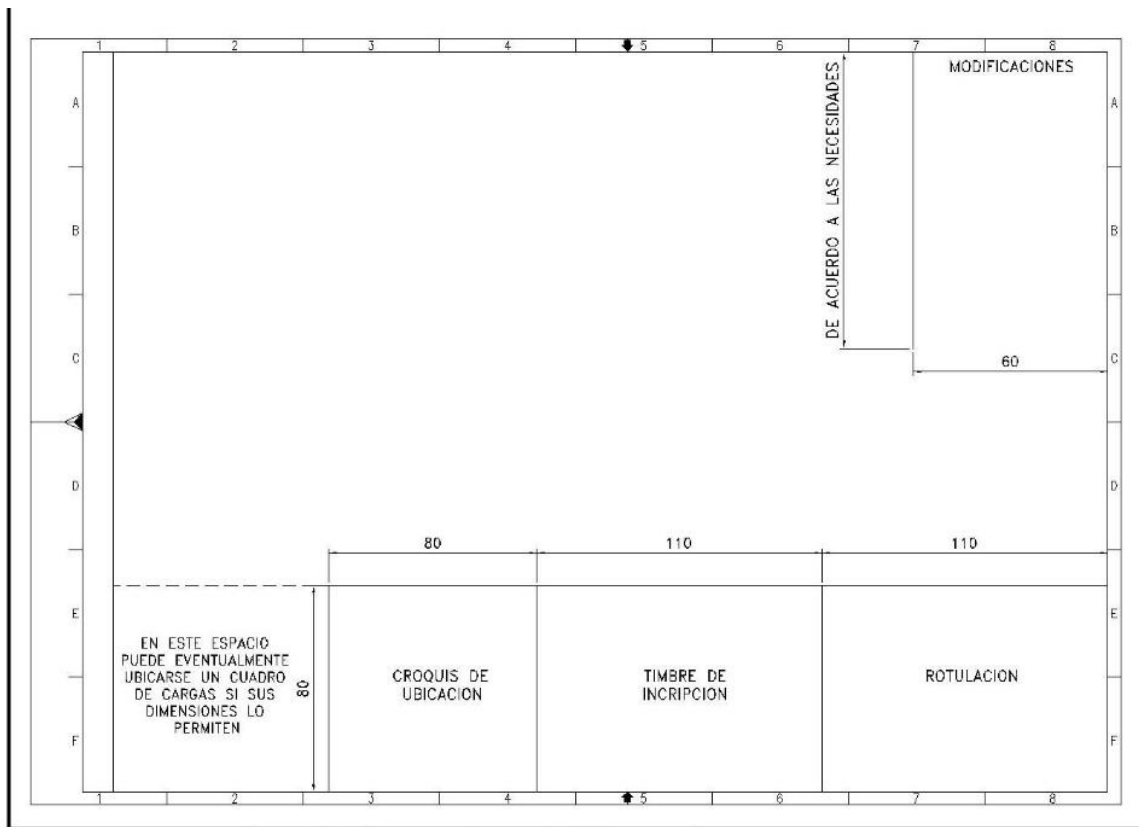


Figura 8.1 rotulación de planos de proyectos eléctricos.

80	TITULO DEL PROYECTO (*)	COMUNA:	LAMINA __ DE __	25
	20	CALLE:	ESCALA:	FECHA:
	20	OTROS DATOS		6.6.6.6.6.6
	35	ACEPTACION PROPIETARIO	INSTALADOR	35
	35	FIRMA _____ RUT.	FIRMA _____ LICENCIA O TITULO DOMICILIO COMERCIAL TELEFONO	
		55	55	
		110		

(\*) EN EL TITULO USAR LETRAS DE 4 a 6mm. DE ALTO.  
LOS RESTANTES DATOS SE ESCRIBIRAN CON LETRA 2 o 3mm.

Figura 8.2 Identificación del proyecto.



CUADRO RESUMEN DE CARGAS								
T.D.A.			T.D.F.			T.D.C.		
DESIGNACION	CANTIDAD CTOS.	POTENCIA kW	DESIGNACION	CANTIDAD MOTORES U OTROS	POTENCIA kW	DESIGNACION	CANTIDAD CTOS.	POTENCIA kW
								POTENCIA TOTAL
TOTALES								

DE ACUERDO A LAS NECESIDADES PUEDEN SUPRIMIRSE COLUMNAS INNECESARIAS

Figura 8.6. Cuadro de resumen de cargas

CUADRO DE RESUMEN DE ALIMENTADORES												
ALIMENTADOR O SUB ALIMENTADOR			ALIMENTADOR O SUB ALIMENTADOR			TIPO AISLACION	LONG. (ms)	POTENCIA (kW)	PROTECCION ASIGNADA (A)	Vp (V)	CANALIZACION	
NOMBRE	DESDE	HASTA	FASE mm2	NEUTRO mm2	T.P. mm2						DUCTO	EPC.

Figura 8.7 Cuadro de resumen para alimentadores.

## 8.8. Norma eléctrica para instalaciones de baja tensión NCH 4/2003 y pliegos técnicos RTIC N°02 y RTIC N°04.

### 8.8.1. Objetivo.

Esta Norma tiene por objeto fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de consumo en Baja Tensión, con el fin de

salvaguardar a las personas que las operan o hacen uso de ellas y preservar el medio ambiente en que han sido construidas.

Esta Norma contiene esencialmente exigencias de seguridad. Su cumplimiento, junto a un adecuado mantenimiento, garantiza una instalación básicamente libre de riesgos; sin embargo, no garantiza necesariamente la eficiencia, buen servicio, flexibilidad y facilidad de ampliación de las instalaciones, condiciones éstas inherentes a un estudio acabado de cada proceso o ambiente particular y a un adecuado proyecto.

#### 8.8.2. Alcance.

Las disposiciones de esta Norma se aplicarán al proyecto, ejecución y mantenimiento de las instalaciones de consumo cuya tensión sea inferior a 1000 V.

En atención a sus características, tanto técnicas como administrativas, las instalaciones eléctricas de consumo en vías públicas concesionadas se clasifican como instalaciones de consumo y por ello quedan dentro del alcance de aplicación de las disposiciones de esta Norma.

### 8.9. **Sobre los tableros eléctricos según la RTIC N°02.**

#### 8.9.1. Referencias normativas.

- a) IEC 60670-12015 Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations -Part 1: General requirements
- b) IEC 61439-12011 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies -Part 1: General rules
- c) IEC 61439-22011 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies -Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies
- d) IEC 61439-52014 Low-voltage switchgear and controlgear assemblies -Part 5: Assemblies for power distribution in public networks
- e) IEC TR 616412014 Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies -Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault

- f) IEC 622082011 Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies -General requirements

#### 8.9.2. Conceptos generales.

1. La cantidad de tableros que sea necesario para el comando y protección de una instalación se determinará buscando salvaguardar la seguridad y tratando de obtener la mejor funcionalidad y flexibilidad en la operación de dicha instalación, tomando en cuenta la distribución y finalidad de cada uno de los recintos en que estén subdivididos el o los edificios componentes de la propiedad.
2. Los tableros serán instalados en lugares seguros y fácilmente accesibles, teniendo en cuenta las condiciones particulares siguientes:
  - a) Los tableros de locales de reunión de personas se ubicarán en recintos, nichos, gabinetes cerrados con llave sólo será accesible al personal de operación, mantenimiento y personal calificado.
  - b) En caso de ser necesaria la instalación de tableros en recintos peligrosos, éstos deberán ser construidos utilizando equipos y métodos constructivos acorde al pliego técnico específico.
3. Todos los tableros deberán llevar estampada en forma visible, legible e indeleble la marca de fabricación, la tensión de servicio, la corriente nominal y el número de fases. El responsable de la instalación deberá agregar en su oportunidad su nombre o marca registrada.
4. Todos los aparatos de maniobra o protecciones deberán marcarse en forma legible, permanente e indeleble, indicando cuál es su función. Igual exigencia se hará a los alimentadores. Las marcas deberán ser realizadas de forma de asegurar su permanencia durante la vida útil del elemento.
5. Los tableros deben tener adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información:
  - a) Cuadro para identificar su circuito y función

- b) La posición que deben mantener las palancas de accionamiento de los interruptores , al cerrar o abrir el circuito , en forma visible.
- c) Todo tablero deberá tener su respectivo diagrama unilineal actualizado.
6. Espacios de trabajo
- a) Para los efectos de fijación de los espacios de trabajo y distancias mínimas de seguridad, se considerará como zona alcanzable por una persona, a aquella que medida desde el punto donde ésta pueda situarse, esté a una distancia límite de 2,50 m por arriba, 1,0 m lateralmente y 1,0 m hacia abajo. En el Anexo 2.1 se expresa gráficamente esta definición.
- b) Los espacios de trabajo y accesos a partes energizadas descubiertas que requieran de inspección, ajustes o mantenimiento estando bajo tensión, se dimensionarán tomando como mínimo los valores de distancias indicadas en la Tabla N° 8.4, salvo que en otros artículos de este Reglamento se establezcan valores distintos para condiciones especiales.

Tensión respecto a tierra [ V ]	Espacio libre mínimo [ m ]		
	Condición		
	1	2	3
0 - 1000	0,90	1,20	1,50

Tabla 8.4 espacio de trabajo.

7. Condiciones de aplicación de la tabla 8.4.
- a) Lugares en donde en un lado existen partes energizadas descubiertas y el lado opuesto es no conductor, o bien, partes energizadas a ambos lados, pero protegidas convenientemente mediante cubiertas aislantes removibles
- b) Lugares en donde existen partes energizadas descubiertas en un lado y el lado opuesto está formado por material conductor puesto a tierra. Los muros de hormigón, ladrillos, ladrillos enlucidos con mortero de cemento o recubiertos con cerámicos se considerarán muros conductores puestos a tierra.

- c) Partes energizadas descubiertas a ambos lados con el operador trabajando entre ellas.
  - d) Excepción: No serán necesarios estos espacios de trabajo detrás de los tableros o centros de control que tengan acceso a todos sus controles, conexiones y operación por la parte frontal o los costados. En todo caso, desde estas posiciones se deberán respetar los valores mínimos establecidos en la Tabla N° 8.4.
8. Si la parte energizada descubierta está ubicada en la parte frontal de un Tablero o Centro de Control, el espacio de trabajo libre mínimo será de 1,50 m
  9. El acceso a los espacios de trabajo debe estar asegurado por lo menos por una entrada de ancho mínimo de 0,80 m y altura mínima de 2,20 m, salvo que la presencia de equipos de gran volumen dentro de la zona exija mayores dimensiones. Las puertas deberán abrir hacia fuera y estar premunidas de cerraduras que permitan abrir desde el interior sin el uso de llaves o herramientas.
  10. La altura libre sobre los espacios de trabajo no debe ser inferior a 1,0 m.

#### 8.9.3. Tamaño de la caja

El tamaño de la caja, gabinete o armario se seleccionara considerando que:

- a) El cableado de interconexión entre sus dispositivos deberá hacerse a través de bandejas no conductoras que permitan el paso cómodo y seguro de los conductores, ocupando como máximo el 50 % de la sección transversal de cada bandeja. Se exceptuará de utilizar bandejas no conductoras aquellos tableros eléctricos que tengan menos de 8 circuitos, sin excepción.
- b) Deberá quedar un espacio suficiente entre las paredes de los gabinetes y las protecciones o dispositivos de comando y/o maniobra de modo tal de permitir un fácil mantenimiento del tablero.
- c) El tamaño de los gabinetes deberá prever una ampliación de un 25% de su capacidad por cada tipo de servicio que contenga el tablero eléctrico (TDA, TDF, TDC, TDCComp, etc.). Se deberá dejar espacios disponibles en barras de distribución, correspondiente al 25% del total de ocupación.

- d) Las placas de acero que se utilicen en la construcción de cajas, gabinetes o armarios tendrán espesores mínimos de acuerdo a lo indicado en la tabla N° 8.5.

Superficie libre [m <sup>2</sup> ]	Espesor de la plancha [mm]
0,25 o menor	1,2
Entre 0,25 y 0,75	1,5
Entre 0,75 y 1	1,8
sobre 1	2,0

Tabla N 8.5 Espesor mínimo de la plancha de acero para gabinetes.

11. Los materiales no metálicos empleados en la construcción de cajas, gabinetes, etc. deberán cumplir las sgtes condiciones.
- Serán no higroscópicos.
  - En caso de combustión deberán ser autoextinguete, arder sin llama y emitir humos de baja opacidad, sus residuos gaseosos serán no tóxicos.
  - Tendrán una resistencia mecánica suficiente como para soportar una energía de choque de 2 joules (IK 07).

### **6.3 Consideraciones.**

En base al pliego técnico RTIC N°02 solo se consideraron aquellos puntos que fueran esenciales para el desarrollo de este trabajo.

### **6.4 Sobre conductores y canalizaciones según RTIC N°04**

#### **8.9.4. Conceptos generales.**

- Todas las disposiciones de este Reglamento se han establecido considerando el uso de conductores de cobre aislado, con la sola excepción de aquellos artículos en que se acepta el uso de conductores desnudos.
- Todos los conductores eléctricos aislados, para ser utilizados en instalaciones de consumo, deberán ser retardantes a la llama.

- 3- La sección mínima de los conductores a utilizar serán las secciones milimétricas que se indican:
- a) Circuitos de iluminación: 1.5 mm<sup>2</sup>
  - b) Circuitos enchufe: 2.5mm<sup>2</sup>
  - c) Sub alimentadores: 4.0 mm<sup>2</sup>
  - d) Alimentadores: 4.0mm<sup>2</sup>
- 4- Todo conductor que se instale en cualquier tipo de ducto, cuya sección sea superior a 6 mm<sup>2</sup>deberá ser del tipo cableado.
- 5- n un mismo ducto cerrado sólo podrán llevarse los conductores pertenecientes a un mismo circuito. Se exceptúan de esta disposición los conductores canalizados en bandejas, escalerillas, canastillos o canaletas, los que estarán afectos a las disposiciones de las secciones 7.10, 7.11, 7.12 y 7.13respectivamentey los conductores utilizados en aplicaciones domóticas, los que deberán cumplir con las exigencias descritas en la norma IEC 60364-4-41.(ver RTIC N04).
- 6- Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente Código de Colores:

Conductor de fase 1	Azul
Conductor de fase 2	Negro
Conductor de fase 3	Rojo
Conductor de tierra y tierra de servicio	Blanco
Condutor de protección	Verde o verde/amarillo

Tabla 8.6 Codigo de colores para conductores.

- 7- Todos los conductores deben ser continuos entre tableros eléctricos, entre caja y caja o entre artefactos y artefactos. No se permiten las uniones de conductores dentro de los tableros eléctricos o en los ductos.
- 8- Protección contra las condiciones de ambientes desfavorables:

- a) Los conductores expuestos a la acción de aceites, grasas, solventes, vapores, gases, humos u otras sustancias que puedan degradar las características del conductor o su aislación, deberán seleccionarse de modo que las características típicas sean adecuadas al ambiente, de acuerdo a las tablas de conductores del presente pliego
  - b) Los sistemas de canalización, de acuerdo al medio ambiente en que se instalen, deberán cumplir lo establecido en la sección aplicable de este pliego.
- 9- Los factores que definen la temperatura de operación de un conductor son:
- a) La temperatura ambiente. Se debe considerar que ésta es variable durante el día y en forma estacional, para lo cual, se aplicarán las condiciones más desfavorables.
  - b) El calor generado internamente por efecto joule.
  - c) Las condiciones en que estarán instalados, con relación a la facilidad de disipación calor (ventilación).
  - d) La presencia de otros conductores o fuentes de calor, que contribuyan a elevar la temperatura ambiente.
- 10- Los ductos metálicos, sus accesorios, cajas, gabinetes y armarios metálicos que formen un conjunto, deberán estar unidos en forma mecánicamente rígida y el conjunto deberá asegurar una conductividad eléctrica efectiva.

## 8.10. **Conductores.**

### 8.10.1. Generalidades

1. La selección de un conductor se hará asegurando una suficiente capacidad de transporte de corriente, una adecuada capacidad de soportar corrientes de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un buen comportamiento ante las condiciones ambientales.
2. La sección nominal de los conductores debe ser alguna de las indicadas en la Tabla N° 8.7. Los conductores deben cumplir con la resistencia eléctrica máxima indicada en esta tabla, de acuerdo con el tipo de conductor.

Sección Nominal [mm <sup>2</sup> ]	Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]	Resistencia Eléctrica Máxima en corriente continua a 20 °C [ohm/km]		
		Conductores sólidos (a)	Conductores concéntricos, comprimidos o compactados (a)	Conductores flexibles (b)
1,31	16	13,5	13,7	14,9
1,5	-	12,1	12,1	13,3
2,08	14	8,45	8,62	9,58
2,5	-	7,41	7,41	7,98
3,31	12	5,31	5,43	5,98
4	-	4,61	4,61	4,95
5,26	10	3,34	3,41	3,76
6	-	3,08	3,08	3,30
8,37	8	2,10	2,14	2,28
10	-	1,83	1,83	1,91

Sección Nominal [mm <sup>2</sup> ]	Sección en Sistema Americano [AWG] ó [kcmil]	Resistencia Eléctrica Máxima en corriente continua a 20 °C [ohm/km]		
		Conductores sólidos (a)	Conductores concéntricos, comprimidos o compactados (a)	Conductores flexibles (b)
13,3	6	-	1,35	1,46
16	-	-	1,15	1,21
21,1	4	-	0,85	0,92
25	-	-	0,73	0,78
26,7	3	-	0,67	0,73
33,6	2	-	0,53	0,58
35,0	-	-	0,52	0,55
42,4	1	-	0,42	0,46
50,0	-	-	0,39	0,39
53,5	1/0	-	0,34	0,36
67,4	2/0	-	0,27	0,28
70	-	-	0,27	0,27
85	3/0	-	0,21	0,23
95	-	-	0,19	0,21
107	4/0	-	0,17	0,18
120	-	-	0,15	0,16
127	250	-	0,14	0,15
150	-	-	0,12	0,13
152	300	-	0,19	0,13
177	350	-	0,10	0,11
185	-	-	0,01	0,11
203	400	-	0,09	0,10
240	-	-	0,08	0,08
253	500	-	0,07	0,08
300	-	-	0,06	0,06
304	600	-	0,06	0,06
380	750	-	0,05	0,05
400	-	-	0,05	0,05
500	-	-	0,04	0,04
507	1000	-	0,04	0,04
630	-	-	0,03	0,03
633	1250	-	0,03	0,03

Tabla 8.7 Conductores de cobre blando, conductividad mínima 100% IACS.

Características constructivas	Letras de identificación	Condiciones de uso	de servicio [°C]	Aislamiento		Tensión de servicio [V]	Material Aislamiento	Cubierta exterior
				Sección Nominal [mm <sup>2</sup> ]	Espesor [mm]			
Conductor eléctrico tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 ó 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de policloruro de vinilo PVC/D para temperatura de servicio de 70 °C, con cubierta o revestimiento de PVC/ST5 y rango de voltaje de 300/500 volts.	H05VV-F	Apto para ser usado en instalaciones móviles domiciliarias y para alimentación de electrodomésticos con un esfuerzo mecánico medio. Puede ser usado en interior, en recintos secos y/o húmedos (no apto para instalaciones sumergidas)	70	0,75	0,6	300/500	PVC	PVC
				1,0	0,6			
	1,5			0,7				
	2,5			0,8				
	4			0,8				
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de goma tipo SE3.	H05RR-F	Apto para ser usado en dispositivos eléctricos ligeros que no estén sometidos a grandes tensiones mecánicas, equipos de mano, electrodomésticos de uso ligero. Puede ser usado en salas secas y húmedas. Solo uso temporal en el exterior. No apto para instalaciones industriales/comerciales o agrícolas. No indicado para alimentar herramientas eléctricas industriales.	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	EPR, EPDM o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			
Conductor eléctrico de formación tipo cordón flexible, construido con 2, 3, 4 o 5 conductores de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica; cableados, clase 5, con aislación de compuesto de goma etileno-propileno o materiales equivalentes, tipo IE4; con cubierta o revestimiento de compuesto de policloropreno u otro elastómero sintético equivalente, tipo SE4.	H05RN-F	Apto para alimentar dispositivos ligeros de bajo estrés mecánico. Puede ser usado permanentemente en el exterior, con esfuerzo mecánico normal.	60	0,75	0,6	300/500	EPR, EPDM o similar	Neopreno o similar
				1,0	0,6			
				1,5	0,8			
				2,5	0,9			

Tabla 8.8 características y condiciones de uso algunos cables.

### 8.11. Consideraciones.

Por la corriente máxima calculada a la fecha no existe una necesidad de ser exhaustivos en considerar todas las tablas de este pliego sin embargo es recomendable tenerlo en cuenta al momento ya que ofrecer mayor claridad con respecto a cualquier duda posible.

**9. CAPITULO 9. DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.**

### 9.1. Introducción al capítulo.

En este capítulo se revisarán aquellos aspectos que permiten el desarrollo del proyecto, con esto nos referimos tanto al desarrollo de planos como al del presupuesto que se considero para poder llevarse este a cabo.

### 9.2. De los costos asociados.

En cuanto a costos, se intento reducirlo lo más posible. Para esto se presentan 2 tablas; una de gastos en material y una segunda de gastos humanos asociados a el personal necesario para poder completar la instalación.

#### Costos de materiales.

Cantidad	Detalle	Valor unitario	Valor total	Otros
4	VALVULA SOLENOIDE RB DVF 1" 24V BSP C/CF	\$33.990	\$135.960	No contempla costos de envio
4	Sensor analógico de alta humedad, higrómetro	\$48.197	\$192.788	No contempla costos de envio/importe de aduanas
2	Switch de presion diferencial 25 a 50 psi	\$88.680	\$177.360	No contempla costos de envio
4	Mudulo relay de estado solido x4	\$11.000	\$44.000	No contempla costos de envio
2	Fuente de poder 24 v regulable	\$13.500	\$27.000	No contempla costos de envio
4	Regulador y estabilizador de tension 5-24vdc	\$23.364	\$93.456	No contempla costos de envio
2	luces indicadoras ambar 12v	\$1.500	\$3.000	No contempla costos de envio
24	Borne Conexión por Tornillo 4mm	\$565	\$13.560	
2	100 metros manguera plana de pvc 1/2 pulgada de polietileno	\$14.900	\$29.800	No contempla costos de envio
650	Cable de instrumentación 1Par x 16AWG – Belden 31P1601	\$704	\$457.600	No contempla costos de envio
37	Tubo Pvc Conduit 110MMx6Mt Clase li	\$2.870	\$106.190	No contempla costos de envio ni IVA
2	Riel 3,5 cm 1 m acero galvanizado	\$2.490	\$4.980	No contempla costos de envio
1	Modulo arduino	\$17.000	\$17.000	No contempla costos de envio
1	Display LCD Serial I2C 2x16 2016	\$4.270	\$4.270	No contempla costos de envio
1	Cable de cobreaislado 2.5mm blanco 100m	\$20.440	\$20.440	No contempla costos de envio
1	Cable de cobre aislado 2.5mm rojo 100m	\$20.440	\$20.440	No contempla costos de envio

1	Set atornilladores con tester paleta/cruz 5 y 6 mm	\$10.190	\$10.190	No contempla costos de envio
1	Set de alicates acero 3 unidades	\$12.659	\$12.659	No contempla costos de envio
1	Unit Multitester Automotriz	\$27.990	\$27.990	No contempla costos de envio
1	gabinete metalico 1 puerta 300x250x150	\$22.750	\$22.750	No contempla costos de envio
<b>Valor Total</b>			<b>\$1.421.433</b>	

Tabla 9.1 Costos de material.

Costos humanos
----------------

Horas	Descripcion	Valor Hora	Total	Labor
8	Programador C++	\$8.500	\$68.000	Programa el arduino para su correcto funcionamiento
112	Instalador/instrumentista	\$8.500	\$952.000	Instala y configura los equipos y dispositivos
32	Dibujante tecnico	\$8.500	\$272.000	Dibuja Planos necesarios para el trabajo
	Viaticos y alimentacion	\$25.000	\$158.333	
	Alojamiento	\$10.000	\$63.333	
			\$0	
			\$0	
			\$0	
			\$0	
			\$0	
Horas totales	152	<b>Valor total</b>	<b>\$1.513.667</b>	
Dias	19			

Tabla 9.2 Costos humanos.

Por ende el valor neto de nuestra mejora al proyecto asciende a los \$3.378.433 pesos.

Obtenido desde una consultoría de proyectos de regadíos obtuvimos que el valor base del proyecto ronda los \$800,000 Pesos.

Realizando la suma obtenemos que en total la implementación completa de nuestro proyecto es la suma de \$4.178.433 pesos Netos.

Aproximadamente y trabajando 8 horas diarias, consideramos que la obra se puede realizar en 19 días.

### 9.3. De los planos y dibujos.

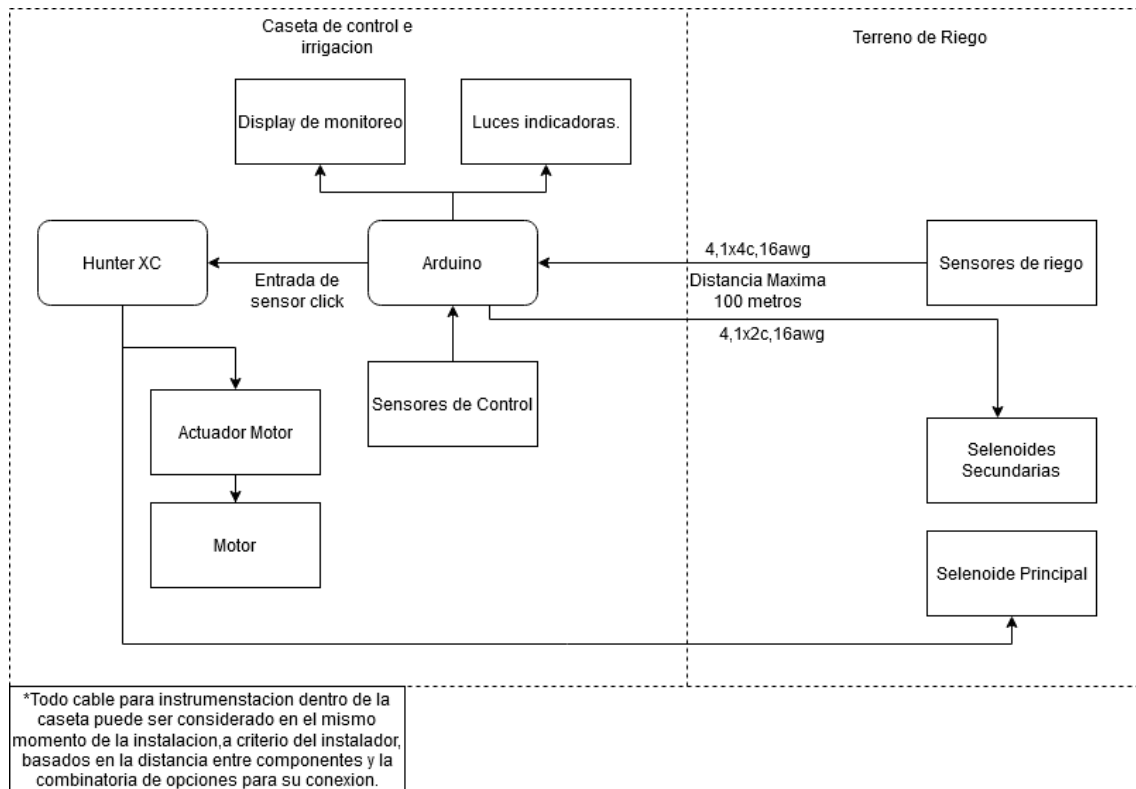


Figura 9.1 Plano de localización de los dispositivos.

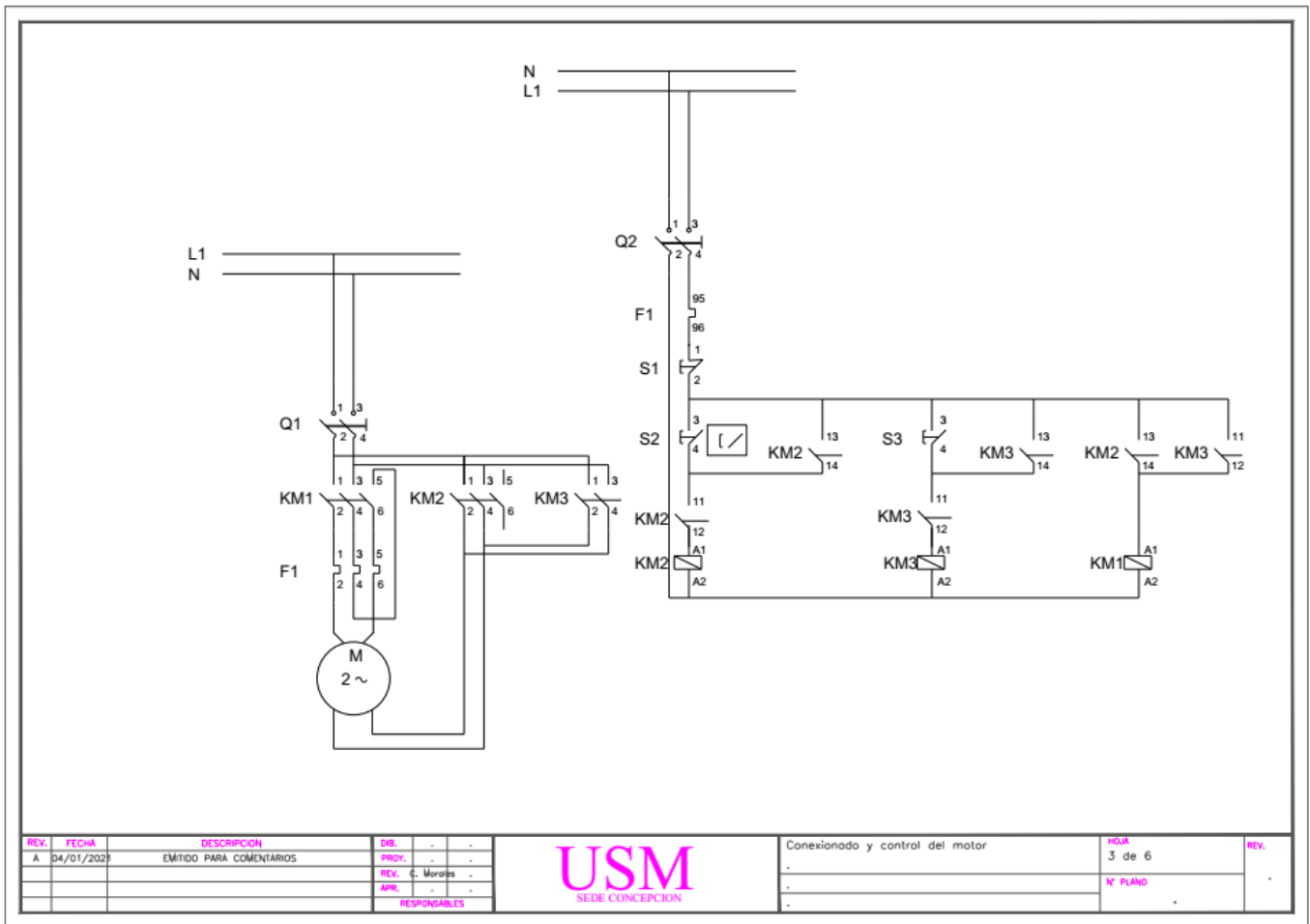


Figura 9.2. Plano de conexión del motor y su accionamiento.

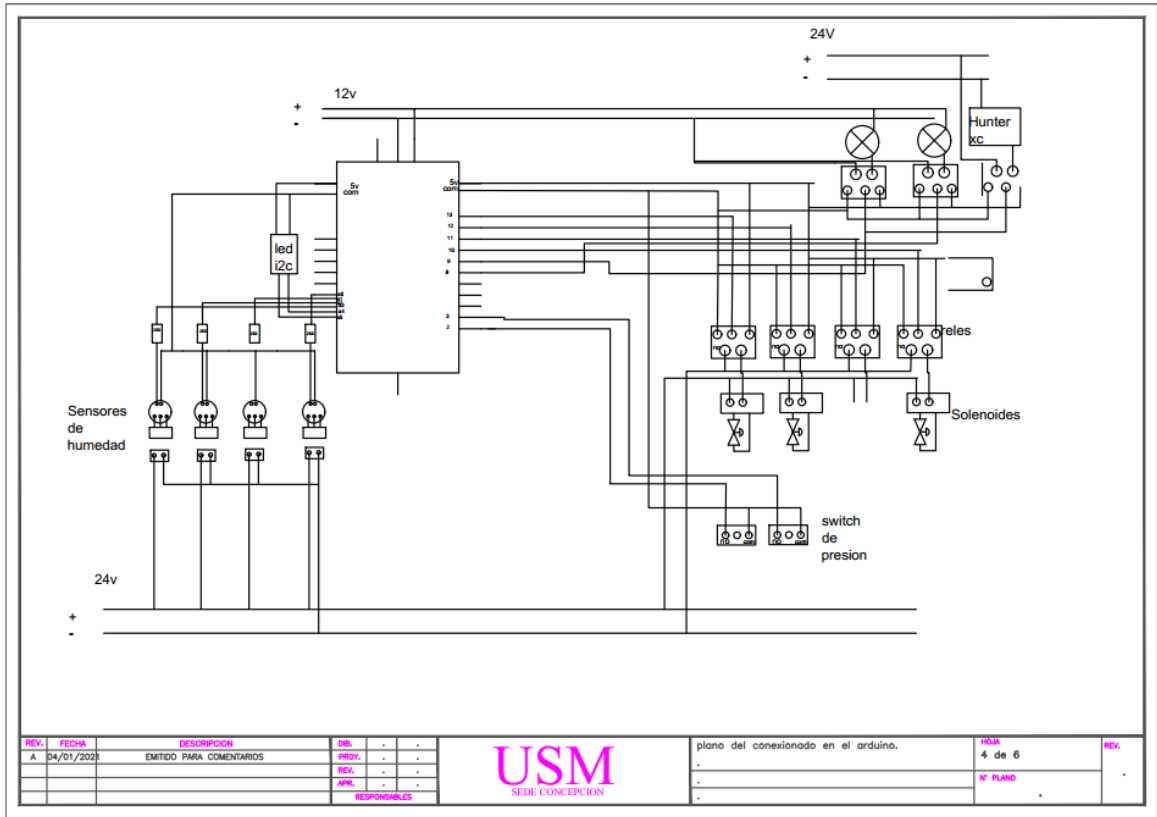


Figura 9.3 conexiones del Arduino e instrumentos.

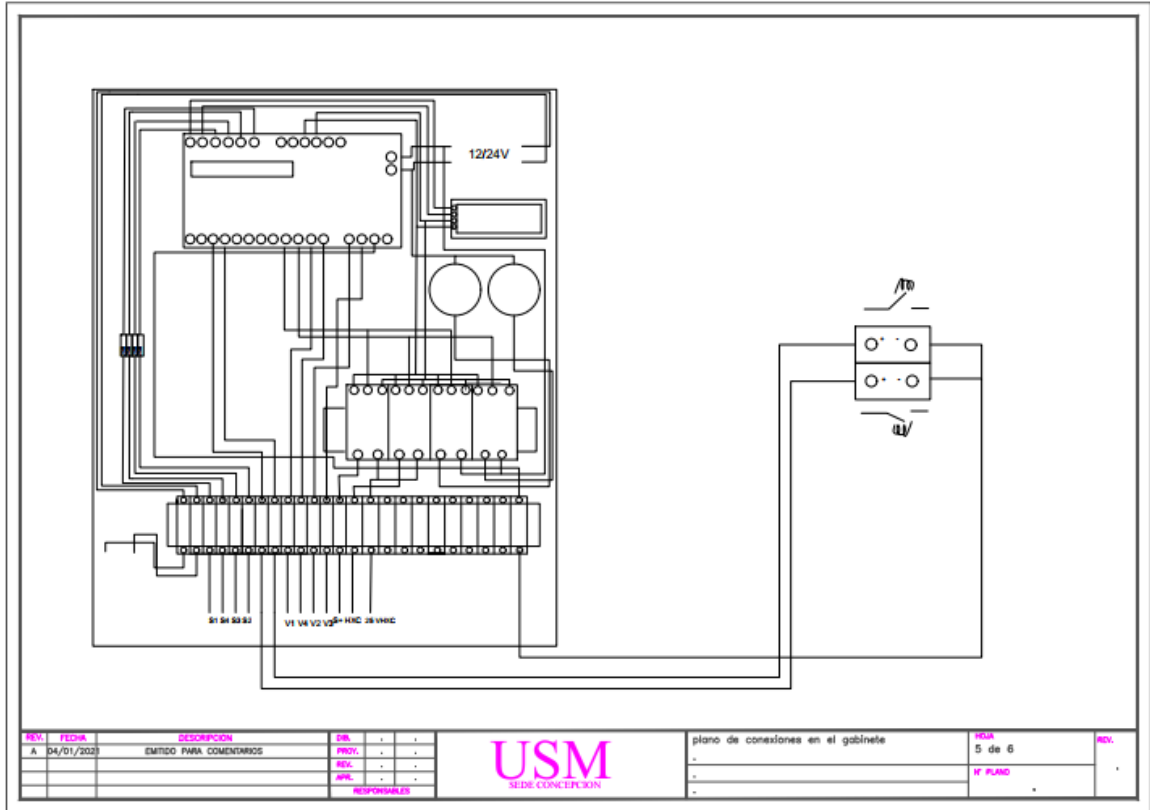


Figura 9.4. Planos de conexiones en el tablero.

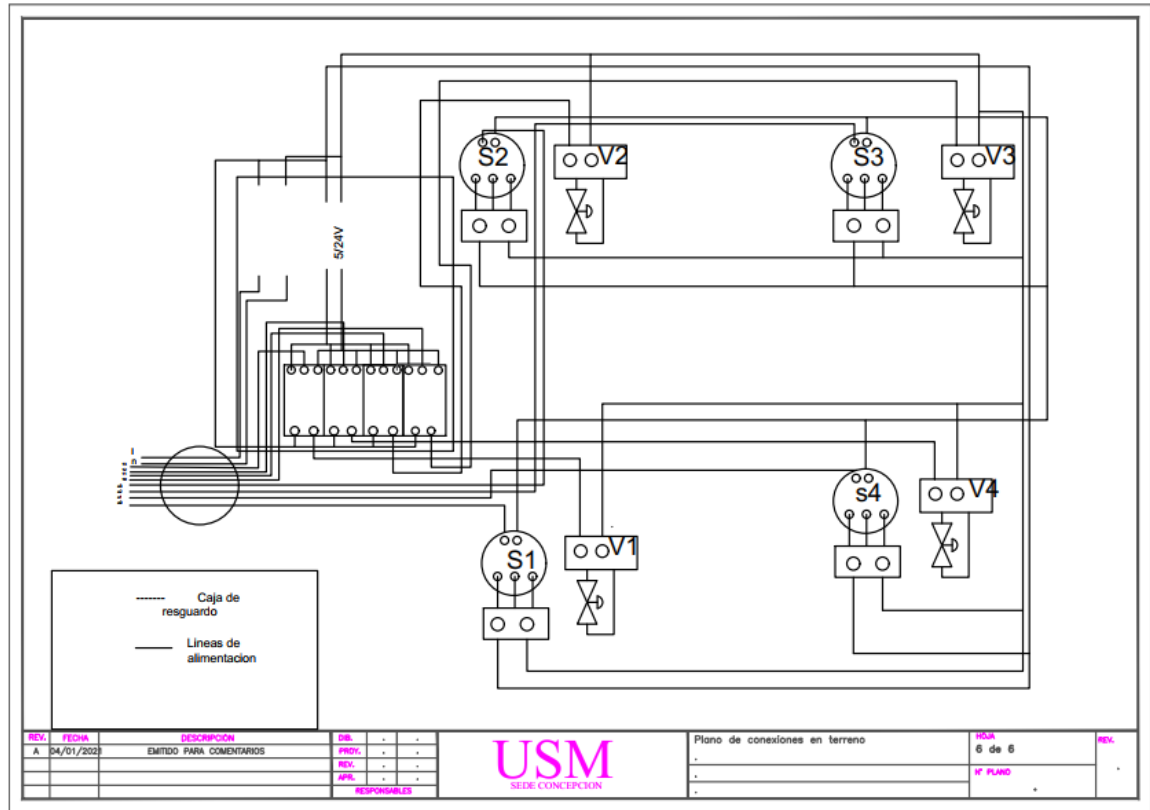


Figura 9.5. Conexión de instrumentos de campo.

#### 9.4. Del programa y su ejecución.

El programa creado a grandes rasgos cumple con la siguiente descripción.

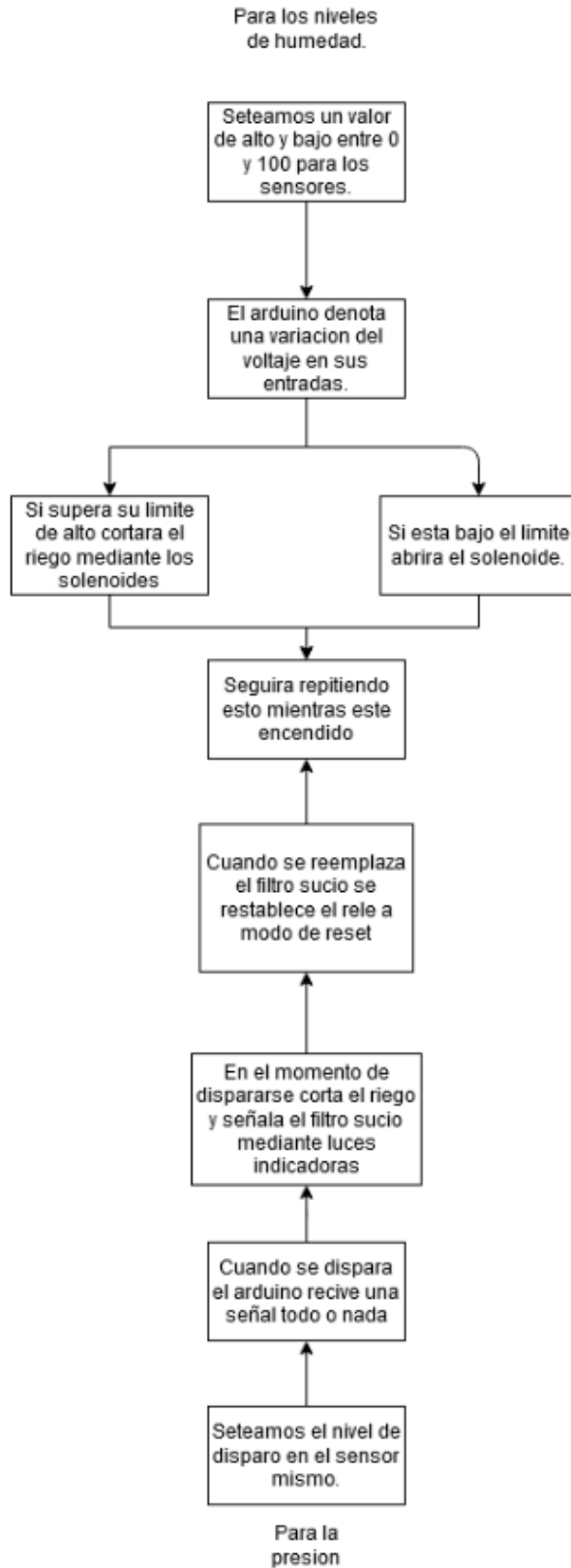


Figura 9.6. Diagrama de resumen del programa.

9.4.1. Código utilizado.

A modo de prueba se utilizó el siguiente código.

```
int retardo = 1000;

unsigned long tiempoanterior = 0;

int sensorValue=0 ;

int sensorValue2 =0;

int sensorValue3 = 0;

int sensorValue4 = 0;

int buttonState = 0;

int buttonState2 = 0;

int x;

int y;

int c;

int v;

int Valor_maximo=1023;

void setup()

{

  Serial.begin(9600);

  pinMode(A0, INPUT);

  pinMode(A1,INPUT);
```

```
pinMode(A2,INPUT);

pinMode(A3,INPUT);

pinMode(2,INPUT);

pinMode(3,INPUT);

pinMode(13,OUTPUT);

pinMode(12,OUTPUT);

pinMode(11,OUTPUT);

pinMode(10,OUTPUT);

pinMode(9,OUTPUT);

pinMode(8,OUTPUT);

Serial.println(" sensor1 " "\t" " sensor2" "\t" " sensor3" "\t" " sensor 4");

}

void loop()

{

    sensorValue = analogRead(A0);

    sensorValue2 = analogRead(A1);

    sensorValue3 = analogRead(A2);

    sensorValue4 = analogRead(A3);

    {

if(sensorValue<Valor_maximo*0.54)
```

```
digitalWrite(13, HIGH);
```

```
if(sensorValue>Valor_maximo*0.64)
```

```
digitalWrite(13, LOW);
```

```
if(sensorValue2<Valor_maximo*0.54)
```

```
digitalWrite(12, HIGH);
```

```
if(sensorValue2>Valor_maximo*0.64)
```

```
digitalWrite(12, LOW);
```

```
if(sensorValue3<Valor_maximo*0.54)
```

```
digitalWrite(11, HIGH);
```

```
if(sensorValue3>Valor_maximo*0.64)
```

```
digitalWrite(11, LOW);
```

```
if(sensorValue4<Valor_maximo*0.54)
```

```
digitalWrite(10, HIGH);
```

```
if(sensorValue4>Valor_maximo*0.64)

digitalWrite(10, LOW);

unsigned long tiempoactual = millis ();

if (tiempoactual - tiempoanterior>= retardo){

    tiempoanterior=tiempoactual;

    Serial.print(x);

    Serial.print( "% " "\t" "\t");

    Serial.print(y);

    Serial.print("% " "\t" "\t");

    Serial.print(c);

    Serial.print("% " "\t" "\t");

    Serial.print(v);

    Serial.println("% " "\t" "\t");

    Serial.flush();

    x = map(sensorValue,0,1023,0,100);

    y = map(sensorValue2,0,1023,0,100);
```

```
c = map(sensorValue3,0,1023,0,100);
```

```
v = map(sensorValue4,0,1023,0,100);
```

```
}
```

```
}
```

```
{
```

```
  buttonState = digitalRead(3);
```

```
  if (buttonState == HIGH)
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(8, HIGH);
```

```
  }
```

```
  else
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(8, LOW);
```

```
  }
```

```
}
```

```
{  
  buttonState2 = digitalRead(2);  
  if (buttonState2 == HIGH)  
  {  
    digitalWrite(9, HIGH);  
  }  
  else  
  {  
  
    digitalWrite(9, LOW);  
  }  
  
}  
  
}
```

El cual se simulo mediante thinkercad. El cual limito bastante las opciones para recrear fidedignamente el programa.

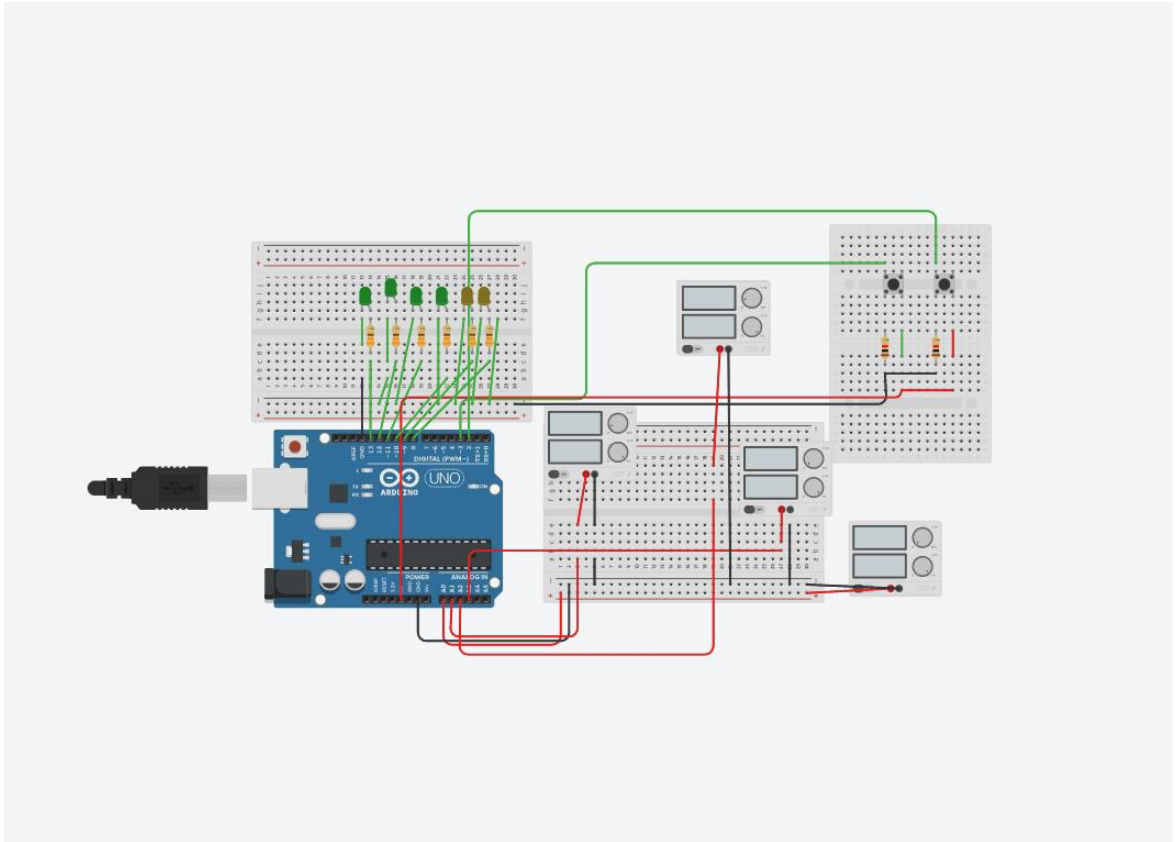


Figura 9.7. Imagen de la simulación del código de pruebas.

**10. Conclusiones y comentarios.**

### 10.1. **De las opciones de mejoras.**

Por el carácter social del proyecto el precio es bastante elevado para poder permitírsele cualquier persona por sus propios medios.

Como opción de mejora se propone

- a. el uso de un multiplexor de manera de disminuir costos en cableado.
- b. para mejorar la eficiencia energética de los dispositivos e instrumentos añadir una fuente de alimentación basada en energía fotovoltaica, de manera de aprovechar los recursos del lugar.
- c. La utilización de shields de internet/wifi/bluethooth permitirían eliminar cable, y también monitorear a distancia; cuando hablamos de esto ultimo hacemos referencia a poder tener un control encontrándose el usuario a una distancia considerable con el proceso.

### 10.2. **Conclusión.**

Como conclusión significativa encontramos que es mejor crear el proyecto solo con el microcontrolador Arduino, ya que permite muchas más prestaciones que el controlador de riego dedicado, y esto permite asimismo reducir costos de manera considerable.

El avance posible aun es mucho, las opciones basadas en Arduino se incrementan día a día. Y para mayor comodidad del usuario final encontrar una manera más simple que tener que ir día a día al lugar de regadio es primordial, por esto queremos culminar invitando a mejorar este proyecto añadiéndole opciones para el control a distancia.

**11. Bibliografía y linkografía.**

- Enrique Blair. (1979). Riego por goteo. 1979 , de IICA Sitio web: Enrique Blair. (1979). Riego por goteo. 1979, de Seminario latinoamericano sobre riego y goteo Sitio web: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sGw2ILQLGg8C&oi=fnd&pg=PT6&dq=sistemas+de+riego+por+goteo&ots=9Qg5DLmhjU&sig=HOHX-JUtVYtLyRWvhvQbS\\_8dsN4#v=onepage&q=sistemas%20de%20riego%20por%20goteo&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sGw2ILQLGg8C&oi=fnd&pg=PT6&dq=sistemas+de+riego+por+goteo&ots=9Qg5DLmhjU&sig=HOHX-JUtVYtLyRWvhvQbS_8dsN4#v=onepage&q=sistemas%20de%20riego%20por%20goteo&f=false)
- Luis A. Gurovich. (1985). Fundamentos y diseño de sistemas de riego.. 1985, de IICA Sitio web: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rfx9YVVKQnsC&oi=fnd&pg=PA218&dq=sistemas+de+riego+por+goteo&ots=NITSJp2K7-&sig=fGKyOyN64GY\\_Fwqoh4ddJZWsTxY#v=onepage&q=sistemas%20de%20riego%20por%20goteo&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rfx9YVVKQnsC&oi=fnd&pg=PA218&dq=sistemas+de+riego+por+goteo&ots=NITSJp2K7-&sig=fGKyOyN64GY_Fwqoh4ddJZWsTxY#v=onepage&q=sistemas%20de%20riego%20por%20goteo&f=false)
- Subsecretaria de Justicia. (1951). Código de aguas. Santiago de Chile: Ministerio de justicia.
- SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C.. (octubre 2003). INSTALACIONES DE CONSUMO EN BAJA TENSIÓN . Santiago de Chile: SEC.
- - SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C. (1984). Electricidad, elaboración y presentación de proyectos. Santiago de Chile: SEC.
- SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C. (2006). RTIC N03. Santiago, Chile: SEC.
- - SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C. (2006). RTIC N02. Santiago, Chile: SEC.
- SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES S.E.C. (2006). RTIC N17. Santiago, Chile: SEC.
- INN. (1978). Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. Santiago, Chile: Ministerio de obras públicas.
- Oscar Torrente Artero. (Desconocido). Arduino, curso práctico de formación. 2013, de RC libros Sitio web: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6cZhDmf7suQC&oi=fnd&pg=PR15&dq=arduino&ots=A-9ApXMyDN&sig=3laHRJZ6x041GtzjJ5Yi\\_cOytAs#v=onepage&q=arduino&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=6cZhDmf7suQC&oi=fnd&pg=PR15&dq=arduino&ots=A-9ApXMyDN&sig=3laHRJZ6x041GtzjJ5Yi_cOytAs#v=onepage&q=arduino&f=false)
-