

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN TEMPORIZADO
MEDIANTE UN CONTROLADOR CON RELOJ EN TIEMPO REAL**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

MANUEL ZACARÍAS PONCE VELÁSQUEZ

PROMOCIÓN

1989 - I

LIMA – PERÚ

2006

**SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN TEMPORIZADO MEDIANTE UN CONTROLADOR
CON RELOJ EN TIEMPO REAL**

DEDICATORIA

Con la mas grande gratitud
para nuestro Dios y las
bendiciones para mis
humildes padres.

SUMARIO

Los sistemas de riego convencionales que emplean generalmente mangueras, en la mayoría de los casos maltratan las plantas. Por otro lado el tiempo de riego suele ser irregular por las limitaciones que puede haber en la disponibilidad del servicio.

Por la tanto, una alternativa a este tradicional forma de riego mecánico, es el sistema de riego automático usando aspersores que ofrece múltiples ventajas, siendo la principal ventaja que se puede programar las horas de riego según las necesidades del terreno de cultivo.

INDICE

CAPITULO I

SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

- 1.1 Planteamiento del problema
- 1.2 Solución del problema

CAPITULO II

SISTEMA DE RIEGO TEMPORIZADO CONTROLADO EN TIEMPO REAL

- 2.1 Introducción
- 2.2 Descripción del sistema de control
- 2.3 Proyecto de un sistema de control de riego automático por aspersión
 - 2.3.1 Ubicación de los componentes del sistema
 - 2.3.2 Elección de los tipos de aspersores y calculo del caudal de consumo
 - 2.3.3 Configuración de los circuitos de riego mediante tuberías
 - 2.3.4 Dimensionamiento de la electrobomba
 - 2.3.5 Construcción del pozo contenedor de agua
 - 2.3.6 Descripción de la interfase de salida del programador
 - 2.3.7 Calculo del cableado eléctrico de la instalación
 - 2.3.8 Descripción del sistema eléctrico del control de riego automático

CAPITULO III

ESTRUCTURA DEL CONTROLADOR DE TIEMPO REAL

- 3.1 Características generales
- 3.2 Las interrupciones
 - 3.2.1 Alarma hora del día
 - 3.2.2 Alarma "Perro Guardián"
 - 3.2.2.1 Alarma "Perro Guardián" como supervisor
 - 3.2.2.2 Alarma "Perro Guardián" como interrupción periódica
- 3.3 Aplicaciones del cronometro
- 3.4 Descripción de los Registros del reloj en tiempo real
 - 3.4.1 Los RTC y funciones de calendario

3.4.2 Registros de los segundos

3.4.3 Registros de los minutos

3.4.4 Registros de horas

3.4.5 Registro de las fechas

3.4.6 Registro del mes

3.4.7 Registro del día

3.4.8 Registro del año

3.4.9 Registro del siglo

3.5 Funcionamiento de la Alarma de reloj en tiempo Real

3.5.1 Registro de configuración de alarma

3.6 Ejemplos de alarmas

CAPITULO IV

EVALUACIÓN ECONOMICA DEL PROYECTO

4.1 Costo del Sistema de Riego por Aspersión Automatizado

CONCLUSIÓN

ANEXO

BIBLIOGRAFIA

PRÓLOGO

Este trabajo tiene como propósito mejorar notablemente el rendimiento de un terreno de cultivo, teniendo como eje principal la forma de riego.

Aquí se demuestra que apostando por una inversión inicial los resultados posteriores son de alivio económico para el quien se decide.

Este trabajo comienza con una descripción general de los medios agroambientales que pertenecen a la zona, así como la opción de elegir por un tipo de técnica de riego teniendo en cuenta los parámetros anteriores.

El alcance de este tema es motivar el interés a los usuarios, especialmente de aquellos que usan los medios convencionales de riego sin mayores resultados.

El contenido del primer capítulo es mostrar los diferentes parámetros relacionados con la agricultura para tener en cuenta a la hora de elegir un sistema de riego.

El capítulo dos describe un sistema de riego automático, y en forma específica el de aspersión. Además, un desarrollo de un proyecto para mostrar de que manera resolvemos un problema de riego.

En el capítulo tres, se desarrolla la forma de operación de un controlador electrónico programable de tiempo real, que es la parte inteligente de todo el sistema y el encargado de realizar el automatismo.

Y en el capítulo cuatro se realiza una evaluación económica del Proyecto mencionado, considerando los materiales, construcción de obras anexas, así como gastos generales por supervisión y puesta en marcha del sistema de los materiales mas fundamentales.

Por último, quiero resaltar mi reconocimiento a aquellos que hicieron posible este estudio, en especial al alcalde de la Municipalidad de Santiago de Surco el Sr. Carlos Dargent Chamot, brindándome todo el apoyo para el desarrollo de este trabajo, como también al Sr. Juan Manuel Molina Huertas y a la Sra. Arq. Maritza Zuta Santillán jefes del área de dicha municipalidad en que yo laboro, quienes con un sentir solidario, me instaron para hacer posible este tema.

CAPITULO I

SELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

1.1 Planteamiento del problema

El agua es imprescindible para las plantas, constituyendo el 80 al 90% de la materia, siendo usada como elemento de disolución y transporte de los nutrientes; por esta causa su protagonismo en el sistema de riego en cuanto a calidad y cantidad debe ser óptimo.

Debemos recordar que la mayor cantidad de agua absorbidas por las raíces de la plantas, es emitida a la atmósfera en forma de vapor mediante el fenómeno de la transpiración. Este fenómeno va a tener que ser considerado a la hora de elegir el sistema de riego que usaremos. Por ejemplo, si usamos un sistema de riego por aspersión en un clima muy árido durante el día, la transpiración será crucial para el desarrollo de las plantas. Es por eso que tenemos que ver la calidad de agua, con la que disponemos para nuestro cultivo.

En resumen, para abordar un sistema de riego, primero determinaremos que es lo que conducimos a través de ella, esto es, agua útil y bien empleada.

Cuando observamos plantas de aspecto seco, algo marchitas y algunas veces irreversibles, estas deben su aspecto mustio a una evidente relación con el agua, (con su falta de ella) y en particular con su pérdida en forma de vapor.

El agua es absorbida por las raíces, transportada a través del cuerpo de ellas y evaporada en la superficie de la planta, especialmente de las hojas al aire circundante.

La transpiración considerada en forma normal es un mecanismo usado por la planta para realizar diversas funciones como son:

- Refrigerar.- Se pueden considerar temperaturas en las hojas de hasta 15° C menos que en el aire que rodea la planta.
- Dirigir y concentrar nutrientes absorbidas por las raíces.

Los factores externos del efecto transpiración son los siguientes:

- La humedad atmosférica.-Depende de la zona meteorológica.

- La humedad del suelo.- Hay que procurar aportar al suelo la humedad suficiente para compensar pérdida.
- La temperatura.- Provoca elevadas pérdidas de agua y de forma muy rápida.
- La velocidad del viento.- El viento arrastra la capa de humedad que rodea la superficie de la planta.
- La luz.-Provoca apertura en los poros de la superficie de las plantas, por lo tanto mayor transpiración.

La evapotranspiración es la consideración conjunta de dos procesos diferentes: la evaporación y la transpiración. Se produce evaporación desde la superficie del suelo y la vegetación después de la precipitación. La transpiración es el fenómeno por el que las plantas pierden agua hacia la atmósfera. La medida de la evapotranspiración debe ser tomada en cuenta para elegir el mejor sistema de riego para nuestro cultivo.

Las precipitaciones son cantidades de agua que caen en una zona determinada, ya sea en forma de lluvia, nieve, granizo o rocío. Conocer este concepto para saber que cantidad de agua será necesario en clima lluvioso y / o seco, es fundamental antes de instalar un sistema de riego adecuado para nuestro cultivo.

Los sistemas de riego, además de estar sujetos a la transpiración, evapotranspiración y precipitación, están condicionados sobre todo a la disponibilidad de aguas de calidad apropiada y caudales suficientes. Estas características en combinación con suelos aptos, justifican con buenos rendimientos las inversiones de implementación y mantenimiento que la tecnología de los sistemas de riego requiere.

Un estudio de las características que posee el agua, permite determinar con mayor precisión la factibilidad del proyecto, insumos que serán necesario agregar (mejoramiento del agua, fertilizantes, enmiendas) y producción probable. Para que se aproveche al máximo el sistema de riego que aplique en su cultivo, se toma en consideración los requerimientos hídricos de las plantas.

1.2 Solución del problema

Los sistemas de riego son aquellos métodos que utilizamos para proveer la medida exacta de agua a nuestras plantas.

Estas técnicas de riego que van a proporcionar la medida exacta de agua a nuestras plantas son importante debido a lo siguiente:

- Elevada uniformidad de agua en el suelo que permite un uso más eficiente del agua disponible, maximizando la producción y reduciendo las pérdidas por filtración profunda.
- Con los sistemas de riego temporizados se puede graduar la cantidad exacta de agua y el tiempo en que tendremos que hacerlo.

Utilizando un sistema de riego tecnificado, el agricultor no dependerá del tipo de zona, si hay o no precipitaciones, ya que podrá cubrir las necesidades hídricas de su cultivo.

Los sistemas de riego se relacionan sobre todo con la naturaleza y la pendiente del terreno que hayamos elegido.

Aunque son muchos y muy variados entre los sistemas de riego, encontramos usualmente los siguientes:

- El riego por sumersión, que consiste en inundar con una capa de agua uniforme.
- El riego por infiltración, se consigue llevando el agua a unos surcos, donde las plantas están ubicadas en sus lomos.
- El riego por aspersión, donde el agua circula por unos sistemas de tuberías y surge en forma de surtidor a través de unos pulverizadores, ya sea de movimiento rotatorio u oscilatorio.

Teniendo en cuenta que necesitamos un sistema de riego para grandes superficies, y que emergan gotas de una lluvia más o menos intensa y uniforme a nuestro terreno de cultivo o parque, que además, el riego puede efectuarse solo según una programación adecuada; es que optamos el sistema de riego por aspersión temporizado en forma automática.

CAPITULO II

SISTEMA DE RIEGO TEMPORIZADO CONTROLADO EN TIEMPO REAL

2.1 Introducción

Antes de comenzar los trabajos de instalación de nuestro sistema de riego, debemos tener muy en claro cual es la presión del agua con la que disponemos.

De acuerdo al tamaño y diseño del área verde a regar definimos la cantidad de aspersores que será necesaria. De los aspersores emergen una cantidad de litros de agua por minuto, que varia de acuerdo a cada tipo.

La suma total de los caudales de los aspersores debe ser igual o menor al caudal de la alimentación principal. Si en caso fuera mayor habrá que dividir el riego en sectores o estaciones que operan por separado.

Considerando que la presión de la red publica no tiene la debida fuerza para activar los aspersores y abastecer su consumo, es que ha se optado por usar una bomba eléctrica que tenga como dato de placa, un caudal que supere a todo el caudal consumido por los aspersores.

Ya hemos visto que el agua de la red pública no tiene la suficiente presión para hacer trabajar el consumo de aspersiones como se requiere. Por tal motivo, se ha optado por recaudar el agua en un sistema de cistema, cuyo diseño depende de la necesidad en que queremos abastecer nuestros aspersores.

Cuando se va a elaborar un plano de un sistema de riego conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Los arbustos y otros tipos de plantas.
- Árboles.
- Pendientes.
- Área de sol y sombra.

Debido a estas características, donde cada tipo de planta necesita un tipo de riego distinto, tendremos que crear más de una zona de riego en el respectivo plano. Cabe aclarar que una zona, sector o circuito de riego es un conjunto de tubos y de aspersores independientes.

Las zonas están determinadas por las características físicas del terreno y por la capacidad de suministro de agua. Cada zona cuenta con su propia electroválvula de control.

Un plano es esencial para distribuir las zonas de riego y es por tal motivo que el terreno de riego se debe de hacer a escala sobre papel cuadrulado. Los factores para dibujar el plano del terreno a regar son:

- Considerar la escala conveniente.
- Dibujar el perímetro del terreno, con árboles, arbustos, flores, áreas de pasto y zonas de circulación que existan o se vaya a instalar.
- Hay que señalar la ubicación del suministro de agua.
- Tener en cuenta los vientos si creemos que va afectar al riego.
- Señalar las pendientes del terreno.
- Dibujar el lugar en que se instalará la cisterna de agua.
- Los aspersores se colocan en puntos donde pasen inadvertidos.
- Asegurarse que el sistema eléctrico y de agua no sean afectados.

2.2 Descripción del sistema de riego temporizado

El diagrama de bloques del sistema de riego se muestra en la Fig. N° 2.1

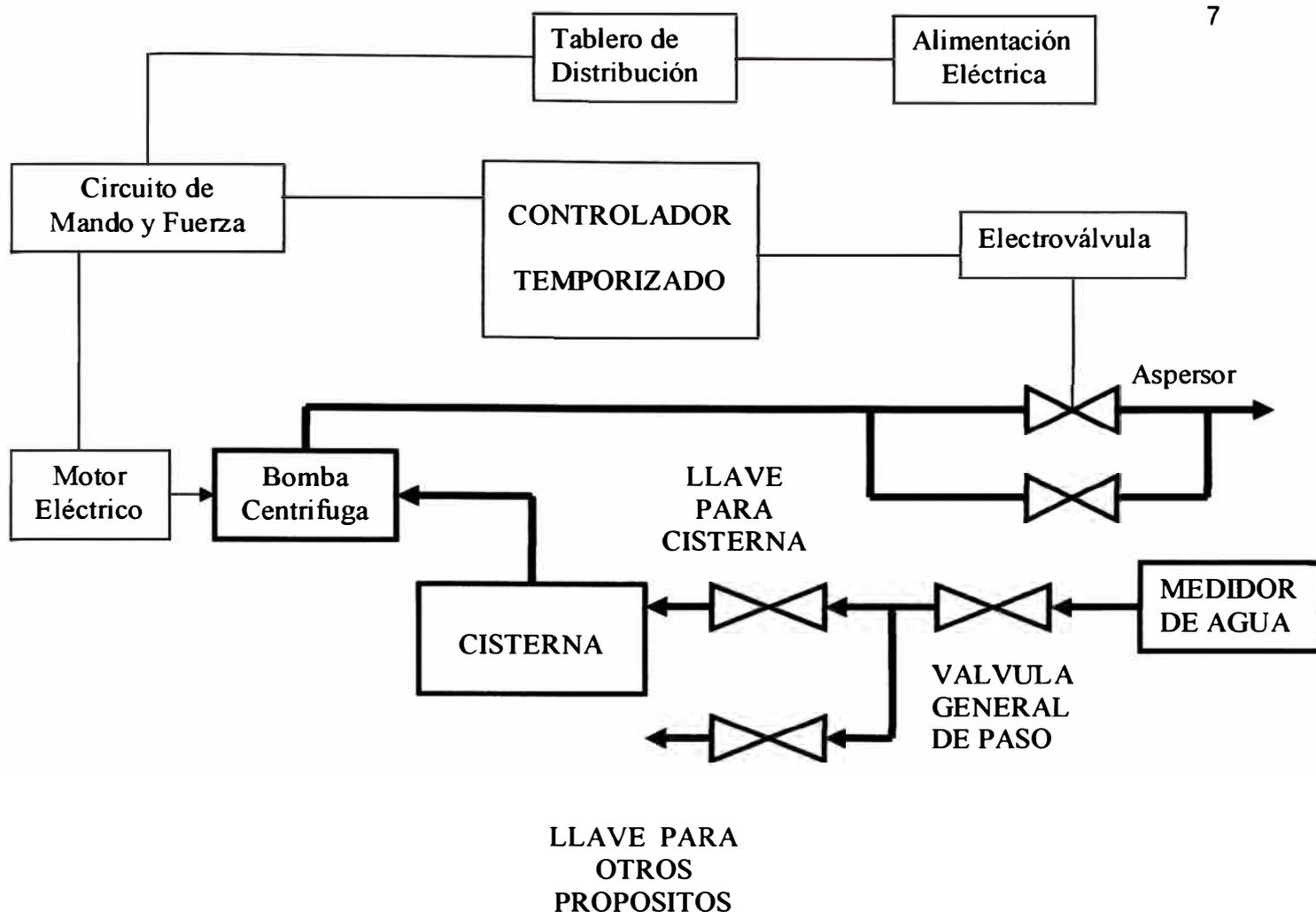


Figura N° 2.1

Entre los componentes para este tipo de instalación de riego temporizado que estamos desarrollando tenemos:

- Los programadores (Controladores Temporizados en tiempo Real).
- Las electroválvulas.
- Los aspersores.
- La electrobomba.
- Tablero de distribución eléctrica.
- Tablero de arranque estrella - triángulo para electrobombas mayores de 5HP de potencia.
- Relés auxiliares.
- Cables eléctricos.

Los programadores son dispositivos electrónicos diseñados para funcionamiento automático, el cual es el cerebro del sistema de riego. Se conectan a las electroválvulas mediante

cables, así como al circuito de mando de la electrobomba. En su memoria se guarda la información que permite controlar la hora en que se activa el sistema, la cantidad de tiempo de regado, el número de veces al día que se habilitan las diferentes estaciones, además de otras funciones.

Para un funcionamiento integral, la mayor parte de estos programadores se instala protegidos de la lluvia y del agua del mismo riego, ya que incluye un transformador que se conecta a un tomacorriente.

Cada programador está diseñado para gobernar un número máximo de circuitos. Los modelos más comunes operan a 4, 6, 9 y 12 circuitos. Se selecciona de acuerdo al número de electroválvulas que tendrá el sistema de riego.

La hora de arranque determina el número de veces durante el día que el controlador abre y cierra las electroválvulas. Si vamos a regar un césped en un terreno arenoso, hay que seleccionar un programador que tenga como mínimo tres ciclos diferentes de arranque.

La duración del riego determina el tiempo que cada electroválvula puede mantenerse abierta. Se fija según el tipo de aspersor, el tipo de planta y las características físicas del lugar que abarca cada estación (sol, sombra, tipo de suelo, etc.).

Las electroválvulas, también llamadas válvulas solenoides, son las que controlan el paso y el caudal de agua que va para cada estación del terreno. Trabajan con una señal eléctrica de 24 voltios enviadas desde el programador.

Para su uso hay que considerar lo siguiente:

- Se debe instalar una electroválvula por cada circuito del sistema de riego, también llamada estación.
- Definida la posición del programador y las electroválvulas se calcula la longitud de cables y el número de ellas, la cual irán protegidas con tuberías.

Por ejemplo si el sistema de riego es de cuatro estaciones, entonces se considerara cinco cables, la cual uno es elemento común.

Las electroválvulas son de dos tipos:

1. Electroválvulas antisifón.
2. Electroválvulas en línea.

La electroválvula antisifón se instala en forma visible, a 15cm sobre el terreno. Tiene un mecanismo de retención del agua, en caso que el agua se vuelva al pozo. Son adecuados para terrenos donde no hay grandes desniveles y donde hay agua moderadamente limpia.

Las electroválvulas en línea van escondidas y no poseen prevención de flujo en reverso. Son adecuados para terrenos con desniveles. Se usan en pozos, pues no es necesario prevenir el flujo de agua en reverso. Son resistentes a climas fríos más que las válvulas instaladas superficialmente. Pueden ser de 3 / 4 de pulgadas o de 1 pulgada.

Existen cuatro tipos básicos de aspersores:

1. Aspersores de impacto o de impulso

Son rociadores de agua tipo chorro que se usan para áreas medianas a grandes (mas de 7.5 x 7.5 m). Tiene un elemento que potencia la fuerza del chorro de agua, haciendo girar su cabezal con el mismo principio. Se ajustan para regar formando un círculo o incompleto. También se ajusta la distancia, hasta la cual lanzan el chorro de agua (radio de tiro). Son de levante automático, para áreas de tráfico y donde se usan máquinas cortadoras de césped. También hay de los que se montan sobre un elevador, para lanzar agua a césped o arbustos.

2. Rotores (de casco cerrado)

Son rociadores de agua tipo chorros que se usan para áreas medianas y grandes. Tienen un sistema de turbina interna, que les da gran alcance y cobertura. Su funcionamiento es suave y silencioso, se desempeña muy bien en zonas arenosas, con tierra suelta o césped denso. Se ajustan para regar medio círculo o círculo completo. También se modifica su radio de tiro. Se consigue una buena cobertura con traslape total.

3. Rociadores

Se usan para áreas pequeñas a medianas con césped o arbustos. Se ajustan para regar 1 / 4, 1 / 2, 3 / 4 o un círculo completo. Pueden ser de dos tipos:

- De levante automático.- Cuando se enciende se levanta y al apagarlo se esconde. Son recomendables para alto tránsito o en donde se corte el césped con máquina.
- Fijo.- Se instala sobre un elevador para lanzar agua a arbustos y a otras plantas. Se puede ajustar desde 0° a 330°.

4. Por borboteo

Son usados para regar jardineras y jardines con arbustos y flores delicadas (especialmente rosales). Se instalan sobre tubos elevadores.

Considerando la distancia entre los aspersores, lo idóneo a la hora de colocarlos, es que este cubra una gran distancia. Es decir, se busca que logren una cobertura total. Esto indica que el agua rociada por un aspersor tiene que llegar hasta el aspersor adyacente para garantizar que los radios de riego se traslapen. En la figura N° 2.2 podemos observar lo que deseamos. Los puntos negros son los aspersores y han sido colocados para cubrir totalmente la zona de cultivo.

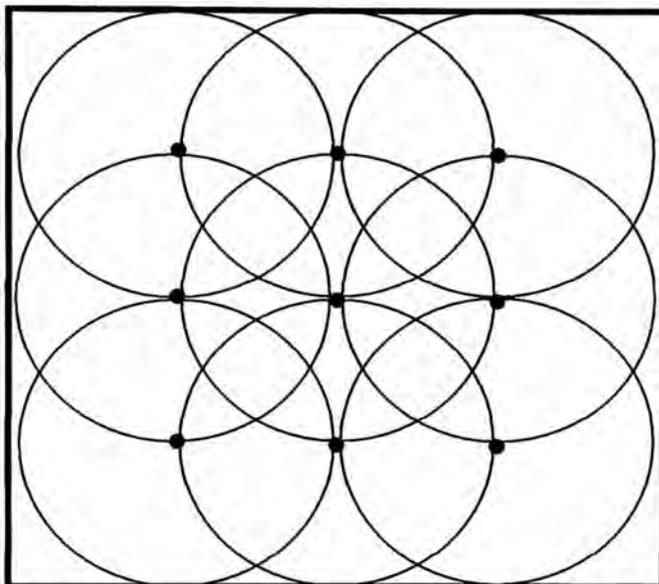


Figura N° 2.2

2.3 Proyecto de un Sistema de Riego Automático por Aspersión

Para el diseño del Proyecto se toma como referencia un parque urbano de aproximadamente 5,400 m², cuyos lados perimétricos corresponden a 90 y 60 metros respectivamente.

2.3.1 Ubicación de los componentes del sistema

Estudiando detalladamente cada parte del diseño del sistema riego elegido construimos nuestro plano, ubicando y preparando los materiales necesarios.

Nuestro parque está sembrado de césped en su mayoría teniendo jardineras, arbustos y plantas en determinados lugares. Para darle el mantenimiento respectivo, el área verde se divide en sectores, esto es, en 6 partes iguales en forma cuadrada, cada uno de 30 metros de lado como indica la figura N° 2.3. Se elige esta longitud de cada sector teniendo en cuenta que cada aspersor puede barrer hasta 15 metros de radio de regado. En la figura N° 2.3 se muestra el plano del terreno sectorizado con la ubicación de los emisores de riego respectivo. Cada punto negro indica un aspersor de riego, localizados en una área cuadrada de 30 metros de lado y en donde la distancia entre aspersores es de aproximadamente

7.5mts. También estamos ubicando el suministro eléctrico, el suministro de agua, así como el cuarto de bomba y el pozo de agua.

Un diagrama pictórico de la cabina de control eléctrico se muestra en la figura N° 2.4 en donde se muestra la ubicación del tablero de distribución eléctrica, el programador, el motor eléctrico, las electroválvulas y el alumbrado.

Por cuestiones didácticas se muestra a continuación en la figura N° 2.5 un esquema del trabajo de los aspersores en un sector o estación de riego.

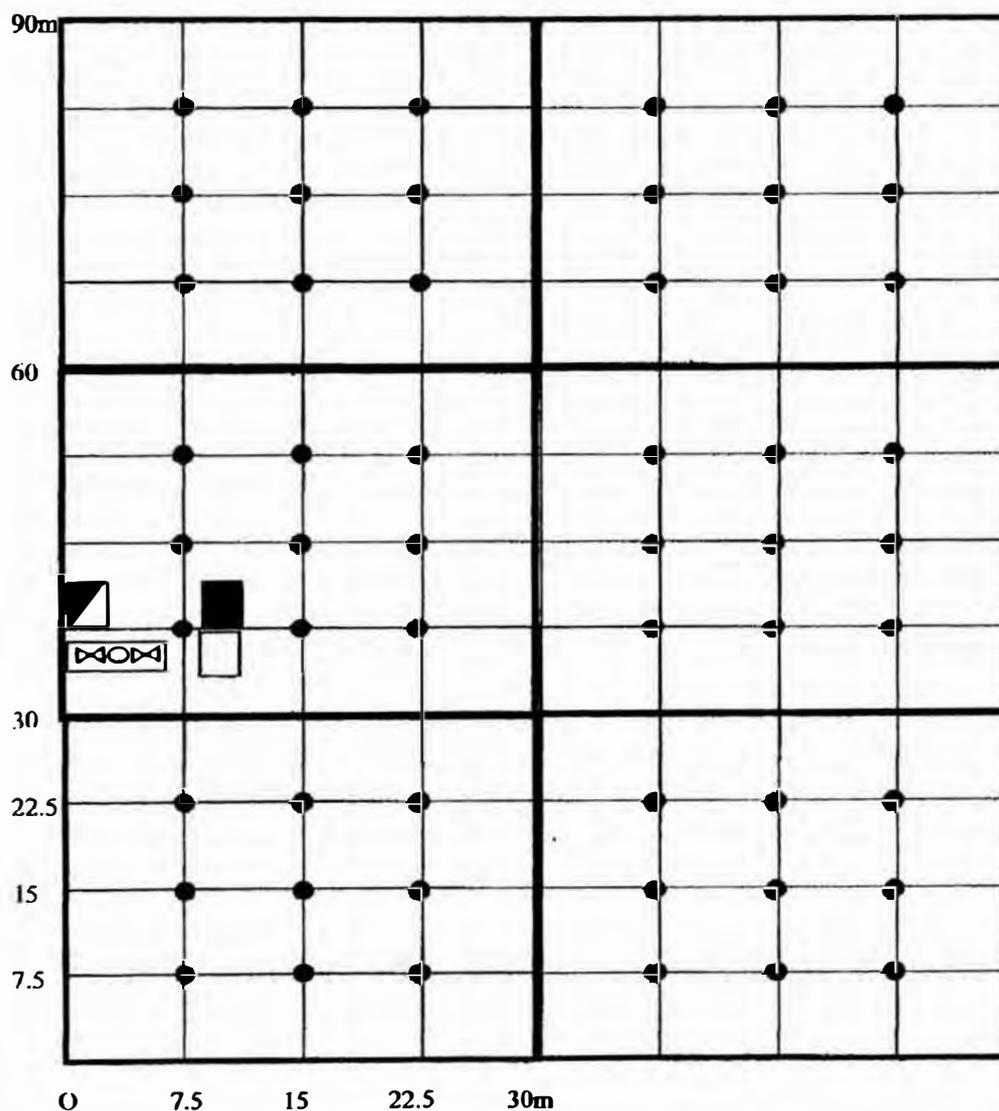
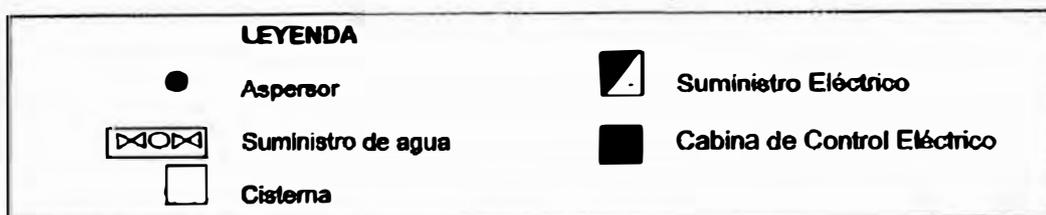


Figura N° 2.3 Ubicación de los Aspersores en el Parque



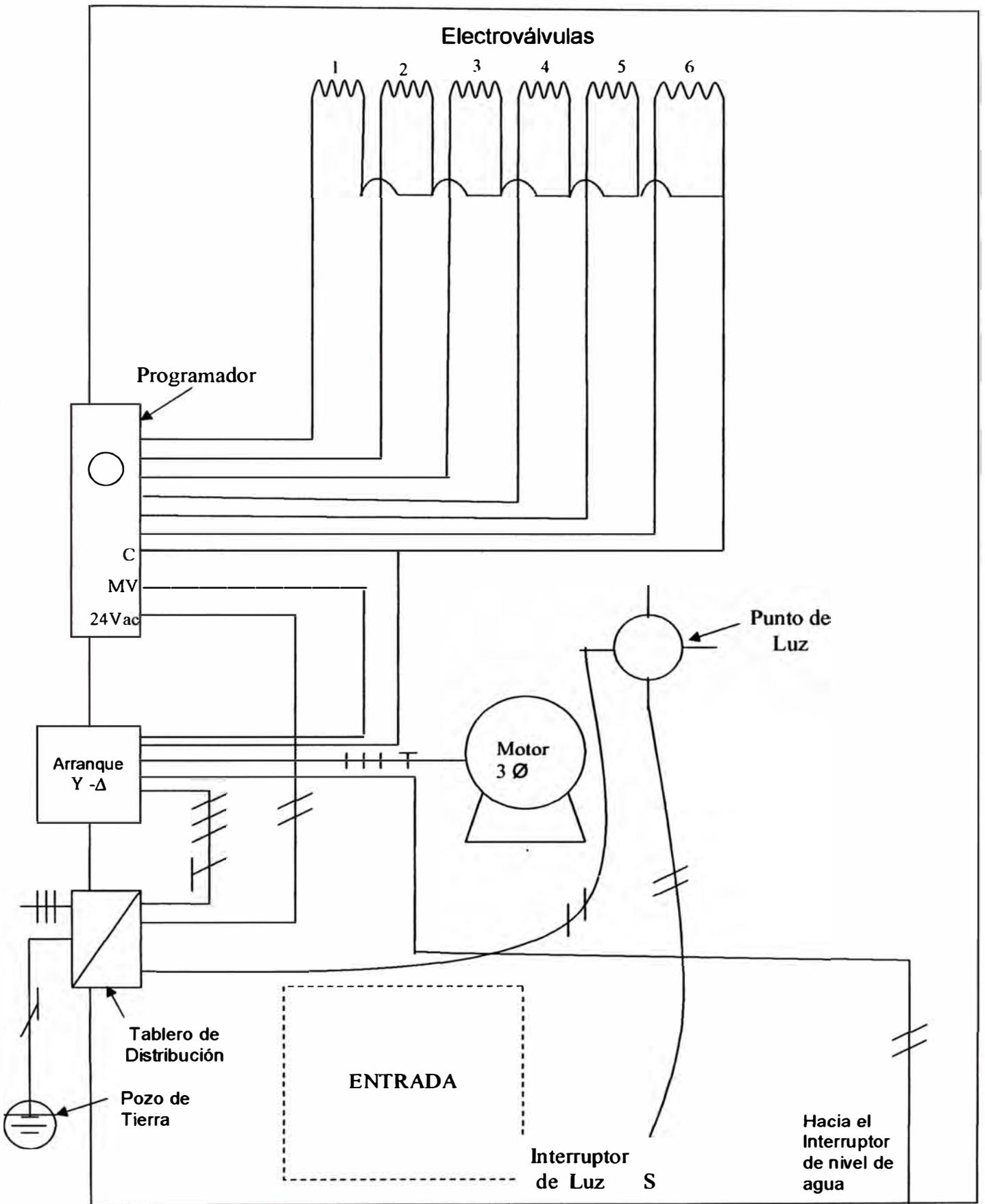


Figura N° 2.4 Diagrama Pictórico de la Cabina de Control Eléctrico

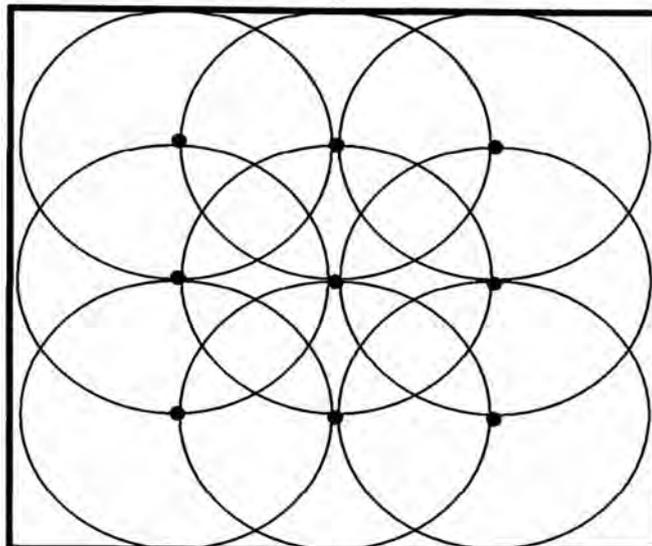


Figura N° 2.5

En este esquema garantizamos que los radios de riego se traslapen y que el terreno a regar tenga cobertura total con respecto al riego. Además son nueve los aspersores diseñados que formaran parte de una estación.

2.3.2 Elección del tipo de aspersores y cálculo del caudal de consumo

Los aspersores rociadores de agua tipo chorro suave y silencioso funcionan muy bien en zonas arenosas con césped denso y se ajustan para regar medio círculo o círculo completo, así como también se modifican su radio de tiro para casos excepcionales y consiguen una buena cobertura con un traslape total, son de levante automático para evitar vandalismo. Por tanto optamos por elegir a los aspersores tipo rotores de casco cerrado que se ajustan a estas características.

Sus datos técnicos son:

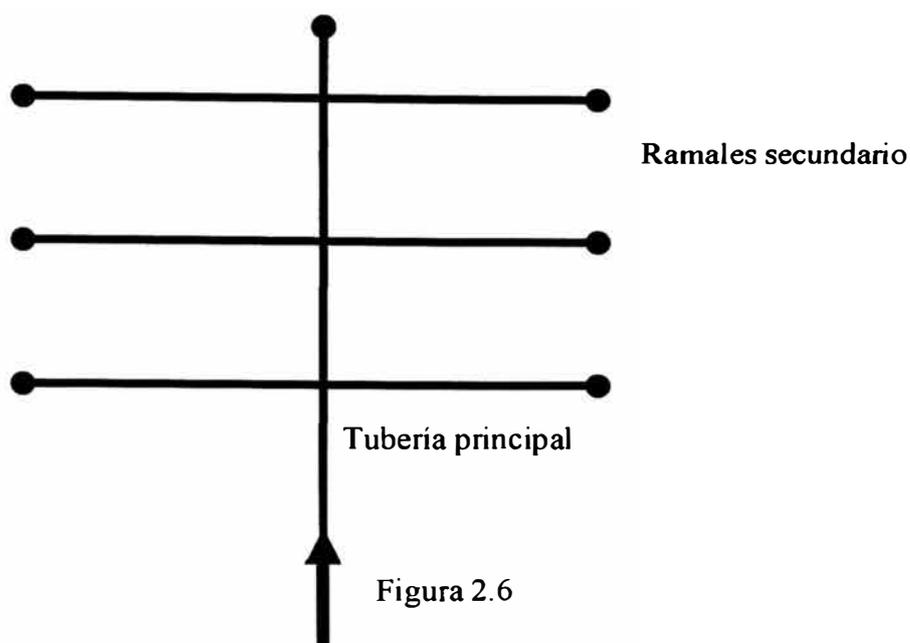
- Presión de trabajo: 1.9 Bar (20 mca).
- Alcance: 7.5 mts.

Caudal: 0.15 lts/ Seg.

Como por cada estación de riego hay 9 unidades de aspersores, entonces el caudal total de la estación de riego será: $9 \times 0.15 \text{ Lts/ seg.} = 1.35 \text{ Lts/seg.}$

2.3.3 Configuración de los circuitos de riego mediante tuberías

Una vez definida las estaciones de riego en el área verde, procedemos a diseñar los circuitos de tuberías tendiendo una línea principal, de la cual se van derivando las conexiones a los distintos aspersores (en forma de T). He aquí un ejemplo:



La red de tubería principal viene de una conexión con las electroválvulas ubicadas en el cuarto de control eléctrico. Con el fin de no disminuir el caudal y la presión del agua de la electrobomba para cada estación de riego, la tubería principal será como mínimo de 1^{1/4} de pulgada de diámetro de PVC; así como también los tubos ramales secundarios quienes forman una T con la red principal. Al término de estas tuberías secundarias, se reduce a un tubo de 1 pulgada de diámetro, el cual estos tubos estarán conectados directamente con los aspersores, Como se muestra en la figura 2.6.

En la figura 2.7, se muestra un diseño de configuración de tuberías para regar las 6 estaciones de área verde.

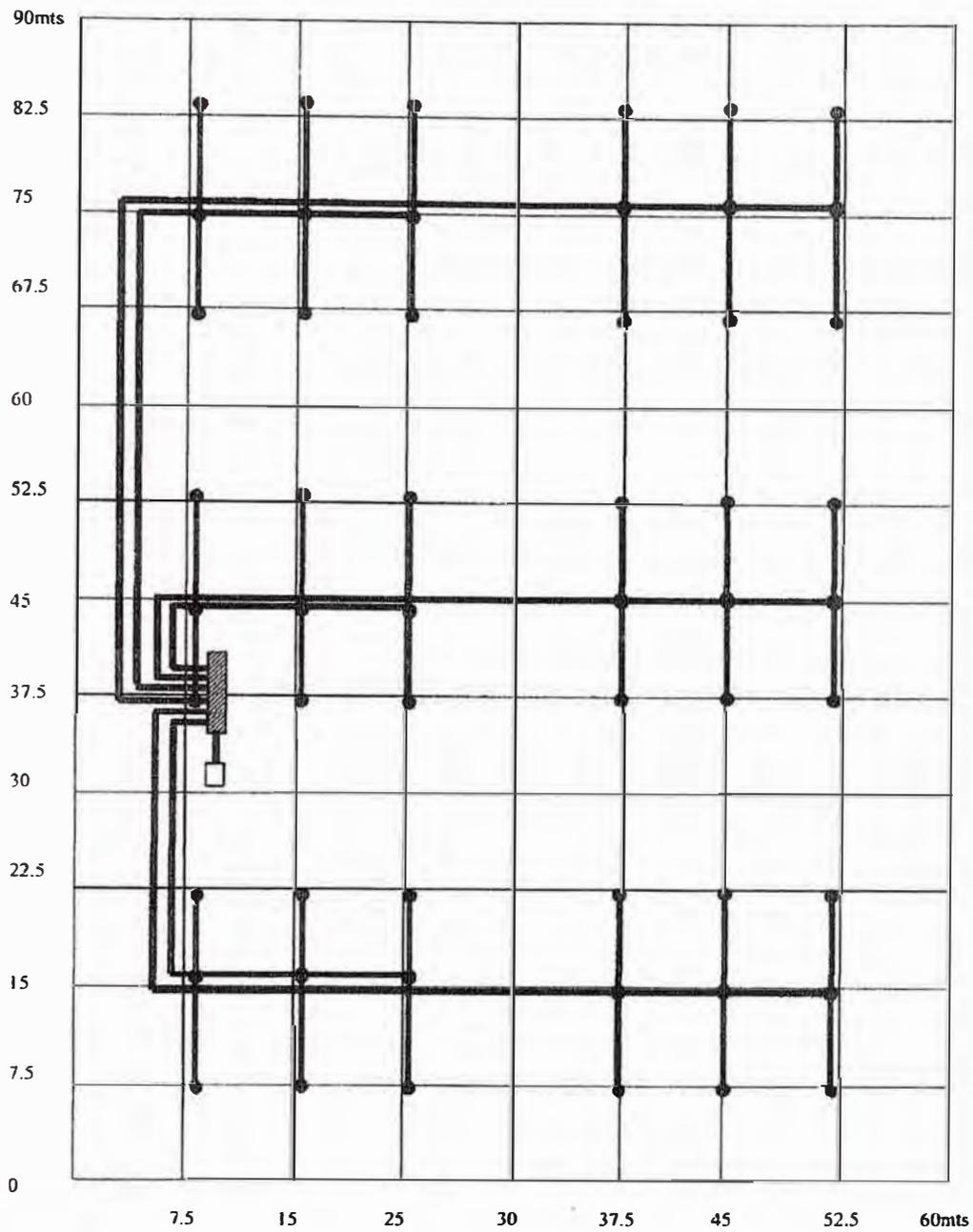


Figura N° 2.6 Ubicación de los Aspersores y Tuberías

LEYENDA	
● Aspersor	▨ Cabina De Control Eléctrico
— Tubería de agua	□ Sistema de Agua

2.3.4. Dimensionamiento de la electrobomba

La electrobomba se elige teniendo en cuenta el caudal total de la emisión de los aspersores en cada estación de riego, así como también las pérdidas de energía del agua durante toda la etapa de su movimiento a través del sistema de conducción.

2.3.4.1. Estimación del diámetro del tubo de conducción.

El diámetro de la tubería, tanto como para la etapa de aspiración como la de elevación, utilizamos la siguiente expresión:

$$\phi = \sqrt{(0.236 \times Q)} \text{-----} 2.1.$$

Donde:

ϕ = Al diámetro de la tubería (mm)

Q = caudal a transportar (Lts/h)

Nuestro caudal total a transportar hacia nueve aspersores de la estación es:

$$1.35 \frac{Lts}{seg} \times \frac{3600 \text{ seg}}{h} = 4860 \frac{Lts}{h} \text{-----} 2.2$$

Por lo tanto, el diámetro estimado debe ser el calculado con la expresión anterior:

$$\phi = \sqrt{0.236 \times 4860} = 33.87 \text{ mm} \text{-----} 2.3$$

Por lo que se recomienda un diámetro de 40 mm para aspiración y elevación.

De acuerdo a las disponibilidades de bombas comerciales se debe seleccionar un diámetro de aspiración y elevación coherente con la oferta de equipos.

2.3.4.2. Pérdidas de energía por Fricción (H_F)

De la figura 2.6 la longitud promedio de la tubería para transportar el agua a cada estación es de 150 mt aproximadamente por lo que las pérdidas por fricción son las siguientes:

$$\text{caudal} = 1.35 \frac{Lts}{seg} = 0.00135 \frac{m^3}{seg} \text{-----} 2.4$$

Diámetro interior: Se calcula restando el espesor de paredes para el diámetro y clase de material elegido (1.8 mm)

$$\phi_{\text{interior}} = 40 - (2 \times 1.8) = 36.4 \text{ mm} \text{-----} 2.5$$

17

Estamos asumiendo tubería PVC, clase 6.

Reemplazado los valores en la fórmula de pérdida por fricción de Hazen y Williams:

$$J = \frac{Q^{1.85}}{(0.28 \times C)^{1.85} \times D^{4.86}} \left(\frac{mca}{m} \right) \text{-----} 2.6$$

Donde: Q = a caudal (m³/seg)

C = Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams para diferentes materiales.

$\phi_{Interior}$ = Diámetro de la tubería interior (m)

mca = unidad de presión en metro de columna de agua.

Según la tabla del capítulo de hidráulica de tuberías para tubería PVC el C = 150.

Reemplazado valores en la formula anterior:

$$J = \frac{(0.00135)^{1.85}}{(0.28 \times 150)^{1.85} \times (0.0364)^{4.86}} \text{-----} 2.7$$

$$J = 0.048 \frac{mca}{m} \text{-----} 2.8$$

Como la longitud de la tubería de conducción de agua es 150 mt, entonces la pérdida de fricción es:

$$H_F = J \times L \text{-----} 2.9$$

$$H_F = 0.048 \times 150 \text{ mca} \text{-----} 2.10$$

$$H_F = 7.2 \text{ mca(metro de columna de agua)} \text{-----} 2.11$$

2.3.4.3. Pérdidas de energías singulares (H_s)

Las pérdidas singulares deben ser calculadas para cada uno de los accesorios que se incorporen, tanto para la sección de aspiración como elevación.

Accesorios de Aspiración: Como mínimo se deben contemplar los siguientes accesorios.

Válvula de pie: K = 2.5

Codo de 90°: K = 0.9

Accesorio de elevación:

Codo de 90°: K = 0.9

Válvula de retención: K = 2.5

Tee de 90°: K = 1.8

Electroválvula: K = 1

Reductores de 40 a 25 mm: K = 0.6

Donde K, es el coeficiente de pérdida de carga para singularidades.

Por lo tanto, para calcular las pérdidas por singularidades, se debe estimar la velocidad de escurrimiento al interior de la tubería, la cual se hace mediante la siguiente fórmula:

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} \text{-----2.12}$$

Donde:

$$Q = \text{caudal} \left(\frac{m^3}{seg} \right)$$

D = Diámetro interior de la tubería (m)

$$v = \frac{4 \times 0.00135}{\pi \times (0.0364)^2} \text{-----2.13}$$

$$v = 1.3 \text{ m/seg} \text{-----2.14}$$

Por lo tanto las pérdidas por singularidades están dadas por:

$$H_s = \sum \frac{K \times v^2}{2 \times g} \text{-----2.15}$$

$$H_s = \sum \left(\frac{K \times v^2}{2 \times g} \right) \text{ aspiración} + \sum \left(\frac{K \times v^2}{2 \times g} \right) \text{ elevación} \text{-----2.16}$$

Calculando H_s por aspiración:

$$H_{s \text{ ASP}} = \sum \left(\frac{K_{\text{codo}} \times v^2}{2 \times g} \right) + \sum \left(\frac{K_{\text{valpie}} \times v^2}{2 \times g} \right) \text{-----2.17}$$

$$H_{s \text{ ASP}} = 1 \left(\frac{0.9 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right) + 1 \left(\frac{2.5 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right) \text{-----2.18}$$

$$H_{s \text{ ASP}} = 0.29 \text{ mca (metro de columna de agua)} \text{-----2.19}$$

Calculando H_s por elevación:

$$H_{S\ ELE} = \sum \left(\frac{K_{codo} \times v^2}{2 \times g} \right) + \sum \left(\frac{K_{VALRET} \times v^2}{2 \times g} \right) + \sum \left(\frac{K_{ELECT} \times v^2}{2 \times g} \right) + \sum \left(\frac{K_{Tee} \times v^2}{2 \times g} \right) + \sum \left(\frac{K_{Red} \times v^2}{2 \times g} \right)$$

$$H_{S\ ELE} = 17 \left(\frac{0.9 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right) + 1 \left(\frac{2.5 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right) + 1 \left(\frac{1 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right) + 8 \left(\frac{1.8 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right) + 9 \left(\frac{0.6 \times 1.3^2}{2 \times 9.8} \right)$$

$$H_{S\ ELE} = 3.33 \text{ mca. (metro de columna de agua)}$$

Luego, la perdida total por singularidades es: -----2.22

$$H_S = H_{S\ ASP} + H_{S\ ELE} \text{ -----2.23}$$

$$H_S = 0.29 \text{ mca} + 3.33 \text{ mca} \text{ -----2.24}$$

$$H_S = 3.62 \text{ mca(metro de columna de agua)} \text{ -----2.25}$$

2.3.4.4. Altura representativa de velocidad (H_v)

$$H_v = \frac{v^2}{2 \times g} \text{ -----2.26}$$

$$\text{Además: } v = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \text{ -----2.27}$$

Entonces:

$$H_v = \frac{4^2 \times Q^2}{\pi^2 \times D^4 \times 2 \times g} \text{ -----2.28}$$

$$H_v = \frac{16 \times (0.00135)^2}{(3.1416)^2 \times (0.0364)^4 \times 2 \times 9.8} \text{ -----2.29}$$

$$H_v = 0.086 \text{ mca (metro de columna de agua)} \text{ -----2.30}$$

2.3.4.5. Presión de trabajo de los aspersores (P_{Trab}).

Según los datos técnicos de nuestros aspersores seleccionados, cada aspersor tiene una presión de trabajo de 20 mca. En donde esta presión indica que 2kg de agua fluye por cada cm^2 del área transversal del tubo.

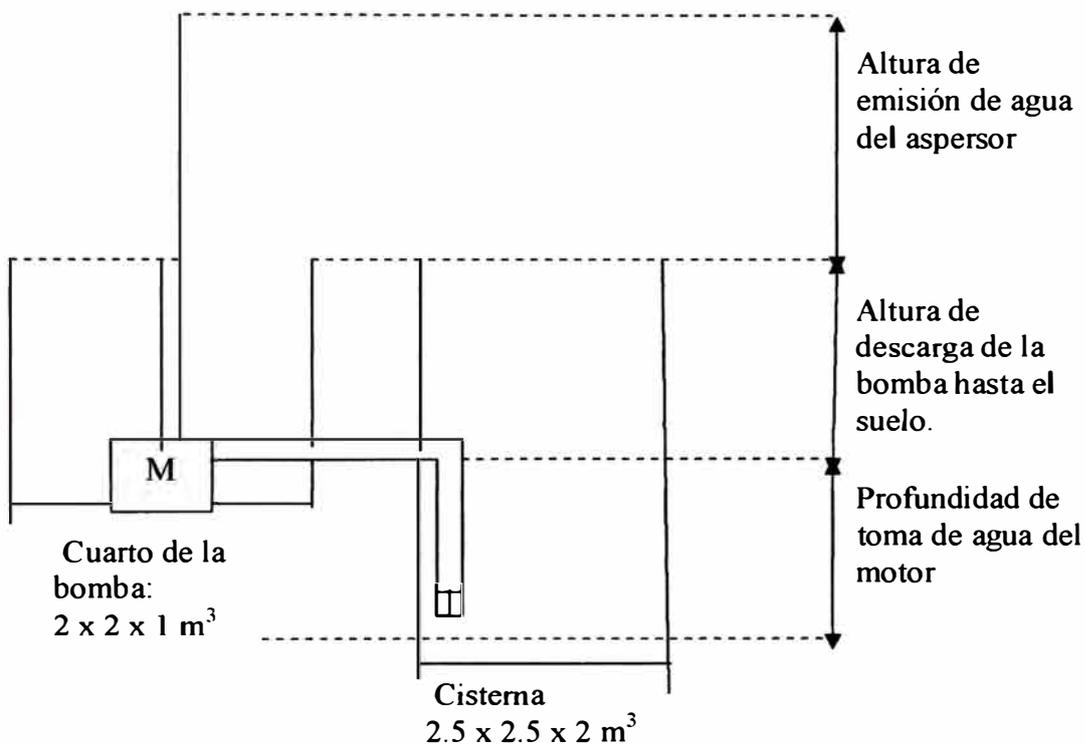
Como tenemos 9 unidades de aspersores de riego para cada estación, entonces la presión total de trabajo es:

$$P_{Trab} = 9 \times 20 \text{ mca} \text{ -----} 2.31$$

$$P_{Trab} = 180 \text{ mca (metro de columna de agua)-----} 2.32$$

2.3.4.6. Altura estática (ΔZ)

Se denomina altura estática o carga estática total a la diferencia de altura entre el punto de toma de agua y donde se entrega. Se divide en carga estática de aspiración y carga estática de elevación.



Luego:

ΔZ = profundidad de toma de agua del motor, más la altura de descarga de la bomba hasta el suelo, más la altura de emisión de agua a los aspersores.

$$\Delta Z = (1.0 + 1.5 + 2.0) \text{ mca} \text{ -----} 2.33$$

$$\Delta Z = 4.5 \text{ mca (metro de columna de agua) -----} 2.34$$

2.3.4.7. Energía de la bomba o altura manométrica (E_B)

$$E_B = \Delta Z + H_F + H_S + P_{Trab} + H_v \text{ -----} 2.35$$

$$E_B = (4.5 + 7.2 + 3.62 + 180 + 0.086) \text{ mca -----} 2.36$$

$$E_B = 195.406 \text{ mca (metro de columna de agua)-----} 2.37$$

2.3.4.8. Calculo de la potencia mecánica del motor de la bomba(P_m)

Como deseamos elevar 1.35 Lt/s de agua a través de nueve aspersores en una estación de riego, con una carga manométrica total de 195.406 mca y una eficiencia (n) de la bomba de 85%, la potencia mecánica (HP) será:

$$P_m = \frac{Q \times E_v}{75 \times n} \text{ -----} 2.38$$

Donde:

$$Q = \text{caudal (Lts / seg)}$$

$$E_B = \text{carga manométrica (mca)}$$

$$n = \text{eficiencia de la bomba (0.85)}$$

$$P_m = \frac{1.35 \times 195.406}{75 \times 0.85} \text{ (HP)-----} 2.39$$

$$P_m = 4.138 \text{ HP -----} 2.40$$

La bomba seleccionada deberá tener una potencia de por lo menos 4.20 HP, con el propósito de no sobrecargarla durante su funcionamiento.

La potencia comunicada a la bomba es proporcionada por una máquina motriz la cual, en su eje deberá entregar una potencia efectiva igual o mayor a la requerida por roce y otras; La potencia del motor se determina por la siguiente expresión:

$$\text{Potencia de motor} = \frac{\text{potencia bomba}}{n_{motor}} \text{ -----} 2.41$$

Donde:

$$n_{motor} = \text{Eficiencia del motor.}$$

El valor de la potencia del motor eléctrico, indica la potencia absorbida en la red y que es aproximadamente un 20% mayor que las necesidades de la bomba. Esto en atención a que las eficiencias de los motores eléctricos oscilan alrededor del 84% ($n = 0.84$).

De la fórmula anterior:

$$\text{Potencia del motor} = \frac{4.20 \text{ HP}}{0.84} \text{ -----} 2.42$$

$$\text{Potencia motor} = 5 \text{ HP -----} 2.43$$

2.3.4.9. Resumen

Para este proyecto necesitamos una bomba centrífuga de las siguientes características:

Caudal: 1.50 Lts/Seg

Presión manométrica: 200 mca

Potencia mecánica: 4.2 HP

Así también el motor eléctrico tendrá las siguientes características:

Voltaje: 220 voltios trifásica

RPM: 3600

Potencia mecánica: 5 HP

Inominal: 12.6 amperios

2.3.5 Construcción del pozo contenedor de agua para el riego (Cisterna)

El caudal que emergen de los aspersores por estación es de 1.35 Lts. /seg. Si regamos 15 minutos (900 seg.) por estación, necesitaremos :

$$1.35 \text{ Lts. /Seg.} \times 900 \text{ Seg.} = 1215 \text{ Lts.} \text{-----} 2.44$$

Como tenemos 6 estaciones, entonces necesitamos:

$$1215 \text{ Lts} \times 6 = 7290 \text{ Lts.} \text{-----} 2.45$$

Regando 2 veces al día tendríamos que tener de agua en nuestro pozo:

$$7290 \text{ Lts.} \times 2 = 14,580 \text{ Lts. (14. 58 m}^3\text{).} \text{-----} 2.46$$

Luego, si la superficie es un cuadrado y de profundidad de 2 metros, de donde solamente usamos 1.70 mts de altura de agua, tendremos:

$$14.58 \text{ m}^3 = 1.70 \times L^2 \text{ de donde } L = 2.92 \text{ mts (lado del cuadrado).} \text{-----} 2.47$$

Redondeando escogeremos un lado de 3 metros.

Por lo tanto nuestro pozo diseñado será de:

3 mts de ancho X 3mts de largo X 2 mts de profundidad.

2.3.6 Descripción de la interfase de salida del programador

El programador o controlador programable en tiempo real usa una interfase de salida a TRIAC entre el microprocesador y los actuadores. Estos últimos están constituidos por las electroválvulas y relés auxiliares. Los Triacs son los dispositivos adecuados para el control on – off de los actuadores los cuales pueden funcionar con 24Vac. Además dispone de una salida adicional, la cual activa los contactores de un arrancador estrella triángulo del motor trifásico de la bomba de agua centrífuga. El máximo número de estaciones controlados por nuestro programador es de 6 y cada una se conecta a una electroválvula.

Un diagrama circuital se muestra en la figura N° 2.7 donde se utiliza un acoplador óptico con salida a TRIAC para aislar eléctricamente la CPU de los actuadores, de esta forma se evita que cualquier cortocircuito proveniente de los actuadores pueda malograr los componentes internos del programador. Cuando la CPU del programador envía un "1" lógico, circula corriente por la resistencia R4 y el diodo led del optoacoplador, el cual a través del fototriac hace conducir al TRIAC de potencia accionando de esta manera la electroválvula. El triac tiene sus circuitos de protección asociados, como por ejemplo la red snubber tipo RC y el varistor.

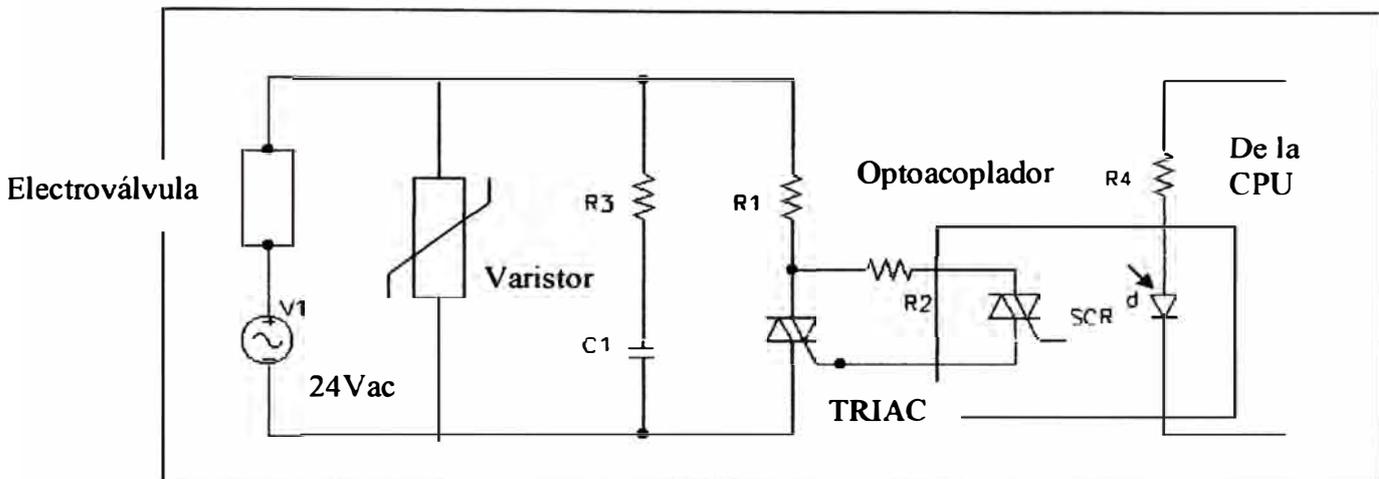


Figura N° 2.7 Interfase de salida del Programador

2.3.7 Cálculo del cableado eléctrico de la instalación

Las características técnicas de una electroválvula son:

- Intensidad nominal: $I_N = 0.365 \text{ A}$
- Potencia aparente: 8.8 VA
- Voltaje de trabajo : $24V_{AC}$
- Factor de potencia: 0.8

Cada una de las estaciones conectada a una electroválvula va comandada por un cable de mando y otro común.

2.3.7.1. Cálculo de la sección del cable común de las electroválvulas

Longitud máxima; $L = 3\text{mts.}$

Número de electroválvulas: 6 unidades.

Caida máxima de potencia permitida: $\Delta V = 5\% (1.2V)$

Tipo de conductor: cobre, conductor aislado (1000V), enterrado en tubo flexible.

Resistividad: $\delta = 0.0175$ mhos/mt

$$S = \frac{2\delta}{\Delta V} (\sum I_N) L \cos \phi \quad , \quad \sum I_N = 6 \times 0.365 \text{-----} 2.48$$

$$S = \left(\frac{2 \times 0.0175}{1.2} \right) (0.365 \times 6) (3 \times 0.8) \text{-----} 2.49$$

$$S = 0.15 \text{mm}^2 \text{-----} 2.50$$

2.3.7.2. Cálculo de la sección del cable de mando

- Longitud máxima L = 3 mts.
- Número de electroválvulas: 1
- Caída máxima de tensión permitida : $\Delta V = 5\%$ (1.2V)
- Tipo de conductor: cobre, conductor aislado enterrado en tubo flexible.
- Resistividad : $\delta = 0.0175$ mhos/mt

La sección del cable de mando será: $S = \frac{2 \times 0.0175}{1.2} \times 0.365 \times 3 \times 0.8 = 0.025 \text{mm}^2 \text{---} 2.51$

2.3.7.3. Cálculo de la sección del cable alimentador de la instalación eléctrica

Las características técnicas de la electrobomba son:

Número de fases: 3

Potencia: 5 Hp

Velocidad nominal: 3600 RPM

Voltaje nominal: 220 V_{AC}

Corriente nominal: 12.6 Amp.

Las características de circuito de alumbrado son:

Voltaje nominal : 220V_{AC}, Potencia eléctrica : 100 vatios.

La corriente consumida por el circuito de alumbrado será: $\Rightarrow I_N = \frac{100}{220} = 0.45 \text{Amp} \text{---} 2.52$

La corriente consumida total será: $\sum I_T = 12.6 + 0.365 + 0.45 = 13.415 \text{Amp} \text{---} 2.53$

$$S = \frac{2\delta}{\Delta V} (\sum I_T) L \cos \phi \text{-----} 2.54$$

$\delta = 0.0175$ mhos /mt ; $\Delta V = 5\%$ (1.2V) ; $\text{Cos } \phi = 0.8$

$\sum I_T = 13.415 \text{A}$; L = 7 mts.

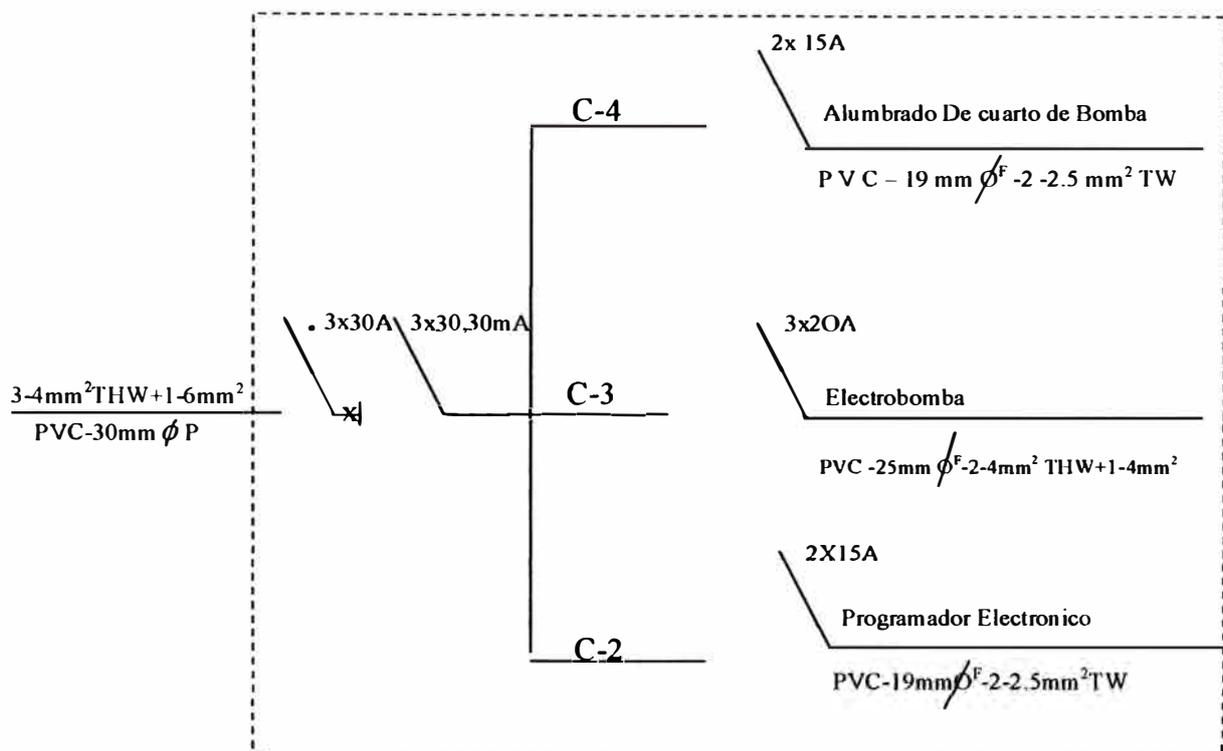
$$S = \frac{2 \times 0.0175}{1.2} (13.415) \times 7 \times 0.8 = 2.19 \text{ mm}^2 \text{-----} 2.55$$

Considerando reservas de 50%, la sección del cable alimentador será:

$$S = 3.28 \text{ mm}^2 \text{-----} 2.56$$

Se elige un cable triple AWG de sección $\varnothing = 4 \text{ mm}^2$, THW

2.3.7.4. Acometida y Tablero de Distribución Eléctrica.



2.3.8 Descripción del esquema eléctrico del sistema de riego automático

En la figura N° 2.8 se muestra el esquema eléctrico del sistema de control de riego automático. Una vez programado el cronómetro en tiempo real del programador, para regar tantos días durante el mes, tantas veces durante el día y tantos minutos por estación, la perilla se ubica en posición de automático, y se espera la interrupción. En forma instantánea el programador hace dos tipos de interrupciones. Una de ellas activa la válvula maestra con 24 voltios, que a su vez polariza la bobina del relé auxiliar K4M; esta cierra su contacto y deja pasar la otra línea de alimentación que le falta a la bobina del contactor estrella K3M, cerrándose esta y que por sus contactos 13 y 14 activa el contactor de línea K1M. Este contactor se enclava a través de sus contactos 13 y 14 y excita también al relé temporizador

T1 por 13 y 14. Pasado un tiempo de 5 segundos aproximadamente se desactiva el contactor estrella K3M por los contactos 15 y 16 del relé temporizador T1, se conecta el contactor triangulo K2M, se cierra el contacto auxiliar de K2M que enciende la lámpara de señalización LS y se desactiva el enclavamiento eléctrico entre los contactores estrella K3M y triangulo K2M por desactivación de los contactos 21 y 22 de K2 y K3 respectivamente. La lámpara de señalización LS nos indica el final del proceso de arranque quedando el motor conectado en triangulo.

La otra interrupción del programador, activa también con 24 Voltios a la primera electroválvula EV1, habilitándola y dejando pasar el agua por ella que es descargado por la electroválvula y dirigiéndose hacia los aspersores.

Después de 15 minutos de riego que hemos programado el controlador, interrumpe los 24 voltios a la primera electroválvula EV1 y en forma automática provee de 24 voltios a la segunda, repitiéndose este proceso hasta llegar a la sexta electroválvula EV6.

Al terminar los 15 minutos de polarizado la ultima electroválvula EV6, el programador interrumpe en forma instantánea el trabajo de esta, así como el de la electrobomba a la espera del segundo ciclo de riego durante el día.

En la figura N° 29 ubicamos el diagrama eléctrico de todos los elementos del circuito de potencia del arrancador estrella – triangulo, con el propósito de visualizar mejor la operación mejor del sistema de mando anteriormente mencionada.

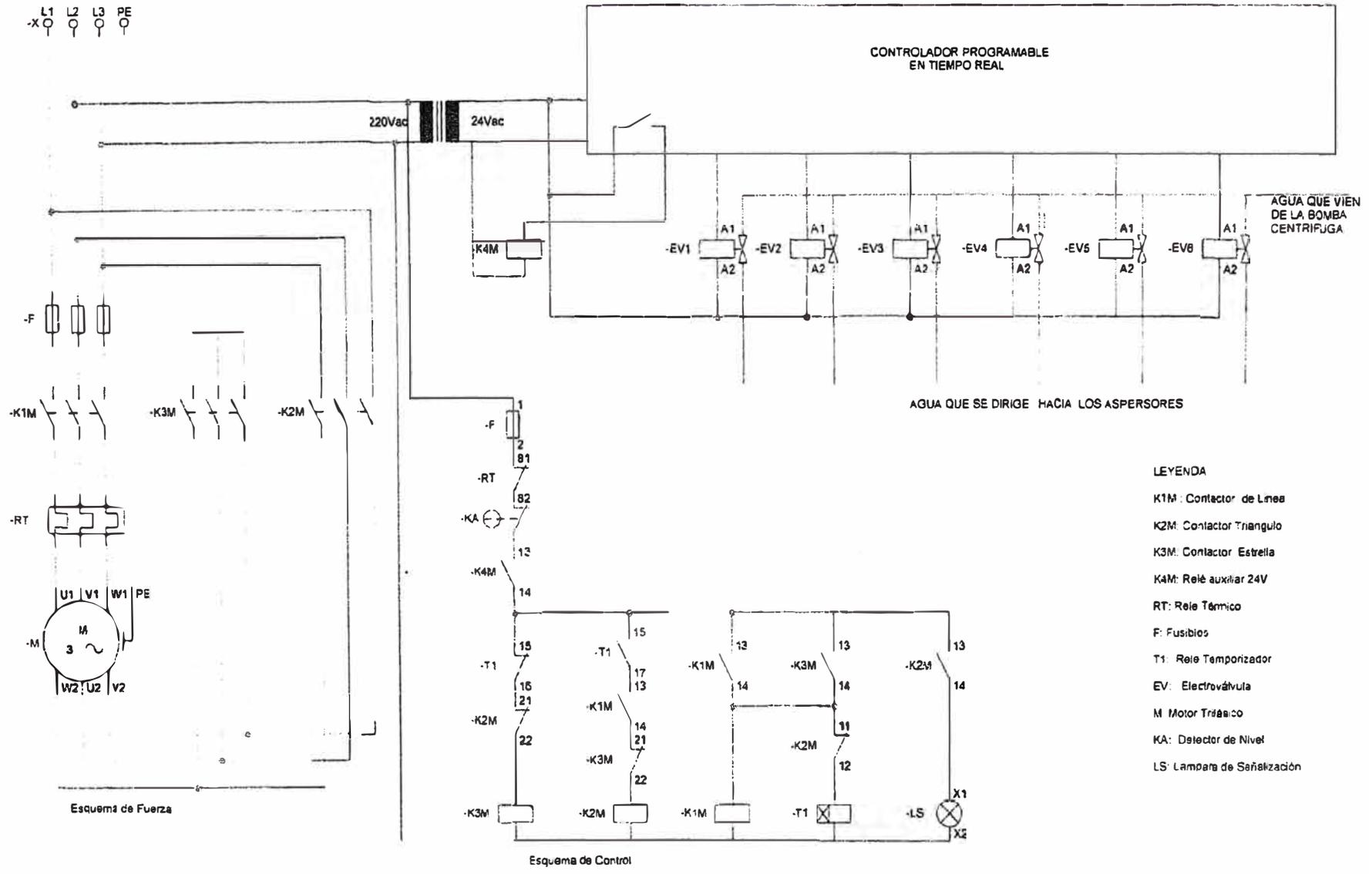


Figura N° 2.8 Esquema de control eléctrico del sistema de riego automático

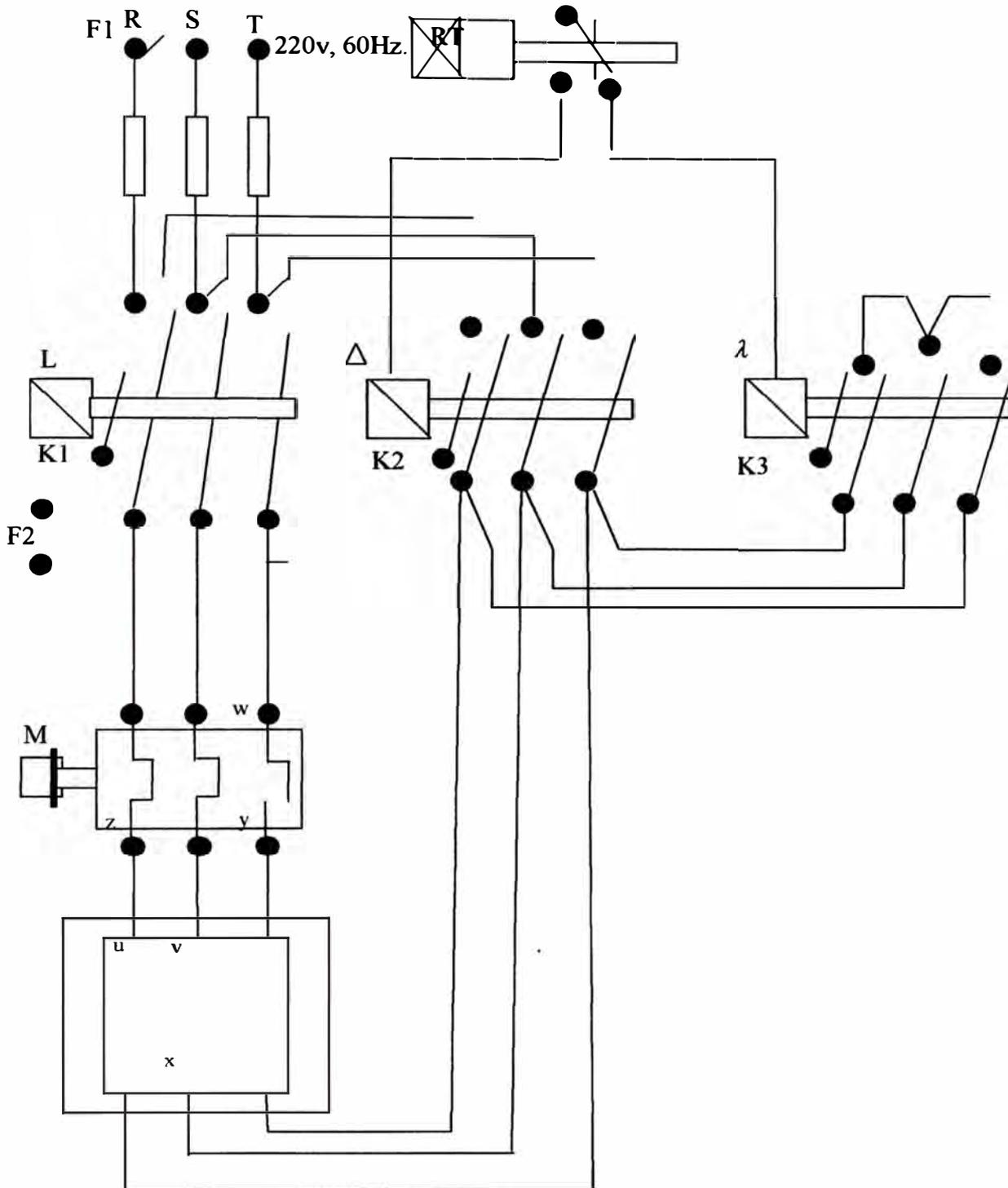


Figura 2.9 Circuito de Potencia de la Electrobomba de Riego

K1= Contactor de Línea de 25 Amp, 220V
 K2= Contactor Triangulo de 25 Amp, 220V
 K3=Contactor estrella de 25 Amp, 220V
 RT= Relé temporizador al trabajo de 220 V, 5Amp de contacto
 F1=Interruptor termomagnético de 3 x 20 Amp
 F2= Relay de Protección térmica de 7-10 Amp
 M=Motor de la electrobomba de 5HP. 3600RPM. 220V. Trifasica

CAPITULO III

ESTRUCTURA DEL CONTROLADOR DE TIEMPO REAL

A continuación se presenta una posible configuración del programador ó controlador programable en tiempo real, debido a que el controlador de marca "Weathermatic" no proporciona mayor información acerca de los circuitos electrónicos del controlador. Dallas semiconductor es un fabricante de Cronómetros en tiempo real y se mencionará las características del dispositivo mencionado.

3.1 Características generales del cronómetro

Muchas aplicaciones requieren de un reloj en tiempo real para guardar información del tiempo absoluto. A menudo estas aplicaciones podrían beneficiarse, por decir, para realizar ciertas funciones en los momentos específicos. El Cronómetro de Dallas Semiconductor es una solución a sistemas que necesitan un reloj en tiempo real exacto y capacidades de interrupción en momentos específicos.

Estos Cronómetros poseen las funciones básicas del reloj en tiempo real. El diagrama de bloques del Cronómetro se muestra en la figura N° 3.1, el cual muestra una memoria RAM en donde los dispositivos guardan información de centésimas de segundos, segundos, minutos, horas, día, fecha, mes, e información del año. Posee un decodificador de direcciones y de control para ingresar y extraer los datos de la memoria RAM. Así mismo, se observa un oscilador a cristal de bajo consumo potencia que mantiene el tiempo con precisión y exactitud de ± 1 minuto por mes. El cronómetro contiene el sub-sistema "Perro Guardián" que provee de funciones de autodiagnóstico y de interrupciones temporizadas.

Está dotado de contadores internos para implementar las funciones de alarma de reloj en tiempo real y las alarmas temporizadas. La batería del litio interna proporciona 10 años de funcionamiento continuo en la ausencia de alimentación eléctrica al sistema. El beneficio de usar estos cronómetros es que los dispositivos son simples de usar desde que los registros de reloj en tiempo real se mapean directamente en la memoria RAM del dispositivo. Esto se hace accediendo a los registros del Cronómetro similar al acceso de un byte en la memoria RAM. Vea en la Figura N° 3.2 el mapa de memoria del DS1486. Por ejemplo, note que los registros de reloj en tiempo real ocupan solo 14 bytes de la parte superior de la memoria RAM.

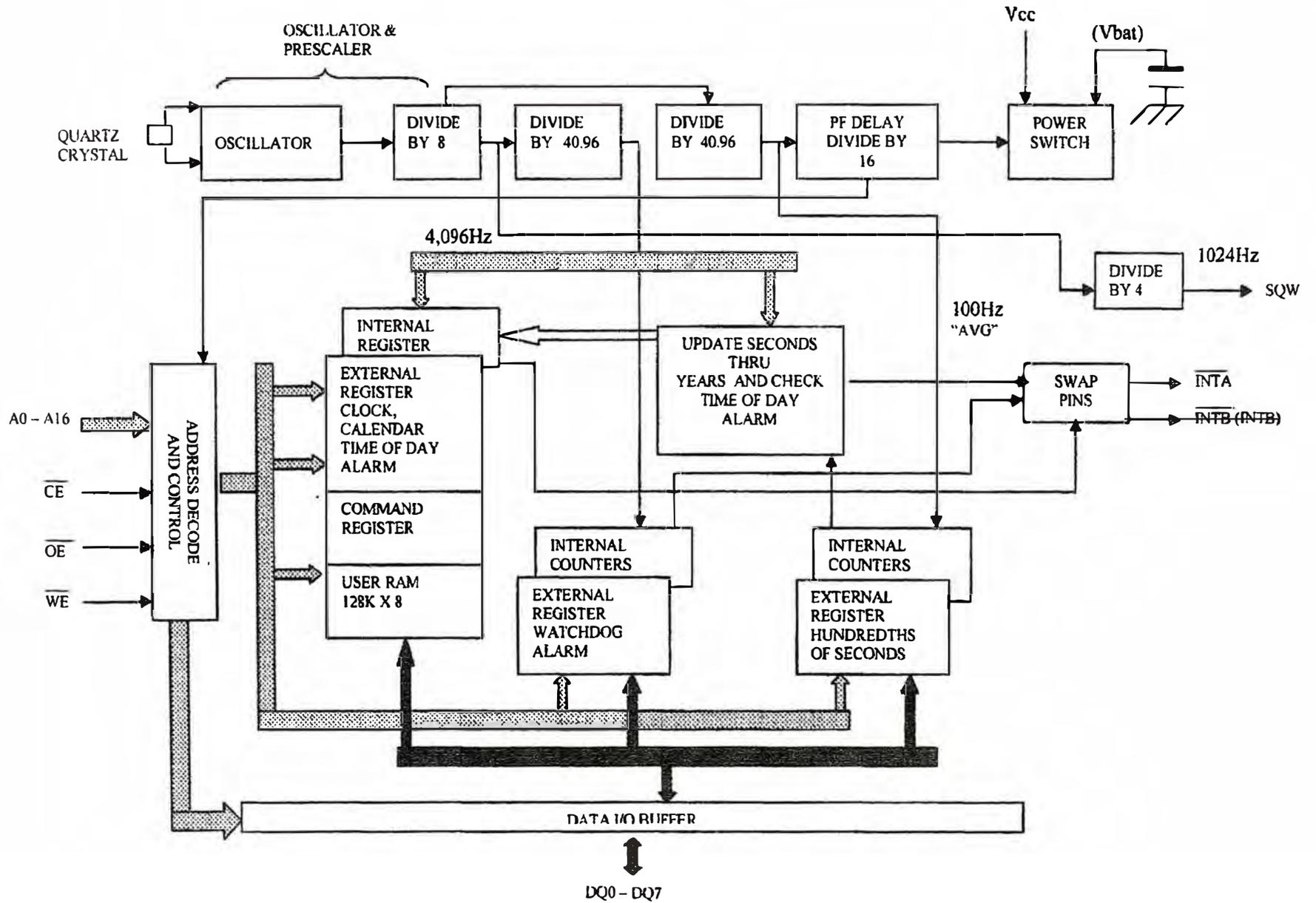


FIGURA N° 3.1 Diagrama de Bloques del Cronometro

3.2 Las Interrupciones

Un rasgo importante del cronómetro es que proporciona dos tipos de interrupción diferentes: una alarma hora del día y una interrupción tipo "Perro Guardián". Estas dos interrupciones se controlan por el registro Comando, el cual permite la flexibilidad en el funcionamiento de las interrupciones.

3.2.1 Alarma hora del día

El primer tipo de interrupción es la alarma hora del día, que le permite al usuario programar el dispositivo para generar una interrupción en un momento específico del día durante un día específico de la semana. Los bits de máscaras especiales en los registros de alarma también hacen posible que esta alarma pueda generar una interrupción una vez por minuto, una vez por hora, o una vez por día.

3.2.2 Alarma "Perro Guardián"

El segundo tipo de interrupción es la alarma "Perro Guardián", que le permite al usuario programar al dispositivo para generar una interrupción periódica a un intervalo definido por el usuario. El usuario puede programar el dispositivo para generar una interrupción cada 0.01 segundos o hasta cada 100 segundos en incrementos de 0.01 segundos. Esta interrupción se usa típicamente de dos maneras diferentes: como un supervisor del microprocesador y como una interrupción periódica.

ADDRESS	Bit								RANGE	
	7							0		
CLOCK, CALENDAR, TIME OF DAY ALARM REGISTER	0	0.1 SECONDS				0.01 SECONDS				00 - 99
	1	0	10 SECONDS			SECONDS				00 - 59
	2	0	10 MINUTES			MINUTES				00 - 59
	3	M	10 MIN ALARM			MIN ALARM				00 - 59
	4	0	12/24	10/AP	10/HR	HOURS				01-12+A/P 00 - 23
	5	M	12/24	10/AP	10/HR	HR ALARM				01-12+A/P 00 - 23
	6	0	0	0	0	0	DAYS			01 - 07
	7	M	0	0	0	0	DAY ALARM			01 - 07
	8	0	0	10 DATE		DATE				01 - 31
	9	EOSC	ESQW	0	10MO	MONTH				01 - 12
	A	10 YEARS				YEARS				00 - 99
COMMAND REGISTER	B	TE	IPSW	BH/LO	PULVL	WAM	TDM	WAF	TDF	
WATCHDOG ALARM REGISTER	C	0.1 SECONDS				0.01 SECONDS				00 - 99
	D	10 SECONDS				SECONDS				00 - 99
USER REGISTER	E									
	1FFFF									

Figura N° 3.2 Registros de la Memoria RAM del Cronómetro

3.2.2.1 Alarma tipo “Perro Guardián” como Supervisor del Microprocesador.

La Alarma “Perro Guardián” se usa a menudo como un supervisor del microprocesador en las aplicaciones críticas. En esta función, la alarma se usa para asegurar que el microprocesador no se salga fuera de control. Para este tipo de aplicación se diseña el sistema, tal que el microprocesador realice un autodiagnóstico periódicamente con el cronómetro leyendo o escribiendo en cualquiera de los registros de la alarma. Cada vez que el microprocesador hace un autodiagnóstico con el cronómetro, éste se resetea. Si el microprocesador no hace el autodiagnóstico dentro del intervalo especificado por el usuario, la alarma generará una interrupción. Esta interrupción se usa para resetear el microprocesador. Las figuras N° 3.3 y N° 3.4 muestra dos maneras diferentes como el cronómetro se conectan con un microcontrolador para supervisar el sistema para una condición fuera de control.

En la Figura N° 3.3 se ilustra la interfase entre el DS1386-08 y el microcontrolador 68HC11. En este diagrama, INTA del DS1386-08 se conecta al pin de petición de interrupción (IRQ) del 68HC11. Cuando el cronómetro “Perro Guardián” detecta una condición fuera de control envía un pulso de reset a través de INTA.

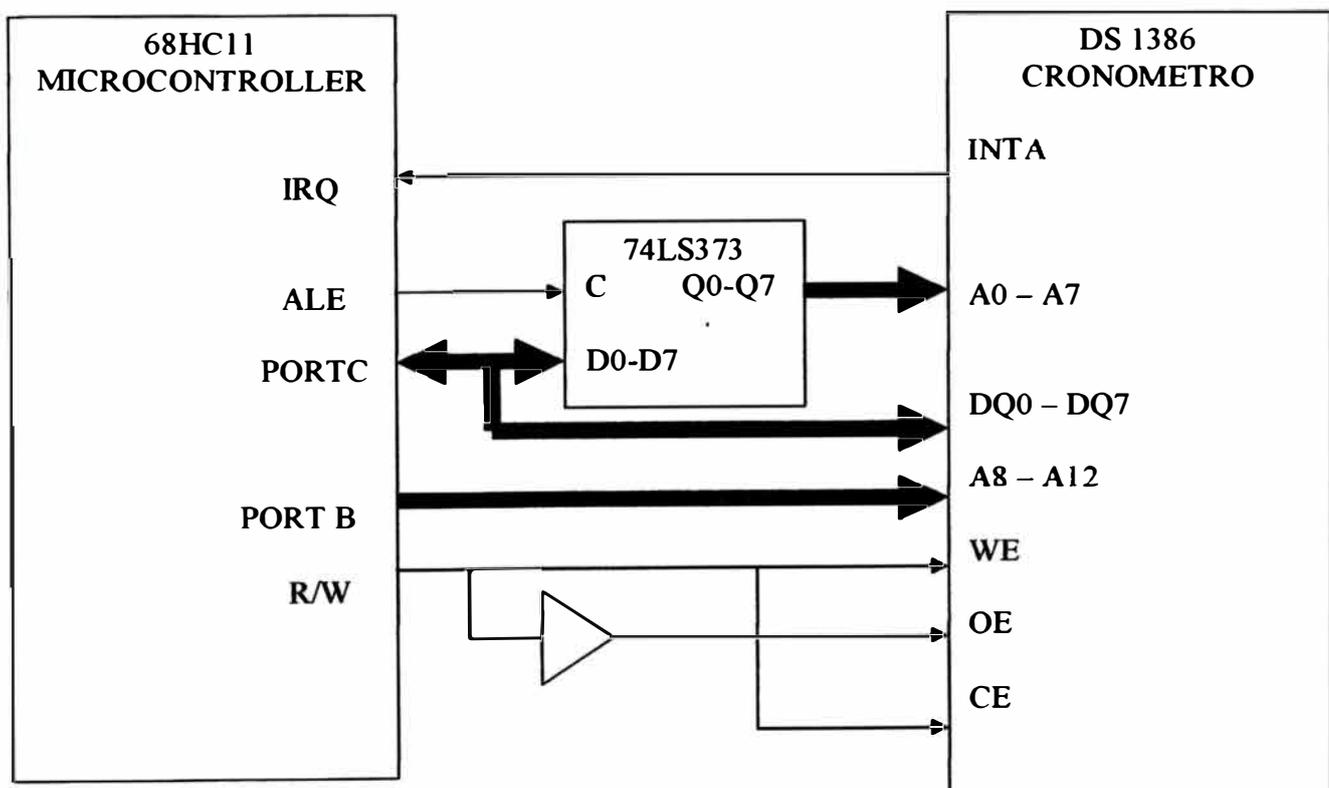


Figura N° 3.3 Interfase entre el cronómetro y el microcontrolador 68HC11

La Figura N° 3.4 ilustra la interfase entre el DS1386-08 y el microcontrolador 8051. En este ejemplo, el pin INTA se conecta a entrada de un circuito monoestable 74LS122. La salida del monoestable se conecta al pin reset (RST) del 8051. En este circuito, si el cronómetro “Perro Guardián” se va fuera de tiempo, el pin INTA se activará, causando que el monoestable proporcione un pulso de reset al 8051 y así se reseteará el 8051.

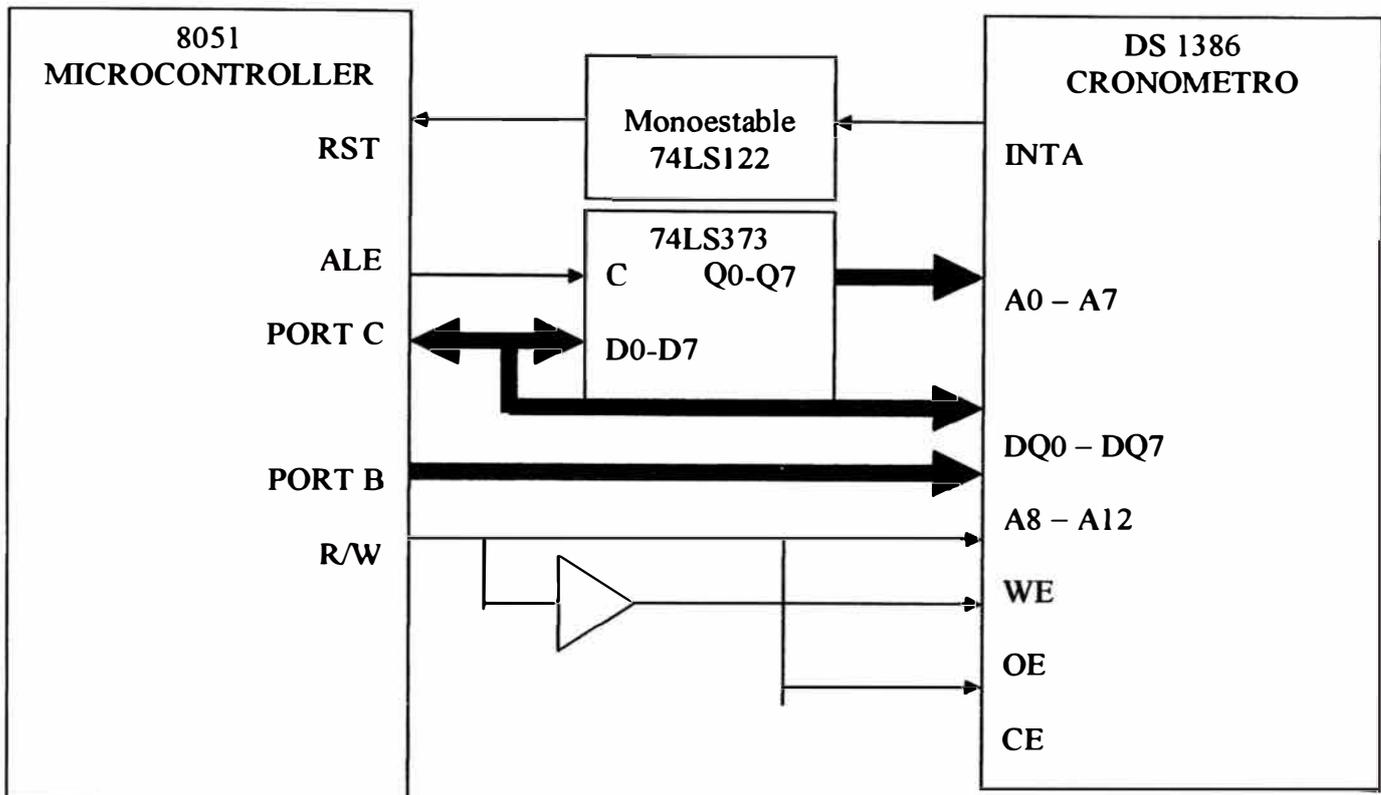


Figura N° 3.4 Interfase entre el cronómetro y el microcontrolador 8051

3.2.2.2 Alarma tipo “Perro Guardián” como Interrupción periódica

Una segunda manera de usar la alarma “Perro Guardián” es como una interrupción periódica. En este caso el Cronómetro se programa para generar una interrupción y, en contraste con el ejemplo anterior, la intención es permitir que la interrupción pueda ocurrir. En este ejemplo el dispositivo generará una interrupción periódicamente en un intervalo definido por el usuario. Usando la interrupción de esta manera es útil, por ejemplo, en los equipos de adquisición de datos. La interrupción se usa para decir al sistema que colectione los datos cada vez que es activada. Los circuitos mostrados en la Figura N° 3.3 y 3.4 podrían

usarse para este tipo de aplicación. En este ejemplo los microcontroladores podrían programarse para adquirir los datos siempre que se active una interrupción.

Un rasgo importante de las salidas de interrupción del cronómetro es que ellas incluso pueden habilitarse aún cuando la fuente de alimentación del sistema está apagada y el dispositivo está en el funcionamiento batería-conectada. Esto es particularmente útil en aplicaciones donde el sistema está apagado para conservar la energía cuando no está en uso. Ambas interrupciones pueden usarse para realizar un arranque en tiempo real a un sistema o un circuito específico dentro de un sistema. La tarea especificada puede completarse y entonces el sistema puede apagarse de nuevo. El sistema permanecerá apagado hasta que el cronómetro dice al sistema que se encienda de nuevo.

3.2.3 Aplicaciones

Estos cronómetros son ideales para cualquier sistema que requiera un reloj en tiempo real y capacidades de interrupción.

Las salidas de interrupción proporcionadas por el cronómetro ofrecen mucha flexibilidad a un diseñador. Estas interrupciones pueden usarse para indicar a un sistema para realizar un evento en un momento específico y/o pueden usarse en las aplicaciones críticas para supervisar el microprocesador y asegurar que no funciona "fuera de control". Adicionalmente, las interrupciones mencionadas pueden operarse incluso cuando el dispositivo está funcionando con la batería en el modo apagado. Esto le permite al diseñador usar el cronómetro para realizar un arranque a un sistema.

Por tanto el programador en tiempo real marca "Weathematic" usa este tipo de cronómetro para la programación en tiempo real del sistema de riego temporizado y pueda establecer un cronograma de tiempo de riego, esto es a una determinada hora del día, en cada uno de los sectores del parque de acuerdo con el caudal y presión de agua disponibles.

3.2 Descripción de los registros del reloj de tiempo real (RTC)

Los RTCs proporcionan un reloj en tiempo real y una información del calendario al usuario final. Muchos de estos RTCs tienen una función de alarma de fecha/tiempo que puede programarse para alarmas cronometradas periódicamente o para una alarma de calendario a un tiempo específico. Esta nota de la aplicación trata de mostrar la aplicación de los RTCs a través de las discusiones detalladas y ejemplos de como configurar propiamente y usar el reloj, calendario, y funciones de la alarma. En las aplicaciones de los registros de reloj en tiempo real o de los registros de alarma se hará referencia en equivalente decimales de datos de tiempo / fecha, a menos que otra cosa se especifique.

Los algoritmos de RTC para el reloj y las funciones de cuenta del calendario están basados en datos válidos que se ingresan en los registros respectivos. Se deja a la discreción del usuario para entrar sólo el tiempo y la información del calendario válidos en los registros RTC. A continuación se describen los registros RTC en donde se guarda la hora y la fecha del reloj en tiempo real.

3.2.1 Registro de los segundos

El registro de los segundos del cronometro contiene la cuenta de tiempo real del contador de segundos. El rango del contador de segundos va de 00 a 59 segundos y pasa a 00 si la cuenta anterior es 59. Los datos de los segundos están contenidos en formato BCD de D0 hasta D6. D7 se usa en los RTCs para los bits de status o de control. Para leer y escribir en el registro de segundos debe enmascarse D7 y sólo interpreta desde D6 hasta D0 como datos de segundos, como se muestra a continuación.

Tabla N° 3.1 Registro de segundos

Registro de Segundos	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0	10SEG (BCD 0-5)			1 SEG (BCD 0-9)			
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuenta Binaria Máxima	0	1	0	1	1	0	0	1
POR STATE	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Datos Validos en segundos = 00 a 59

3.2.2 Registro de minutos

El registro de minutos contiene la cuenta del tiempo real del contador de minutos. El rango del contador de minutos va de 00 a 59 minutos y pasa a 00 si la cuenta anterior es 59. Los datos de los minutos están contenidos en formato BCD desde D0 hasta D6. D7 se usa en los RTCs para los bits de status o de control. En esos RTCs, para leer y escribir en el registro de minutos debe enmascarse D7 y sólo interpretará D0 hasta D6 como los datos de los minutos, como se muestra a continuación.

Tabla Nº 3.2 Registro de Minutos

Registro de minutos	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0	10 MIN (BCD 0-5)			1 MIN (BCD 0-9)			
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuenta Binaria Máxima	0	1	0	1	1	0	0	1
POR STATE	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Datos válidos en minutos = 00 a 59

3.2.3 Registro de horas

El registro de horas contiene la cuenta del tiempo real del contador de horas. Hay dos modos operación para el registro de horas: El formato 12-horas y formato 24-horas. La interpretación de D5 depende del formato de la hora seleccionada en D7.

Tabla Nº 3.3 Registro de Horas

Registro de Horas	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	12/24	0	10HR	10HR	1HR			
	1/0		A/P 0/1					
*POR STATE	0	0	0	0	0	0	0	0

Si D7 (bit 12/24) del formato es puesto a "0" lógico, configura el contador de horas en un formato de 24-horas. D5 se usa como el bit para la 10-hora en el formato de BCD. Los datos de las horas en el formato 24-horas están contenidos en formato BCD desde D5 hasta D0. En este modo, el rango del contador de horas va desde 00 a 23 horas y pasa a 00 si la cuenta anterior es 23.

Tabla N° 3.4 Registro de horas: Formato de 24-Horas

Registro de Horas (Formato 24HR)	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0 (24HR)	0	10 HR (BCD 0-2)		1 HR (BCD 0-3)			
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuenta Binaria Máxima	0	0	1	0	0	0	1	1

Nota: Datos válidos en horas (formato de 24-horas) = 00 hasta 23

Si el D7 (12/24 bit) del formato es puesto en "1", configura las horas para el formato de 12 horas. D5 se usa como el indicador de AM/PM con "1" = PM y con "0" = AM. Los datos de las horas en el formato de 12-horas AM o en el formato de 12-hora PM están contenidos en formato BCD desde D4 hasta D0. En este modo, El rango del contador de horas va de 01 a 12 horas y pasa a 01 en la próxima hora después de que la cuenta anterior es 12. Además, los cambios en el bit AM/PM incrementan de 11 PM (D5 = 0) a 12 AM (D5 = 1) y de 11 AM (D5 = 1) a 12 PM (D5 = 0).

Tabla N° 3.5 Registro de Horas: Formato 12-Horas AM

Registro de Horas (Formato 12HR AM)	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1 (12HR)	0	0 (AM)	10 HR (BCD 0-1)	1 HR (BCD 1-2)			
Cuenta Binaria Mínima	1	0	0	0	0	0	0	1
Cuenta Binaria Máxima	1	0	0	1	0	0	1	0

Nota: Datos válidos en horas (formato 12-horas) = 01 a 12

Tabla N° 3.6 Registro de Horas: Formato 12-Horas PM

Registro de Horas (Formato 12HR PM)	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1 (12HR)	0	1 (PM)	10 HR (BCD 0-1)	1 HR (BCD 1-2)			
Cuenta Binaria Mínima	1	0	0	0	0	0	0	1
Cuenta Binaria Máxima	1	0	0	1	0	0	1	0

Nota: Datos válidos en horas (formato 12-horas) = 01 a 12

3.2.4 El Registro de la fecha

El registro de la fecha contiene la cuenta del día del mes del calendario del contador de fecha. El rango del contador depende del valor del registro del mes, registro del año, y registro del siglo. El rango del contador de fecha es 01 a 28, 01 a 29, 01 a 30, o 01 a 31. Cuando llega a la máxima cuenta, el contador de la fecha pasa a 01 en el próximo incremento del día computado del registro de las horas. Los datos de la fecha están contenidos en formato BCD desde D5 hasta D0.

Tabla N° 3.7 Registro de Fechas

Registro de Fechas	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0	0	10 FECHA (BCD 0-3)		1 FECHA (BCD 1-9)			
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	1
Cuenta Binaria Máxima	0	0	1	1	0	0	0	1
POR STATE	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla N° 3.8 Rango de Cuenta del Contador de Fechas

Rango	Acarreo	Registro del Mes (BCD)	Registro del Año y del Siglo
01 to 31		01 (Enero) 03 (Marzo) 05 (Mayo) 07 (Julio) 08 (Agosto) 10 (Octubre) 12 (Diciembre)	N/A
01 to 30		04 (Abril) 06 (Junio) 09 (Septiembre)	N/A

		11 (Noviembre)	
01 to 29		02 (Febrero)	Dividir entre 4 sin residuo
01 to 28		02 (Febrero)	Dividir entre 4 con residuo

3.2.5 El Registro del mes

El registro del mes contiene la cuenta del contador de meses. El rango del contador de meses va desde 01 a 12 meses y pasa a 01 si la cuenta anterior es 12. El dato del mes está contenido en formato BCD desde D4 hasta D0. El formato de BCD se aplica a todo el registro de la fecha.

Tabla N° 3.9 Registro del mes

Registro del mes	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0	0	0	10 MES (BCD 0-1)	1 MES (BCD 0-9)			
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	1
Cuenta Binaria Máxima	0	0	0	1	0	0	1	0
POR STATE	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla N° 3.10 Registro del Mes (BCD)

Registro del Mes (BCD)	Mes
01	Enero
02	Febrero
03	Marzo
04	Abril
05	Mayo
06	Junio
07	Julio
08	Agosto
09	Septiembre
10	Octubre
11	Noviembre
12	Diciembre

3.2.6 El Registro del Día de la Semana

El registro del día de la semana contiene la cuenta del día de la semana del contador de días. El rango del contador va desde 01 a 07 y pasa a 01 si la cuenta anterior es 07. Los datos en formato BCD del día de la semana están contenidos desde D0 hasta D4.

Tabla N° 3.11 Registro del día

Registro del Día	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	0	0	0	0	0	Día de la Semana (BCD 1-7)		
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	1
Cuenta Binaria Maxima	0	0	0	0	0	1	1	1
POR STATE	0	0	0	0	0	0	0	1

Nota: Datos válidos de días = 01 hasta 07

3.2.7 El Registro del año

El registro del año contiene las unidades y decenas de cuenta para el contador de Años. El rango del contador de Años va desde 00 a 99 y pasa a 00 si la cuenta anterior es 99. La cuenta de las unidades de año está contenida desde D3 hasta D0. La cuenta de decenas de año está contenida desde D7 hasta D4. El formato BCD se aplica a estos registros.

Tabla N° 3.12 Registro del Año

Registro del Año	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	10 AÑO (BCD 0-9)				1 AÑO (BCD 0-9)			
Cuenta Binaria Mínima	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuenta Binaria Máxima	1	0	0	1	1	0	0	1
POR STATE	0	1	1	1	0	0	0	0

Nota: Datos válidos de años = 00 hasta 99

3.2.8 El Registro del siglo

El registro del siglo contiene el milenio y la cuenta de la centuria en el contador del siglo. El rango de la cuenta del contador va desde 00 a 99 y pasa a 00 si la cuenta anterior es 99. La cuenta del milenio del año está contenida desde D7 hasta D4 en formato BCD. La cuenta de la centena del año está contenida desde D3 hasta D0 en formato BCD.

Tabla N° 3.13 Registro del Siglo

Registro del Siglo	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	1000 AÑO				100 AÑO			
Cuenta Binaria Min	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuenta Binaria Max	1	0	0	1	1	0	0	1
POR STATE	0	0	0	1	1	0	0	1

Nota: Datos válidos de siglo = 00 a 99

Ejemplo de configuración de la hora y la fecha en los registros RTC

Tabla N° 3.14 Contenido del Registro para Marzo 26, 2001; Lunes; 11:24:36 PM
(23:24:36 formato 24 horas)

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
44											
Segundos	Segundos	Segundos	Segundos	0	10 SEG			1 SEG			
36h	36	36	Binario	0	0	1	1	0	1	1	0
Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	0	10 MIN			1 MIN			

24h	24	24	Binario	0	0	1	0	0	1	0	0
Hora (Format o 24HR)	Hora (Format o 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	12/24 (0/1)	0	10 HR	10 HR	1 HR			
A3h	A3	23	Binario	1	0	1	0	0	0	1	1
Hora (Format o 12HR)	Hora (Format o 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	12/24 (0/1)	0	A/P (0/1)	10 HR	1 HR			
31h	31	11 PM	Binario	0	0	1	1	0	0	0	1
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	0	0	10 FECHA		1 FECHA			
26h	26	26	Binario	0	0	1	0	0	1	1	0
Mes	Mes	Mes	Mes	0	0	0	10 M	1 MES			
03h	03	3 (March)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	1
Día	Día	Día	Día	0	0	0	0	0	Día de la Semana		
02h	02	2 (Monday)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	0
Año	Año	Año	Año	10 AÑO				1 AÑO			
01h	01	01	Binario	0	0	0	0	0	0	0	1
Century	Century	Century	Century	1000 YEAR				100 YEAR			
20h	20	20	Binary	0	0	1	0	0	0		

3.3 Funcionamiento de la alarma del Reloj en Tiempo Real (RTC).

Los RTCs proporcionan funciones de alarma, hay una variedad de configuraciones posibles para configurar la alarma. Se deja a la discreción del usuario para entrar sólo el tiempo e información del calendario válidos en los registros de alarma RTC.

3.3.1 Registro de Configuración de Alarma.

El registro de configuración de alarma contiene los bits para programar cuando debe ocurrir una alarma en una fecha y tiempo.

Tabla N° 3.15. Registro de Configuración de la Alarma

Registro / Dirección								Definición del Registro									
	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	VALOR	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
FUNCIÓNES CONFIGURACION DE LA ALARMA	1	0	0	1	0	1	0	R/D/W		0	AÑO	DIA	MES	FEC HA	H R	MIN	SE G

Un "0" lógico en cualquier momento inhabilita una comparación del registro de alarma Threshold con la salida del contador del registro RTC asociado la respectiva unidad de tiempo. Un "1" lógico habilita la comparación. Cada bit puesto a "1" lógico en el registro de configuración de alarma debe tener satisfechas las condiciones para que pueda activar la alarma. Por ejemplo, si D0, el bit de segundos, es puesto a "1" y D1, el bit de minutos, se pone a "1", entonces la alarma ocurrirá cada vez que los registros del cronómetro igualan la cuenta guardada en el registro threshold de segundos y la cuenta guardada en el registro threshold de minutos.

Cuando los valores del registro threshold de alarma que se han seleccionado por el registro de configuración de alarma se iguala con los valores de los contadores del cronómetro, la alarma se activará con aproximadamente 3mseg de retraso. Una vez que la alarma se activa, puede borrarse escribiendo o leyendo a cualquier registro threshold de alarma, o leyendo o escribiendo en el registro de configuración de alarma.

Debido a que el funcionamiento del disparo de la alarma es activada con un flanco lógico, la alarma sólo ocurre cada vez que el contador respectivo alcance la cuenta que iguala al valor fijado en el registro threshold de alarma. Por ejemplo, colocando sólo minutos en el registro de configuración de alarma poniendo D1 a "1" lógico y todos los otros bits de datos se ponen a cero. ahora, en el registro de alarma threshold de minutos, se pone su LSB a "1" y todos los otros bits se ponen a cero. Esto configura la lógica de la alarma RTC para activarse cada vez que el contador de minutos pase de 00 a 01. La primera transición de 00 a 01 del contador de minutos activa la alarma. Si la alarma es borrada leyendo o escribiendo en el registro de configuración de alarma o en cualquiera de los registros threshold de alarma, no se reseteará de nuevo hasta la próxima transición del contador de

minutos de 00 a 01, sin tener en cuenta si la salida del contador de minutos todavía está en 01.

Los registros threshold de alarmas típicas se muestran a continuación. Los registros threshold de alarma (año, día, mes, la fecha, horas, minutos, segundo) tienen la misma configuración de datos que la respectiva contraparte de los registros RTC, descrito anteriormente.

Tabla N° 3.16 Registros threshold de alarma típicas

Registro / dirección									Definición del registro								
FUNCIONES DE LOS REGISTROS THRESHOLD DE ALARMA	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	VALOR	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	SEGUNDOS	1	0	0	1	1	0	0	RD	00-59	0	10SEG			1SEG		
								/W	*POR STATE	0	1	1	1	1	1	1	1
MINUTOS	1	0	0	1	1	0	1	RD	00-59	0	10MIN			1MIN			
								/W	*POR STATE	0	1	1	1	1	1	1	1
HORAS	1	0	0	1	1	1	0	RD	01-12	12/24	0	10 HR	10 HR	1HR			
								/W	00-23	1/0		A/P 0/1					
									*POR STATE	1	0	1	1	1	1	1	1
FECHA	1	0	0	1	1	1	1	RD	01-28/29 01-30 01-31	0	0	10 FECHA		1 FECHA			
								/W	*POR STATE	0	0	1	1	1	1	1	47 1
MES	1	0	1	0	0	0	0	RD	01-12	0	0	0	10 M	1 MES			
								/W	*POR STATE	0	0	0	1	1	1	1	1

DIA	1	0	1	0	0	0	1	RD	01-07	0	0	0	0	0	DIA DE LA SEMANA		
								/W	*POR STATE	0	0	0	0	0	1	1	1
AÑO	1	0	1	0	0	1	0	RD	00-99	10 AÑO					1 AÑO		
								/W	*POR STATE	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota: *POR STATE define el estado Power-On Reset del contenido del registro.

3.4 Ejemplos de alarmas.

Hay 128 posibles valores de alarmas que usan el registro de configuración de alarma. no todos las combinaciones son lógicas o causan el efecto deseado para activar la alarma, como por ejemplo si se pone una alarma para activarla cada 31 de abril. a continuación como guía se presentan algunos ejemplos comunes, esto se ejecuta configurando correctamente el registro de configuración de alarma y los registros threshold de alarma.

Tabla N° 3.17 Resumen de ejemplos comunes

Ejemplo N°	Registro de Configuración de Alarma								Ocurrencia de la Alarma (cuando el contenido del registro Threshold se iguala con su respectiva salida del contador)
	D7	D6 Año	D5 Dia	D4 Mes	D3 Fecha	D2 Horas	D1 Minutos	D0 Segundos	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	Cuando se igualan los Segundos(una vez cada minuto a la cuenta de 30 segundos)
2	0	0	0	0	0	0	1	0	Cuando se igualan los Minutos(una vez cada hora a la cuenta de 45 minutos)
3	0	0	0	0	0	1	0	0	Cuando se igualan las Horas (una vez al día cada 24 horas a las 11 PM)

4	0	0	0	0	0	1	1	1	Cada vez que se igualan las Horas, Minutos, y Segundos (una vez al día a una hora específica del día)
5	0	0	0	0	1	0	0	0	Cada vez que la Fecha se iguala (una vez al mes)
6	0	0	1	0	0	0	0	0	Cada vez que el Día se iguala (una vez a la semana cada Lunes)
7	0	0	0	1	0	0	0	0	Cada vez que el Mes se iguala (una vez al año cada 1° de Marzo a las 12 AM)
8	0	0	0	1	1	1	1	1	Cada vez que se iguala el Tiempo, Fecha, y Mes (Mes, Fecha, Hora, Minutos, Segundos) (una vez al año en un mes, fecha, hora específica)
9	0	1	0	1	1	1	1	1	Cada vez que se iguala el tiempo, Fecha, Mes, y Año (a una hora del día de un mes, fecha, año específico.)

Ejemplo N° 1.- Activando la Alarma cada minuto a la cuenta de 30 segundos.

En la tabla 3.17 se muestra el contenido del registro configuración de alarma en donde el bit D0 (segundos) es puesto en "1" lógico. Además sólo el registro threshold de alarma de segundos está configurado, y todos los demás registros threshold de alarma (año, día, mes, la fecha, horas, minutos) tienen sus bits internos puestos a "0" lógico.

Configurando el registro threshold de alarma para activar una vez cada minuto a la cuenta de 30 segundos.

Tabla N° 3.18 Contenido del registro threshold para disparar la alarma cada minuto a la cuenta de 30 segundos.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Segundos	Segundos	Segundos	Segundos	0	10SEG			1SEG			
30h	30	30	Binario	0	0	1	1	0	0	0	0

Ejemplo N° 2: activando la alarma cada hora a la cuenta de 45 minutos.

En la tabla 3.17 en el registro de configuración de alarma sólo D1 esta en "1" lógico. Sólo el registro threshold de alarma de minutos está configurado, y todos los demás registros threshold de alarma (año, día, mes, la fecha, horas, segundo) tienen sus bits internos puestos a "0" lógico.

Configurando el registro threshold de alarma la alarma para activarla cada hora a la cuenta de 45 minutos.

Tabla N° 3.19 Contenido del registro threshold de alarma para disparar la alarma cada hora a la cuenta de 45 minutos.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	0	10MIN			1MIN			
45h	45	45	Binario	0	1	0	0	0	1	0	1

Ejemplo N° 3 (Formato 24 Horas): activando la alarma una vez al día a las 23:00:00 Horas

En la tabla 3.17 en el registro de configuración de alarma sólo D2 esta en "1" lógico. sólo el registro threshold de Horas está configurado, y todos los otros Registros threshold de alarma (año, día, mes, la fecha, minutos, segundo) tienen sus bits internos puestos a "0" lógico. La registro threshold de Horas debe usar el mismo formato de hora (12 horas ó 24 horas) que el registro de horas del RTC, sino la función de la alarma no operará apropiadamente.

Configurando la alarma para activar cada 24 horas (una vez por día) a 23:00:00 horas.

Tabla N° 3.20 Contenido del registro threshold de alarma para disparar la alarma cada 24 Horas a las 23:00:00 Horas.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	12/24 (0/1)	0	10HR	10HR	1HR			
A3h	A3	23	Binario	1	0	1	0	0	0	1	1

Ejemplo N° 4 (Formato 12 horas): Activando la Alarma una vez por día a las 11 PM

En la tabla 3.17 en el Registro de Configuración D2 están en "1" lógico. Sólo el Registro Threshold de Alarma de Horas está configurado, y todos los demás Registros Threshold de Alarma (Año, Día, Mes, la Fecha, Minutos, Segundo) tienen sus bits internos puestos a 0 lógico. El Registro Threshold de Alarma de Horas debe usar el mismo formato de hora (12-hora o 24-hora) que el Registro de Horas, sino la función de la alarma no operará apropiadamente. Configurando la alarma para activar cada 24 horas (una vez por día) a las 11 PM.

Tabla N° 3.21 Contenido del Registro Threshold de Alarma para disparar la alarma cada 24 Horas a las 11 PM

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	12/24 (0/1)	0	A/P (0/1)	10 HR	1 HR			
31h	31	11 PM	Binario	0	0	1	1	0	0	0	1

Ejemplo N° 5 (Formato de la 24-horas): Activando la Alarma una vez por día a las 23:24:36 Horas

En la tabla 3.17 en el registro de configuración de alarma D2, D1 y D0 están en "1" lógico. La alarma se activa una vez que se igualan todos bits de las horas, minutos y segundos.

Sólo el registro threshold de alarma de horas, registro de minutos, y registro de segundos está configurado, y todos los demás registros threshold de alarma (año, día, mes, la fecha) tienen sus bits internos puestos a "0" lógico. El registro threshold de alarma de horas debe usar el mismo formato de horas (12-horas o 24-horas) que el registro de horas del reloj en tiempo real, sino la función de la alarma no operará apropiadamente.

Configurando la alarma para activar cada 24 horas (una vez por día) a las 23:24:36 horas

Tabla N° 3.22 Contenido del Registro para disparar la alarma cada 24 Horas a las 23:24:36 Horas

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Segundos	Segundos	Segundos	Segundos	0	10 SEG		1 SEG				
36h	36	36	Binario	0	0	1	1	0	1	1	0
Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	0	10 MIN		1 MIN				
24h	24	24	Binario	0	0	1	0	0	1	0	0
Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	12/24 (0/1)	0	10 HR	10 HR	1 HR			
A3h	A3	23	Binario	1	0	1	0	0	0	1	1

Ejemplo N° 6 (Formato de la 12-horas): Activando la alarma una vez por día a las 11:24:36 PM

En la tabla 3.17 en el registro de configuración de alarma D2, D1 y D0 están en "1" lógico. La alarma se activa una vez que se iguala todos los bits de Horas, Minutos y Segundos. Sólo el registro threshold de alarma de horas, minutos, y segundos está configurado, y todos los demás registros threshold de alarma (año, día, mes, la fecha) tienen sus bits internos puestos a "0" lógico. El registro de alarma de horas debe usar el mismo formato de horas (12-hora o 24-hora) que el registro RTC de horas, sino la función de la alarma no operará apropiadamente.

Configurando la alarma para activarla cada 24 horas (una vez por día) a las 23:24:36 horas.

Configurando la alarma para activar una vez por semana el lunes a las 12:00:00 AM.

Tabla N° 3.25 Contenido del registro para disparar la alarma cada semana los lunes a las 12:00:00 AM

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Día	Día	Día	Día	0	0	0	0	0	Día de la Semana		
02h	02	2 (Lunes)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	0

Ejemplo N° 9: activando la alarma una vez al año cada 1 de marzo a las 12:00:00 AM

En la tabla 3.17 en el registro de configuración de alarma sólo D4 esta en "1". La alarma se activa una vez que se iguala cada bit del mes. Sólo el registro threshold del mes está configurado, y todos los demás registros threshold de Alarma (año, día, la fecha, horas, minutos, segundo) tienen sus bits internos puestos a "0" lógico. Configurando la alarma para activar una vez por año el 1° de marzo a las 12:00:00 AM.

Tabla N° 3.26 Contenido del registro para disparar la alarma cada Año el 1° de marzo a las 12:00:00 AM.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Mes	Mes	Mes	Mes	0	0	0	10 Me s	1 Mes			
03h	03	3 (Marzo)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	1

Ejemplo N° 10 (Formato de 24-horas): activando la alarma una vez al año cada 26 de marzo a las 23:24:36 Horas.

La alarma se activa una vez que se iguala cada bit del registro de horas, minutos, segundos, fecha y mes. Sólo los registros threshold del mes, fecha, horas, minutos y segundos son configurados, y los otros registros threshold de alarma (año, día) tiene sus bits internos puestos a "0" lógico. Si se desea que la alarma se active cada año en la misma fecha, una fecha válida debe escogerse por cada mes, sino la alarma no se activará durante el mes que no contiene la fecha particular (por ejemplo, 31 no existe en junio).

Configurando la alarma para activar una vez por año el 26 de marzo a las 23:24:36 horas.

Tabla N° 3.27 Contenido del registro threshold para disparar la alarma cada Año el 26 de marzo a las 23:24:36 Horas.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Segundos	Segundos	Segundos	Segundos	0	10 SEG		1 SEG				
36h	36	36	Binario	0	0	1	1	0	1	1	0
Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	0	10 MIN		1 MIN				
24h	24	24	Binario	0	0	1	0	0	1	0	0
Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	Hora (Formato 24HR)	12/24 (0/1)	0	10 HR	10 HR	1 HR 55			
A3h	A3	23	Binario	1	0	1	0	0	0	1	1
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	0	0	10 FECHA		1 FECHA			
26h	26	26	Binario	0	0	1	0	0	1	1	0
Mes	Mes	Mes	Mes	0	0	0	10 MES	1 MES			
03h	03	3 (March)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	1

Ejemplo N° 11 (Formato 12-Horas): Disparando la alarma una vez al año cada 26 de Marzo a las 11:24:36PM

La alarma se activa una vez que se iguala el tiempo, la fecha y el mes. Sólo el registro threshold del mes, fecha, horas, minutos y segundos son configurados, los demás registros threshold de alarmas (año, día) tienen sus bits internos en "0" lógico. Si se desea que la alarma se dispare cada año en la misma fecha, un dato válido debe ser escogido sino la alarma no se disparará el mes que no contiene la fecha en particular (por ejemplo, no existe 31 de Junio).

Configurando la alarma para que se dispare una vez por año cada 26 de Marzo a las 11:24:36 horas.

Tabla N° 3.28 Contenido del registro para disparar la alarma cada Año el 26 de marzo a las 11:24:36 Horas.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Segundos	Segundos	Segundos	Segundos	0	10 SEG			1 SEG			
36h	36	36	Binario	0	0	1	1	0	1	1	0
Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	0	10 MIN			1 MIN			
24h	24	24	Binario	0	0	1	0	0	1	0	0
Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	12/24 (0/1)	0	10 HR	10 HR	1 HR			
31h	31	11 PM	Binario	0	0	1	1	0	0	0	1
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	0	0	10 FECHA		1 FECHA			
26h	26	26	Binary	0	0	1	0	0	1	1	0
Mes	Mes	Mes	Mes	0	0	0	10 MES	10 MES			
03h	03	3 (Marzo)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	1

Ejemplo N° 12 (Formato 24 Horas): Disparando la alarma el 26 de Marzo del 2001 a las 23:24:36 horas.

La alarma se activa una vez que el registro de las horas, los minutos, los segundos, la fecha, el mes y el año se igualan. El registro threshold de alarma de año, mes, fecha, horas, minutos y segundos son fijados en "1" lógico y el registro threshold de alarma del día tiene sus bits internos colocados en "0" lógico. A continuación se configura la alarma para que se dispare el 26 de Marzo del 2001 a las 23:24:36 Horas.

Tabla N° 3.29 Contenido del registro threshold para disparar la alarma el 26 de marzo de 2001 a las 23:24:36 Horas.

Dato Hex	Dato BCD	Dato Decimal	Registro/ Dato Binario	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Segundos	Segundos	Segundos	Segundos	0	10 SEG			1 SEG			
36h	36	36	Binario	0	0	1	1	0	1	1	0
Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	0	10 MIN			1 MIN			
24h	24	24	Binario	0	0	1	0	0	1	0	0
Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	Hora (Formato 12HR)	12/24 (0/1)	0	10 HR	10 HR	1 HR			
31h	31	11PM	Binario	0	0	1	1	0	0	0	1
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	0	0	10 FECHA		1 FECHA			
26h	26	26	Binario	0	0	1	0	0	1	1	0
Mes	Mes	Mes	Mes	0	0	0	10 MES	1 MES			
03h	03	3 (Marzo)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	1
											57
Día	Día	Día	Día	0	0	0	0	0	Día de la Semana		
02h	02	2 (Lunes)	Binario	0	0	0	0	0	0	1	0
Año	Año	Año	Año	10 AÑO				1 AÑO			
01h	01	01	Binario	0	0	0	0	0	0	0	1
Siglo	Siglo	Siglo	Siglo	1000 AÑO				100 AÑO			
20h	20	20	Binario	0	0	1	0	0	0	0	0

CAPITULO IV
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE RIEGO POR ASPERSIÓN
AUTOMATIZADO PARA UN PARQUE URBANO DE 5.400 m²

4.1. Tabla de costos

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANT.	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
I	Equipo de riego				
I.1	Línea de riego				
	Aspersor 3504 - PC		54	95.00	5.130.00
I.2	Red hidráulica				
	Tubo de agua SAP de 1 ¼".		135	26.00	3.510.00
I.3	Válvulas y piezas especiales.				
	Válvula de pie de 1 ¼".		1	120.00	120.00
	Válvula esférica de 1 ¼".		1	70.00	70.00
	Válvula de retención de 1 ¼".		1	70.00	70.00
	Codo de PVC 90° x 1 ¼".		60	2.50	150.00
	Test de PVC 90° x 1 ¼".		48	3.50	168.00
	Reducción de 1 ¼" a 1".		60	3.00	180.00
	Electroválvulas 100 - DV		6	90.00	540.00
	Pegamento PVC	Litro	25	33.00	825.00
	Cinta Teflón		90	1.50	135.00
I.4	Instalaciones eléctricas				
	Tablero de distribución eléctrica de PVC de 12 polos.		1	60.00	60.00
	Tablero eléctrico para arranque,		1	1.300.00	1.300.00

	estrella –triángulo para bomba de 5 HP				59
	Interruptor termo magnético 3 x 30 A		1	30.00	30.00
	Interruptor termomagnético 3 x 20 A		1	30.00	30.00
	Interruptor termomagnético 2 x 15 A		2	20.00	40.00
	Interruptor diferencial 3 x 30 A, 30 mA de sensibilidad.		1	240.00	240.00
	Rele auxiliar de 24 voltios, 5 A de contacto.		1	45.00	45.00
	Interruptor de agua sumergible.		1	120.00	120.00
	Socket PVC redondo		1	5.00	5.00
	Foco ahorrador de 23 W		1	17.00	17.00
	Cable de 4 mm ² THW	MT	50	2.50	125.00
	Cable de 2.5 mm ² THW	MT	50	1.50	75.00
	Tubo flexible eléctrico de 1".	MT	6	3.50	210.00
	Tubo de luz SAP DE 1 ¼" x 3 m.		3	10.00	30.00
	Cinta de señal de peligro eléctrico.	MT	500	0.10	50.00
	Interruptor simple para empotrar.		1	7.00	7.00
I.5	Unidad de Bombeo				
	Electrobomba de 5 HP, 220 V, 3600 RPM, 1.5 de caudal.		1	1.760.00	1.760.00
I.6	Unidad de automatismo.				
	Controlador electrónico Wheathermatic.	Nº	1	1.120.00	1.120.00
	Subtotal				15.994.00
II	Construcción de obras anexas				
II.1	Pozo de aspiración de concreto con enmallado de fierro y tapa metálica de 2.5 x 2.5 x 2 m ³		1	4.950.00	4.950.00
II.2	Cuarto de bomba con pared de ladrillo compacto, piso y techo metálico, tipo puerta de 2 x 2 x 1 m ³		1	850.00	850.00

II.3	Confección de pozo a tierra con resistencia menor de 25 Ω .		1	1.200.00	1.200.00
II.4	Instalación eléctrica en baja tensión de tableros, electrobomba, controlador electrónico y electroválvulas.		1	1.500.00	1.500.00 60
II.5	Instalación de tuberías, electroválvulas, aspersores y conexión a bomba.		1	1.500.00	1.500.00
	Subtotal				10.000.00
III	Generales				
III.1	Zanjado para tubería de agua de 0.40 x 0.40 x 500m ³ .		1	1.250.00	1.250.00
III.2	Topografía y estudio de suelo.		1	1.550.00	1.550.00
III.3	Diseño, supervisión y puesta en marcha de la instalación.		1	4.100.00	4.100.00
	Subtotal				6.900.00
	Costo Total				32.894.00

CONCLUSIONES

- El sistema de riego automatizado, busca una mayor uniformidad en el reparto del agua y una disminución de los bordes de las zonas regadas.
- Es garantía de un mejor funcionamiento de riego, ya que no es imprescindible la mano del hombre.
- El controlador no requiere necesariamente de un especialista para su operación, ni elementos externos para su programación.
- Se puede programar al controlador, que mientras no haga la función de riego se puede usar para otras aplicaciones.
- La dosificación de agua puede ajustarse para cada estación, esto permite aplicar a cada zona de riego su dosis justa conforme a las características del suelo, clima y tipo de planta. Logrando altos ahorros de energía eléctrica.
- Mediante circuitos externos se pueden aplicar sensores de lluvia y de temperatura, con el propósito de regular el agua en forma optima.
- Con un costo de mayor inversión inicial, se consigue un alto grado de automatización, con el consiguiente ahorro en mano de obra.
- En caso de ocurrir una interrupción de energía eléctrica el controlador no pierde su programación.
- Posibilita regar de noche o al amanecer con menos viento, ya que sin tanto calor se pierde menos agua por evaporación.
- El trabajo no es realmente complicado pero necesitará una adecuada planificación.
- No es lo mismo instalar uno u otro programador, o uno u otro aspersor. Cada cual es diseñado para cumplir funciones específicas.
- Hay varios tipos de sistemas de riego, que al seleccionar cualquiera de ellos, es importante tener en consideración los pequeños detalles, que le permitirán optimizar su inversión.

ATERIAL DE REFERENCIAS

ANEXOS

Introducción	3
Características	3
Especificaciones	6
Instrucciones de Instalación	6
Programación Básica	
Cómo Ajustar La Fecha	10
Cómo Ajustar La Hora	11
Cómo Ajustar La Hora de Riego de La Estación	12
Cómo Ajustar Los Horas Diarias de Inicio.....	13
Cómo Ajustar Los Días Programados.....	15
Cómo Poner En Marcha La Unidad.....	16
Cómo Revisor La Posición	17
Programación Avanzada	
Cómo Ajustar El % de Temporada	18
Cómo Ajustar Una Sola Estación	19
Cómo Ajustar El Programa A, B, o C para el arranque manual.....	20
Cómo Ajustar La Prueba	21
Cómo Ajustar Períodos Impares/Pares/Intervalos	22
Cómo Ajustar Múltiples Programas de Riego.....	24
Cómo Ajustar El Modo de Temporización Extendida.....	25
Opciones	
El Control Remoto	26
Resolución de Problemas	30

Introducción

Felicitaciones por su compra del controlador WEATHERMATE™ de Weathermatic. Creemos que el controlador le brindará una manera confiable y fácil de administrar su sistema de irrigación automatizado, y le exhortamos a leer este manual para que pueda maximizar el desempeño de su equipo WEATHERMATE™.

Con sólo seguir las sencillas instrucciones que se le brindan en este manual, usted podrá programar el WEATHERMATE™ para accionar grupos de rociadores de manera independiente. Esto le permitirá aplicar más agua a algunas áreas y menos agua a otras. WEATHERMATE™ también le permite controlar la hora y la fecha en la que varios rociadores funcionen, para volver fácil el cumplimiento de una diversidad de horarios.

El control remoto opcional de WEATHERMATE™ vuelve fácil la realización de pruebas en la estación. Estamos seguras que el equipo le ayudará a cosechar los frutos de su sistema de irrigación.

Características

- Pantalla grande y de fácil lectura
- Control basada en cuadrante
- Modelos para seis, nueve o doce estaciones
- La memoria no volátil permite guardar hasta los programas más complejos en caso de ocurrir una interrupción de energía eléctrica
- La función de omisión automáticamente omite las estaciones en cortocircuito
- Tres programas
- El sistema de reserva con pilas conserva la hora correcta del día en caso de ocurrir una interrupción de energía eléctrica
- Garantía: Limitada de 2 años, a partir de la fecha de instalación.
- Control remoto (opcional)

4 **Introducción Y Características**

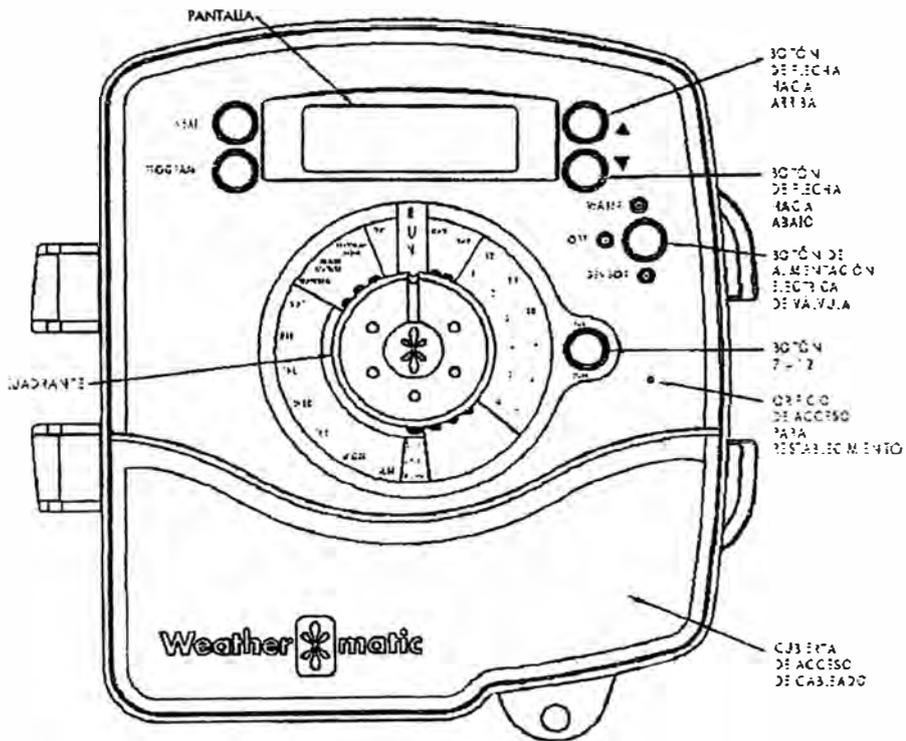


Figura 1

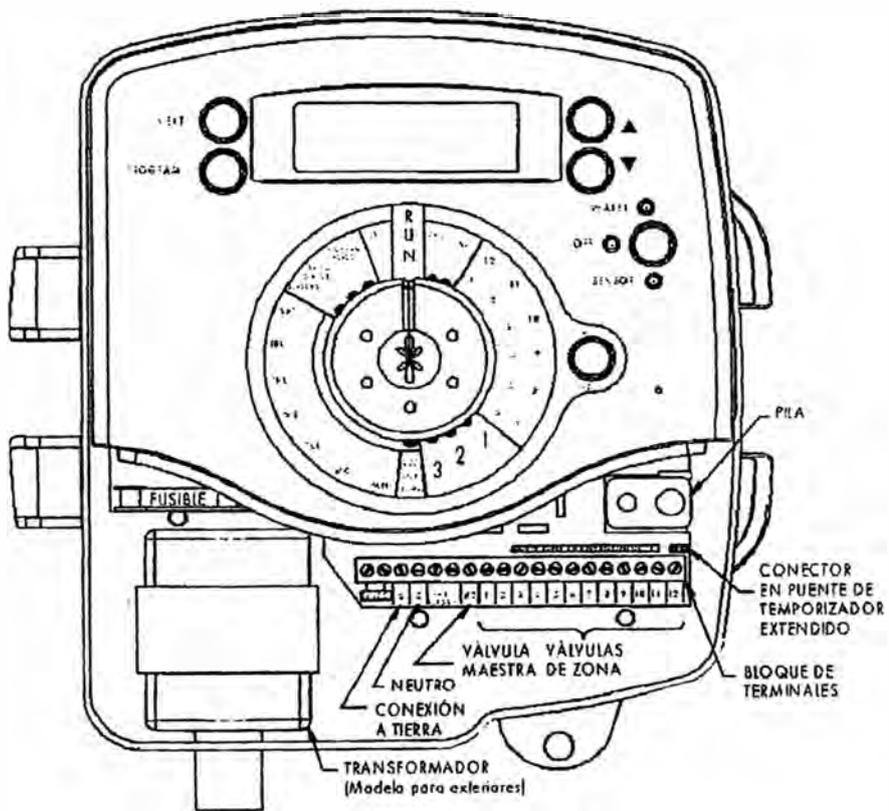


Figura 2

Especificaciones**Entrada:** 120 V CA**Salida:** 24 V CA, 24 VA (interiores), 30 VA (exteriores).**Fusible:** 1 A disparo lento, 3 AG (Radio Shack 270-1021)**Diámetro del conducto:** Cableado de línea 1/2" y cableado de válvula 1"**Pila:** Alcalina de 9 voltios**Circuito de la bomba:** Accesorio opcional de circuito de bomba

Weathermatic #952

Instrucciones de Instalación**Ubicación**

Seleccione una ubicación adecuada para instalar el controlador. La temperatura no deberá exceder 70 °C (160 °F) en ningún momento. El controlador debe instalarse a una altura equivalente al nivel de la vista del usuario.

Montaje En La Pared

Con ayuda de la plantilla provista, marque las ubicaciones para los 4 sujetadores (incluidos) en la pared. Instale los sujetadores. Retire la cubierta de acceso del cableado y el panel frontal de la caja. Instale el tornillo superior dejando una separación de aproximadamente 3/8 de pulgada entre la pared y la cabeza del tornillo. Cuelgue el controlador en el tornillo superior a través del orificio de bocallave. Tire de la caja del controlador hacia abajo para asegurar el ajuste apropiado de la unidad en la ranura del orificio de bocallave. Enrosque tres tornillos a través de los orificios perforados en la fábrica en los sujetadores en la pared para fijar la caja a la pared. Vuelva a colocar el panel frontal.

NOTA: Para instalar el control remoto, siga las instrucciones que aparecen en la página 27.

Cableado de Línea

WM6-N, WM9-N, WM12-N (Modelos para interiores)--Estos modelos utilizan un transformador de tipo enchufe de tres patillas (ver la Fig. 3). Desconecte el transformador, conecte los conductores NEGRO y BLANCO para separar los terminales de 24 V CA. Conecte el conductor VERDE al terminal G. Después de realizar este paso, sencillamente enchufe el transformador a un receptáculo doméstico conectado a tierra.

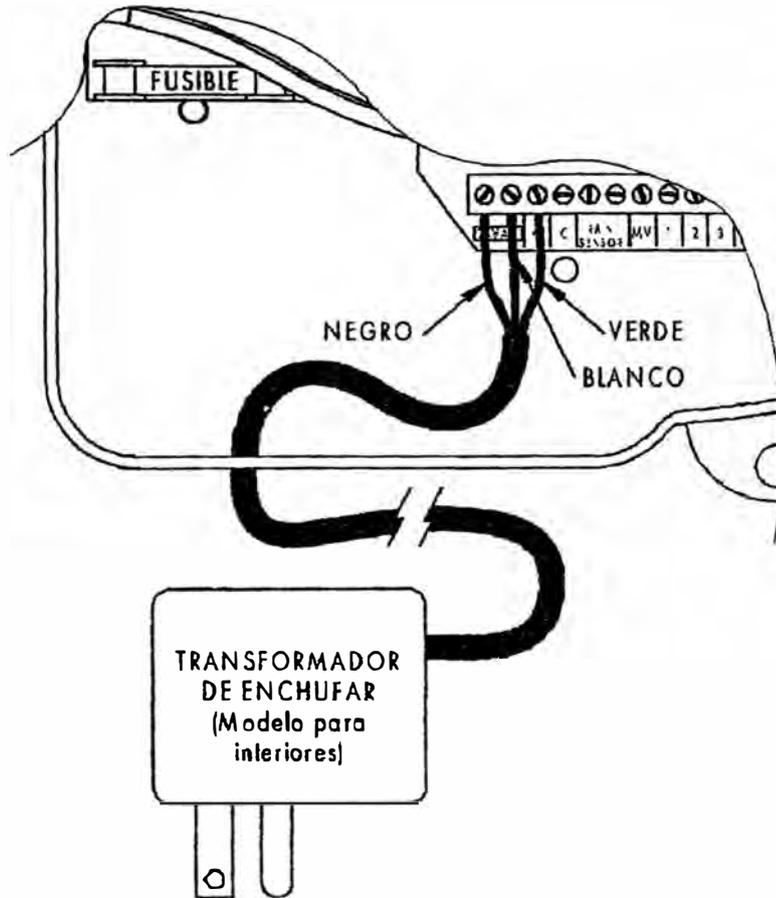


Figura 3

WM6-O, WM9-O, WM12-O (Modelos para exteriores)— En estos modelos, el cableado deberá realizarlo un electricista calificado y autorizado, de conformidad con los requisitos del Código Eléctrico local.

¡PRECAUCIÓN! Apague la fuente de alimentación eléctrica de 120 V CA antes de efectuar el cableado.

El cableado de alimentación eléctrica debe pasarse por el lado izquierdo en un conducto de 1/2 pulgodo con una caja de conexión (no incluido) instalado en el buje rasgado del transformador. Conecte el cableado de la línea (ver la Fig. 2) a los conductores primarios NEGRO Y BLANCO del transformador. Conecte el conductor VERDE del transformador al conductor de conexión o tierra, a una tubería de cobre de agua fría o a uno barro de polo o tierra con alambre 14 AWG como mínimo. Es necesario acoplar las conexiones apropiadas a tierra para suprimir los sobrevoltajes temporales de la línea. Sujete todas las conexiones de cableado con conectores de rasca para cables e instale la cubierta en la caja de empalmes. Conecte los conductores de 24 V CA del transformador a la tarjeta de terminales WEATHERMATE™ (ver la Fig. 4).

Cableado De La Válvula

El cableado de la válvula deberá pasarse por el lado derecha en un conducto de 1 pulgada y conectarse al controlador. El bloque de terminales es compatible con cable sólido o trenzado 14 AWG como máximo. Pulse el botón de alimentación eléctrica de la válvula para colocarlo en la posición de apagado (OFF) antes de acoplar los alambres de la válvula al bloque de terminales.

Cada estación (zona) puede accionar una válvula Weathermatic si se usa la válvula maestra, o dos válvulas si no se usa el terminal de válvula maestra. ES NECESARIO que todas las conexiones de cableado de campo usen una conexión impermeable diseñado específicamente para uso subterráneo.

Círculo De La Bomba

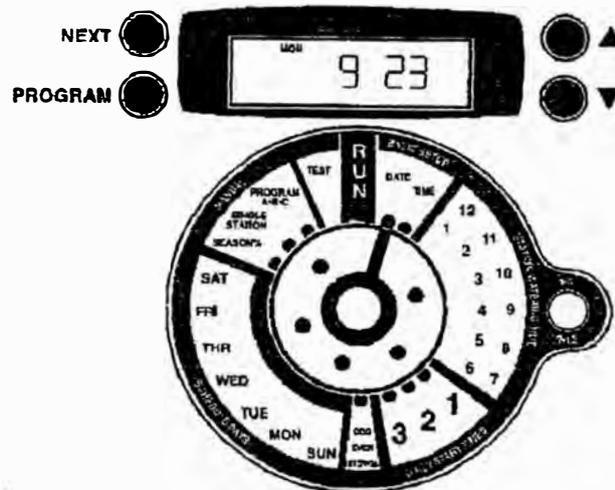
Se puede instalar un relé optativo de circuito de la bomba (Weathermatic #952) en combinación con el controlador WEATHERMATE™. Consulte las instrucciones provistas con este accesorio para obtener detalles pertinentes a su instalación.

Instalación Y Operación Del Sensor Optativo De Lluvia

Apague la alimentación eléctrica de 120 V CA del controlador. Localice, retire y deseché cualquier bucle pequeño de cables conectado a los terminales del sensor de lluvia. Instale los conductores de los terminales del sensor de lluvia WEATHERMATE™ (un conductor para cada terminal). Encienda la fuente de alimentación de 120 V CA para el controlador, y pulse el botón de alimentación eléctrica (VALVE POWER) hasta que se ilumine el indicador LED SENSOR.

Cómo Ajustar La Fecha

Gire el cuadrante a la posición de fecha (**DATE**) para ajustar la fecha real.



En la pantalla aparece

- Mes (intermitente)
- Día del mes
- Día de la semana

Para ajustar la fecha (**DATE**)

- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar el mes actual

Pulse **NEXT** (siguiente). Parpadeará el día del mes.

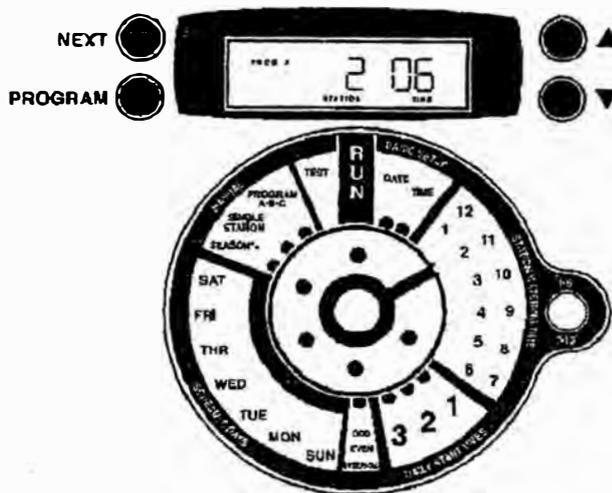
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar el día del mes actual

Pulse **NEXT** (siguiente). Parpadeará el día de la semana.

- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar el día de la semana actual

Cómo Ajustar La Hora De La Estación De Riego

Gire el cuadrante al segmento de hora de riego de la estación (**Station Watering Time**).



En la pantalla aparece

- El programa que rige la operación de la estación
- El número de la estación
- Cuanto tiempo regará la estación

Para ajustar la hora de riego en la estación 1

- Gire el cuadrante a la posición 1
- Pulse el botón ▲ o ▼ para ajustar la duración del tiempo de riego (0-99 minutos)

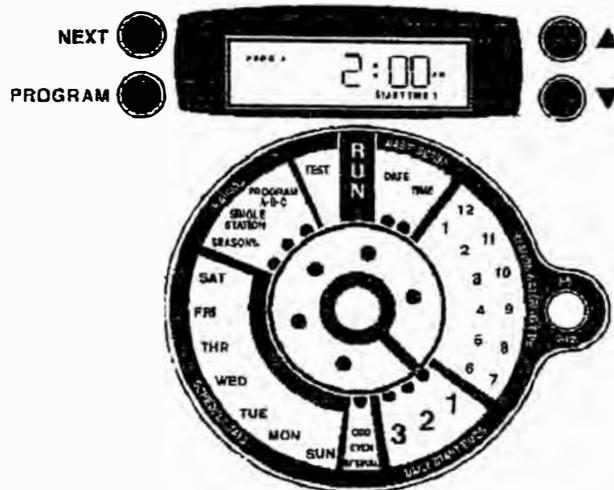
Use el mismo procedimiento para ajustar las horas de riego en las estaciones 2 a la 6

Para ajustar las horas de riego en la estación 7 (sólo en los modelos de 9 y 12 estaciones)

- Pulse el botón estación 7-12
- Gire el cuadrante a la posición 7
- Pulse el botón ▲ o ▼ para ajustar el tiempo de riego (0-99 minutos)

Continúe ajustando el tiempo de riego hasta la estación 12

Cómo Ajustar Las Horas De Inicio Diario



Para ajustar la primera hora diario de inicio para el ciclo de riego

- Gire el cuadrante a la posición 1 en la sección de hora diario de inicio (**DAILY START TIME**)
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar la hora
- Pulse el botón **NEXT**, parpadearán los minutos
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar los minutos

Para ajustar la segunda hora de inicio diaria (opcional)

- Gire el cuadrante a la posición **DAILY START TIME, 2**
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar la hora
- Pulse el botón **NEXT**
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar los minutos

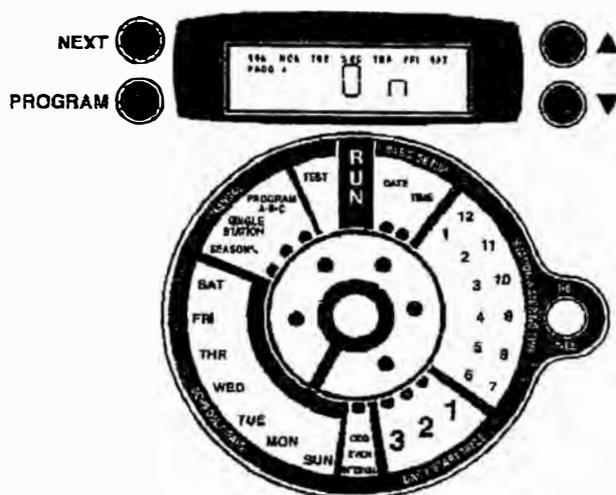
Hora De Inicio Diaria (cont.)

Para ajustar la tercera hora de inicio diaria (opcional)

- Gire el cuadrante a la posición **DAILY START TIME, 3**
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar la hora
- Pulse el botón **NEXT**
- Pulse el botón ▲ o ▼ para seleccionar los minutos
- Para desactivar una hora de inicio diaria
- Gire el cuadrante a la posición de hora de inicio que desea desactivar
- Pulse ▲ o ▼ para avanzar la hora entre las 11:00 p.m. y las 12:00 a.m.
- La pantalla mostrará el mensaje intermitente "OFF"

Cada hora diaria de inicio (**DAILY START TIME**) opera estaciones programadas sucesivamente. Si un ciclo de riego se traslapa con otro, el controlador retardará la siguiente hora diaria de inicio hasta que termine el primer ciclo de riego.

Cómo Ajustar Los Días Programados



Gire el cuadrante hasta el segmento **SCHEDULE DAYS** para ajustar los días de riego

En la pantalla aparece

- Día seleccionado (parpadeante)
- ON u OFF (parpadeante)
- Días de riego programados
- Programa para los días de riego programados

Para programar el día de riego

- Gire el cuadrante a la posición de día (domingo-sábado)
- Pulse el botón ▲ para seleccionar la posición ON

Para programar el día en que no se regará

- Gire el cuadrante a la posición de día (domingo-sábado)
- Pulse el botón ▼ para seleccionar la posición OFF

BIBLIOGRAFIA

1. PIZARRO, F., "RIEGO LOCALIZADO EN ALTA FRECUENCIA", (España), 1996.
2. FERREYRA, R. Y SELLES, G. "DISEÑOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y METODO DE RIEGO, EN: II CONCURSO INTERNACIONAL DISEÑO DE PROYECTOS DE RIEGOS Y DRENAJE", (Santiago de Chile), 4-27 DE OCTUBRE DE 1994.
3. FUENTES Y., JOSE LUIS "TECNICA DE RIEGO. INSTITUTO DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO (IRYDA)", (Madrid, España), 1992.
4. JEREZ, B., JORGE, "RIEGO POR ASPERSIÓN: EN: CURSO DE RIEGO PARA AGENTES DE EXTENCIÓN. INIA, ESTACION EXPERIMENTAL CARILLANCA", (Temuco, Chile), 1995
5. MALDONADO, F., ISAAC, "RIEGO POR ASPERSIÓN. EN: VARAS, E (ED.) CURSO DE RIEGO. (Temuco Chile), 1989"
6. ORTEGA, C., LEOPOLDO, "MANEJO DE RIEGO POR ASPERSIÓN. EN: CURSO AVANZADO EN TECNOLOGÍA DE RIEGO", (Temuco Chile), 1993.
7. SELLES, G. "PROGRAMACIÓN DE RIEGO EN HUERTOS FRUTALES", (Santiago De Chile), 1991.
8. EYZAGUIRRE B., L. "LA ASPERSIÓN COMO SISTEMA DE REGADIOS Y SU APLICACIÓN EN EL FUNDO SANTA ANA SANTIAGO", (Santiago De Chile), 1955.
9. CELIS R., SERGIO, "SEMINARIO TECNICAS DE RIEGO, CONSERVACIÓN DE SUELO PARA EL SUR DE CHILE, ED, INIA, ESTACIÓN EXPERIMENTAL, REMEHUE", (Osomo Chile), 1989.
10. FAO. "EMPLEO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN", (Roma, Fao), 1978.
11. GOMEZ, P., PEDRO "RIEGO A PRESIÓN, ASPERSIÓN Y GOTEO", (Barcelona, Editorial AEDO), 1979.
12. TIMOTHY, J. MALONEY, "ELECTRONICA INDUSTRIAL MODERNA" (Juárez, México), 1997.
13. E. PALACIOS, F. RAMIRO, L. LOPEZ, "MICROCONTROLADOR PIC 16F84. DESARROLLO DE PROYECTOS", (México), 2004.