

870116

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA EN COMPUTACION



TEJES CON
FALLA LE ORIGEN

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO
POR ASPERSION CIRCULAR

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A

MIGUEL IGNACIO GUILLEN MENDIVIL

GUADALAJARA, JAL. OCTUBRE 1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	5
Capítulo 1 Condiciones Generales	
1.1 Localización del terreno	8
1.2 Características fisiológicas	10
Capítulo 2 Control del agua	
2.1 Riego por aspersión	15
2.2 Manejo del agua de riego	18
a) Estimación del uso consuntivo mensual del tomate ..	18
b) Cálculo de evapotranspiración mensual	20
c) Calendario de riegos	22
Capítulo 3 Realización del sistema de control de riego	
3.1 Condiciones generales del sistema de riego	25
3.2 Diseño del sistema de control de riego	29
3.3 Empleo y manejo básico de los componentes y dispositivos del sistema de control de riego	32
Capítulo 4 Programa de control de riego	
4.1 Funcionamiento y operación del programa de control .	57
Recomendaciones y Sugerencias	66
Conclusion	68
APENDICES	
I.- Equipo del sistema de riego	69
II.- Cálculo de parámetros de control	82
III.- Programación del sistema de control	84
IV.- Conjunto de instrucciones del microprocesador ...	102
V.- Señales del microprocesador	105
VI.- Señales del periférico	108
VII.- Señales del Display	111
VIII.- Interruptor de presión	115
IX.- Simbología empleada en el diagrama de flujo	117
Bibliografía	118
Glosario de terminos técnicos	120

INTRODUCCION

La agricultura a través de los años, ha evolucionado en varios aspectos en cuanto se refiere a las técnicas y modernización de los equipos, con el fin de obtener un mayor aprovechamiento en la producción de las cosechas. Tal es el caso de aquellos países desarrollados en que la agricultura de riego complementado a la agricultura intensiva, hacen que sean capaces de aumentar su productividad y elevar el nivel de vida cuando se apliquen dichas circunstancias, ya que además de cubrir su demanda nacional han podido exportar sus productos. Debido a su alto capital y grandes costos de operación la agricultura de riego debe ser intensiva, convirtiéndose de esta manera, en una herramienta eficaz de alta producción que se mantiene elevada solo cuando se aplica junta con la rotación de cultivos y variedades adecuada, así como el empleo de las prácticas de cultivo más intensas y modernas, lo cual asegura grandes rendimientos por unidad de agua.

El conseguir este aumento importante de la producción agrícola no es tarea fácil; la tradición tiene la fuerza enorme y siempre resulta difícil la introducción de nuevas técnicas. Cuando se agrega un factor importante como es el riego, se proporcionan oportunidades excepcionales para el desarrollo y aplicación de toda una serie de técnicas. Existen circunstancias tales como el cuidar que la planta no tenga exceso de agua, que las cosechas tengan un contenido de humedad aceptable, que el suelo no se dañe por el

excesivo tamaño de la gota durante el riego, la frecuencia con que se vaya a regar, así como de otros factores que harían incapaz de sostener un buen desarrollo de las plantas por lo que es de vital importancia tener un control en el riego.

El sistema de control es utilizado en un tipo de riego por aspersión especial, como lo es el riego circular, esto es, un sistema que consta de un conjunto de tramos y que forman una línea de aproximadamente 326 mts. y que al ser impulsado electricamente por el sistema de control las líneas avanzaran y de ésta manera regar las 33.5 has (1).

El sistema de control se maneja desde el tablero de control principal. El operador puede efectuar las siguientes funciones desde el tablero: puesta en marcha, cambio de velocidad, paro del sistema y rearranque del sistema.

Por medio del reloj interno del microprocesador, el sistema de control envía una señal a la última torre para fijar la velocidad de avance del sistema. El reloj de ajuste, está graduado en ciclos de un minuto. Por ejemplo, si se fija la posición de 60 %, la torre terminal avanzará durante 36 segundos de cada minuto de tiempo de funcionamiento. Para proporcionar la lámina deseada se tiene que consultar a la tabla de precipitación del apéndice II.

(1) Ver fotografías 1, 2 y 3 en el Capítulo No.2 para mayor claridad.

Cuando la torre terminal se haya desplazado unos 35 cm., la junta giratoria incluido en el tramo de la torre No. 7, se habrá movido lo suficiente para poner en marcha dicha torre. El movimiento de la junta giratoria está regulado por un mecanismo de leva ubicado en la caja de control (sobre la misma torre). La leva a su vez acciona un microinterruptor que pone en marcha o detiene la torre. Las demás torres se mantienen debidamente alineadas por medio de esta misma cadena de funciones electromecánicas.

Se utiliza un segundo microinterruptor de seguridad para detener el sistema en caso de emergencia. Si por alguna razón una torre determinada deja de avanzar o se adelanta demasiado, el mecanismo de leva que regula la torre continuará girando hasta sobrepasar su radio de acción normal, lo que activará este microinterruptor y al captar un voltaje bajo en su línea se detendrá el funcionamiento del sistema de riego.

Se tomará a la planta del tomate con el fin de desarrollar un ejemplo en el cálculo de la lámina de precipitación, así como la duración de funcionamiento del sistema de control.

Para resolver estas condiciones antes descritas, será necesario el desarrollo de los siguientes capítulos:

en el Capítulo 1 serán mencionadas los requerimientos de la planta de tomate, tales como la humedad, temperatura que necesite, así como también características físicas de la misma; en el Capítulo 2 se calculará la cantidad de agua por

aplicar del tomate así como también, el tiempo que necesita el sistema de control estar funcionando para cada número de riego ; ya en el Capítulo 3 se detalla la manera de como se va a realizar dicho sistema de control con los diagramas correspondientes a ésta; y para terminar, en el Capítulo 4 se estudiará la forma de como realizar el programa de control, mostrando para ello, el manejo de algunas de las señales internas del sistema de control.

ANTECEDENTES

El cuidado del agua para uso de algún cultivo como complemento o sustitución de la lluvia necesita estar bien controlada, ya que de esto dependerá enormemente que se obtengan altos rendimientos en la producción de la cosecha.

Para la realización del sistema de control, es necesario contar con un equipo de riego circular por aspersión, esto es, un conjunto de tramos de líneas con aspersores impulsados por motores eléctricos.

El equipo con que consta el sistema de control, sólo por mencionar algunos de los más importantes serían: un microprocesador (6809), 2 periféricos (6821) en la cual uno de éstos servirá para llevar el control de señales al sistema de riego, como son: el interruptor principal, que es el que permite el paso de la alimentación eléctrica de 480 v; un segundo interruptor, que a la misma vez hace funcionar a la bomba del agua, habilita a los 7 primeros tramos al funcionamiento de sus respectivos motores; otra línea del periférico es para reconocer si la presión del agua es menor de 32 PSI; otra línea es para accionar el motor de la torre No. 8; y el conocer si el sistema de riego está desalineado; además cuenta con una memoria EPROM en la cual contiene el programa de operación y funcionamiento del sistema de riego.

Tanto el interruptor principal como el auxiliar son interruptores magnéticos, llamados también contactores, esto

es, que al ser accionados dejarán pasar el voltaje y se mantendrán así hasta que dejen de ser habilitados.

El interruptor de presión es calibrado y puesto en 32 PSI, que equivalen a 2.25 Kg/cm², y viene siendo la presión del agua cuando la bomba le proporcione al sistema de riego los 950 GPM, la cual, requiere para poder cumplir con la tabla de precipitación.

Es necesario además, contar con 2 reductores de voltaje para que el microprocesador pueda reconocer las señales, tanto del interruptor de presión como del microinterruptor de seguridad, ya que éstos manejan 120 volts de ca.

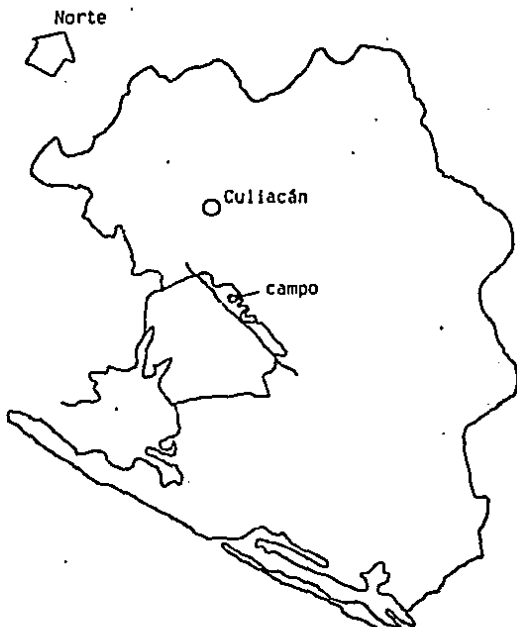
La manera de como se ha estado llevando a cabo este sistema de control, es mediante el uso de dispositivos electromecánicos, como lo es el relé de control, selectores de encendido, de parada, etc. Hoy en día, el uso de los microprocesadores abarca una gran gama para sus aplicaciones y la agricultura ahora, ya no es la excepción.

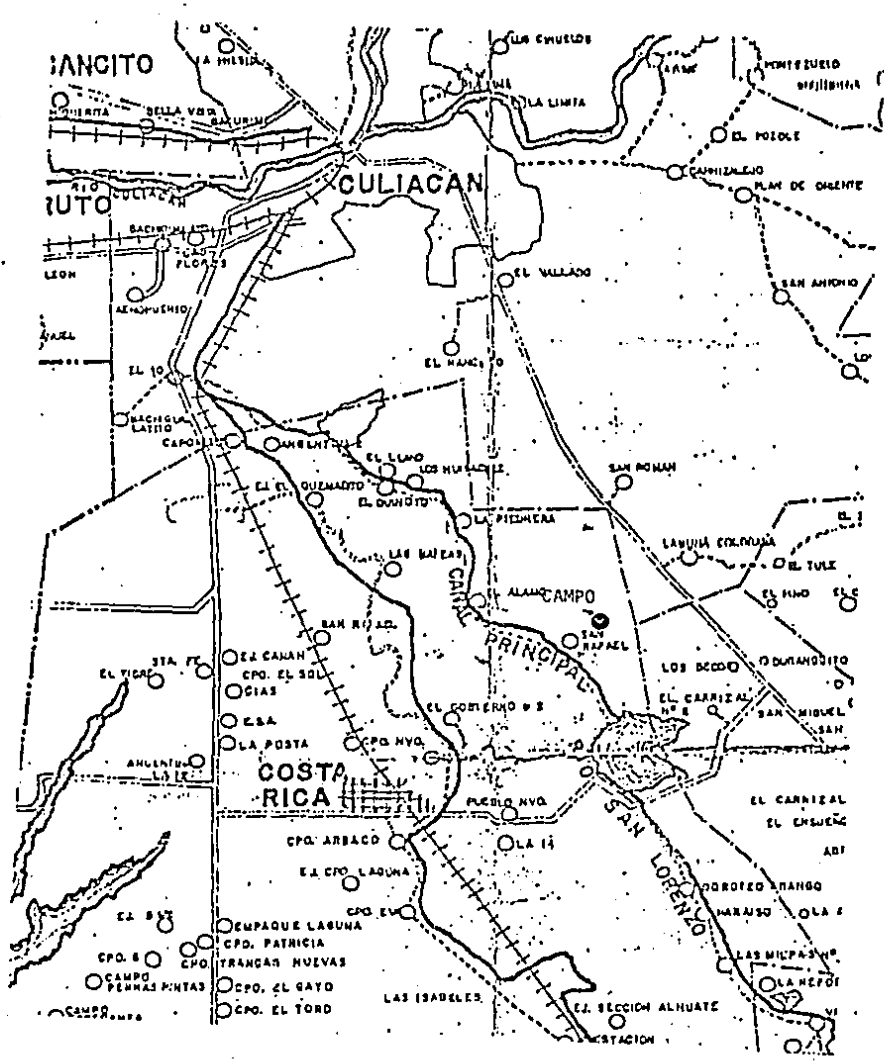
CAPITULO 1

CONDICIONES GENERALES

1.1 LOCALIZACION DEL TERRENO

El campo en donde se encuentra instalado el sistema de riego por aspersión circular, está ubicado en la sindicatura de Costa Rica, a un costado del canal alto de San Lorenzo y del dique de los perros, en el municipio de Culiacán, como se podrá observar en los siguientes dos planos; en el segundo de ellos se detalla de una manera más exacta la ubicación de éste lugar.





1.2 CARACTERISTICAS FISIOLOGICAS

Las hortalizas para su cultivo y una buena producción, requieren de un cuidado intensivo, por lo cual exigen mucha mano de obra por unidad de superficie cultivada; parte de esta mano de obra puede ser ahorrada en la sustitución de un sistema semiautomático de riego.

Una clasificación en el estudio de las hortalizas es el de sus características fisiológicas como son:

- a) El clima, o sea, los requisitos vitales de crecimiento como son la luz, el calor, el agua y el aire.
- b) El suelo, esto es, el medio para sostener la planta y mantener el agua, aire y nutrientes a disposición de la misma.
- c) Características propias de la planta, p.ej.: su adaptación a diferentes temperaturas y sensibilidad a las heladas.

Con respecto al suelo, cada hortaliza se desarrolla mejor dependiendo del tipo de suelo en que se encuentre, como el franco-limoso, franco-arenoso, franco-arcilloso, etc. El clima y el suelo son factores importantes que hacen que las hortalizas sean cultivadas en una u otra región. La mayoría de las hortalizas crecen normalmente bien en climas con temperatura promedio entre los 10 y 30 °C.

La hortaliza exige diferentes temperaturas promedio de acuerdo con su estado de desarrollo (HORTALIZAS, 1984). Por ejemplo, el tomate es una planta de clima cálido, resistente al calor y a la falta de agua. El cultivo del tomate se da

bien en climas con temperaturas entre 18 y los 26 °C. La temperatura óptima durante el día y la noche son de 22 y de 16 °C respectivamente. El tomate no resiste a las heladas en ninguna etapa de su desarrollo. La temperatura óptima del suelo para la germinación del tomate varía entre 20 y 25 °C. Pero, para el mejor desarrollo vegetativo se obtiene con una temperatura aproximada a los 15 °C. En la etapa de fecundación en la flor del tomate, su temperatura oscila en los 20 y 25 °C. Y ya en la etapa de maduración requiere de una temperatura entre los 18 y 24 °C.

El clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75%, es poco apropiado para el tomate, debido a que favorece a las enfermedades fúngicas, además la evapotranspiración se reduce y esto puede causar que la planta sude, por esto, el tomate se debe cultivar de preferencia en zonas áridas o semiáridas. Durante periodos de baja humedad se deben efectuar oportunos riegos. El tomate es resistente a la sequía, sin embargo, requiere de riego para obtener altos rendimientos; así como también el efectuar diferentes podas durante el desarrollo de la planta y de esta manera asegurar una buena calidad de la misa. Las temperaturas bajas y un gran crecimiento retardan la floración y provocan flores de difícil fecundación (COMATEC, 1984).

Para planear y ejecutar el control de agua, se debe conocer en la cantidad de agua que requiere el cultivo, además, es importante conocer los periodos críticos en la

demanda de agua de la planta. Los cultivos absorben una cierta cantidad de agua durante su ciclo de desarrollo y producción; la planta absorbe el agua por medio de su sistema radicular, como se puede apreciar en la figura 1.

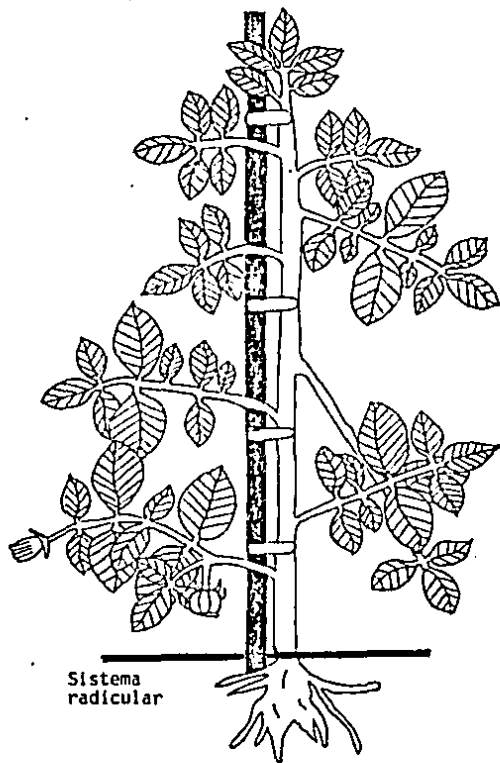


Figura No. 1
Sistema radicular de la planta de tomate

Junto con el desarrollo, la planta aumenta gradualmente su necesidad de agua, el período máximo de consumo de agua se conoce como período crítico del ciclo de cultivo, al mismo tiempo la planta trata de profundizar y extender su sistema radicular para aumentar su capacidad de absorción de agua. Un número mayor de hojas hace aumentar también la capacidad de transpiración de la misma, una vez que el fruto está formado bajan rápidamente los requerimientos de agua. Esta sensibilidad a la humedad ocurre al mismo tiempo de establecer la cosecha y cuando se aproxima justamente antes de la recolección, estos dos momentos son posiblemente el tiempo más importante para el riego comercial.

El grado de humedad del suelo, varía de acuerdo a la cantidad de agua que puedan retener las partículas de material mineral en que está constituido el suelo (arcilla, caliza y arena) y materia orgánica. Ningún sistema de riego puede aplicar más agua de la necesaria para conseguir el grado de humedad hasta llevarlo a la capacidad del terreno, ya que de lo contrario el suelo permanecerá encharcado y lo haría incapaz de sostener un buen desarrollo de la planta, y con este tipo de sistema de riego se proporcionará sólo la cantidad de agua necesaria (RIEGO Y DRENAJE, 1960).

La producción de tomate se puede efectuar en una gran variedad de suelos. La textura del suelo en donde se encuentra este tipo de sistema de riego está constituido de la siguiente manera: 51% de arena, 31% de arcilla y un 18% de limo, según estudios realizados por la SARD.

CAPITULO 2

CONTROL DEL AGUA

2.1 RIEGO POR ASPERSION

El riego por aspersión no incluye un acondicionamiento del terreno. El suministro del agua se realiza en forma de lluvia por presión hidráulica de las bombas. La instalación consta de una bomba, de 8 tramos de tubos con aspersores, y motores para mover estas torres. En las fotografías 1, 2 y 3 se puede apreciar en diferentes tomas, del cómo está constituido físicamente el sistema de riego por aspersión circular.

Como ya se ha mencionado el tomate resiste a la sequía, si se suministra suficiente agua, se traduce fácilmente en un aumento del 25% del rendimiento. El riego mediante aspersión en gota fina en tiempo calurosos, puede bajar la temperatura de la planta en más de 5 °C, lo cual produce un aumento del rendimiento. Este tipo de riego puede ser empleado en zonas áridas o regiones de baja humedad (SISTEMA DE RIEGO, 1981).

Bajo en condiciones normales, las raíces absorbentes del tomate se concentran en la capa superior del suelo hasta una profundidad de aproximadamente 40cm, cerca de la base de la planta, como se aprecia en la figura 2. En climas cálidos y soleados se requerirá de mayor frecuencia y mayor cantidad de agua; esto se debe al elevado grado de evapotranspiración.

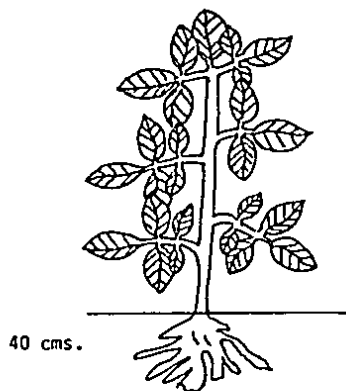
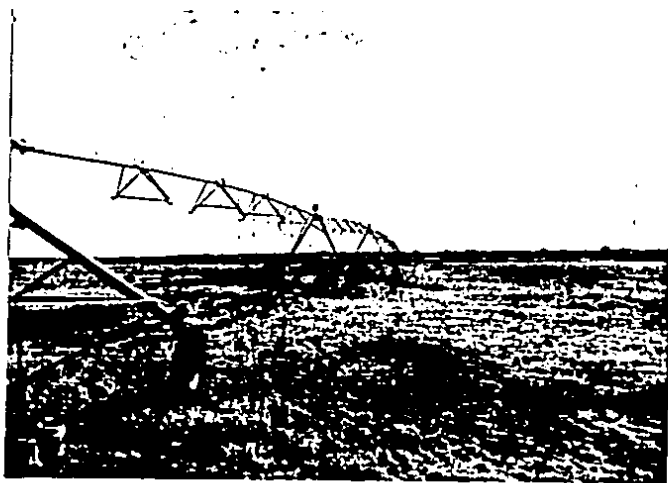
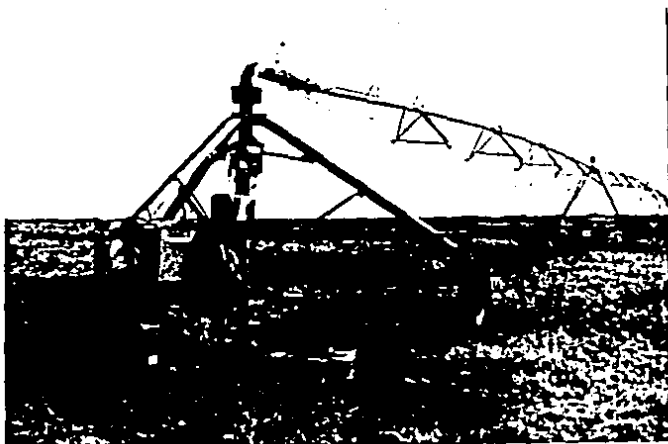


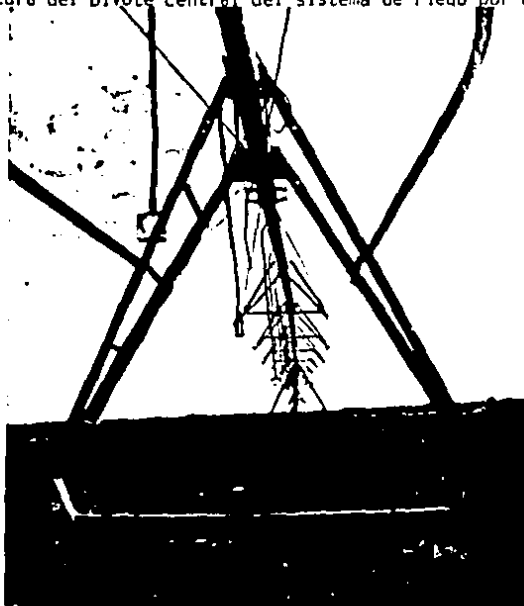
Figura No. 2
Profundidad de la raíz absorbente del tomate



Fotografía No. 1
Conjunto de torres del sistema de riego



Fotografía No. 2
Estructura del pivote central del sistema de riego por aspersión



Fotografía No. 3
Vista transversal del sistema de riego por aspersión, se indica con una flecha, el motor de impulsión de una torre.

2.2 MANEJO DEL AGUA DE RIEGO

Como se mencionó en un principio se escogió a la planta del tomate para realizar : el cálculo de las distintas láminas de riego y su calendario de riegos, y esto se realiza en base al uso consuntivo estacional de dicha planta, distribuida mensualmente (uso consuntivo mensual).

- 1.- Se obtiene el dato de evapotranspiración (ET) proporcionado por la SARH (del depto. de ingeniería y drenaje) para el cultivo otoño-invierno, sección Culiacán, que es de 81.9 cms. para el uso consuntivo del tomate.
- 2.- Se procede a calcular el uso consuntivo mensual de la siguiente manera :

a) ESTIMACION DEL USO CONSUNTIVO MENSUAL DEL TOMATE

Mes	PZ	T°C	(T+17.8)/21.8	f (1)*(3)
Oct.	8.1	27.9	2.096	16.4978
Nov.	7.4	24.7	1.95	14.43
Dic.	7.4	21.4	1.798	13.505
Ene.	7.5	19.7	1.72	12.9
Feb.	7.2	20.8	1.771	12.751
Mar.	8.4	22.1	1.83	15.372
Abr.	8.6	23.8	1.908	16.409
May.	9.4	25.8	2.0	18.8
Jun.	9.3	29.1	2.151	20.0

Tabla No.1

Blaney y Criddle $ET = k f$ Suma de $f = 140.945 = F$

Uso consuntivo estacional = Evapotranspiración

$ET = 81.9$, $F = 140.945$

$k =$ coeficiente global de ET estacional para el tomate

$K = ET/F = 81.9 / 140.945 = 0.58$

Los meses son los que comprenden desde la fecha que se efectuó la siembra, hasta que termina el ciclo vegetativo y

reproductivo del tomate. Donde P es el porcentaje de horas Sol del mes respecto al total anual, ésta se obtiene de la tabla No. 2, tomando una latitud de 25° que es la que le corresponde al municipio de Culiacán.

Porcentaje horas Sol del mes respecto
al anual (Torres E., 1981).

Mes	Latitud 22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
Enero	7.7	7.6	7.6	(7.5)	7.5	7.5	7.4	7.4	7.3
Febrero	7.2	7.2	7.2	(7.2)	7.1	7.1	7.1	7.0	7.0
Marzo	8.4	8.4	8.4	(8.4)	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
Abril	8.6	8.6	8.6	(8.6)	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7
Mayo	9.2	9.3	9.3	(9.4)	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5
Junio	9.1	9.1	9.2	(9.3)	9.3	9.3	9.4	9.4	9.5
Julio	9.3	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6	9.7
Agosto	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	9.2	9.2
Sept.	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
Octubre	8.1	8.1	8.1	(8.1)	8.1	8.0	8.0	8.0	8.0
Nov.	7.5	7.5	7.4	(7.4)	7.4	7.4	7.3	7.3	7.2
Dic.	7.6	7.5	7.5	(7.4)	7.3	7.3	7.2	7.2	7.2

Tabla No. 2

donde T es igual a la temperatura media mensual en la zona.

Temperaturas media en el municipio de Culiacán (SARH, 1985)

Mes	Temperatura
Enero	(19.7)
Febrero	(20.8)
Marzo	(22.1)
Abril	(23.8)
Mayo	(25.8)
Junio	(29.1)
Julio	29.6
Agosto	29.2
Septiembre	(28.8)
Octubre	(27.9)
Noviembre	(24.7)
Diciembre	(21.4)

Tabla No. 3

Están marcados con un paréntesis las cantidades que corresponden a P y a T para éste cálculo.

b) CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION MENSUAL

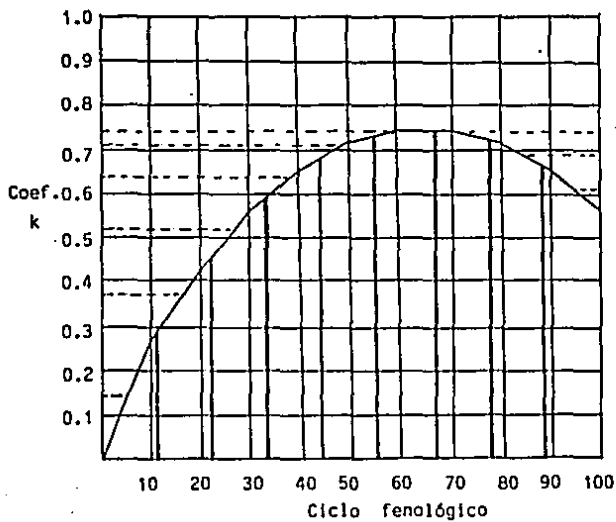
Grassl y Christansen determinan K_m a coeficiente mensual, utilizando primeramente la formula de Blaney y Criddle para calcular ET mensual = $f * k_m$. Para determinar los coeficientes mensuales (k_m), se grafica la curva de los coeficientes periódicos (k) correspondientes al coeficiente global k seleccionado, se divide el total del ciclo vegetativo en los meses que lo integran y se obtiene el coeficiente mensual, tomando de la PARTE MEDIA DE CADA SEGMENTO.

Coeficientes periódicos k de ET en función del ciclo fenológico (CF) (Torres E., 1981).

CFX	k							
0	0.50	0.55	0.58	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
10	0.23	0.25	(0.26)	0.27	0.30	0.32	0.34	0.36
20	0.36	0.40	(0.42)	0.44	0.47	0.51	0.55	0.58
30	0.48	0.52	(0.55)	0.57	0.62	0.67	0.71	0.76
40	0.56	0.62	(0.65)	0.67	0.73	0.78	0.84	0.90
50	0.62	0.68	(0.71)	0.74	0.80	0.86	0.92	0.98
60	0.64	0.71	(0.74)	0.77	0.84	0.90	0.96	1.03
70	0.64	0.71	(0.74)	0.77	0.84	0.90	0.96	1.03
80	0.62	0.68	(0.71)	0.74	0.80	0.86	0.93	0.99
90	0.56	0.62	(0.65)	0.67	0.73	0.79	0.84	0.90
100	0.48	0.53	(0.56)	0.58	0.62	0.67	0.72	0.77

Tabla No. 4

Con esta tabla se obtienen los valores de k para graficar la curva, después se toma un segmento medio del mes en la que al interceptar la curva en un punto nos da el coeficiente mensual (TORRES E., 1981), como se ve en la gráfica No. 1.



Gráfica No. 1

k mensual igual a la ordenada correspondiente de la mitad mensual de cada segmento.

De la misma manera se procede a realizar el cálculo del uso consuntivo mensual del tomate :

Mes	$f = P * (T + 17.8) / 21.8$	km	ET mensual (cms)
Octubre	16.97	0.14	2.46
Noviembre	14.43	0.37	5.34
Diciembre	13.30	0.52	6.92
Enero	12.90	0.64	8.26
Febrero	12.75	0.73	9.24
Marzo	15.37	0.74	11.47
Abril	16.11	0.74	12.14
Mayo	18.00	0.69	12.97
Junio	20.00	0.61	12.20

Tabla No. 5

c) CALENDARIO DE RIEGOS

Con los datos de las láminas mensuales obtenidos anteriormente, se procede a elaborar el calendario de riego, que viene siendo de igual manera, el tiempo de funcionamiento del sistema de control por cada número de riego.

- 1.- Con el uso consuntivo mensual del tomate.
- 2.- Se hace la conversión de ésta lámina de centímetros a pulgadas.
- 3.- Considerando la eficiencia de riego del equipo en 80%, se incrementa la cantidad de la lámina.

Cantidad de agua aplicada por mes

Mes	Lámina (cms)	Lámina (pulgadas)	Ajuste al 80%
Octubre	2.46	0.97	1.2
Noviembre	5.34	2.10	2.6
Diciembre	6.92	2.72	3.4
Enero	8.26	3.25	4.0
Febrero	9.24	3.64	4.6
Marzo	11.47	4.51	5.6
Abril	12.14	4.78	6.0
Mayo	12.97	5.10	6.4
Junio	12.20	4.80	6.0

Tabla No. 6

Calendario de Riego

Mes	Riegos (láminas en pulgadas)															
	No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Oct.		1.2														
Nov.			2.6													
Dic.				3.4												
Ene.					2	2										
Feb.							2.6	2								
Mar.									3	2.6						
Abr.											3	3				
May.													3.4	3		
Jun.															3	3

Ahora, el tiempo de funcionamiento se calcula al encontrar el porcentaje de tiempo correspondiente a la lámina deseada (Apéndice II) así, en el riego no. 1 al tener una lámina de 1.2, su porcentaje es del 25%, entonces se tiene:

Lámina	% de tiempo	horas trabajando (horas)
0.3	100	11.9
1.2	25	X

donde $X = 11.9 * 25 / 100$, $X = 47.6$, que divididas con 24 (duración día) da como resultado 2 días, aproximadamente, esto viene siendo el tiempo de funcionamiento del sistema de control; así pues obtendremos lo siguiente:

No. riego	Tiempo de funcionamiento (días)
1	2.0
2	4.1
3	5.6
4	3.3
5	3.3
6	4.1
7	3.3
8	5.0
9	4.1
10	5.0
11	5.0
12	5.6
13	5.0
14	5.0
15	5.0
Días funcionando	65.4

CAPITULO 3

REALIZACION DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO

3.1 CONDICIONES GENERALES DEL SISTEMA DE RIEGO

Por su importancia, existen dos conceptos en este subcapítulo que son importantes definir. En primer lugar tenemos, ¿Que es un Sistema? Un Sistema, es un conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a una determinada causa o efecto; y en segundo término, ¿Que es el Control? El Control está íntimamente relacionado con la revisión, verificación, comprobación de algún efecto para guiar su comportamiento hacia las necesidades requeridas. Ahora, al unir a estos dos términos, entenderemos que, un Sistema de Control, es aquel conjunto de componentes, la cual, al interactuar entre sí, obtendremos un efecto y que al ser verificados y revisado, retroalimentará con una nueva información a los componentes para obtener así, el comportamiento que se haya definido en un principio,

Por el momento, a los componentes se verán como unas "cajas negras", las cuales son indispensables en el sistema de control, más adelante, en el diseño del sistema de control de riego serán definidas estas "cajas negras". Ahora que a la acción, interactuar unos con otros, de la definición del sistema de control, será denominada como el proceso; de tal manera que el proceso viene a representar el funcionamiento del sistema de control, por consiguiente, del sistema de riego. En el caso particular del sistema de riego por aspersión circular se define a continuación el proceso que se tiene que dar, para que el sistema de control tenga

un funcionamiento óptimo. El proceso consta de los siguientes pasos:

1.- El primer paso consiste en dejar pasar el voltaje de las líneas de alimentación la cual provee la Comisión Federal de Electricidad (CFE) al sistema en general; éste voltaje viene siendo de 480 v de corriente alterna (ca), y es utilizado en los motores que mueven a cada una de las torres.

2.- A continuación se proporciona el porcentaje de tiempo, la cual representa la cantidad de agua por aplicar al campo (lámina de riego) y por lo tanto, el tiempo en que va ha estar funcionando el sistema de riego, para una mayor información del uso del porcentaje de tiempo, se podrá consultar el apéndice II.

3.- Se pone en marcha la bomba de agua para empezar a regar y se activan algunas de las señales de control: interruptor de presión del agua, avance de las primeras siete torres y, el desalineado de dichas torres, siendo éstas dos últimas señales manipuladas a través de su respectivo microinterruptor, la cual se instalan en cada una de las levas que se encuentran en el extremo de tales torres.

4.- En este momento el sistema de riego ya fue puesto en marcha y dejara de avanzar si alguna de las tres razones siguientes sucede :

a) La presión del agua está por debajo de los 2.25 kg/cm² y el interruptor de presión activa la señal para que el sistema de control capte este problema.

b) Alguna de las torres del sistema de riego está desalineada; esto pudiera suceder si falla el motor de cualquiera de las torres, la cual, provoca que deje de avanzar la torre en donde se originó la falla, y así mandar la señal al sistema de control para que este detenga el proceso.

c) El operador lo ha detenido intencionalmente.

d) La duración para la que fue programada el sistema de riego se ha consumado.

Al dejar de avanzar el sistema de riego por las razones a y b, lo primero que se tendrá que hacer es revisar y resolver el problema, antes de querer reestablecer el sistema de riego, ya que de lo contrario la falla se presentaría de nuevo y detendría así, una vez más el sistema.

Si la tercera razón ocurre (inciso c) es porque el operador le este indicando al sistema de control su deseo por suspender momentánea o indefinidamente el sistema de riego; de ser por la primera circunstancia, seguramente será debido a que quisiera hacer algún ajuste con respecto al porcentaje de tiempo, con el fin de incrementar o disminuir la cantidad de agua a regar; ahora, de ser detenido el sistema por la segunda circunstancia, podría ser por alguna de las siguientes causas: que desee realizar algún tipo de ajuste en el sistema de riego (1); que haya empezado a llover y no se quisiera consumir el agua destinada a regar;

o que simplemente no desea continuar regando por alguna causa que considere pertinente.

Al suceder cualesquiera de las tres primeras razones (incisos a, b y c) se tendrá que esperar por un lapso de por lo menos cinco minutos, antes de realizar la operación deseada, esto con el fin de desahogar las tuberías del sistema de riego, y evitar así un posible daño a la bomba del agua.

Además, podrían repetirse una y otra vez en cualquier momento que este funcionando el sistema de riego, si es que el problema no haya sido del todo correctamente corregida.

Si el sistema de control es detenido por la cuarta razón (inciso d) significa que las 33 y media hectáreas, que es la capacidad del sistema de riego por aspersión circular, ya han sido completamente regadas. De tal manera que el sistema de control desconectará las líneas de voltaje, para detener así indefinidamente a dicho sistema.

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO

Hoy en día, es muy posible el encontrarse con una variedad de métodos y técnicas en el diseño del sistema de control de riego por aspersión circular, por mencionar algunos tendríamos que : unos acarriarian costos elevados, como sería el caso de utilizar una computadora personal y convertidores analógicos (A/D); otros, aparte de su costo, no tan alto como el primero, funcionarían manualmente, como lo es el utilizar dispositivos electromecánicos; y otros, más económicos que los dos anteriores, y que además se pueda semiautomatizar, sería aquel sistema de control de riego (1), basado en la arquitectura del microprocesador 6809, que en un tiempo estuvo siendo utilizada como equipo de computo. En la actualidad este tipo de microprocesador ofrece muchas desventajas con la aparición de nuevos y más potentes microprocesadores, por lo que sus usos se han reducido a un cierto número de aplicaciones. Para las necesidades requeridas en el diseño de este tipo de sistema de control de riego, por su bajo costo y, por la ventaja de poder semiautomatizarlo nos es de gran utilidad este microprocesador.

La arquitectura del 6809 en el diseño del sistema de control de riego, está comprendido principalmente por 8 componentes, lo que llamabamos anteriormente "cajas negras". Cuatro de ellos pertenecen a la familia 68XX (2) de MOTOROLA, éstos son : el microprocesador 6809, dos

periféricos 6821, una memoria RAM 6116, además hay otros dos componentes que son compatibles con dicha familia, uno es la memoria EPROM 2732, en la cual estará almacenada el programa de control, y el otro pertenece a la familia TTL (3), el decodificador 74130. Además, comprende de una unidad de entrada como lo es el teclado, y una unidad de salida que es el display (pantalla), en el que se informa de lo que esté sucediendo durante el transcurso del proceso del sistema de riego. El diagrama a bloques de ésta arquitectura se presenta en la figura 3.

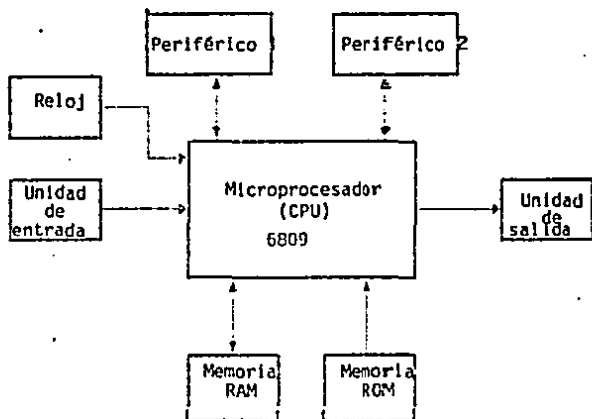


Figura No. 3

Arquitectura del microprocesador

3.3 EMPLEO Y MANEJO BASICO DE LOS COMPONENTES Y DISPOSITIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO

En el diagrama No. 1 se puede observar como están realizadas las conexiones de la arquitectura del microprocesador (4). Como ya se ha mencionado, esta arquitectura, está comprendido por ocho componentes electrónicos, de la cual desconocemos su estado físico interior, pero lo que si se conoce y se sabe, es el comportamiento de cada uno de ellos bajo ciertas condiciones y estímulos. Ahora que, al conocer éste comportamiento, podemos manipular el microprocesador a como nosotros queramos mediante el uso de un programa, para realizar el control de riego. Este programa será estudiado en el capítulo 4.

Hablar de éste comportamiento, nos llevaría muchas horas de lectura y entendimiento, por lo cual se ha considerado realizar una explicación del empleo y manejo de algunas de las señales más importantes de éstos componentes.

En primer término se tiene al microprocesador, abreviado como UI del diagrama No. 1, la cual lleva el orden y control sobre los demás componentes, además, maneja internamente una tabla de códigos en la que codifica e interpreta cualquier operación que esté a su alcance, o sea que puede traducir un cierto número de instrucciones codificadas en el programa, el cual contiene toda la información de como debe de funcionar el sistema de riego por aspersión ricular.

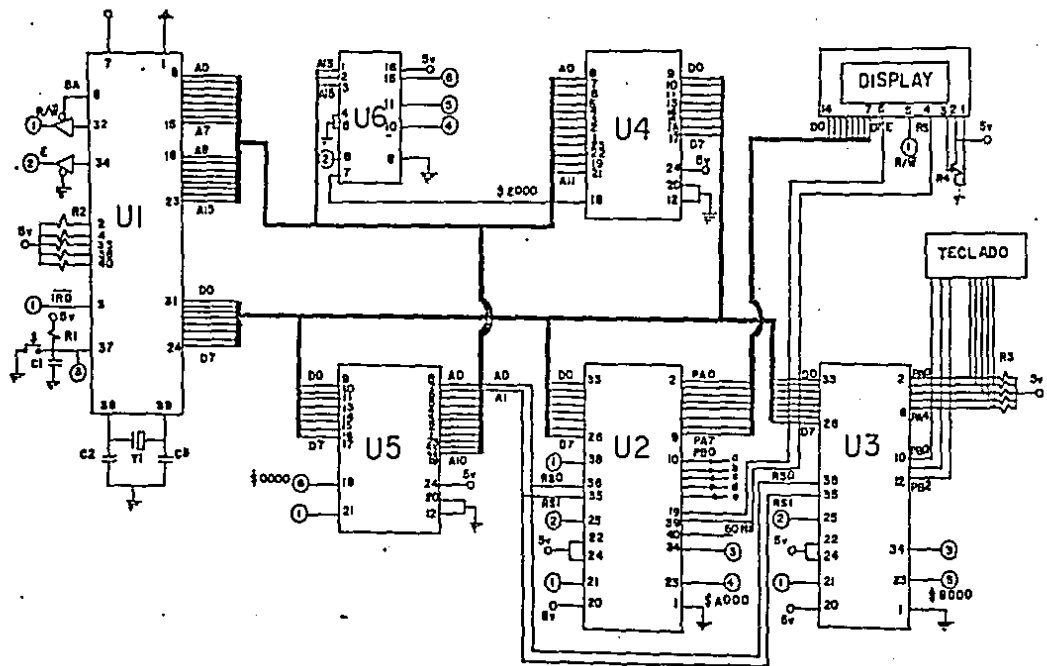


Diagrama No. 1

Arquitectura del sistema de control de riego

LISTA DE COMPONENTES DE ACUERDO A SU SIMBOLOGIA

DEL DIAGRAMA No. 1

U1 Microprocesador (6809)
U2 Periférico (6821)
U3 Periférico (6821)
U4 Memoria EPROM (2732)
U5 Memoria RAM (6116)
U6 Decodificador (74138)
Y1 Cristal de 4 Mhz
C1 Capacitor de 2.2 pF
C2 Capacitor de 24 pF
C3 Capacitor de 24 pF
R1 Resistencia de 2.2 K. ohms
R2 Resistencia de 4.7 K. ohms
R3 Resistencia de 330 ohms
DISPLAY Pantalla de cristal con generador de caracteres
TECLADO de matriz de 5 x 3
D0-D7 Línea de BUS de datos
A0-A5 Línea de BUS de direcciones

Maneja 16 líneas de direccionamiento (A0-A15) y son útiles para saber, primero, en cual de los componentes se va a efectuar alguna operación, la determinación de que componente será seleccionado, se realiza mediante un decodificador; y segundo, la posición de memoria específica del componente seleccionado. Debido a que todos los componentes se encuentran en una determinada dirección, el microprocesador los "ve" a todos éstos componentes como si fuera una sola memoria, aunque no lo sean físicamente, de tal manera que se proporciona el siguiente mapa de memoria :

Dirección de memoria	Función que realiza	Componente
FFFF	Programa de control	EPROM (U4)
E000	del sistema de riego	
A003	Informar en pantalla, Señales del sist. de riego, y Reloj	PIA (U2)
A000		
B003	Reconocimiento de	PIA (U3)
B000	Teclea oprimida	
07FF	Manejo de Datos	RAM (U5)
0000	y información	

Al conjunto de líneas de direccionamiento se le conoce también como BUS DE DIRECCIONES. Existe otro BUS, pero ahora de DATOS, el cual consta de ocho líneas de bits (B0-B7). Precisamente aquí, en el bus de datos, la información "va y

vienen" desde algún componente al microprocesador y viceversa. Como se puede apreciar en la figura 3, el sentido de las flechas indican el flujo de la información desde el microprocesador a los componentes. Otras de las señales importantes vienen siendo, la de interrupción del microprocesador (IRQ), señal de escritura/lectura (R/W), señal de habilitación (E) y la señal de reestablecimiento (RESET), cada una de ellas conectadas con su respectiva señal del resto de los componentes.

El sistema de control consta además de un par de periféricos (conocidos también como PIA, Peripheral Interface Adapter, por sus siglas en inglés). Estos componentes son utilizados como medios para transmitir y recibir información procedente del microprocesador, o de algún dispositivo respectivamente. Un dispositivo puede ser el teclado, la pantalla, un contactor, etc. Al conjunto de señales que se encargan de que el periférico transmita o reciba información se conocen como puertos, el PIA tiene dos puertos y cada uno consta de ocho bits (PA0-PA7 y PB0-PB7).

El primer periférico (identificado como U2 en el diagrama 1) está integrado al sistema con el fin de realizar tres funciones distintas e independientes entre cada una de ellas. Una de las funciones consiste en transmitir información a la pantalla de algún evento que suceda en el transcurso del funcionamiento del sistema de riego, tal como, el pedir el porcentaje de tiempo, si el sistema de riego se encuentra desalineado, etc. Se han

utilizado las ocho líneas de bits del puerto A, ya que el BUS de DATOS y las líneas de datos de la pantalla contienen el mismo número de bits.

Utiliza las señales de control del PIA, CB2 y CA2 para poder habilitar y configurar, respectivamente, a la pantalla. Otra de las funciones que realiza éste componente, es la de interactuar con dispositivos del sistema de riego, interruptor de presión, bomba del agua, etc., con el fin de reconocer si el sistema de riego está funcionando con las condiciones mencionadas al comienzo de éste capítulo, la cual marca la pauta para que éste sistema de control tenga un óptimo desempeño. El siguiente cuadro muestra de una manera sencilla del como se utilizan algunas de las señales de éste PIA (U2) para poder interactuar con los dispositivos del sistema de riego (Figura 5 y Diagrama 2):

Abreviatura en el PIA	Dispositivo que maneja	Función que realiza	Abreviatura en el sist. de riego
a	Contacto principal	Permite paso voltaje (480v)	DS
b	Parada de la bomba	Habilitación de la bomba de agua	PB
c	Interruptor de presión	Revisar presión del agua	IP
d	Ultimo motor	Habilitación del último motor	UM
e	Microinterruptor de seguridad	Revisar alineación del sist. de riego	CS

Debido a que en los puertos A y B del PIA se manejan voltajes de 5 volts de corriente directa (cd) y en los dispositivos del sistema de riego, 120 volts de corriente alterna (ca) es necesario contar con actuadores. Estos actuadores son utilizados precisamente con el fin de realizar la conversión de un voltaje pequeño (5 v. cd) a uno más elevado (120 v. ca) de tal manera que podamos transmitir la información desde el PIA al dispositivo; de la misma forma son utilizados para recibir la información proveniente del dispositivo, ésto es, convertir los 120 v. ca, a uno de 5 v. cd (5). Las figuras 4 y 5 muestran el uso de éstos actuadores, que como se puede observar está formado tanto por componentes eléctricos como electrónicos.

La tercera y no menos importante función que realiza éste PIA, es la del manejo del reloj interno. Este reloj, es usado para llevar el tiempo de funcionamiento del sistema de riego así como del encendido y apagado del motor de la torre no. B. Se ha utilizado para ello, un generador de señal cuadrada a una frecuencia de 60 Hz, valor base en nuestro sistema de control para el funcionamiento del reloj (60 centésimas de segundo); el generador de señal usado es el disparador Schmitt, figura no. 4. Este dispositivo funciona como seguidor de una señal analógica, y que al llegar a determinado nivel se dispara, recortándola de tal manera que forma la señal cuadrada, para ello, ha utilizado la señal de 12 v. ca con una frecuencia de 60 Hz., siendo éste último proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad.

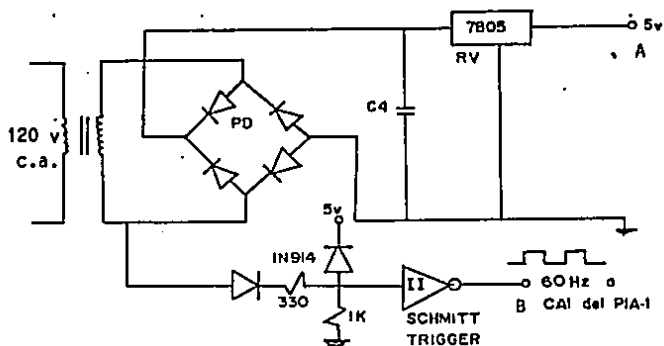


Figura No. 4

A) Parte reductora de voltaje, de 120 v ca a 5 v dc.

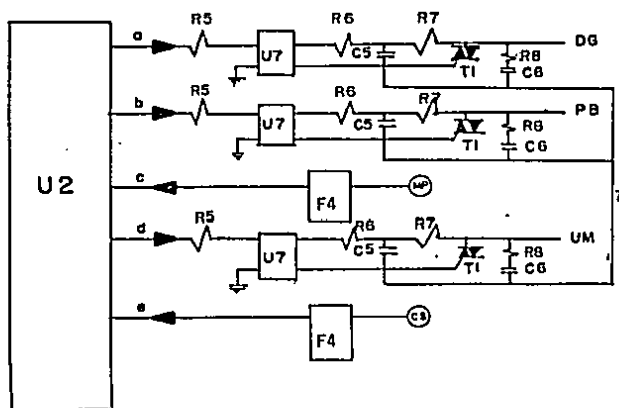


Figura No. 5

Actuadores del sistema de control

Nota : F4 representa a la figura No. 4 pero sólo la parte A

LISTA DE COMPONENTES DE ACUERDO A SU SIMBOLOGIA

FIGURA No. 4

- 1 Transformador reductor 120/12 voltas
- RV Regulador de voltaje 7805 (5 volts)
- PD Puente de diodos
- 1 Disparador Schmitt
- C4 Capacitor de 220 μ F
- 1 Resistencia de 330 ohm
- 1 Resistencia de 1 K. ohm
- 2 Diodos 1N914

FIGURA No. 5

- U2 Periférico (6821)
- U7 Optoacoplador (3011)
- R5 Resistencia de 100 ohms
- R6 Resistencia de 180 ohms
- R7 Resistencia de 680 ohms
- RR Resistencia de 100 ohms
- C5 Capacitor de 0.33 μ F
- C6 Capacitor de 0.1 μ F
- T1 Triac 120v, 3 amp.

Por medio de la señal de control del PIA, CA1, detecta la entrada de pulsos, provenientes de la señal cuadrada a 60 Hz, la cual invoca una petición de interrupción del periférico, por lo tanto, a la interrupción del microprocesador, (por estar conectadas físicamente éstas señales de interrupción, IRQ) y es aquí cuando el microprocesador le transfiere el control a la parte del programa que maneja el estado y funcionamiento del reloj.

El segundo periférico (U3) es utilizado exclusivamente para interactuar con la unidad de entrada, como lo es el teclado. Este teclado está diseñado para funcionar matricialmente, esca que contiene un conjunto de cinco líneas, la cual cada una de ellas tiene un común con un conjunto de tres líneas, teniendo así, la capacidad de soportar 15 teclas diferentes (5 x 3). La figura no. 6 muestra como están hechas las conexiones del teclado con el periférico (U2).

Para determinar cual de las teclas que fue oprimida, se ha considerado el siguiente procedimiento: en primer lugar, se ponen en ceros (aterrizan) las líneas de salida, PBO, PB1, PB2 (columnas), y leer las líneas de entrada PA0, PA1, PA2, PA3 y PA4 (renglones). Si ningún interruptor ha sido oprimido todas las líneas de entrada al PIA valdrán 5 volts (unos); en caso de que algún interruptor se accione, la línea de entrada correspondiente valdrá 0 volts (cero). Para reconocer que tecla se oprimió, podemos poner cero en una sola línea de salida (columna) en cada oración y leer renglón por renglón buscando éste valor cero.

Pasando ahora a lo que vienen ser las memorias. Tenemos dos tipos de memoria, las memorias programables de sólo lectura (EPROM, Erasable Programmable Read Only Memory, por sus siglas en inglés) y las memorias de lectura y escritura (RAM, Random Access Memory). En el primer tipo de memoria (EPROM) estará almacenado el programa de control, lo cual contiene toda la información del proceso que debe tener el sistema de riego para que éste tenga un buen desempeño. Este tipo de memoria, tiene la particularidad de que la información queda almacenada permanentemente, y no se borra, sino hasta que se le dé un proceso especial de borrado ó bien, que se dañe físicamente. El programa de control será estudiado con mas detalles ya en el capítulo 4.

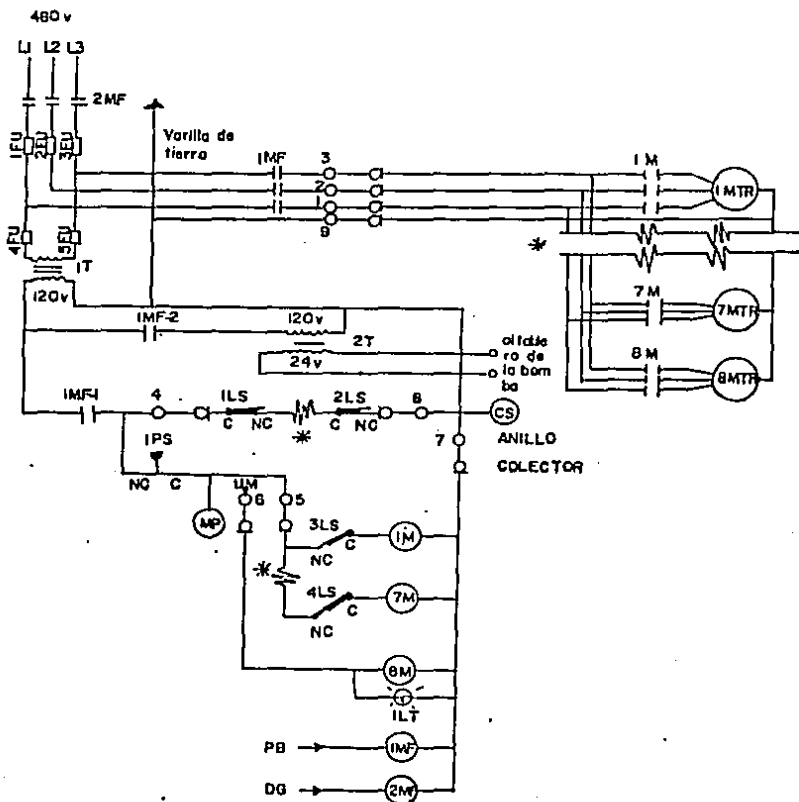
En el otro tipo de memoria, RAM, se almacenan los datos y resultados obtenidos por operaciones que indica el programa de control. En la memoria RAM, se borrará toda la

información una vez que se apague el sistema de control, ya que sólo la almacena temporalmente.

Como ya se ha mencionado, el sistema de riego requiere de algunos dispositivos eléctricos y electromecánicos, para que el sistema de control pueda, ya sea, manipular a través de ellos a otros dispositivos de tal sistema, o bien, para conocer el estado en que se encuentra dicho sistema de riego. En el diagrama No. 2, se muestran las conexiones eléctricas utilizadas en el manejo de estos dispositivos.

Uno de los dispositivos utilizados en el sistema de riego son los llamados contactores, que además, de poder manipular a otros dispositivos, hacen que el sistema de control, pueda operarse de una manera más fácil y práctica, debido a que han substituido a los interruptores manuales que se activan por medio de un botón. Estos contactores se identifican como 1MF, 2MF y 3M del diagrama no. 2.

El contactor, 2MF, nos permite el paso del voltaje que provee la Comisión Federal de Electricidad, 400 volts, al sistema de riego; el contactor la cual se identifica como 1MF, permite habilitar el funcionamiento tanto de la bomba de agua, como al interruptor de presión y a los interruptores de seguridad y de movimiento de las parrillas 7 torres. El último contactor que maneja el sistema de control, es el de poder manipular el encendido y apagado del motor de la torre no. 6, la cual viene a representar la velocidad de avance del sistema de riego; dato es, mientras



NOTA:

* A todos los torres intermedias

Diagrama No. 2
Conexiones eléctricas del sistema de riego

LISTA DE COMPONENTES DE ACUERDO A SU SIMBOLOGIA
DEL DIAGRAMA No. 2

- L1 Líneas de
- 12 voltaje
- L3 trifásico (480 v.)
- 1FU Fusible principal, 20 amp., 600 volts
- 2FU Fusible principal, 30 amp., 600 volts
- 3FU Fusible principal, 20 amp., 600 volts
- 4FU Fusible del transformador de control FND-2
- 5FU Fusible del transformador de control FND-2
- 1T Transformador de control 480/120 volts
- 2T Transformador de paro de la bomba 120/24 volts
- 1LS Interruptor de parada de seguridad de la torre No. 1
- 2LS Interruptor de parada de seguridad de la torre No. 2
- 3LS Interruptor de límite de la torre No. 1
- 4LS Interruptor de límite de la torre No. 2
- 1NF Contactor de avance
- 2NF Contactor de voltaje trifásico
- 1M Arranque del motor de la torre No. 1
- 2M Arranque del motor de la torre No. 2
- 3M Arranque del motor de la torre No. 3
- 1MTR Motor de 1 HP, 480 volts, de la torre No. 1
- 2MTR Motor de 1 HP, 480 volts, de la torre No. 2
- 3MTR Motor de 1 HP, 480 volts, de la torre No. 3
- 1LT Luz indicadora de la torre No. 3 (120 v.)
- 1PS Interruptor de presión (a 2.25 Kg/cm²)

Abreviaturas adicionales :

C Condán

NC Normalmente cerrado

UM Ultimo motor, señal de salida del PIA

CS Control de seguridad, señal de entrada al PIA

MP Interruptor de presión, señal de entrada al PIA

PD Paro de la bomba, señal de salida del PIA

DG Desconectador general, señal de salida del PIA

PF Microfaradios, medida de los capacitores.

K Kilo, por mil.

mas rápido avance dicho sistema, la cantidad de agua que se proporciona al campo será menor que si avanzara de una manera mucho más lenta.

El resto de los contactores, 1M, 7M y todos los de las torres intermedias, son utilizados con el fin de accionar a sus respectivos motores; tanto los contactores como los propios motores, se encuentran en cada una de sus respectivas torres del sistema de riego. A su vez, estos contactores son manipulados a través de los interruptores que se instalan en una leva (6).

Para conocer el estado en que se encuentra el sistema de riego, se cuenta con dos dispositivos, el primero, un interruptor de presión (IPS, del diagrama no. 2), el cual, previamente se le calibra a 2.25 Kg/cm², ya que representa este valor de presión, cuando la bomba de agua entrega los 950 GPM requeridos por el sistema de riego; debido a que si la bomba entrega un caudal menor a éste, no se podrá cumplir

con la tabla de precipitación provista en el apéndice II. Entonces se tiene que si la bomba proporciona un caudal menor de lo establecido (950 GPM), la presión del agua en el pivote central (7), con seguridad sería un valor menor de los 2.25 kg/cm², por lo que el mismo interruptor de presión enviaría la señal al sistema de control, para que éste detecte el problema, y detenga así momentáneamente el funcionamiento del sistema de riego.

Y el segundo dispositivo usado para este caso, es un pequeño interruptor, el cual se instala en la leva de cada una de las primeras 7 torres. Su función es la de ayudar al sistema de control el detectar cuando el sistema de riego se encuentra desalineado, o sea, cuando algunas de las torres arriba mencionadas, deja de avanzar, ya sea porque su respectivo motor no funciona correctamente ó, porque posiblemente, las llantas de dicha torre han quedado atascadas por una piedra o algo que las esté deteniendo; de esta manera, al irse quedando la torre más atrasada, su respectiva leva dará un giro aún más de lo permitido (6), lo cual, hará que se accione el interruptor de seguridad, para mandar la señal al sistema de control, y así detectar el problema y detener momentáneamente el funcionamiento del sistema de riego.

Como se pudo apreciar, el diagrama no. 2, muestra en forma general y esquemática, las conexiones eléctricas del sistema de riego, de tal manera, que se ha dividido dicho diagrama en 4 secciones. En cada sección, se muestra el

diagrama que le corresponde a cada parte del sistema de riego, esto viene siendo de la siguiente manera :

Los dispositivos que se muestran en el diagrama no. 3, se encuentran localizados en la estructura del pivote central. Como se puede observar, se tiene un bloque de terminales, en el cual se hacen las conexiones de cada una de las señales (nueve en total), que vienen desde el anillo colector (B). Los números que aparecen en este bloque de terminales, representa el orden con que se manejan cada una de las señales y corresponden al mismo orden con que

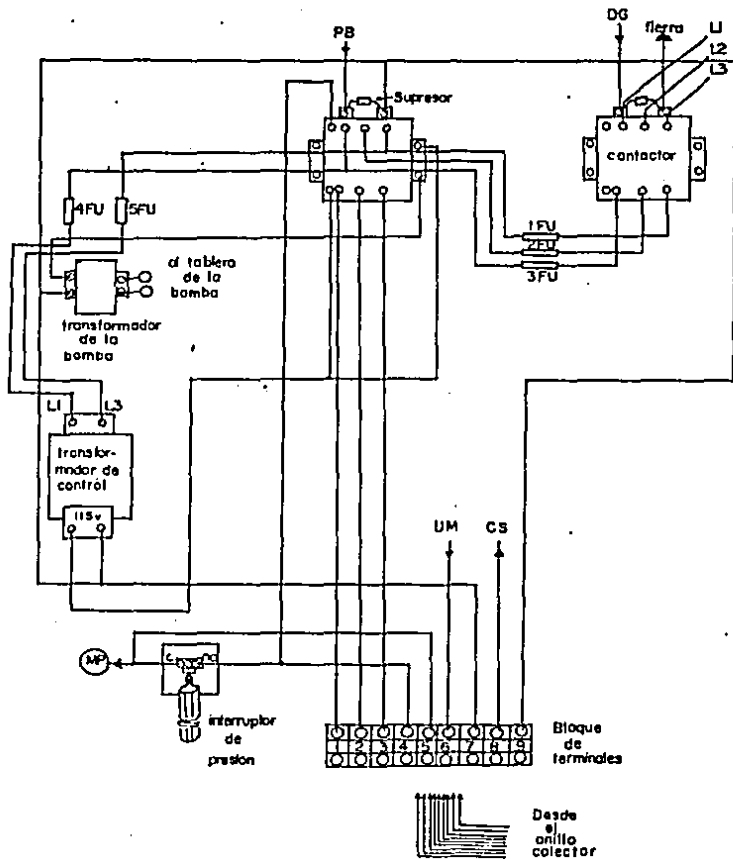


Diagrama No. 3

Conexiones eléctricas del sist. de riego en el pivote central

aparecen en los bloques de terminales de los diagramas 4, 5 y 6. A continuación se proporciona la siguiente tabla en la que se muestra la función que tiene cada una de estas señales en el bloque de terminales :

No. de terminal	Función que realiza
1	Línea de
2	voltaje
3	trifásico (480 v ca)
4	Habilita interruptores de seguridad
5	Habilita interruptores de avance
6	Funcionamiento del último motor
7	línea de voltaje (120 v ca)
8	Señal de desalineado de las torres
9	línea de tierra física

Los diagramas 4, 5 y 6 corresponden a las conexiones eléctricas realizadas en las torres 1, 7 y 8 respectivamente; las torres 2, 3, 4, 5 y 6 tendrán un diagrama igual al de la torre no. 1.

Los diagramas 4 y 5 presentan un diagrama muy similar, la diferencia entre ellos, radica en las señales de los interruptores de seguridad; esto es, en que las primeras 6 torres, al encontrarse en serie, la señal de salida del primero irá conectada en la señal de entrada del siguiente interruptor, así consecutivamente hasta llegar a la torre no. 7, en la cual, la salida de éste, estará conectada directamente a una línea del sistema de control (señal CS). Al observar el diagrama no. 4, de la primera torre, se tiene que la conexión de entrada al interruptor de seguridad estará en la posición identificada como "4 ent." del bloque de terminales, y la salida de éste irá en la posición

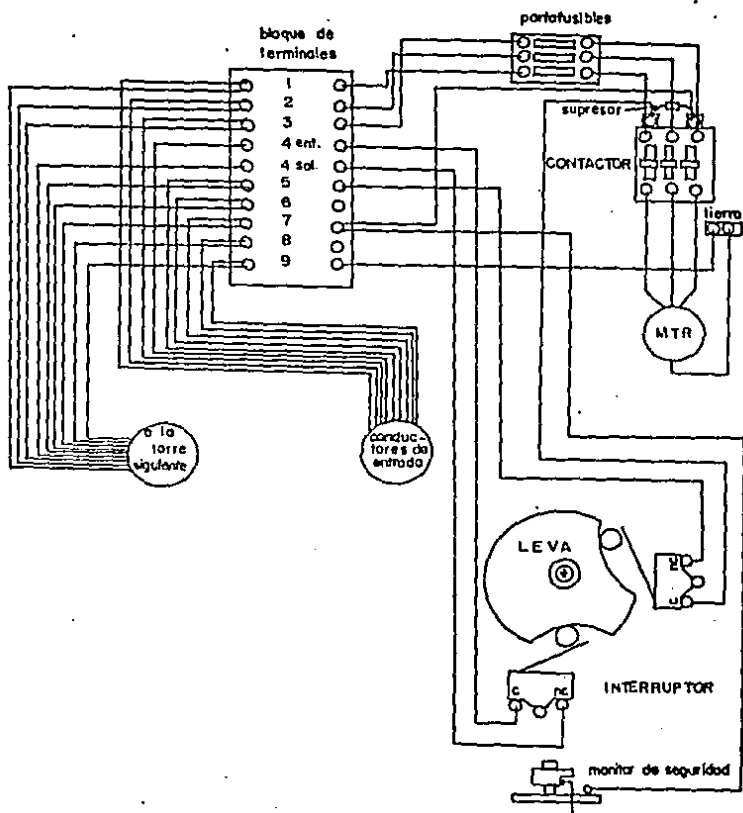


Diagrama No. 4
 Conexiones eléctricas en la torre No. 1

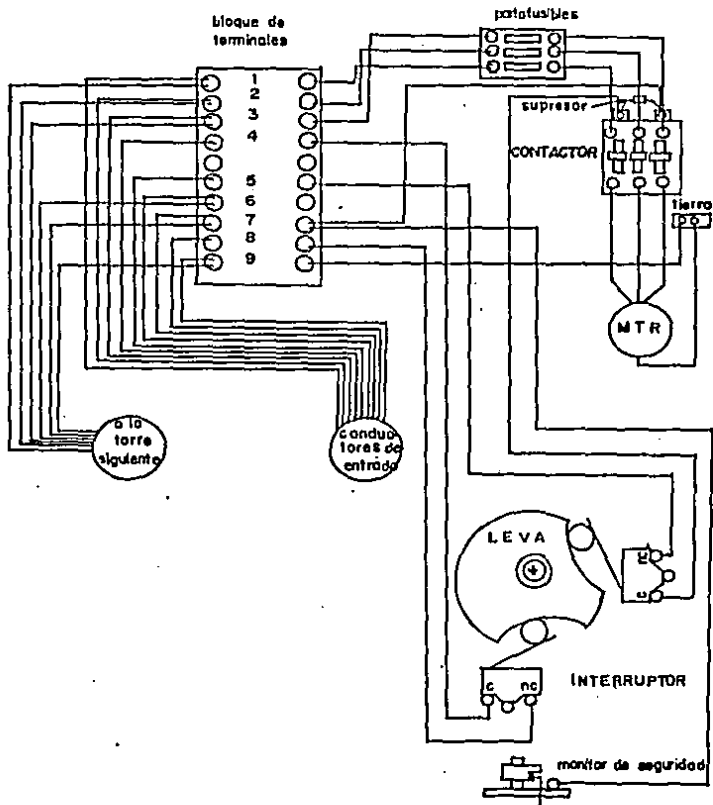


Diagrama No. 5
 Conexiones eléctricas en la torre No. 7

"4 sal.", y en el diagrama no. 5, de la penúltima torre, la entrada seguirá estando en la misma posición, terminal no.4, pero ahora la salida pasará a la terminal no. 8.

Como se puede apreciar en el diagrama no. 6 (conexiones eléctricas de la torre no. 8), no existe la leva que se ha venido señalando en los diagramas correspondientes a las torres anteriores, debido a que el funcionamiento de su motor, está siendo manejado por el sistema de control; la señal proveniente de éste se identifica en la posición no. 6 del bloque de terminales, además se cuenta con un foco conectado en paralelo con el contactor de avance, para poder apreciar a gran distancia, de cuando el último motor está funcionando.

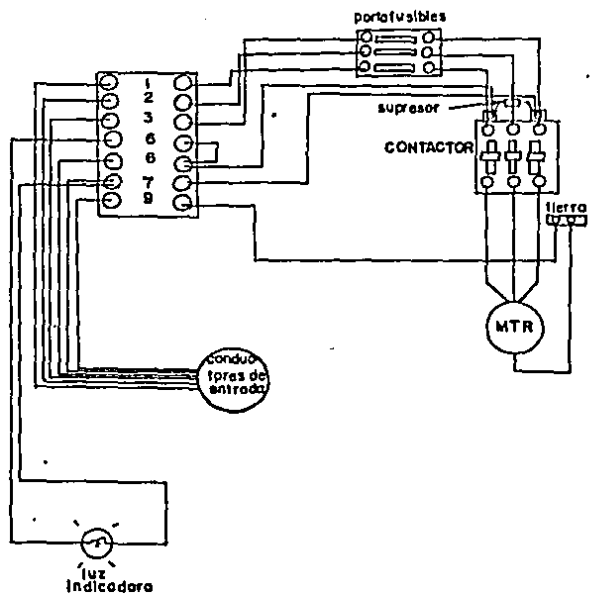


Diagrama No. 6
Conexiones eléctricas en la torre No. 8

PIES DE PAGINA DEL CAPITULO 3

(1) Al ser referido el sistema de riego, o control de riego, se da por entendido que no está hablando de la aplicación del sistema de riego por aspersión circular.

(2) Cada X representa un dígito la cual es establecido por el fabricante, en este caso MOTOROLA, y así podrá identificar a éstos componentes por sus propias características.

(3) Siglas de "Transistor-Transistor Logic", que es una teoría bipolar muy popular en circuitos integrados digitales.

(4) Las siguientes notas aclaratorias, corresponden tanto al primero como al último diagrama del presente capítulo :

El significado de las abreviaturas de los componentes de cada uno de los diagramas, vendrán una hoja después de su respectivo diagrama.

El sentido de las flechas en las señales, representan el flujo de la información, entran o salen del respectivo componente o dispositivo.

Las abreviaturas iguales, tanto de los conectores encerrados por un círculo, como de las señales indicadas con flechas, representa la conexión física entre ellas, sin importar el diagrama en que se encuentren.

(5) En la lógica digital, a la presencia de voltaje, 5 volts, se le conoce como "uno", y a la ausencia de voltaje, 0 volts, es llamado "cero".

(6) En la página 80 del Apéndice I, se da una breve explicación del funcionamiento en el mecanismo de la leva y los interruptores que ahí se encuentran.

(7) En la página 72 del Apéndice I, se muestra la estructura del pivote central.

(8) El anillo colector, es un tubo que contiene todos los cables de las conexiones y atraviesa todo el sistema de riego.

CAPITULO 4

PROGRAMA DE CONTROL DE RIEGO

4.1 FUNCIONAMIENTO Y OPERACION DEL PROGRAMA DE CONTROL

El operador puede efectuar las siguientes funciones: puesta en marcha, paro parcial del sistema, cambio de la velocidad de avance, rearranque y paro final. La velocidad de avance de la última torre se fija de acuerdo al porcentaje de tiempo del funcionamiento general del sistema; por ejemplo: si se observa la lámina que tiene que consumir la planta del tomate en el mes de octubre, sería de 1.2 pulgadas (Tabla No. 6) el porcentaje de tiempo para ésta lámina es de 30.9%, pero como el programa de control sólo maneja porcentajes enteros, se daría el 31%; ahora se procede a calcular el tiempo en el que va ha estar siendo activado el último motor, esto es, el 31% de 60 segundos, por lo que 18.6 segundos de cada minuto, representa el tiempo para que la torre No. 8 avance y consecutivamente las otras torres, también lo hagan por medio del mecanismo electromecánico.

El siguiente paso es el encontrar el tiempo en el que va ha estar funcionando el sistema, para efectuar el riego de las 33.5 has. Este tiempo es calculado por medio del porcentaje de tiempo y 11.9, que viene siendo el tiempo mínimo en que el sistema de riego pueda regar éstas has. trabajando al 100%, así pues, la división efectuada con éstas dos cantidades, $11.9 / 0.31$, da como resultado 38.4 horas, o sea, 38 horas con 22 minutos, al término de éste lapso, el sistema de control se detiene y desconecta los

dispositivos de riego, motor de la última torre, bomba, contactores.

Existen tres formas para que el sistema de riego se detenga parcialmente : la primera, cuando la presión se encuentre por debajo de los 2.25 Kp/cm², ya que representará que la bomba estuviera entregando un caudal menor de los 950 GPM, y por lo tanto no pudiera cumplir con la tabla de precipitación del apéndice II; la segunda, es que si alguna de las torres intermedias dejara de avanzar o se adelanta demasiado, se desactivaría la señal del respectivo microinterruptor de seguridad por lo que el sistema de control reconocería un nivel bajo de voltaje, en la entrada del periférico y; la tercera forma sería, por medio de programación, oprimiendo la tecla de PARR. Mientras que el microprocesador está revisando si existe alguno de estos tipos de interrupciones parciales, o que el tiempo de activación del último motor se haya alcanzado, o que además, el tiempo de funcionamiento del sistema se haya complementado, ocurre en cualquier instante una interrupción del microprocesador durante este ciclo de revisión, para dar paso a la rutina de reloj, en donde al ser incrementada(s) la(s) unidad(es) de tiempo, regresará con la rutina de revisión a partir de donde había sido suspendido, y así proseguir con su funcionamiento.

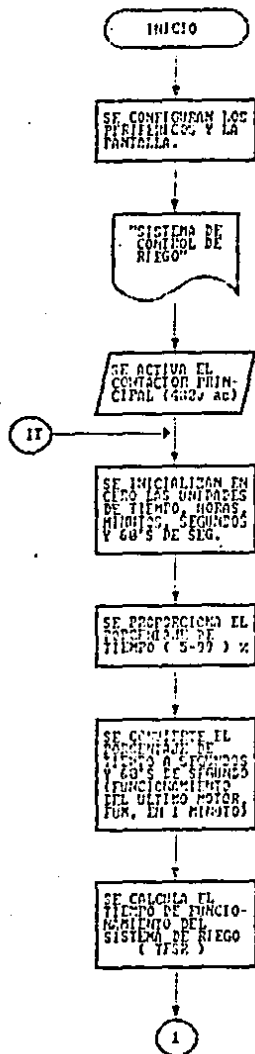
Al ser interrumpido el sistema de riego, por alguna de las causas antes mencionadas, transcurrirá un lapso de aproximadamente cinco minutos, para que el agua regrese de

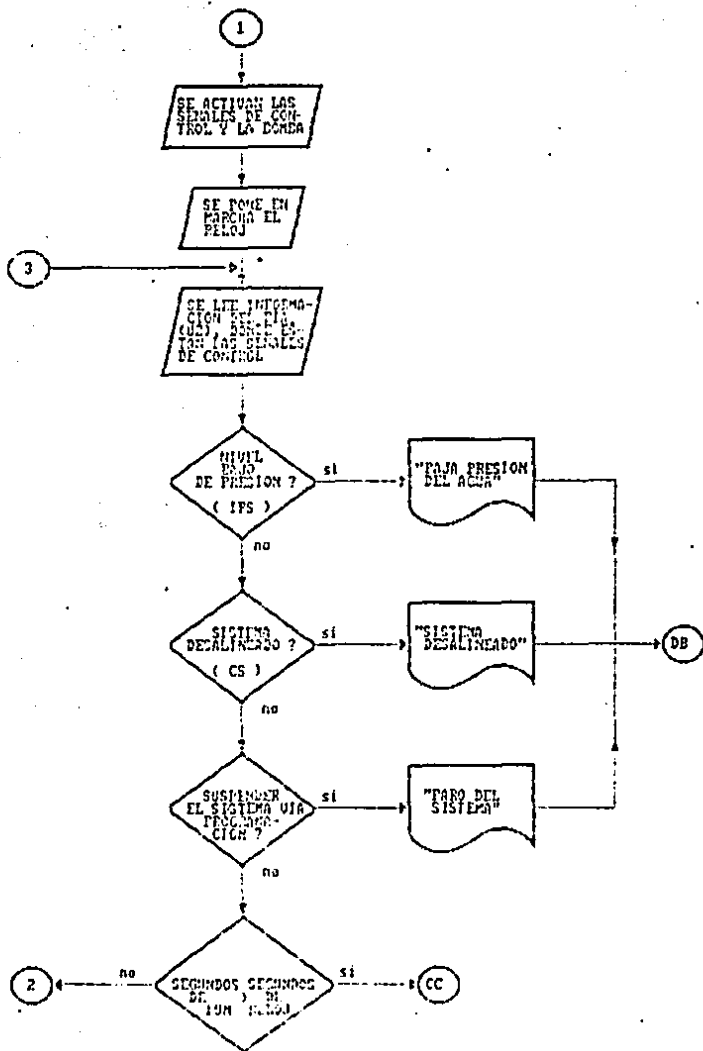
la tubería del sistema de riego al depósito de agua, y será entonces cuando el operador pudiera ya sea rearmar el sistema, cambiar el porcentaje de tiempo o para detener indefinidamente el sistema de control.

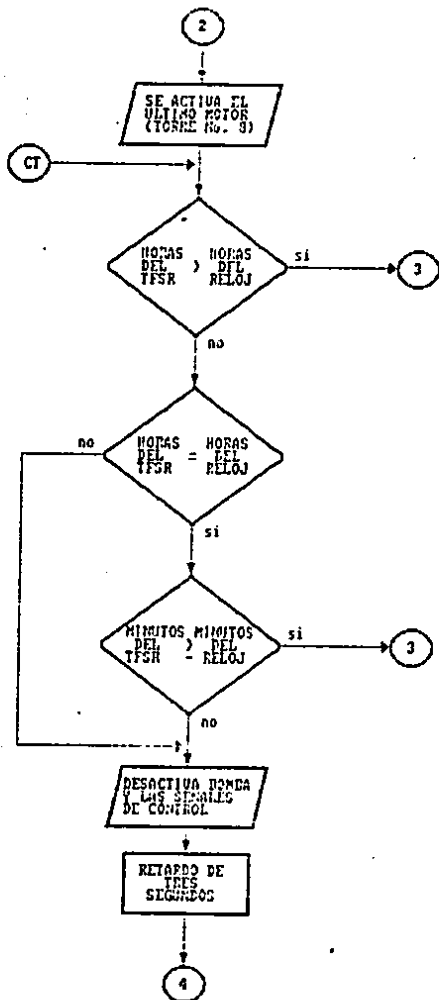
Cualquiera que sea la etapa en que se encuentre el sistema de control, se informa al operador por medio de una pantalla (display) de cualquier situación que se presente en el sistema de riego, así como también las horas de su funcionamiento.

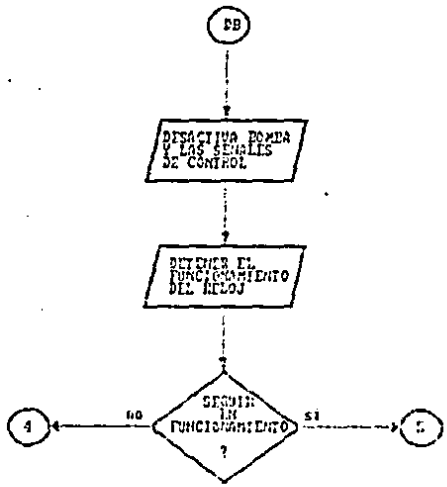
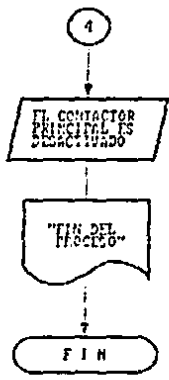
A continuación, se presenta el siguiente algoritmo, la cual, representa el programa de control que maneja el funcionamiento del sistema de riego (1).

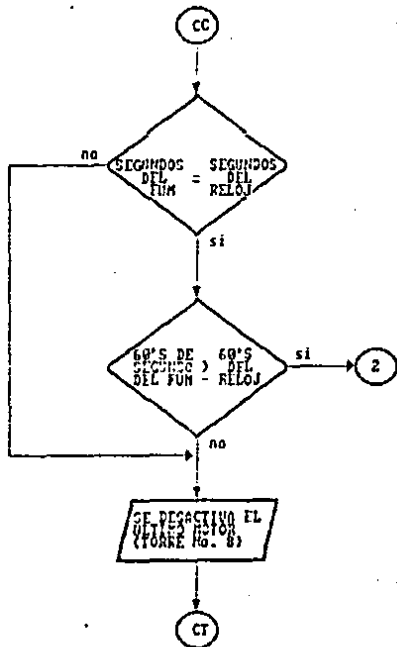
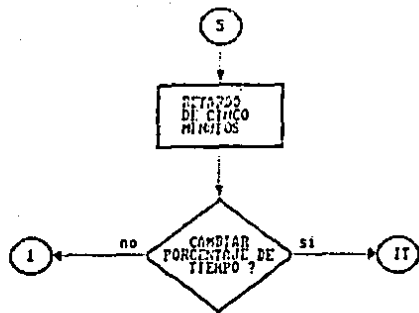
(1) En el apéndice IX se podrá observar el significado de la simbología utilizada en el diagrama de flujo del sistema de control.











Cada bloque viene a representar un proceso interno, esto es, una parte del programa, la cual, se ha determinado para desarrollar alguna función en especial, como la programación de los periféricos y el display, como la conversión del porcentaje de tiempo a segundos de funcionamiento del último motor, así como de otros que ahí mismo se mencionan.

El encargado de llevar el control, el orden, y el funcionamiento del programa de control, es el microprocesador, y para que éste pueda interpretar a dicho programa, requiere que se encuentre en código máquina.

El programa de control se presenta en el apéndice III, como un programa fuente escrito, empleando mnemotécnicos; y como paso final quedaría el convertir este programa a código máquina, utilizando para ello un programa ensamblador.

RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Recomendaciones del cuidado del sistema de control de riego.

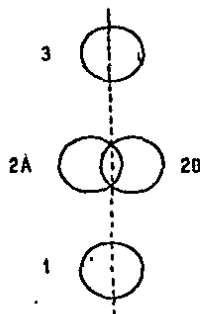
- 1.- El tablero en donde se encuentra el sistema de control, deberá permanecer cerrado, mientras no se haga uso de éste, con el fin de permitir de que entre, la mínima cantidad de polvo.
- 2.- Se deberá evitar de toda manera, de que dentro del tablero existan rangos de humedad o pequeñas cantidades de agua, de lo contrario el sistema de control, **NO DEBERA PONERSE EN MARCHA.**
- 3.- Se deberá realizar un mantenimiento preventivo por lo menos cada mes.

Sugerencias en el uso del sistema de control de riego.

- 1.- Si al arrancar el sistema la última torre no avanza, ó el contactor de esta torre está defectuoso, o algún dispositivo del sistema de control está dañado.
- 2.- Si el sistema de riego deja de funcionar en forma inexplicable :
 - * Se ha producido una interrupción de la corriente o caída del voltaje;
 - * El interruptor de presión puede estar fijado por abajo de la presión de 32 PSI (2.25 Kp/cm²) de lo contrario el microinterruptor puede estar dañado.
 - * alguna de las torres está desalineada, permitiendo que el respectivo microinterruptor de seguridad se desactive, lo

qual provocaría una caída del voltaje en la señal CS, por lo que se deberá alinear de la siguiente manera :

- a) Desconectar alguna terminal de IMF-2, del contactor de avance, parada de la bomba;
- b) Poner a que funcione el sistema;
- c) Ubicar a una persona en el motor representado por el círculo No. 1 de la siguiente figura, de tal manera que pueda visualizar los motores 1,2 y 3. A continuación, hará avanzar la torre No. 2 cuando su motor se encuentre en la posición 2A, y detenga su avance cuando llegue a la posición 2B.



- d) Después de haber alineado la torre No. 2, verificar si la torre No. 3 necesita alineación, colocando a la persona, en la torre No. 2 y observando su ajuste con los motores 2,3 y 4, y si así lo requiere, entonces se repetirá el paso de alineación de la torre 1, y se seguirá con éste mismo proceso, hasta que todas las torres estén alineadas.

CONCLUSION

La intención del desarrollo de este tipo de sistema de control, mediante el uso de un microprocesador, en la aplicación del sistema de riego por aspersión circular, es de que sea muy práctico, muy fácil de operar, para la gente del campo; y que en un futuro próximo, con el mismo sistema de control, pudiera automatizar en su totalidad, al sistema de riego mencionado anteriormente.

Así también, poder utilizar en algún momento, dicho sistema de control, como medio de protección contra las heladas.

APENDICE I

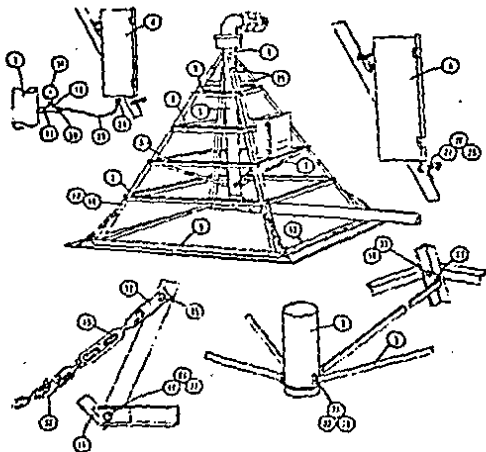
EQUIPO DEL SISTEMA DE RIEGO

Galones por minutos requeridos 950
 longitud total del sistema 1069'
 Tiempo mínimo de riego 11.9 horas
 Tamaño de los neumáticos 14.9 x 24
 Diámetro del tubo principal 6.4 pulgadas
 Modelo del aspersor GPR 1
 Plataforma del aspersor tipo cuchara

No.	Salida No.	ASPERSOR No.	DIST. ASPERSOR	GPM REQ.	PRECISION DISP.	GPM ACTUAL	NOZ.
1	1	1	7.1	0.1	31.9	1.4	3/32
	2	2	15.4	0.2	31.7	1.4	3/32
	3	3	23.7	0.3	31.5	1.4	3/32
	4	4	32.0	0.4	31.4	1.4	3/32
	5	5	40.4	0.5	31.2	1.4	3/32
	6	6	47.8	0.6	31.0	1.4	3/32
	7	7	55.1	0.7	30.9	1.4	3/32
	8	8	62.5	0.7	30.7	1.4	3/32
	9	9	69.9	0.9	30.6	1.4	3/32
10	10	10	78.2	1.1	30.4	1.4	3/32
	11	11	86.5	1.2	30.3	1.4	3/32
	12	12	94.9	1.3	30.1	1.4	3/32
	13	13	103.2	1.4	29.9	1.4	3/32
2	14	14	112.1	1.6	29.8	1.4	3/32
	15	15	120.5	1.6	29.6	1.4	3/32
	16	16	128.8	1.7	29.4	1.4	3/32
	17	17	137.1	1.8	29.3	1.9	7/64
	18	18	145.4	2.0	29.1	1.9	7/64
	19	19	153.8	2.1	29.0	2.4	1/8
	20	20	162.1	2.2	28.8	1.8	7/64
	21	21	170.4	2.3	28.6	2.4	1/8
	22	22	178.8	2.4	28.5	2.4	1/8
	23	23	187.1	2.5	28.3	2.4	1/8
	24	24	195.4	2.6	28.2	3.0	3/64
	25	25	203.8	2.7	28.0	2.4	1/8
	26	26	212.1	2.9	27.9	3.0	3/64
	27	27	220.4	3.0	27.7	3.0	3/64
	28	28	228.7	3.2	27.6	3.0	3/64
3	29	29	237.7	3.3	27.4	3.0	3/32
	30	30	246.0	3.3	27.3	3.0	3/64
	31	31	254.3	3.4	27.1	3.0	3/32
	32	32	262.7	3.5	26.9	3.0	3/32
	33	33	271.0	3.6	26.8	3.0	3/32
	34	34	279.3	3.8	26.7	3.0	3/32
	35	35	287.7	3.9	26.5	4.2	1/16
	36	36	296.0	4.0	26.4	3.0	3/32
	37	37	304.3	4.1	26.2	3.0	1/16
	38	38	312.7	4.2	26.1	3.0	1/16
	39	39	321.0	4.3	25.9	4.2	1/16
	40	40	329.3	4.4	25.8	4.2	1/16

41	41	357.6	4.5	25.7	5.5	17/61
42	42	346.0	4.7	25.9	5.5	17/61
43	43	351.3	4.8	25.4	5.5	17/61
44	44	363.2	5.1	25.3	5.5	17/61
45	45	371.6	5.0	25.1	5.0	17/61
46	46	379.3	5.1	25.0	5.0	17/61
47	47	389.2	5.2	24.9	5.0	17/61
48	48	396.6	5.3	24.7	5.4	17/61
49	49	404.9	5.5	24.6	5.4	17/61
50	50	413.2	5.6	24.5	5.8	17/61
51	51	421.6	5.7	24.4	5.8	17/61
52	52	433.9	5.8	24.3	5.8	17/61
53	53	438.2	5.9	24.1	6.2	17/61
54	54	446.5	6.0	24.0	5.8	17/61
55	55	454.9	6.1	23.9	6.2	17/61
56	56	463.2	6.2	23.8	6.2	17/61
57	57	471.5	6.4	23.6	6.6	17/61
58	58	479.9	6.7	23.5	6.6	17/61
59	59	488.8	6.8	23.4	7.0	17/61
60	60	497.1	6.7	23.3	6.6	17/61
61	61	505.5	6.8	23.2	6.5	17/61
62	62	513.8	6.9	23.1	7.0	17/61
63	63	522.1	7.0	23.0	7.0	17/61
64	64	530.5	7.1	22.9	7.4	17/61
65	65	538.8	7.3	22.8	7.0	17/61
66	66	547.1	7.4	22.7	7.4	17/61
67	67	555.4	7.5	22.6	7.4	17/61
68	68	563.8	7.6	22.5	7.9	17/61
69	69	572.1	7.7	22.4	7.8	17/61
70	70	580.4	7.8	22.3	7.8	17/61
71	71	588.8	7.9	22.2	7.8	17/61
72	72	597.1	8.0	22.2	7.8	17/61
73	73	605.4	8.5	22.1	8.0	17/61
74	74	614.4	8.6	22.0	8.3	17/61
75	75	622.7	8.4	21.9	8.3	17/61
76	76	631.0	8.5	21.8	8.8	17/61
77	77	639.3	8.6	21.8	8.7	17/61
78	78	647.7	8.7	21.7	8.7	17/61
79	79	656.0	8.8	21.6	8.7	17/61
80	80	664.3	8.9	21.5	8.7	17/61
81	81	672.7	9.1	21.5	9.2	17/61
82	82	681.0	9.2	21.4	9.2	17/61
83	83	689.3	9.3	21.3	9.2	17/61
84	84	697.7	9.4	21.3	9.7	17/61
85	85	706.0	9.5	21.2	10.2	17/61
86	86	714.3	9.6	21.2	9.1	17/61
87	87	722.6	9.7	21.1	10.2	17/61
88	88	731.0	10.2	21.1	10.2	17/61
89	89	739.9	10.3	21.0	10.2	17/61
90	90	748.2	10.1	21.0	10.2	17/61
91	91	756.6	10.2	20.9	10.1	17/61
92	92	764.9	10.3	20.9	10.1	17/61
93	93	773.2	10.4	20.8	10.1	17/61
94	94	781.6	10.5	20.8	11.2	17/61

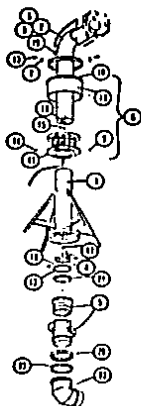
95	95	789.9	10.6	20.7	10.1	9/23
96	96	790.2	10.0	20.7	11.2	12/64
97	97	806.6	10.9	20.7	10.1	9/23
98	98	814.9	11.0	20.6	11.2	12/64
99	99	827.2	11.1	20.6	11.2	12/64
100	100	831.5	11.2	20.6	11.2	12/64
101	101	839.9	11.3	20.5	11.1	12/64
102	102	848.2	11.4	20.5	12.3	5/16
103	103	856.5	11.9	20.8	11.1	12/64
104	104	865.5	12.1	20.4	12.3	5/16
105	105	873.8	11.8	20.4	12.3	5/16
106	106	882.1	11.9	20.4	11.1	12/64
107	107	890.5	12.0	20.4	12.3	5/16
108	108	898.8	12.1	20.4	12.2	5/16
109	109	907.1	12.2	20.3	12.2	5/16
110	110	915.5	12.3	20.3	12.2	5/16
111	111	923.8	12.4	20.3	12.2	5/16
112	112	932.1	12.6	20.3	12.4	21/64
113	113	940.4	12.6	20.3	12.2	5/16
114	114	948.8	12.8	20.3	12.4	5/16
115	115	957.1	12.9	20.3	12.4	21/64
116	116	965.4	13.0	20.3	12.4	21/64
117	117	973.8	13.1	20.2	12.2	5/16
118	118	982.1	13.1	20.2	12.2	5/16
119	119	990.2	13.1	20.2	12.2	5/16
120	120	997.7	13.4	20.2	12.4	21/64
121	121	1005.6	13.6	20.2	12.4	21/64
122	122	1013.9	13.7	20.2	12.6	11/32
123	123	1022.2	13.7	20.2	12.4	21/64
124	124	1030.6	13.8	20.2	12.4	21/64
125	125	1038.9	14.0	20.1	14.6	11/32
126	126	1047.2	14.0	20.1	12.4	21/64
127	127	1055.6	14.2	20.1	14.6	11/32
128	128	1063.9	14.3	20.1	14.6	11/32



ESTRUCTURA DEL PIVOTE
 MODELOS 307, 410, 410-B, 507, 510

NO.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	NO.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	...	1	...	1	...	1	...
2	...	1	...	2	...	1	...
3	...	1	...	3	...	1	...
4	...	1	...	4	...	1	...
5	...	1	...	5	...	1	...
6	...	1	...	6	...	1	...
7	...	1	...	7	...	1	...
8	...	1	...	8	...	1	...
9	...	1	...	9	...	1	...
10	...	1	...	10	...	1	...
11	...	1	...	11	...	1	...
12	...	1	...	12	...	1	...
13	...	1	...	13	...	1	...
14	...	1	...	14	...	1	...
15	...	1	...	15	...	1	...
16	...	1	...	16	...	1	...
17	...	1	...	17	...	1	...

* Every quantity in brackets is optional
 ** Figures in brackets are lower

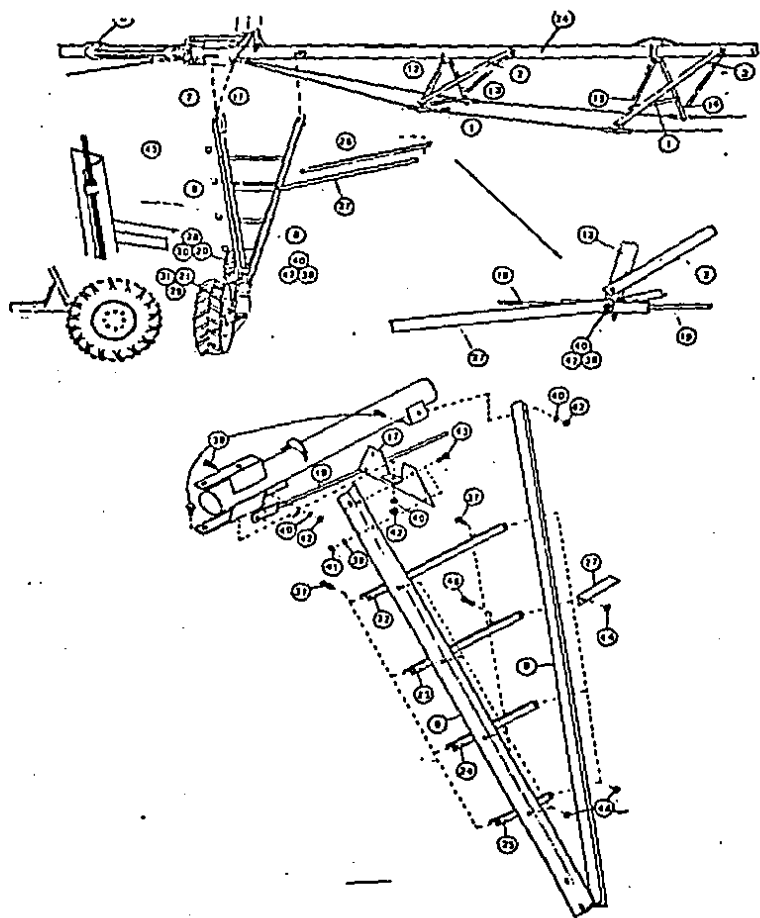


OBSERVACIÓN: ALERTESE DE COLOCAR EL
SELLO DE CAUCHO O ROPA EN EL INTERIOR
DEL TUBO.

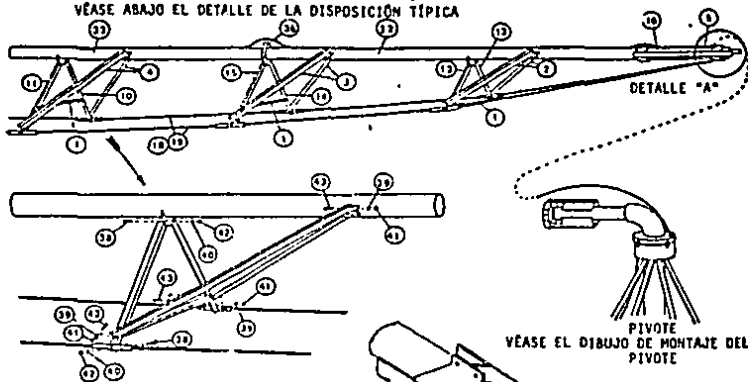
OBSERVACIÓN: ES IMPORTANTE QUE EL ANILLO
CONJUNTO SE FIJE CON FIRMESZA DE LA SIGUIENTE
MANERA: EMPUJE EL ANILLO HACIA ARRIBA
HASTA QUE SE TOPE, DE MANERA QUE LOS OMBROS
MÁS GRANDES QUEDEN ARRIBA DEL ANILLO
TODAS LAS CUBIERTAS EXTERIORES DEBEN DE
SER DE ARAMIDA.

ESTRUCTURA DEL PIVOTE (SECCIÓN DEL CODO)
Modelos 307, 410, 410-B, 507, 510

NO.	PARTES NO.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	01-0010-1	1	Capuchón superior del lateral del pivote
2	01-0010-2	1	Capuchón superior del codo del pivote Mod. 410-B
3	01-0010-3	1	Soporte de codo del lateral del pivote, Mod. 410, 507
4	01-0010-4	1	Soporte de pivote superior
5	01-0010-5	1	Capuchón superior del tubo de olecranon del pivote
6	01-0010-6	1	Soporte del anillo selector
7	01-0010-7	1	Soporte de la articulación del anillo selector
8	01-0010-8	1	Capuchón superior del codo del pivote, Mod. 410 y 510
9	01-0110-1	1	Tornillo hexagonal inoxidable, 3/8" x 1/2"
10	01-0110-2	1	Empuñadura de pivote del anillo selector
11	01-0110-3	1	Empuñadura de pivote del anillo selector
12	01-0110-4	1	Tornillo de cabeza de pivote del eje selector, 8"
13	01-0200-0	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", acero inoxidable
14	01-0210-1	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
15	01-0210-2	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
16	01-0210-3	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
17	01-0210-4	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
18	01-0210-5	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
19	01-0210-6	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
20	01-0210-7	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
21	01-0210-8	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
22	01-0210-9	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8
23	01-0210-0	1	Soporte hexagonal, 3/16" x 1/2" x 3/16", 82, 8



VEÁSE ABAJO EL DETALLE DE LA DISPOSICIÓN TÍPICA

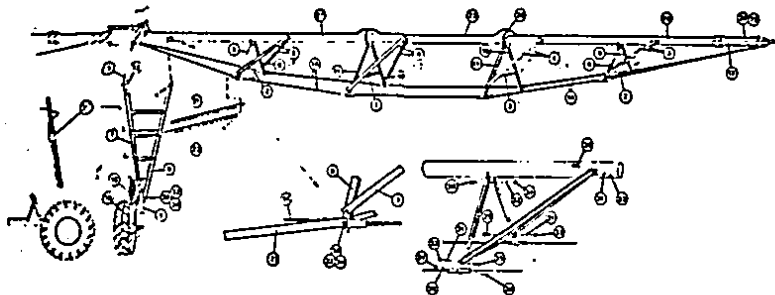


OBSERVACIÓN:
Longitud de la varilla de la armazón, desde el centro de un agujero hasta el centro del otro:
Varilla de 6,40 m (20' 5 11/32"), 3/4" diám.

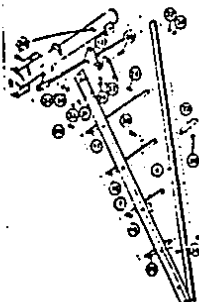
DETALLE "A"
(Primer tramo solamente)

ESTRUCTURA DE TRAMO, MODELO 410

NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REMARKS	NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	REMARKS
1	...	1	...	21	...	1	...
2	...	1	...	22	...	1	...
3	...	1	...	23	...	1	...
4	...	1	...	24	...	1	...
5	...	1	...	25	...	1	...
6	...	1	...	26	...	1	...
7	...	1	...	27	...	1	...
8	...	1	...	28	...	1	...
9	...	1	...	29	...	1	...
10	...	1	...	30	...	1	...
11	...	1	...	31	...	1	...
12	...	1	...	32	...	1	...
13	...	1	...	33	...	1	...
14	...	1	...	34	...	1	...
15	...	1	...	35	...	1	...
16	...	1	...	36	...	1	...
17	...	1	...	37	...	1	...
18	...	1	...	38	...	1	...
19	...	1	...	39	...	1	...
20	...	1	...	40	...	1	...
21	...	1	...	41	...	1	...
22	...	1	...	42	...	1	...
23	...	1	...	43	...	1	...
24	...	1	...	44	...	1	...
25	...	1	...	45	...	1	...
26	...	1	...	46	...	1	...
27	...	1	...	47	...	1	...
28	...	1	...	48	...	1	...
29	...	1	...	49	...	1	...
30	...	1	...	50	...	1	...



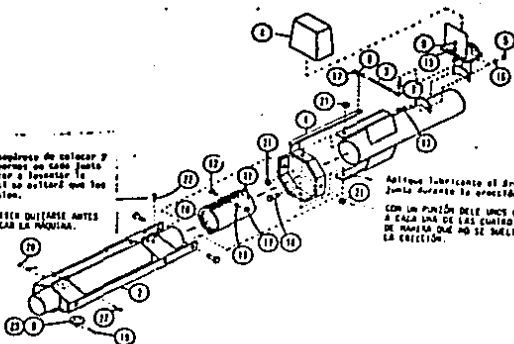
MONTAJE DEL TRAMO CON TUBERÍA DE 2 1/2", MODELO 410



DET.	PARTES NO.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DET.	PARTES NO.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	85-1990-0	6	Traverse de la armadura, 3,71 m (12'-10")	71	85-2281-1	6	Soporte estabilizador derecho, mod. 410
2	85-1118-0	4	Soportes laterales de la armadura, 1,91 m (6'-3")	72	85-2287-1	1	Soporte estabilizador izquierdo, mod. 410
3	85-1117-0	4	Soportes laterales de la armadura, 3,70 m (12'-0")	73	85-2156-1	1	Carro de rodillos de apoyo superior, mod. 410
4	85-2110-0	1	Cable anclador de 6 x 19, 5,20 m (17'-0")	74	85-2115-0	1	Cable anclador de 11 conductores, 5,20 m (17'-0")
5	85-2112-1	1	Cable anclador de 11 conductores	75	85-2161-1	1	Cable anclador de 11 conductores, 25,75 m (84'-6")
6	85-2114-0	1	Pala reguladora de la torre	76	85-0172-1	1	Cable del sistema del giratorio
7	85-2113-0	1	Pala reguladora de la armadura, 6,16 m (20'-0")	77	85-0114-1	1	Cable del sistema del giratorio
8	85-2114-0	1	Pala derecha de la armadura, 6,16 m (20'-0")	78	85-0110-0	1	Montacargas de torre
9	85-2115-1	1	Pala derecha de la armadura, 3,22 m (10'-7")	79	85-0108-1	16	Tornillos hexagonales, 9-12 x 1 1/4, grado 8
10	85-2116-1	1	Pala reguladora de la armadura, 3,22 m (10'-7")	80	85-0109-1	70	Tornillos hexagonales, 9-12 x 1 1/4, grado 8
11	85-2117-1	1	Carro de rodillos de apoyo inferior	81	85-0111-0	26	Soportes de granito hexagonales, 5-5
12	85-2118-0	1	Placa de montaje de la torre	82	85-0112-0	20	Soportes de granito hexagonales, 5-5-10
13	85-2119-0	10	Carro de rodillos de montaje superior, modelo 1900-1	83	85-0105-1	36	Tornillos hexagonales hexagonales, 5-5-12
14	85-2120-0	10	Carro de rodillos de montaje inferior, modelo 1900-2	84	85-0103-1	20	Tornillos hexagonales hexagonales, 5-5-12
15	85-2121-0	1	Carro de rodillos de apoyo superior, modelo 1900-1	85	85-0104-0	36	Tornillos hexagonales, 5-5-12 x 1 1/4, grado 8
16	85-2122-0	1	Carro de rodillos de apoyo inferior, modelo 1900-2	86	20-24-0-0	16	Tornillos de acero, 9-12
17	85-2123-0	1	Traversea superior de la torre	87	20-24-0-0	4	Barridos de acero inoxidable
18	85-2124-1	1	Traversea de la torre, soporte de la torre	88	17-0-30-0	1	Tornillos hexagonales, 9-12 x 1 1/4
19	85-2125-0	1	Traversea de la torre, soporte de la torre				
20	85-2126-1	1	Traversea lateral de la torre				

IMPORTANTE. Después de colocar y apretar estos pernos de lazo junto antes de comenzar a levantar la estructura. Así se evitará que los traves se vuelvan.

ESTOS PERNOS DEBEN QUITARSE ANTES DE HACER AVANZAR LA MÁQUINA.



Aplicar lubricante al área de la junta durante la operación.

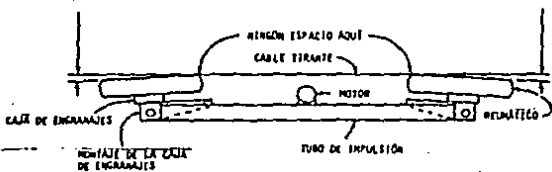
CON UN PUNIÓN DELE UNOS GOLPECITOS A CADA UNO DE LAS CUATRO TORNILLAS DE MANERA QUE NO SE INCLINEN DURANTE LA EJECUCIÓN.

ESTRUCTURA DE LA JUNTA, MODELO 410

REF.	PARTES No.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	03-2234-7	1	Conjunto soldado de anillo hexagonal
2	03-2261-7	2	Conjunto soldado de espiga junta
3	03-2376-6	1	Escilla de control de torque, estándar, M10
4	03-2337-6	1	Caja de control de torque, estándar, M10
5	03-2354-6	1	Caja de control de la perillita torque, M10
6	06-0170-1	2	Tuerca hexagonal inoxidable, 3/8" 16
7	06-0240-3	1	Tuerca hexagonal inoxidable, 5/16" 20
7	06-0470-7	1	Junta articulada de suspensión rígida
8	06-0469-1	1	Control giratorio del elevador de la junta
9	06-0469-2	1	Tapón de drenaje rápido, alto presión
10	06-0510-3	1	Empaqueadura de napa, 6 5/8"
11	06-0520-4	2	Medio coplador, 6 5/8"
12	06-1702-6	16	Perno inoxidable, 5/16" 18 x 1", Grado 2
13	06-0603-6	2	Tornillo mecánico hexagonal, 3/8" 16 x 1 1/2", Gr. 5
14	06-0810-9	4	Tornillo mecánico, 1" 8 x 2 1/4"
15	06-0812-7	1	Arandela de presión, 5/16"
16	06-0813-7	2	Arandela de presión inoxidable, 3/8"
17	06-0822-6	16	Tuerca hexagonal inoxidable, 5/16" 18
18	06-0842-7	20	Arandela plana, 3/4"
19	06-1098-9	1	Chaveta o pasador de alfiler inoxidable, 5/32" x 2"
20	06-2418-9	8	Control-tuerca doble inoxidable, 1/2" 11
21	06-2429-9	4	Control-tuerca hexagonal inoxidable, 1" 8
22	24-0246-4	10	Tornillo hexagonal inoxidable, 1/2" 12 x 1 1/2"
22	46-0070-6	1	Tapón de drenaje rápido

MODELO 102	
TORRE #	CONVERGENCIA
1	3/4" (19 mm)
2 y 3	1/2" (9.5 mm)
4 y 5	1/8" (3 mm)
6 ÚLTIMA TORRE ESTÁNDAR	0" (0 mm)

MODELO 110	
TORRE #	CONVERGENCIA
1	1" (25 mm)
2 y 3	1/2" (12.5 mm)
4 y 5	1/4" (6 mm)
6 ÚLTIMA TORRE ESTÁNDAR	0" (0 mm)

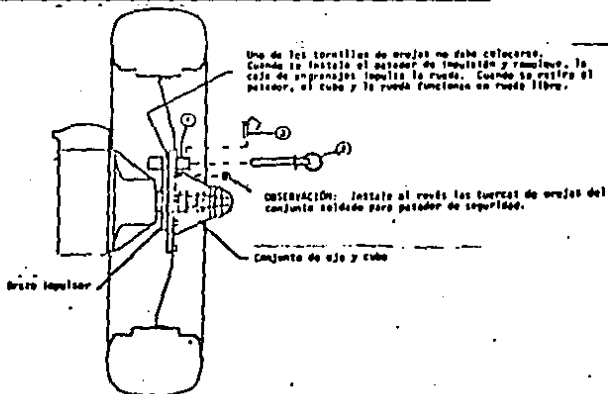


VISTA SUPERIOR DEL TUBO DE IMPULSIÓN

ALINEAMIENTO DE LAS RUEDAS

CONJUNTO DE PASADÓRES DE IMPULSIÓN PARA REMOLQUES

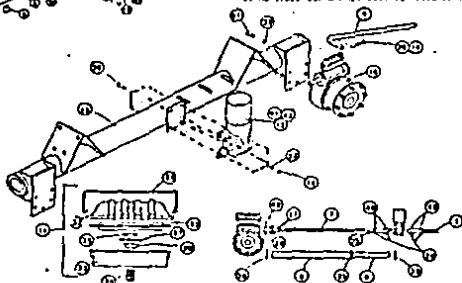
REF.	PART. No.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
2	03-1234-2	1	Conjunto soldado de seguridad para pasador de impulsión y remolque
7	04-3708-2	1	Pasador de seguridad 3/8" a 1 1/2"
7	04-3709-1	1	Pasador de impulsión para remolque de la caja de engr.





1. MANTENER TODAS LAS TAPAS Y CUBIERTAS EN SU SITIO.
2. LAS MÁQUINAS AUTOMÁTICAS PUEDEN AMANCAR O PARTIR A FUELGUJER REMOTOS.
3. PRIMERO DESCONECTE EL CABLE ELÉCTRICO O PUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA HACER AJUSTES O REPARACIONES.
4. ASEGURESE DE QUE NO HAY NADIE CERCA DE LA MÁQUINA ANTES DE APLICAR LA ENERGÍA ELÉCTRICA.
5. NO ACRQUE LAS MANOS, LOS PIES O LA ROPA A LAS PARTES ROTATIVAS CUANDO ESTÁN EN MOVIMIENTO.

SI NO SIGUE ESTAS PRECAUCIONES PUEDE SUFRIR UN ACCIDENTE.



ESTRUCTURA DEL TUBO DE IMPULSION

NO.	PARTES NO.	DESCRIPCION
1	04-0110-0	Placa, parte de montaje de la caja de empacado
2	04-0100-0	Placa, parte de montaje de la caja de empacado
3	04-0120-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
4	04-0020-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
5	04-0030-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
6	04-0040-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
7	04-0050-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
8	04-0060-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
9	04-0070-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
10	04-0080-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
11	04-0090-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
12	04-0100-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
13	04-0110-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
14	04-0120-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
15	04-0130-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
16	04-0140-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
17	04-0150-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
18	04-0160-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
19	04-0170-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
20	04-0180-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
21	04-0190-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
22	04-0200-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado

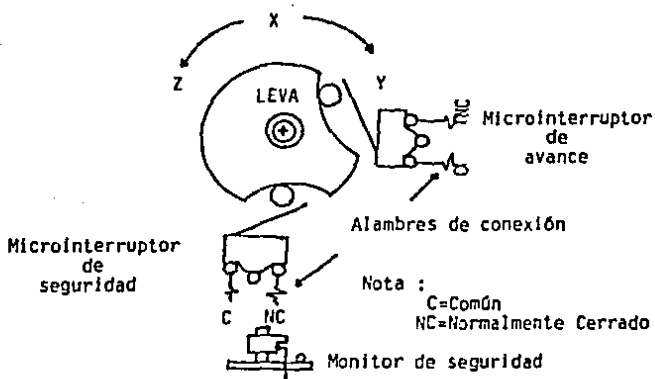
NO.	PARTES NO.	DESCRIPCION
23	04-0210-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
24	04-0220-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
25	04-0230-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
26	04-0240-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
27	04-0250-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
28	04-0260-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
29	04-0270-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
30	04-0280-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
31	04-0290-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
32	04-0300-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
33	04-0310-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
34	04-0320-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
35	04-0330-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
36	04-0340-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
37	04-0350-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
38	04-0360-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
39	04-0370-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
40	04-0380-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
41	04-0390-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
42	04-0400-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
43	04-0410-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
44	04-0420-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
45	04-0430-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
46	04-0440-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
47	04-0450-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
48	04-0460-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
49	04-0470-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
50	04-0480-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
51	04-0490-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
52	04-0500-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
53	04-0510-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
54	04-0520-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
55	04-0530-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
56	04-0540-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
57	04-0550-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
58	04-0560-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
59	04-0570-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
60	04-0580-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
61	04-0590-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
62	04-0600-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
63	04-0610-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
64	04-0620-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
65	04-0630-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
66	04-0640-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
67	04-0650-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
68	04-0660-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
69	04-0670-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
70	04-0680-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
71	04-0690-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
72	04-0700-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
73	04-0710-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
74	04-0720-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
75	04-0730-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
76	04-0740-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
77	04-0750-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
78	04-0760-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
79	04-0770-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
80	04-0780-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
81	04-0790-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
82	04-0800-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
83	04-0810-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
84	04-0820-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
85	04-0830-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
86	04-0840-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
87	04-0850-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
88	04-0860-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
89	04-0870-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
90	04-0880-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
91	04-0890-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
92	04-0900-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
93	04-0910-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
94	04-0920-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
95	04-0930-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
96	04-0940-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
97	04-0950-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
98	04-0960-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
99	04-0970-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
100	04-0980-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
101	04-0990-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado
102	04-1000-0	Arrojo, parte de montaje de la caja de empacado

* Cabeza hexagonal en cruz

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

EXPLICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE MECANISMO DE LA LEVA

Al rotar avanzando la última torre y, al cesar de girar una determinada distancia, hace que la penúltima torre capote también a diversos grados, lo que está regulado por una junta, para el que sirve Fig. 1, para que inmediatamente en respectiva leva capote a gran altura la posición X o la posición Y de la figura que se describen en adelante.



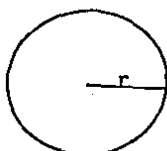
Estado de esta manera la leva hace acción al microinterruptor de avance en grado X, y al finalizar el avance comienza el avance de la penúltima torre, lo que se produce cuando con las dos torres.

Ahora que ya alguna de las penúltimas torres comienza a retroceder, ya sea porque su sistema no funciona correctamente, o porque los límites de avance torres han

cuando se abascada, la leva dará un giro desde la posición X a la posición Z, y de esta manera activará a su respectivo microinterruptor de seguridad, avisando así, al microprocesador que una falla está teniendo lugar en tal torre, para después detener al sistema de riego.

APENDICE II

CALCULO DE PARAMETROS DE CONTROL



$$C = 2 * \pi * r$$

$V = d / t$, $t = d / v$ donde $d = C$, por lo tanto

$$t = 2 * \pi * r / V * 60, \text{ en horas}$$

$$t = 0.105 * r / V$$

C = la distancia que tiene que recorrer el motor de la última torre;

V = la velocidad de la última torre, 9.43 pies/minutos;

t = tiempo mínimo de rotación, en horas;

r = la distancia del pivote al motor de la última torre, 1000 pies.

$$t = 0.105 * 1000 / 9.43 = 11.9 \text{ horas}$$

Aplicación de agua (pulg) =

CAPACIDAD DEL POTO (GPM)	TIEMPO DE ROTACION (hrs)
1120	11.9

$$Llama = (950 * 11.9) / (33.5 * 1120)$$

$$Llama = 0.3 \text{ pulgadas}$$

Aplicación a 100%

$$\frac{\text{Aplicación deseada}}{\text{Aplicación a 100\%}} * 100 = \text{Ajuste del porcentaje de tiempo}$$

por ejemplo, ajuste necesario del porcentaje de tiempo para un riego del 50%, $0.3 / 0.5 = \text{Ajuste en } 66\%$.

TABLA DE PRECIPITACION

Precip.	Porcentaje de tiempo	Tiempo en horas
0.30	99	11.9
0.35	85	13.9
0.40	75	15.9
0.50	60	19.9
0.60	50	23.9
0.70	43	27.9
0.80	37	31.8
0.90	33	35.8
1.00	30	38.8
1.10	27	43.8
1.20	25	47.6
1.25	24	49.7
1.50	20	59.7
1.75	17	69.6
2.00	15	79.6
2.25	13	89.5
2.50	12	99.5
3.00	10	119.4
3.50	9	139.3
4.00	7	159.2

APENDICE III

PROGRAMACION DEL SISTEMA DE CONTROL

La siguiente tabla muestra el contenido de la memoria RAM en las direcciones de abajo descritas, los datos que se almacenan aquí representan. Por ejemplo, en la dirección de memoria 02EA, está almacenada el dato 04 en hexadecimal, que representa al BYTE más significativo del número 11.2 en decimal, 04A6. Aquí mismo, se guardará el resultado de una división.

MEMORIA	Contenido	Subrutina que lo utiliza
02E0	Unidades de tiempo	SEPARA
02E3	Contador, No. de bits	DIVISION
02EA	04 (Divisor ; BYTE MS (Cociente	TIMER, DIVISION
02EB	A6 11.0) ; BYTE MS hrs)	
02EC	00, BYTE MS (Dividendo ; minutos	DIVISION
02ED	BYTE MS % de tiempo)	DIVISION
02EE	MSMS (Dato % de tiempo)	DECHEX
02EF	Valor máximo (60,00)	IRQ, SETIME
02F0	Hora centenas	IRQ, SETIME, PROG. PPAI.
02F1	Hora decenas	IRQ, SETIME, PROG. PPAI.
02F2	Minutos	IRQ, SETIME, PROG. PPAI.
02F3	Segundos	IRQ, SETIME, PROG. PPAI.
02F4	60' segundos	IRQ, SETIME, PROG. PPAI.
02F5	Tecla (dato 0-9)	TECLADO
02F6	BYTE MS (Hexadecimal)	HEXADEC, TIMEON, TIMER
02F7	BYTE MS	HEXADEC, TIMEON, TIMER
02F8	Digito MS (% de tiempo x 60)	TIMEON, HEXADEC
02F9	Digito MS	TIMEON, HEXADEC
02FA	60' segundos, UM	TIMEON
02FB	Segundos, UM	TIMEON
02FC	Dato % de tiempo (600)	PORTIME
02FD	ED, BYTE MS de tabla No. 6	PROG. PPAI.
02FE	Ultimo caracter	INFOR, INFORI
02FF	Contador, No. de digitos	PORTIME

Abreviaturas adicionales:
 MS Mas significativo
 MSB Menos significativo
 N Nibble

MEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
INICIO			
LBSR		PIA1	Subrutina PIA1
LBSR		PIA2	Subrutina PIA2
LBSR		DISPLY	Subrutina DISPLY
LDA	#1E3		Byte MS del EPROM
STA	M02FD		
LDX	#1E319		Inicio de mensaje (SISTEMA)
LDA	#11F		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
LDX	#1E300		Inicio de mensaje (CONTROL DE BIECO)
LDA	#10F		Ultimo caracter
LBSR		INFOR1	Subrutina INFOR1
LDA	#101		DS = 1
STA	1A002		Se activa contactor principal
IT			
LDU	#102F4		Memoria de unidades de tiempo
LDX	#10000		
STX	-2,U		Inicializa unidades.
STX	-3,U		de tiempo
STX	-1,U		
LBSR		PORTIME	Subrutina PORTIME
LBSR		TIMEDN	Subrutina TIMEDN
LBSR		TIMER	Subrutina TIMER
RC			
LDA	#103		DS=1, MF=1
STA	1A002		
LDA	#107		
STA	1A001		CA=11, IRDA0, habilita JRD 1P
RE			
LBSR		RELOJ	Lee señal del IPS
LDA	1A002		Enmascara sólo señal MP
ANDA	#104		Baja presión, IPS = 1 ?
CMPA	#104	BP	Brinca si es igual
BEQ			Lee pinteruptor de seguridad
LDA	1A002		Enmascara sólo señal CS
ANDA	#110		Sistema desahogado, CS = 1 ?
CMPA	#110	SD	Brinca si es igual
BEQ			Aterriza línea del teclado
LDA	#103		
STA	1B002		
LDA	1B000		Lee teclado
CMPA	#10F	PR	Tecla de "PASC" ?
BEQ			Segundos calculados
LDA	M02FE		
CMPA	M02FE	MY	Honor que el del reloj ?
BLT			
AM			
LDA	#10B		
STA	1A002		Se activa el último motor
CT			
LDU	M02EA		Tiempo de funcionamiento (horas)

MNEMONICOS	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
CMPO	M02F0		
OST		RE	Mayor que el del reloj ?
CMPO	M02F0		
BNE		FN	Diferente que el del reloj ?
LDA	M02EC		Tiempo de funcionamiento (minutos)
CMPA	M02F2		
DGE		RE	Minutos mayor/igual que el del reloj ?
FN			
LDA	#501		
STA	\$A002		Desactiva bomba y señales de control
LBSR		RETARDO	Retardo, de 3 segundos
LDA	#10C		Registro A = tecla "N"
DC			
CMPA	#50C		A = tecla "N" ?
BNE		GI	Brunca si es diferente
LDA	#500		
STA	\$A002		Contactador principal desactivado (DG)
LDX	#2E051		Inicio de mensaje (FIN PROCESO)
LDA	#2E0		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
SWI			Fin del proceso
GI			
LDX	#2E000		Inicio de mensaje (OPCION INCORRECTA)
LDA	#2CF		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
BRA		S	Brunca siempre a S
SD			
LDX	#2E010		Inicio de mensaje (SISTEMA)
LDA	#21F		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
LDX	#2E070		Inicio de mensaje (DESAFINADO)
LDA	#2B0		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
BRA		ORG	
PR			
LDX	#2E010		Inicio de mensaje (PARO DEL SISTEMA)
LDA	#21F		Ultimo caracter
BRA		OG	
NY			
CMPA	M02F3		
BNE		DN	Segundos, igual que el del reloj ?
LDA	M02FA		Centésimas de segundos calculados
CMPA	M02F4	60'	de segundos igual que el del reloj ?
DGE		AM	
DN			
LDA	#100		
STA	\$A002		Se desactiva el último motor
BRA		OT	

MEMORICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
BP			
LDX	#E330		Inicio de mensaje (BAJA PRESION)
LDA	#E3B		Ultimo caracter
CS		INFOR	Subrutina INFOR
PSS			
LDA	#101		
STA	CA002		Desactiva contactor y ultimo motor
LDA	#E0E		
STA	CA001		CA1=10, IRDA=1, desactiva IRD pp
S			
LDX	#E330		Inicio de mensaje (SECUR (S/N))
LDA	#147		Ultimo caracter
LBSR	INFOR		Subrutina INFOR
LBSR	TECLADO		Subrutina TECLADO
CMPA	#20D		Es la tecla "S" = si ?
BNE		DC	
LBSR		RETAR)	Subrutina RETARDO, de 5 minutos
CP			
LDX	#E34B		Inicio de mensaje (CAMBIAR % DE)
LDA	#E54		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
LDX	#E355		Inicio de mensaje (TIEMPO (S/N))
LDA	#E60		Ultimo caracter
LBSR		INFOR1	Subrutina INFOR1
LBSR		TECLADO	Subrutina TECLADO
CMPA	#20D		Es la tecla "C" = si ?
BEQ		JT	
CMPA	#20C		Es la tecla "N" = no ?
BEQ		RC	
LDX	#E320		Inicio de mensaje (OPCION INCORRECTA)
LDA	#12F		Ultimo caracter
LBSR	INFOR		Subrutina INFOR
BRA		CP	

SUBROUTINAS

Se configuran las señales de control que van hacia el sistema de riego, el periférico se encuentra en la dirección A000. Nombre de la subrutina : CIA1.

MEMORICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
CIA1			Configura el CIA (IC)
LDA	#EFF		Como salida (PA0-PA7)
STA	CA000		Registro A de datos del CIA
LDA	#104		Se graban como salidas
STA	CA001		Registro A de dirección del CIA
LDA	#10D		2 salidas (PB0, PB1, PB2) y 2 de entradas (PB3, PB4)
STA	CA002		Registro B de datos del CIA
LDA	#104		Se graban como tal
STA	CA003		Registro B de dirección
RTS			Retorno de la subrutina

Se configuran las líneas del teclado de matriz, de 5 x 3; el periférico se encuentra localizado en la dirección 0000. PIA2, en el nombre de esta subrutina.

MEMORICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
PIA2			Configura al PIA (UC)
LDA	#0500		Como entradas (PA0-PA4)
STA	0000		Registro A de datos del PIA
LDA	#001		Se graban como entradas
STA	0001		Registro A de direcciones
LDA	#007		Como salidas (PA0-PA4)
STA	0007		Registro B de datos del PIA
LDA	#001		Se graban como salidas
STA	0003		Registro B de direcciones
RTS			Retorno de la subrutina

Se configura la pantalla de 2 líneas, por medio del PIA (UC); utiliza para ello la subrutina INST. El nombre de la siguiente subrutina es DISPLY.

MEMORICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
DISPLY			Se configura el display (líneas de datos de 7-bit, tamaño del carácter,
LDR	#100	INST	5 x 10 puntos)
LDR	#00F	INST	Display encendido y cursor parpadeando
LDR		INST	Subrutina INST
LDR	#001	INST	Limpia la pantalla y cursor, dirección 0
LDR		INST	Subrutina INST
LDR	#006	INST	Incrementar una la posición del cursor
LDR	INST	INST	Subrutina INST
RTS			

Subrutina PORTIME :

Rutina para dar el porcentaje de tiempo, del 5% al 99%, y sólo son aceptados porcentajes enteros. Al terminar de proporcionar dato dato, se llama que esperar la tecla de RETORNO, por ejemplo :

```
5 % -> a) < 5 >, < RETORNO >
      b) < 0 > < 5 >, < RETORNO >
```

```
32 % -> a) < 3 > < 2 >, < RETORNO >
```

Esta subrutina es llamada por el programa principal.

MEMORICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
PORTIME			
LDX	#0F00		Inicio de mensaje (PORCENTAJE DE)
LDA	#10		Ultimo carácter
LDR		INSTR	Subrutina INSTR

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
LDX	#1E55		Inicio de mensaje (TIEMPO)
LDA	#15D		Ultimo caracter
LBSR		INFOR1	Subrutina INFOR1
CLR	MO2FF		Inicializa contador de digitos
0No			
INC	MO2FF		Incrementa uno el contador
LBSR		TECLADO	Subrutina de TECLADO
CMPA	#20D		Es la tecla RETORNO ?
BEG		PD	
CMPA	#209		
BGE		PJ	Número mayor que 2 ?
LBSR		DISP	Subrutina DISP
LDA	#02FE		Digito DCD
LDB	MO2FF		Contador digitos
CMPB	#201		Es un sólo digito ?
BNE		DD	
LSIA			
LSLA			
LSIA			
LSLA			
BRA			lo deja como digito más significativo
0D		GM	
ADDA	MO2FC		Agrega el otro digito
GM			
STA	MO2FC		Guarda el % de tiempo en memoria
BRA		0No	Brinca siempre a 0No
PD			
LDB	#02FF		Contador
CMPB	#201		Sólo la Tecla RETORNO ?
DEQ		PJ	Brinca si es igual
CMPB	#202		Un sólo digito ?
BNE		PP	Brinca si es diferente de 2
LDA	MO2FC		Se carga el dato de porcentaje
LSRA			
LSRA			
LSRA			
LSRA			
CMPA	#205		Digito menos significativo
BIT		PJ	Dato menor del 5 porciento ?
STA	MO2FC		Brinca si es menor que 5
RTS			Se guarda el dato en memoria
PP			
CMPB	#203		Don digitos ?
BNE		PI	
RTS			

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
PT			
LDX	#1E06C		Inicio de mensaje (PORCENTAJE)
LDA	#375		Ultimo caracter
LDSR		INFOR	Subrutina INFOR
LDX	#1E027		Inicio de mensaje (INCORRECTA)
LDA	#30F		Ultimo caracter
LDSR		INFOR1	Subrutina INFOR1
BRA		PT	

Subrutina TECLADO :

Consiste en la manera en que el operador pueda proporcionar el dato que se le pida por medio del teclado. El teclado contiene 15 teclas, 10 son para los números del 0 al 9, una para el punto, una tecla de SI (de afirmación) una tecla NO (de negación) además, una tecla de RETORNO (para proporcionar el porcentaje) y la tecla de PARO, para detener el sistema via programación. La subrutina TECLADO es llamada desde el programa principal y por la subrutina PORTIME.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
TECLADO			
CIRA			Registro A = 0
STA	#000		Absorbe 3 líneas del teclado
OF			
LDA	#000		Recoge información del teclado
CMFA	#31F		Teclado apagado ?
SEC		OF	
CIR	#02FS		Borra unidad del dato de porcentaje
LDX	#00AF		Crea un espacio de tiempo (25ms)
OT			
LEAX	X, -1		Decrementa el dato en X
BNE		OT	Si $X \geq 0$, No. pasos = 0 ?
LDB	#30E		Columna 1
SC			
STB	#000		Rastreo columna de tecla oprimida
LDA	#000		Dato en A
CMFA	#11F		Tecla oprimida ?
BNE		RR	
LDA	#105		Constante de matriz
ADDA	#02FS		Salta a la siguiente columna
STA	#02FS		Guarda el dato en memoria
LDB			Rastreo a la siguiente columna
BRA		SC	
RR			
LSRA			Rastreo del renglón
DDC		10	Renglón oprimido ? $C = 0$
LDA	#02FS		Dato en A
RTG			

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
ID			
INC	MOZFF		Incrementa dato del teclado
BR		RR	

Subrutina DISP :

Imprime en pantalla un número del 0 al 9, en utilizada por la subrutina PORTIME. Pone a CA2 = RS = 1, convierte el dato a ASCII, y habilita al display con un pulso, E = CDB.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
DISP			
LDB	#230		CA2 = 1
STB	SA001		RS = 1
ADDA	#130		Hexadecimal a ASCII
STA	SA000		Dato en el display
LDA	#334		CDB = 0
STA	SA003		E = 0
STB	SA003		E = 1
STA	SA003		E = 0
RTS			

Subrutina TIMEON :

Convierte el porcentaje de tiempo, en tiempo efectivo por segundo y centésima de segundo, esto es, si se tiene un porcentaje del 36%, entonces se tendrá que, $0.36 \times 60 = 21.6$ de la cual, la fracción decimal 0.6, es convertida a centésima de segundo, $0.6 \times 60 = 36$. Así pues, 27 segundos con 36 centésima de segundo, es el tiempo efectivo de funcionamiento del último motor en un minuto. Se requiere de la subrutina HEXADEC, para convertir el resultado de la ta. multiplicación, de hexadecimal a decimal. PORTIME es llamado desde el programa principal.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
TIMEON			
LBSR		DECIMEX	Subrutina DECIMEX
LDB	#106		Simula los 60 segundos
MUL			Multiplicación, resultado como B-A
EXG	A,D		Se intercambian datos
STB	MOZFF		Resultado en B, guardado como A-B
LBSR		HEXADEC	Subrutina HEXADEC
LDA	MOZFB		Parte entera y fraccional
ANDB	#20F		Solo la parte fraccional
STA	MOZFA		Se guarda el dato fraccional
LDB	MOZFB		Parte entera y fraccional
LSRA			
RORB			
LSRA			
RORB			

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
LSRA			
RDRB			
LSRA			
RDRB			
STR	MOEFD		Parte entera en B
LDA	MOEFA		Tiempo efectivo, en segundos
LDB	R106		Parte fraccional
MUL			Simula 60 centésimas de segundo
AAA			Se efectúa la multiplicación
STA	MOEFA		Realiza el respectivo ajuste
			Tiempo efectivo, centésimas de
			segundo
RTS			

Subrutina DECINEX :

Esta subrutina convierte el dato de porcentaje (decimal-BCD) en un número hexadecimal. El nibble más significativo, es multiplicado por 10 y el resultado es sumado al nibble menos significativo. Esta subrutina es llamada por la subrutina TIMERN.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
DECINEX			
LDA	MOEFC		Dato del porcentaje de tiempo
LSRA			
LSRA			
LSRA			
LDR	R10A		Dígito de las decenas
MUL			Se carga el número 10 en B
LDB	MOEFC		Se multiplica quedando el dato en A
ANED	R10F		Porcentaje de tiempo en B
STR	MOEFC		Dígito de las unidades en B
ADDA	MOEFC		Se almacena en memoria
STA	MOEFC		Número hexadecimal
RTS			Queda en memoria la conversión

Subrutina HEXDEC :

Convierte el dato hexadecimal proveniente de la subrutina TIMERN, a un número decimal. El número máximo de dígitos que pueda haber es de 3, $999 \times 0.02 = 60 = 594$; almacenado en número hexadecimal, hasta que no encuentre un uno en el bit 16, esto nos evitará efectuar un número mayor de operaciones posteriormente. Se va desplazando los 2 bytes hacia la izquierda y por medio del bit de acarreo, se realiza la suma significativa para después hacer el ajuste a decimal-BCD de las decenas y si hubiera otro acarreo, se efectúa una nueva suma para volver hacer el ajuste a decimal-BCD, pero ahora de las centenas. Mientras que el contador no llegue a 16 (16), máximo de bits de 2, 0, 16, 3, 16;

decenas se van multiplicando por dos y al haber algún acarreo será suado en el byte representativo de las centenas.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
HEXADEC			
LDB	#101		Contador de bits
TST	MOZF6		Prueba del bit más significativo
RMI		DN	Bit No. 7 = 1 ?
SB			
JNCB			Se incrementa en uno el contador
ASL	MOZF7		Se recorre a la izquierda
ROL	MOZF6		Se rota a la izquierda
RMI		DN	Bit No. 7 = 1 ?
CMPB	#16		Contador de bits es diferente
BNE		SB	de 16 ?
DN			
DECB			Decrementa el contador de bits
CLR	MOZF8		Inicializa centenas
CLR	MOZF9		Inicializa decenas
DD			
ASL	MOZF7		Se recorre dato a la izquierda
ROL	MOZF6	Se	rota dato a la izquierda, c = ?
LDA	MOZF8		Se cargan las decenas en A
ADCA	#10	Se	suman las decenas con el acarreo
DAA			Se ajusta a decimal
STA	MOZF9		Se guarda en memoria
LDA	MOZF8		Se cargan las centenas en A
ADCA	#20		Se suman las centenas
DAA			Se ajusta a decimal
STA	MOZF8		Se guarda en memoria
JNCB			El contador es incrementado en uno
CMPB	#16		No. de bits es diferente de 16 ?
BNE		ND	Brinca si es diferente
RTS			
MD			
LDA	MOZF9		Las decenas se cargan en A
ADDA	MOZF9		Se multiplica por dos
DAA			Nuevo ajuste a las decenas
STA	MOZF9		El dato se guarda en memoria
LDA	MOZF8		Las centenas se cargan en A
ADCA	MOZF8	Se	multiplica por dos y suma acarreo
DAA			Nuevo ajuste a las centenas
STA	MOZF8		Las centenas se guardan en A
DAA		DD	

Subrutina TIMER :

Se calcula el tiempo de funcionamiento del sistema, esto es, el tiempo mínimo de funcionamiento, que es de 11.9 horas, se divide con el porcentaje de tiempo (5.00%). El tiempo mínimo de funcionamiento a modo de poder realizar la

división se toma como un número entero 1190 (044E en hexadecimal). Al obtener el cociente, que representan las horas, se encuentra ahora la parte fraccional del cociente, dividiendo el resto de la primera división efectuada con el porcentaje de tiempo. Al último se hace la conversión a minutos, multiplicando este nuevo cociente y 60. Las horas y minutos son convertidas a decimal.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
TIMER			
LDD	#104AE		Número 1190 en hexadecimal
STD	#00EA		Se guarda en memoria
LDSR		DIVISION	Subrutina DIVISION
LX	#00EA		Cociente se guarda en X, (horas)
LDA	#00A		Registro A = al número 10
MUL			Multiplicación, resultado como D-A
EXG	A, B		Se intercambian registros
STD	#00EA		Se guarda el dato en memoria
LDSR		DIVISION	Subrutina de DIVISION
LDA	#00ED		Minutos hexadecimal
LDB	#20E		Simula 60 segundos
MUL			Se efectúa la multiplicación
DAA			El ajuste a decimal
STA	#00EE		En memoria los minutos de funcionamiento
STX	#00FE		Horas hexadecimal
LDSR		HEXADEC	Subrutina HEXADEC
LDD	#00FE		Horas en decimal, en el acumulador D
STD	#00EA		En memoria las horas de funcionamiento
RTS			Retorno de la subrutina

Subrutina DIVISION :

El divisor se duplica sucesivamente hasta que el bit 15 sea igual a uno, con el fin de encontrar el múltiplo del divisor más cercano al dividendo. Este se obtiene al restar el dividendo con los respectivos múltiplos del divisor y al no haber acarreo, cero, significa que el dividendo es más grande que el divisor por lo cual el cociente es uno, el divisor es recorrido a la derecha (se va dividiendo por dos) el dividendo irá quedando en el registro D, minutos que el cociente se está recorriendo a la izquierda (multiplicando por dos). El proceso se repite al número de veces en que fue recorrido el divisor original hasta que el bit 15 fuera uno. El dividendo se encuentra en la memoria #00EA y #00ED, el divisor en #00EE y #00EF, quedando el cociente en #00EA y #00FE.

Por ejemplo, el dividendo es 1190 (como 11.9, tiempo mínimo de funcionamiento) en hexadecimal 044E, y siendo el porcentaje de tiempo igual a 60%, resulta que el valor por 11 veces a la izquierda 60 (60) el bit 15 es igual a uno, y por lo tanto se hacía las 11 subtracciones correspondientes.

11. 044E	10. 044E	9. 044E	8. 044E
- 6000	- 7000	- 8000	- 9000

XXXX

XXXX

7.	04A6 - 0F00	6.	04A6 - 07B0	5.	04A6 - 03C0	4.	00E6 - 01E0
	xxxx		xxxx		00E6, c=1		xxxx
3.	00E6 - 00F0	2.	00E6 - 007B	1.	00E6 - 0032		
	xxxx		00E6, c=1		0032, c=1		

xxxx, significa que la resta en realidad no es efectuada y por lo tanto no hay acarreo, c=0. En la resta No. 5, el cociente es 1 y éste a su vez se desplaza a la izquierda, y dando como resultado final 100112 = 19. Este mismo resultado se obtiene al dividir 11.9 / 0.60, la fracción se encuentra en el acumulador D (CO) y el divisor queda como 60 en la memoria 02EC.

	MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
	DIVISION			
	LDA	#01		
	STA	M02E9		Contador inicializado en uno
	CLR	M02EC		Byte más significativo del divisor
	TST	M02EC		Prueba del bit más significativo
	BMI		DL	Bit 7 es igual a uno ?
DD	INC	M02E9		Incrementa contador en uno
	ASL	M02ED		Divisor se rerorre a la izquierda
	RDI	M02EC		
	BMI		DI	Bit 7 es igual a uno ?
	LDA	M02E9		Contador en registro A
	CMPA	#16		Contador de bits es igual a 16 ?
	BNE		DS	
DI	LDD	M02EA		Dividendo en el acumulador D
	CLR	M02EA		Cociente es inicializado
	CI R	M02EB		
SR	SUBD	M02EC		Resta trivial
	ECC		CI	Hay acarreo ? c = 0
	ADDD	M02EC		Se regresó al dividendo
	ANDCC	#1FE		c = 0, limpia el bit de acarreo
CI	DRCC	#01		Resta efectuada, cociente igual a uno
CO				
	ROL	M02EB		El cociente se duplicado
	ROL	M02EA		
	LSR	M02EC		El divisor se divide por dos
	ROR	M02ED		
	DEC	M02E9		Contador de bits se decrementa
	INE		SR	Contador es igual a cero ?
	RTS			

Subrutina INFOR :

Despliega un mensaje en la pantalla de 2 renglones. La información que está en código ASCII, se encuentra almacenada en la memoria EPROM. En la cual, el primer carácter es apuntado por el registro X. Se va mostrando carácter por carácter al display hasta llegar al último de ellos, esta dirección se encuentra en memoria RAM (02FD y 02FE). Se utilizan las subrutina INST para limpiar y colocar el cursor del display en la parte superior izquierda; también se utiliza de la subrutina SCRIBE.

	MEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
	INFOR			
	STA	002FE		Dirección límite
	LDD	#501		Limpia la pantalla
	LDSR		INST	Subrutina INST
	LDD	#580		Cursor parte superior izquierda
	LDSR		INST	Subrutina INST
CS	LDA	,X+		Carácter ASCII
	LDSR		SCRIBE	Subrutina SCRIBE
	CMPX	002FD		Último carácter ?
	BLE		CS	Bruca si es menor o igual a CS
	LDSR		RETARDO	Subrutina RETARDO
	RTS			

Subrutina INFORI :

Se tiene el mismo procedimiento que la subrutina INFOR, sólo que a diferencia de ésta, no limpia el display, y coloca el cursor en la parte inferior izquierda.

	MEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
	INFORI			
	STA	002FE		Dirección límite
	LDD	#3C0		Parte inferior izquierda
	LDSR		INST	Subrutina INST
SE	LDA	,X+		Carácter ASCII
	LDSR		SCRIBE	Subrutina SCRIBE
	CMPX	002FD		Último carácter ?
	BLE		SE	Bruca si es menor o igual a SE
	LDSR		RETARDO	Subrutina RETARDO
	RTS			

Subrutina INST :

Habilita una instrucción para el display, poniendo el dato en las líneas de display y haciendo RS=0 por medio de la señal CA2, y dando un pulso en E, con la señal CB2.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
INST			
LDA	#234		CA2 = 0, CA1 = 0
STA	\$A001		RS = 0
STB	\$A000		Instrucción del display
STA	\$A003		E = 0
LDB	#23C		CB2 = 1
STB	\$A003		E = 1
STA	\$A003		E = 0
RTS			

Subrutina SCRIBE :

Escribe un dato proveniente de las subrutinas INFOR y INFOR1 en el display, para lo cual se hace RS=1 con la señal de control CA2 y dando un pulso en la señal E del display por medio de CB2.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
SCRIBE			
LDB	#23C		CA2 = 1
STB	\$A001		RS = 1
STA	\$A000		Dato en líneas del display
LDA	#234		CB2 = 0
STA	\$A003		E = 0
STB	\$A003		E = 1
STA	\$A003		E = 0
RTS			

Subrutina RETARDO

Consiste en asignar al registro X, el número de pasos que se requiera para que esté ocupado en determinado tiempo ya que cada instrucción requiere 1.11 μ segundos por el número de ciclos y por el número de pasos da 0.5 segundos, si se repite 6 veces esta operación, obtendremos 3 segundos.
 $0.5 / (6 \times 1.11 \mu s) = 56306$

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
RETARDO			
LDB	#106		Repite 6 veces la operación
RG			
LDX	#5BFF		56306 pasos
DP			
LEAX	-1, X		Decrementa el número de pasos
DNE		DP	No. de pasos es igual a cero ?
DECD			Disminuye el contador en 1

MEMORICICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
CMPP	#10		Se repitieron las 6 veces ?
BNE		R6	
RTS			

Subrutina RETARI :

Consiste en tener detenido el sistema de control por un lapso de 5 minutos. Utilizando la subrutina temporizadora de 3 segundos y repitiéndola 100 veces, nos da los 300 segundos que se ocupan.

MEMORICICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
RETARI			
LDX	#0E310		Inicio de mensaje (PARO DE)
LDA	#116		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
LDX	#0E3B4		Inicio de mensaje (5 MINUTOS)
LDA	#18C		Ultimo caracter
LBSR		INFOR1	Subrutina INFOR1
LDA	#164		Repite 100 veces
SM			
LBSR		RETARDO	Subrutina RETARDO
DECA			Decrementa contador en 1
CMPP	#10		Se repitieron las 100 veces ?
BNE		SM	
RTS			

Subrutina RELOJ :

Imprime la hora, minuto y segundo en la posición inferior derecha del display.

MEMORICICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
RELOJ			
LDX	#5F300		Inicio de mensaje (CONTROL DE RIEGO)
LDA	#10F		Ultimo caracter
LBSR		INFOR	Subrutina INFOR
LDB	#3C0		Parte inferior izquierda pantalla
LBSR		INST	Subrutina INST
LDA	#02F0		Horas, centenas
LBSR		SEPARA	Subrutina SEPARA
LDA	#02F1		Horas, decenas
LBSR		SEPARA	Subrutina SEPARA
LDA	#33A		Caracter dos puntos ":"
LBSR		SCRIBE	Subrutina SCRIBE
LDA	#02F2		Minutos
LBSR		SEPARA	Subrutina SEPARA
LDA	#33A		Caracter dos puntos ":"
LBSR		SCRIBE	Subrutina SCRIBE
LDA	#02F3		Segundos
LBSR		SEPARA	Subrutina SEPARA
RTS			

Subrutina SEPARA :

Imprime en el display un número de dos dígitos, separando al más significativo del menos significativo.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
SEPARA			
STA	MO2EB		Guarda dato temporalmente
ANDA	#SFO		Enmascara un sólo dígito
LSRA			Lo recorre 4 veces a la derecha
LSRA			
LSRA			
LBSR		SCRIBE	Subrutina SCRIBE
LDA	MO2EB		Toma dato de nuevo
ANDA	#SOF		Parte menos significativa
LBSR		SCRIBE	Subrutina SCRIBE
RTS			

Subrutina IRQ :

Como se sabe la señal de control CA1, es una señal de entrada del periférico. Por medio de CA1 del PIA-1, se detecta un uno proveniente del generador de onda cuadrada, que es de 60 Hz., para dar la pauta de tiempo cada en centésimas de segundo, esto es (60/seg) por lo cual, la señal de IRQ del PIA es activada, y ésta a su vez habilita al IRQ del μ ., para transferir el control a la subrutina de interrupción, en la que se llevará a cabo el conteo de las centésimas de segundo, para después, pasar a la subrutina SETIME y que al llegar al valor máximo correspondiente (60 tanto para centésimas de segundo, minuto y hora, y 99 para las centenas de las horas) por lo que se pasará a la siguiente unidad de tiempo con el fin de incrementar el valor del tiempo.

MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
IRQ			
LDA	1A000		IRDA = 1
LDA	0,U		Centésimas de segundo
ADDA	#S01		Incrementa en uno
DAA			Se ajusta a decimal
STA	0,U		
LDA	#S60		Valor máximo
STA	-S,U		Se guarda en la memoria
CLRB			Apunta a centésimas de segundo
LBSR		SETIME	Subrutina SETIME
DECB			Apunta a segundos
LBSR		SETIME	Revisa umbral segundos
DECB			Apunta a minutos
LBSR		SETIME	Umbral minutos
DECB			Apunta a horas
LDA	#199		Valor máximo de centenas de horas
STA	-S,U		Se almacena en memoria
LBSR		SETIME	Subrutina SETIME
RTJ			Retorno de interrupción

Subrutina SETIME :

Compara la unidad de tiempo en que se encuentre (60 segundos, segundos, minutos, horas) con respecto al valor máximo que le corresponda (60 ó 24) y si es igual a ésta, se incrementará la siguiente unidad de tiempo para volver a hacer comparada respecto al valor máximo; repitiéndose así la operación de incremento en el tiempo cada vez que se llegue al umbral. En el caso de que no sea igual, al no regresar a la subrutina IRQ, el apuntador S es incrementado en dos, ya que en esa posición de memoria se encuentra el PC del programa principal de donde había sido interrumpido.

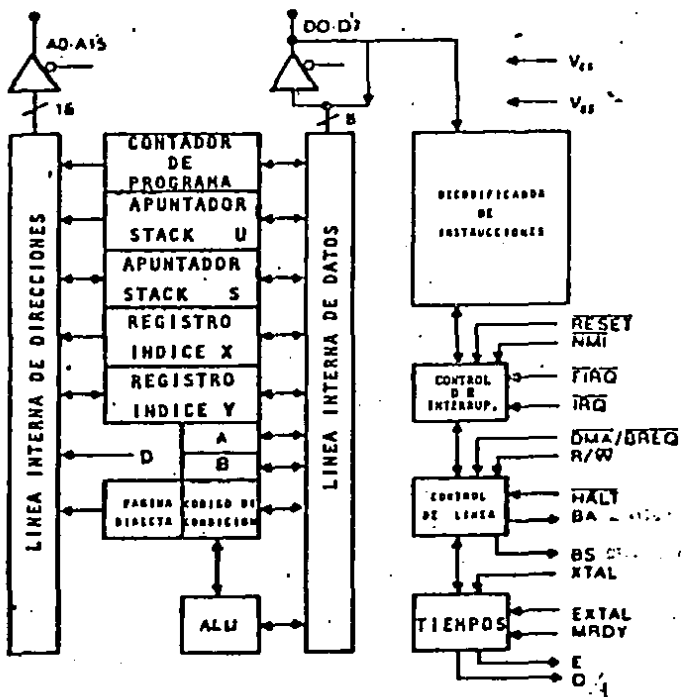
MNEMONICO	DATO	ETIQUETA	COMENTARIO
SETIME			
LEAY	B,U		Apunta a una unidad de tiempo
LDA	,Y		Dato de la unidad de tiempo
CMPA	-5,U		Dato es igual al valor máximo ?
BNE		TC	
CLR	,Y		Inicializa Unidad de tiempo
LDA	-1,Y	Se para a la siguiente unidad de tiempo	
ADDA	#401	Se incrementa el valor del tiempo	
DAA		Se ajusta a decimales	
STA	-1,Y	Se almacena en su respectiva memoria	
PULS	PC	Revisa siguiente unidad	
TC			
LEAS	2,S	El apuntador de PC se incrementa en dos	
RTI			

TABLA No. 7, CARACTERES ASCII (Información del sistema)

MEM.	ASCII	DATO	MEM.	ASCII	DATO	MEM.	ASCII	DATO
E300	43	C	E330	42	B	E361	46	F
E301	4F	O	E331	41	A	E362	49	J
E302	4E	N	E332	44	J	E363	4E	N
E303	54	T	E333	41	A	E364	40	
E304	52	R	E334	40		E365	50	P
E305	4F	O	E335	50	P	E366	52	R
E306	4C	L	E336	52	R	E367	4F	O
E307	A0		E337	45	E	E368	43	C
E308	44	D	E338	53	S	E369	45	E
E309	45	E	E339	49	I	E36A	53	S
E30A	A0		E33A	4F	O	E36B	4F	O
E30B	52	R	E33B	4E	N			
E30C	49	I				E36C	50	P
E30D	45	E	E33C	53	S	E36D	4F	O
E30E	47	G	E33D	45	E	E36E	52	R
E30F	4F	O	E33E	47	G	E36F	43	C
			E33F	55	U	E370	45	E
E310	50	P	E340	49	I	E371	4E	N
E311	41	A	E341	52	R	E372	54	T
E312	52	R	E342	40		E373	41	A
E313	4F	O	E343	28	(	E374	4A	J
E314	A0		E344	53	S	E375	45	E
E315	44	D	E345	2F	/	E376	A0	
E316	45	E	E346	4E	N	E377	44	D
E317	4C	L	E347	29	)	E378	45	E
E318	A0							
E319	53	S	E348	43	C	E379	44	D
E31A	49	I	E349	41	A	E37A	45	E
E31B	53	S	E34A	4D	M	E37B	52	R
E31C	54	T	E34B	42	D	E37C	41	A
E31D	45	E	E34C	49	I	E37D	4C	L
E31E	4D	M	E34D	41	A	E37E	49	J
E31F	41	A	E34E	52	R	E37F	4E	N
			E34F	A0		E380	45	E
E320	4F	O	E350	25	%	E381	41	A
E321	50	P	E351	A0		E382	44	D
E322	43	C	E352	A0		E383	4F	O
E323	49	I	E353	44	D			
E324	4F	O	E354	43	C	E384	55	S
E325	4E	N	E355	54	T	E385	A0	
E326	A0		E356	49	I	E386	4D	M
E327	49	I	E357	45	E	E387	49	J
E328	4E	N	E358	4D	M	E388	4E	N
E329	43	C	E359	50	P	E389	55	S
E32A	4F	O	E35A	4F	O	E38A	54	T
E32B	52	R	E35B	A0		E38B	4F	O
E32C	52	R	E35C	28	(	E38C	53	S
E32D	45	E	E35D	53	S			
E32E	43	C	E35E	2F	/			
E32F	54	T	E35F	4E	N			
E33F	41	A	E360	29)			

FORMAS DE INSTRUMENTOS	FORMAS DE REALIZACIONES							DESCRIPCION	CANTIDAD
	ASISTENTE	ESPECTADOR	ESTRATEGIA	COMUNICACION	ORGANIZACION	INSTRUMENTOS	RELATIVOS		
124	124	124	124	124	124	124	124	DESCRIPCION	0 0 0 0
125	125	125	125	125	125	125	DESCRIPCION	0 0 0 0	
126	126	126	126	126	126	126	DESCRIPCION	0 0 0 0	
127	127	127	127	127	127	127	DESCRIPCION	0 0 0 0	
128	128	128	128	128	128	128	DESCRIPCION	0 0 0 0	
129	129	129	129	129	129	129	DESCRIPCION	0 0 0 0	
130	130	130	130	130	130	130	DESCRIPCION	0 0 0 0	
131	131	131	131	131	131	131	DESCRIPCION	0 0 0 0	
132	132	132	132	132	132	132	DESCRIPCION	0 0 0 0	
133	133	133	133	133	133	133	DESCRIPCION	0 0 0 0	
134	134	134	134	134	134	134	DESCRIPCION	0 0 0 0	
135	135	135	135	135	135	135	DESCRIPCION	0 0 0 0	
136	136	136	136	136	136	136	DESCRIPCION	0 0 0 0	
137	137	137	137	137	137	137	DESCRIPCION	0 0 0 0	
138	138	138	138	138	138	138	DESCRIPCION	0 0 0 0	
139	139	139	139	139	139	139	DESCRIPCION	0 0 0 0	
140	140	140	140	140	140	140	DESCRIPCION	0 0 0 0	
141	141	141	141	141	141	141	DESCRIPCION	0 0 0 0	
142	142	142	142	142	142	142	DESCRIPCION	0 0 0 0	
143	143	143	143	143	143	143	DESCRIPCION	0 0 0 0	
144	144	144	144	144	144	144	DESCRIPCION	0 0 0 0	
145	145	145	145	145	145	145	DESCRIPCION	0 0 0 0	
146	146	146	146	146	146	146	DESCRIPCION	0 0 0 0	
147	147	147	147	147	147	147	DESCRIPCION	0 0 0 0	
148	148	148	148	148	148	148	DESCRIPCION	0 0 0 0	
149	149	149	149	149	149	149	DESCRIPCION	0 0 0 0	
150	150	150	150	150	150	150	DESCRIPCION	0 0 0 0	

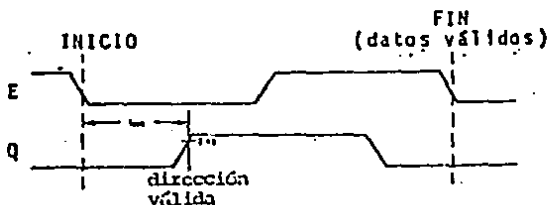
APENDICE V
SEÑALES DEL MICROPROCESADOR



CONFIGURACION DEL UP 6809

V15	1	Q	DATA1
K00	2	Q	DATA2
K00	3	Q	DATA3
K00	4	Q	DATA4
B50	5	Q	DATA5
B50	6	Q	DATA6
VCC	7	Q	DATA7
A00	8	Q	DATA8
A10	9	Q	DATA9
A20	10	Q	DATA10
A30	11	Q	DATA11
A40	12	Q	DATA12
A50	13	Q	DATA13
A60	14	Q	DATA14
A70	15	Q	DATA15
A80	16	Q	DATA16
A90	17	Q	DATA17
A100	18	Q	DATA18
A110	19	Q	DATA19
A120	20	Q	DATA20

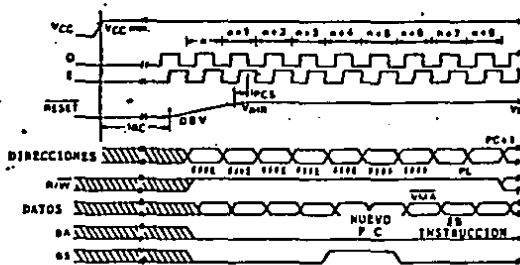
DISTRIBUCION DE TERMINALES DEL 6809.



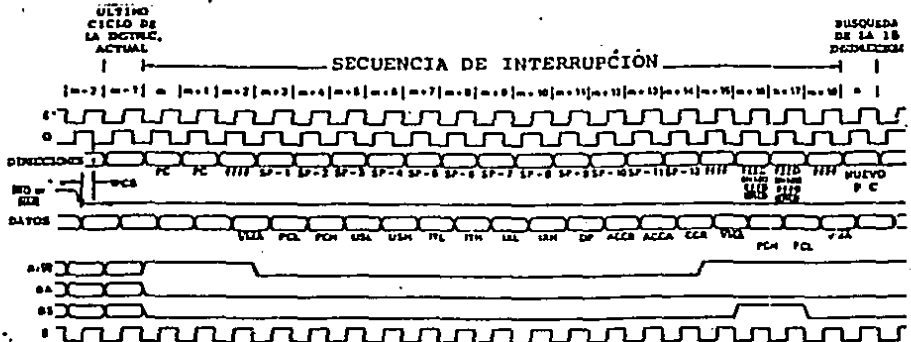
SENALES DE RELOJ DEL μ P 6809.

ESTADO DEL MICROPROCESADOR		
BA	BS	Interpretación
0	0	Normal (corriendo)
0	1	Reconocimiento de Interrupción
1	0	Reconocimiento de SYNC
1	1	Alto, o líneas en disposición

ESTADO DEL μ P 6809

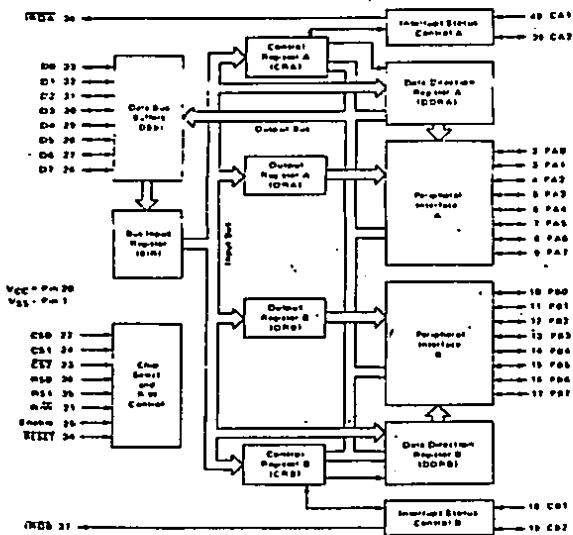
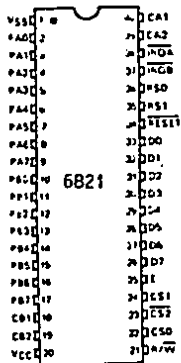


SECUENCIA DE REESTABLECIMIENTO



INTERRUPCIONES NMI E IRQ.

APENDICE VI
SEÑALES DEL PERIFERICO



Determines Active CA1 (CB1) Transition for Setting Interrupt Flag IRQA(B) - bit 7
 b5 = 0: IRQA(B) set by high-to-low transition on CA1 (CB1)
 b5 = 1: IRQA(B) set by low-to-high transition on CA1 (CB1)

IRQA(B) 1 Interrupt Flag for 7
 Goes high on active transition of CA1 (CB1). Automatically cleared by MPU Read of Output Register A(B). May also be cleared by hardware Reset.

CA1 (CB1) Interrupt Request Enable/Disable
 b0 = 0: Disable (IRQA(B) MPU interrupt by CA1 (CB1) active transition)
 b0 = 1: Enable (IRQA(B) MPU interrupt by CA1 (CB1) active transition)

1. IRQA(B) will occur on next MPU generated positive transition of b0 if CA1 (CB1) active transition occurred while interrupt was disabled.



IRQA(B) 2 Interrupt Flag for 8
 When CA2 (CB2) is an input, IRQA(B) goes high on active transition. CA2 (CB2), automatically cleared by MPU Read of Output Register A(B). May also be cleared by hardware Reset.
 CA2 (CB2) Established on Output (b5 = 1). IRQA(B) 2 = 0, not affected by CA2 (CB2) settings.

Determines Whether Data Direction Register Or Output Register is Addressed
 b2 = 0: Data Direction Register selected
 b2 = 1: Output Register selected

CA2 (CB2) Established on Output by b5 = 1
 (Note that operation of CA2 and CB2 output functions are not identical)

b5 = 0
 Read Stroke with CA1 (CB1) Pattern
 CA2 goes low on first high-to-low E transition following an MPU read of Output Register A. returned high by next active CA1 transition, as indicated by bit 1.

b5 = 1
 Read Stroke with E Pattern
 CA2 goes low on first high-to-low E transition following an MPU read of Output Register A. returned high by next high-to-low E transition during a dummy.

CB2
 b5 = 0
 Write Stroke with CB1 Pattern
 CB2 goes low on first low-to-high E transition following an MPU write into Output Register B. returned high by the next active CB1 transition as specified by bit 1. CB2 bit must first be cleared by a read of data.

b5 = 1
 Write Stroke with E Pattern
 CB2 goes low on first low-to-high E transition following an MPU write into Output Register B. returned high by the next low-to-high E transition following an E pulse which occurred while the port was deselected.

b6 bit b5
 Set/Reset CA1 (CB2)
 CA1 (CB2) goes low on MPU write
 b3 = 0 sets Control Register
 CA2 (CB2) goes high as MPU write
 b3 = 1 sets Control Register

CA2 (CB2) Interrupt Request Enable/Disable
 b3 = 0: Disable (IRQA(B) MPU interrupt by CA2 (CB2) active transition)
 b3 = 1: Enables IRQA(B) MPU interrupt by CA2 (CB2) active transition
 *IRQA(B) will occur on next MPU generated positive transition of b3 if CA2 (CB2) active transition occurred while interrupt was disabled

Determines Active CA2 (CB2) Transition for Setting Interrupt Flag IRQA(B) - bit 8
 b4 = 0: IRQA(B) set by high-to-low transition on CA2 (CB2)
 b4 = 1: IRQA(B) set by low-to-high transition on CA2 (CB2)

MS1	MS0	Control Register B-1		Location Selected
		CR A 1	CR B 2	
0	0	1	x	Port of Register A
0	0	0	x	Data Direction Register A
0	1	x	x	Control Register A
1	0	x	1	Port of Register B
1	0	x	0	Data Direction Register B
1	1	x	x	Control Register B

x = Don't Care

APENDICE VII
SEÑALES DEL DISPLAY

INSTRUCTIONS

Instruction	Code										Description	Execute Time(max.) (NOTE 1)	
	RS	R/W	DB 7	DB 6	DB 5	DB 4	DB 3	DB 2	DB 1	DB 0			
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	1.64μS
Cursor At Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Returns the cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DDRAM contents remain unchanged.	1.64μS
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	0	1	Sets the cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operations are performed during data write and read.	40μS
Display On/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	0	0	Sets ON/OFF of all display (D) cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40μS
Cursor/Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	0	0	0	Moves the cursor and shifts the display without changing DDRAM contents.	40μS
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	0	0	0	Sets interface data length (DL), number of display lines (L) and character font (F).	40μS
CGRAM Address Set	0	0	0	1	Acs						Sets the CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting.		40μS
DDRAM Address Set	0	0	1	Aoo						Sets the DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting.		40μS	
Busy Flag/Address Read	0	1	BF	AC						Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.		0μS	
CGRAM/DDRAM Data Write	1	0	Write Data						Writes data into DDRAM or CGRAM.		40μS		
CGRAM/DDRAM Data Read	1	1	Read Data						Reads data from DDRAM or CGRAM.		40μS		

Code	Description	Execute Time (max.)
I/D = 1 : Increment I/D = 0 : Decrement S = 1 : With display shift S/C = 1 : Display shift S/C = 0 : Cursor movement R/L = 1 : Shift to the right R/L = 0 : Shift to the left DL = 1 : 8-bit DL = 0 : 4-bit N = 1 : 1/16Duty N = 0 : 1/80Duty, 1/110Duty F = 1 : 5 × 10dots F = 0 : 5 × 7dots BF = 1 : Internal operation is being performed BF = 0 : Instruction acceptable	DDRAM : Display Data RAM CGRAM : Character Generator RAM ACG : CGRAM Address AOO : DDRAM Address Corresponds to cursor address. AC : Address Counter, used for both CGRAM and CGRAM 0 : Invalid	fcp or fosc = 250kHz However, when frequency changes, execution time also changes. Ex When fcp or fosc = 270kHz, $40\mu S \times \frac{250}{270} = 37\mu S$

FONT TABLE

Lower 4-bit	Upper 4-bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)		0	a	P	e			-	3	3	e	p	o	o	
xxxx0001	(2)	!	1	Q	a	q			P	4	4	q	q	a	q	
xxxx0010	(3)	"	2	R	b	r			Y	5	5	p	e	e	e	
xxxx0011	(4)	#	3	S	c	s			U	T	T	e	e	e	e	
xxxx0100	(5)	\$	4	D	t	t			L	t	t	u	o	o	o	
xxxx0101	(6)	%	5	E	u	u			.	7	7	o	o	o	o	
xxxx0110	(7)	&	6	F	v	v			9	8	8	p	z	o	z	
xxxx0111	(8)	'	7	G	w	w			7	7	7	g	π	o	π	
xxxx1000	(1)	(	8	H	x	x			4	o	o	7	x	7	x
xxxx1001	(2)	)	9	I	y	y			4	T	J	u	y	7	u
xxxx1010	(3)	*	:	J	z	z			o	n	v	j	7	i	7	
xxxx1011	(4)	+	:	K	k	k			4	7	o	*	7	*	7	
xxxx1100	(5)	,	<	L	l	l			4	7	7	o	7	o	7	
xxxx1101	(6)	-	=	M	m	m			4	z	4	4	÷	4	÷	
xxxx1110	(7)	.	>	N	n	n			4	o	4	4	4	n	4	
xxxx1111	(8)	/	?	O	_	o			4	7	4	o	4	o	4	

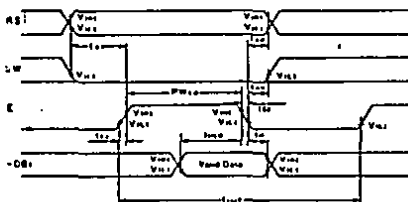
* CG RAM : Character pattern area can be rewritten by program.

TIMING CHART

Item	Symbol	Measuring Condition	Standard Value			Unit
			min.	typ.	max.	
Enable Cycle Time	T _{enC} E	Figs 1, 2	1000	—	—	nS
Enable Pulse Width, High Level	PW _{en} H	Figs 1, 2	450	—	—	nS
Enable Rise and Decay Time	t _{er} isE	Figs 1, 2	—	—	25	nS
Address Setup Time, R _S /R _W —E	t _{as}	Figs 1, 2	140	—	—	nS
Data Setup Time	t _{os} H	Fig 2	—	—	320	nS
Data Setup Time	t _{os} W	Fig 1	195	—	—	nS
Data Hold Time	t _h	Fig 1	10	—	—	nS
Data Hold Time	t _{ow} H	Fig 2	20	—	—	nS
Address Hold Time	t _{ah}	Figs 1, 2	10	—	—	nS

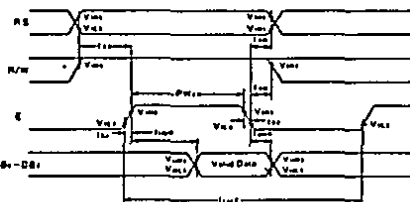
V_{cc}=5.0V ± 5%, T_a=25°C

FIG. 1 WRITE OPERATION



(Driving Data from MPU to MODULE)

FIG. 2 READ OPERATION



(Sampling Data from MODULE to MPU)

PIN ASSIGNMENT

Pin No.	Symbol	Level	Function
1	V _{cc}	—	Power Supply for Liquid Crystal Drive
2	V _{cc}	—	
3	V _{ee}	—	
4	RS	H/L	Register H Data Input Select L Instruction Input
5	R/W	H/L	H Data Read (Module→MPU) L Data Write (Module→MPU)
6	E	H/L	Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bus Line
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	

■ In the data bus line, data transfer is performed two times by the 4-bit or one time by the 8-bit in order to interface with 4-bit or 8-bit MPU.

■ In case interface data length is 4-bit. The data is transferred by using only four buses of DB4-DB7 and the buses of DB0-DB3 are not used. The data transfer to MPU is completed by transferring the data of 4-bits twice. Transfer of upper four bits and low four bits is performed in sequence.

■ In case interface data length is 8-bit. Data transfer is performed by using eight buses of DB0-DB7.

APENDICE VIII
INTERRUPTOR DE PRESION

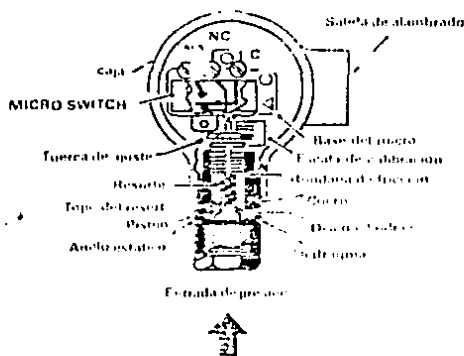
Interruptores de presión



MODELO A PRUEBA DE INTERRUPCIÓN	RANGO AJUSTABLE (cm. H ₂ O) Kg/cm ²	RANEA MUERTA (cm. H ₂ O) Kg/cm ²	PRESION MAXIMA SOSTENIDA Kg/cm ²	PRESION DE PRUEBA Kg/cm ²	MODELO A PRUEBA DE EXPLOSION
12N-K66	(1.52 A 6.35)	(1.0 A 2.03)	7.0	7.0	12L-K66
12N-K814	(6.35 A 118)	(1.27 A 6.08)			12L-K814
12N-K2	.014 A .140	.0035 A .007	14.0	28.0	12L-K2
12N-K4	.014 A .420	.0035 A .007			12L-K4
12N-K5	.017 A .840	.0035 A .010			12L-K5
12N-K45	.017 A 1.12	.007 A .014			12L-K45
4N-K2	.070 A .56	.014 A .035	52.6	70.0	4L-K2
4N-K4	.070 A 1.75	.021 A .056			4L-K4
4N-K5	.070 A 3.80	.028 A .084			4L-K5
4N-K45	.070 A 5.25	.035 A .105			4L-K45
8N-K2	.140 A 2.10	.035 A .140	105	175	8L-K2
8N-K3	.280 A 7.00	.070 A .280			8L-K3
8N-K5	.700 A 12.6	.105 A .350			8L-K5
8N-K45	.700 A 19.3	.175 A .420			8L-K45
9N-K3	.700 A 18.8	.140 A .350			9L-K3
9N-K5	1.75 A 25.3	.140 A .420			9L-K5
9N-K45	1.75 A 47.0	.270 A .560			9L-K45
9N-K4	7.00 A 25.0	.35 A 1.05	140	250	9L-K4
9N-K5	7.00 A 70.0	.70 A 1.40			9L-K5
9N-K45	14.00 A 105	.70 A 1.35			9L-K45
1N-K5	35.0 A 210	3.10 A 8.43	350	350	1L-K5
1N-K45	70.0 A 280	3.51 A 14.0			1L-K45
2N-K5	35.0 A 210	3.80 A 28.0	840	700	2L-K5
2N-K45	82.8 A 218	3.80 A 35.0			2L-K45
3N-K5	70.0 A 318	28.0 A 105			3L-K5
3N-K45	105 A 875	35.0 A 140			3L-K45

* Para otro tipo de modelos consultar a TI

Principio de operación del presostato

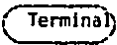



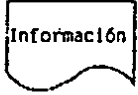




La sensibilidad de un diafragma y la robustez de un pistón han sido combinados en un dispositivo de control, con calidad de instrumento. En donde un elastómero o diafragma metálico es fijado herméticamente en su lugar por un anillo "O" estático, aislándolo así completamente del proceso. Este arreglo permite que únicamente haya tres partes húmedas: el puerto de presión, el diafragma y el anillo "O".

Existe una amplia variedad de materiales para las partes húmedas. Véase opciones. Para ciertas aplicaciones puede soldarse el diafragma con el puerto de presión, eliminando así el anillo "O". Para aplicaciones de altas presiones se elimina el diafragma y se utiliza un pistón con el pivote sellado. Ambos tipos son dispositivos de balance de fuerza.

El pistón se mueve únicamente unas milésimas de pulgada, eliminando prácticamente toda fricción y desgaste. Este arreglo ofrece una repetibilidad superior, bandas muertas angostas, altas repeticiones de operación, una vida excepcionalmente larga, altos sobre rangos y muy altas presiones de prueba.

APENDICE IX
SIMBOLOGIA EMPLEADA EN EL DIAGRAMA DE FLUJO

SIMBOLO	REPRESENTA
	Inicio o final de un módulo o programa
	Cualquier manipulación o procesamiento de datos dentro del sistema de control
	Realización de acciones alternativas basadas en la presencia de alguna condición.
	Realización de algún tipo de procesamiento empleando una unidad de subprograma inicial
	Mensaje. Se informa al operador a través de la pantalla, que es necesario - realizar algún tipo de operación, o que se ha presentado algún problema en el sistema de riego
	Conector. Se emplea para conectar las líneas de flujo yendo a viniendo de - otro punto en la misma o en otra página
	Línea de flujo. Indica el seguimiento del proceso en el programa de control

BIBLIOGRAFIA

- Hogg, W. H. SISTEMAS DE RIEGO, Edición No. 2, España, Ed. Acribia, 1981.
- TOMATES, Edición No. 4, México, Ed. SEP-Trillas, 1984.
- RIEGO Y DRENAJE, Edición No. 4, México, Ed. SEP-Trillas, 1985.
- HORTICULTURA, Edición No. 4, México, Ed. SEP-Trillas, 1984.
- Piccola, Flobet A., Control de un invernadero con un microprocesador, Mundo electrónico, vol. X; No. 136, 1984, pag. 71-77.
- Galvan, Ruiz J., Agrónica, Mundo electrónico, vol. X; No. 113, 1982, pag. 45-51.
- D'AT, Jean, El riego por aspersión, Edición No. 2, España, Ed. ETA, 1972.
- Poirée, M. / Dillier, CH., El regadío, Edición No. 2, España, Ed. ETA, 1970.
- Torres, Edmundo, Manual de conservación de suelos agrícolas, Edición No. 1, México, Ed. Diana, 1981.
- Andrews, Michael, Programming microprocessor interfaces for control and instrumentation, Edición No. 4, USA, Ed. Prentice-Hall, 1983.
- Wray, William C / Field, Green, Using microprocessor and microcomputers the 6800 family, Edición No. 6, USA, Ed. Wiley, 1981.
- García, Hugo G., Microprocesadores, Edición No. 2, México, Ed. LINUSA, 1988.

Manual de operación del modelo 410 del sistema de riego por
aspersión circular de la marca ZIMMATIC.

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

- A/D** : Siglas de Analógico a Digital. Es un dispositivo que convierte un voltaje analógico en un número binario que puede ser leído por el microprocesador.
- ALGORITMO** : Es la definición de un procedimiento fijo para resolver un problema paso a paso.
- ALMACENADO** : Es el la manera de como se de guarda la información en la memoria.
- ANILLO COLECTOR** : Consiste en un tubo el cual contiene todos los cables de las conexiones, y que pasa a todo lo largo del sistema de ringo.
- ARQUITECTURA** : Se dice que es la manera del como se van a realizar las conexiones de los componentes que forman a un computador.
- ASCII** : Siglas de American Code for Information Interchange. Es un código de 8 bits que representan letras, números y signos de puntuación.
- ASPERSION** : Consiste en rociar el agua en el campo. Es una las maneras de poder regar la tierra de cultivo.
- BINARIO** : Indicativo de la existencia de dos alternativas posibles, por ejemplo el sistema de numeración binario emplea los dígitos cero y uno solamente (0 y 1), por lo que su base es dos.
- BIT** : Designación de un dígito binario, su valor puede ser cero ó uno.
- BUS** : Vía de transmisión de información que se comparte por varios dispositivos.
- BYTE** : Corresponde a un grupo de dígitos binarios consecutivos (generalmente un byte equivale a ocho bits).
- CARACTER** : Es un elemento del conjunto de símbolos que el procesador puede leer, almacenar, procesar y escribir.
- CICLO FENOLÓGICO** : Período de tiempo, en que se lleva el desarrollo de diferentes cultivos, desde su siembra hasta la cosecha.
- CICLO VEGETATIVO** : Secuencia de cambios en un organismo vegetal desde su germinación hasta la producción del fruto.

- CODIFICAR** : Acción de convertir la información de entrada en código diferente.
- CODIGO** : Es un sistema de símbolos útiles para comunicar información.
- CODIGO MAQUINA** : Grupo de instrucciones en sistema binario que indican al microprocesador las operaciones que debe realizar.
- COMPATIBILIDAD** : En términos digitales, se describe como la capacidad de soportar a otros componentes y poder interactuar entre ellos sin dificultad alguna.
- COMPONENTE** : Cualquier circuito integrado o dispositivo que compone a un sistema.
- CONTACTOR** : Se dice que es un interruptor magnético, el cual al ser accionado, permite el funcionamiento de unos interruptores (que se encuentran acoplados a éste), hasta que llegue otra señal para desactivarlo.
- DECODIFICAR** : Proceso inverso al de codificar.
- DIAGRAMA DE FLUJO**: Son medios para representar simbólicamente la lógica y procedimientos de los programas, siendo de esta manera, más fácil de poder entender su funcionamiento.
- DISPOSITIVO** : Es aquel mecanismo dispuesto de forma especial para la obtención de un resultado automático.
- DISPLAY** : Pantalla digital de dos renglones, que contiene un generador de caracteres y sirve para visualizar información que le transmite el microprocesador.
- EVAPOTRANSPIRACION (ET)**: Cantidad de agua que consume un cultivo; incluye el agua evaporada de la superficie del suelo y el agua transpirada por la planta.
- ENFERMEDADES FUNGOSAS** : Enfermedad causada por diversas especies de hongos. La adquieren cuando su aparato bucal se pone en contacto o cuando toman agua o alimentos contaminados con esporas.
- ENSAMBLADOR** : Programa de computadora utilizado para convertir a código de máquina un programa fuente escrito en mnemónicos.
- FOTOPERIODO** : Número de horas luz en cada ciclo de 24 horas.
- GPM** : Siglas de Galones Por Minuto, se refiere a la cantidad de agua que proporciona la bomba al sistema de riego.

- HABILITAR** : Aplicar una señal que prepara a un circuito para que realice una acción subsecuente.
- HEXADECIMAL** : Sistema de numeración de base 16.
- EPROM** : Memoria permanente programable por el usuario que puede ser borrada por luz ultravioleta.
- LAMINA DE REGO** : Volúmen de agua (m^3), que se obtiene al dividir la cantidad de agua empleada a regar, y la superficie regada (m^2), quedando así, como una cantidad expresada en unidades de longitud, centímetro, pulgada, etc. ($m = m^3 / m^2$).
- LEVA** : Dispositivo para convertir el movimiento rotatorio continuo en movimiento lateral recíproco, cuyo eje está en el centro. Este movimiento lateral hace que se puedan accionar los dos interruptores que ahí mismo se encuentran.
- MICROINTERRUPTOR** : Es un interruptor de 3 polos, esto es, que contiene dos terminales conectados a un común, la cual, al ser activado en una de ellas, del otro extremo permanecerá desactivado.
- MICROPROCESADOR** : Circuito integrado que realiza funciones similares a las de la unidad central de procesamiento de una computadora.
- MNEMONICIO** : Significa ayuda a la memoria humana. Nombre simbólico para una instrucción, registro o localidad de memoria que sugiere su propósito o función.
- PERIFERICO** : Es un dispositivo que facilita la comunicación en paralelo entre los periférico y el microprocesador.
- PIA** : Siglas de Peripheral Interface Adapter, conocido como periférico.
- PROGRAMA** : Conjunto de un conjunto de instrucciones que realizan una función específica, la cual va ha haber interpretado por el microprocesador.
- PSI** : Siglas de Pound Square Inch, la cual es una unidad de presión del sistema inglés, y corresponde a los kilogramos por centímetro cuadrado, del sistema métrico.
- RAM** : Siglas de Random Access Memory, es una memoria electrónica en la que es posible leer y escribir datos repetidamente. Esta memoria es volátil y por lo que al desenergizarse el sistema se pierde su contenido.

ROM : Siglas de Read Only Memory, memoria permanente electrónica que guarda información, y que puede ser leída por el microprocesador.

SISTEMA RADICULAR : Parte integral de una planta, en donde se concentra la mayor parte de su raíz.

TL : Siglas de Transistor-Transistor logic, que es una tecnología bipolar muy popular en circuitos integrados digitales.

USO CONSUMTIVO : Cantidad de agua que usan las plantas para formar sus tejidos y realizar la transpiración, así como la que se evapora del terreno.