

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA



**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN**

**"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
AUTOMATIZACIÓN PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA,
LUMINOSIDAD, Y CO₂ PARA UN INVERNADERO" COMO
COMPLEMENTO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DEL
"SISTEMA ANTIHELADAS".**

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO EN INSTRUMENTACIÓN

MARÍA JOSÉ ESPIN ORTIZ ANA
BELÉN LÓPEZ LANDÁZURI

Latacunga - Ecuador
Abril 2010

CERTIFICACIÓN

Certificamos, que el presente proyecto de grado fue desarrollado en su totalidad por las señoritas MARIA JOSÉ ESPÍN ORTIZ y ANA BELÉN LÓPEZ LANDÁZURI, previo a la obtención de su Título de Ingeniero Electrónico en Instrumentación.

Latacunga, abril del 2010

Ing. Franklin Silva M.
DIRECTOR

Ing. Galo Ávila.
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a Dios, a mis padres, abuelos y muy en especial a mi esposo quienes con su esfuerzo e incondicional apoyo han sido el pilar fundamental para culminar con éxito mi carrera de ingeniería y han servido de ejemplo para cumplir con el logro de mis metas. A la Escuela Politécnica del Ejército, por los conocimientos adquiridos en mi formación profesional.

Ana Belén López Landázuri

Es encomiable la labor desplegada por la Escuela Politécnica del Ejército. Mi reconocimiento por la oportunidad que me brindó para culminar con la presente Ingeniería, en particular le agradezco a mi padre que siempre ha sido mi ejemplo de vida que con su esfuerzo diario ha ido construyendo lo que soy ahora, a mi madre que con su ternura me apoyado y me ha dado aliento en aquellos momentos más difíciles, a mis abuelitos que siempre me estarán guiando y protegiendo desde el cielo.

María José Espín Ortiz

DEDICATORIA

Con profundo cariño dedico este proyecto a Dios y a quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. En especial quiero dedicar este trabajo a mis dos hijos Ana Paula y Juan Diego Mayo López quienes me dieron la fuerza necesaria para cumplir con este objetivo que servirá para poder construir su futuro.

Ana Belén López Landázuri

Este proyecto lo dedico principalmente a Dios, luego a todas aquellas personas que siempre han estado a mi lado apoyándome a cada momento de mi vida, en especial a mi padre y a mi madre, a mi padre que siempre ha sido el ejemplo en mi vida que con su amor, sus consejos, su confianza a estado siempre a mi lado, a mi madre que ha sido mi guía, que con su amor abnegado ha estado junto a mi dándome fuerzas para salir adelante, mis padres siempre han sido la fuerza que me ayudado a salir adelante y con ello he ido forjando mi futuro, para ir creciendo cada día más.

María José Espín Ortiz

DEDICATORIA

Con profundo cariño dedico este proyecto a Dios y a quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. En especial quiero dedicar este trabajo a mis dos hijos Ana Paula y Juan Diego Mayo López quienes me dieron la fuerza necesaria para cumplir con este objetivo que servirá para poder construir su futuro.

Ana Belén López Landázuri

Este proyecto lo dedico principalmente a Dios, luego a todas aquellas personas que siempre han estado a mi lado apoyándome a cada momento de mi vida, en especial a mi padre y a mi madre, a mi padre que siempre ha sido el ejemplo en mi vida que con su amor, sus consejos, su confianza a estado siempre a mi lado, a mi madre que ha sido mi guía, que con su amor abnegado ha estado junto a mi dándome fuerzas para salir adelante, mis padres siempre han sido la fuerza que me ayudado a salir adelante y con ello he ido forjando mi futuro, para ir creciendo cada día más.

María José Espín Ortiz

ÍNDICE

CAPÍTULO I**FUNDAMENTOS**

1.1	INVERNADEROS.	1
1.1.1	DEFINICIONES DE INVERNADERO.	1
1.1.2	TIPOS DE INVERNADEROS.	1
1.1.2.1	TIPO PLANO O PARRAL.	2
1.1.2.2	TIPO TÚNEL O SEMICILÍNDRICO.	4
1.1.2.3	TIPO CAPILLA.	6
1.1.2.4	TIPO VENLO O DE CRISTAL.	8
1.2	TEMPERATURA.	10
1.2.1	DEFINICIONES DE TEMPERATURA.	10
1.2.2	NIVELES ÓPTIMOS DE TEMPERATURA PARA EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS.	11
1.3	CULTIVOS DE FLORES.	14
1.3.1	TIPOS DE CULTIVOS.	15
1.3.2	PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE CADA CULTIVO.	15
1.4	DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂).	16
1.4.1	¿QUÉ ES EL CO ₂ ?	17
1.4.2	NIVEL DE CO ₂ PARA LOS CULTIVOS.	17
1.4.3	FORMAS DE AUMENTAR EL CO ₂ EN AMBIENTES CERRADOS.	18
1.4.3.1	UTILIZACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.	18
1.4.3.2	USO DE GENERADORES DE CO ₂ .	19
1.4.3.3	INYECCIÓN DE CO ₂ ALMACENADO EN BOMBONAS.	20
1.4.3.4	HIELO SECO.	21
1.5	LUMINOSIDAD.	21
1.5.1	¿QUÉ ES LA INTENSIDAD LUMINOSA?	21
1.5.1.1	ILUMINANCIA.	22
1.5.2	CÓMO INFLUYE EN EL CRECIMIENTO DE UN CULTIVO.	23
1.5.3	ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.	24
1.5.3.1	<u>ILUMINACIÓN FOTOSINTÉTICA.</u>	24
1.5.3.2	ILUMINACIÓN FOTOPERIÓDICA.	25

1.5.3.2.1	LÁMPARAS MERCURIO-FLUORESCENTES Y DE HALOGENUROS METÁLICOS.	25
1.5.3.2.2	LÁMPARAS DE SODIO.	25
1.5.4	NIVELES DE LUMINOSIDAD PARA CULTIVOS DE FLORES.	26
1.6	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.	27
1.6.1	CALEFACCIÓN.	27
1.6.2	TIPOS DE CALEFACCIÓN.	28
1.6.2.1	CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE.	29
1.6.2.2	CALEFACCIÓN POR AIRE CALIENTE.	30
1.6.2.3	EMPLEO DE PANTALLAS TÉRMICAS.	31
1.6.3	PARTES DE UN CALEFACTOR.	33
1.7	HMI.	33
1.7.1	¿QUÉ ES UN HMI?	34
1.7.2	DEFINICIONES DE HMI.	34
1.7.3	CARACTERÍSTICAS DE UN HMI.	34

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

2.1.	CONSIDERACIONES DE DE DISEÑO.	36
2.2.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.	36
2.3.	SELECCIÓN DE COMPONENTES.	37
2.3.1.	SELECCIÓN DEL PLC.	37
2.3.2	SELECCIÓN DEL SISTEMA EN LA RED AS-I.	38
2.3.3	SELECCIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR DC.	39
2.3.4	SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR PARA LA ALIMENTACIÓN AUXILIAR AC.	40
2.3.5	SELECCIÓN DE CONTACTORES.	40
2.3.6	SELECCIÓN DE ELECTROVÁLVULAS.	40
2.3.7	SELECCIÓN DE SENSORES.	41
2.3.8	SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA GENERAR CALOR	43
2.3.9	SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA GENERAR CO ₂ .	44
2.3.10	SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA PROVEER LUZ.	44
2.4	DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS.	44

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

3.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.	46
3.2	IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL.	48
3.3	IMPLEMENTACIÓN DEL HMI.	49
3.4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.	53
3.4.1	SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.	53
3.4.2	SISTEMA DE CONTROL DE CO ₂ .	54
3.4.3	SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN.	55
3.5	PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE CONTROL.	57
3.5.1	PRUEBAS DE SOFTWARE	57
3.5.2	PRUEBAS DE HADWARE	59
3.6	ALCANCES Y LIMITACIONES	59

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1	CONCLUSIONES.	61
4.2	RECOMENDACIONES	62

BIBLIOGRAFÍA	64
---------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1.1 Gráfico de invernadero tipo parral o plano.	3
Fig. 1.2 Fotografía del interior de un invernadero tipo parral o plano.	3
Fig. 1.3 Gráfico de la estructura del invernadero tipo túnel.	5
Fig. 1.4 Fotografía del interior del invernadero tipo túnel.	5
Fig. 1.5 Fotografía de un invernadero multitúnel.	5
Fig. 1.6 Gráfico de la estructura de un invernadero tipo Capilla.	7
Fig. 1.7 Fotografía del interior del invernadero tipo Capilla.	7
Fig. 1.8 Fotografía de un invernadero Multicapilla.	8
Fig. 1.9 Gráfico de la estructura del invernadero tipo Venlo.	9
Fig. 1.10 Fotografía del interior del invernadero tipo Venlo.	9
Fig. 1.11 Fotografía del exterior del invernadero tipo Venlo.	10
Fig. 1.12 Diagrama de la dependencia térmica de la fotosíntesis y de la respiración.	13
Fig. 1.13 Diagrama de dependencia térmica de la velocidad del crecimiento de las plantas.	14
Fig. 1.14 Espectro electromagnético.	22
Fig. 2.1 Diagrama de bloques del sistema	36
Fig. 2.2 Componentes de la red AS-i.	39
Fig. 2.3 SITRANS TH100	42
Fig. 2.4 Diagrama de bloques del sensor de iluminación.	42
Fig. 3.1 Sistema de distribución de calor.	47
Fig. 3.2 Sistema de distribución de CO ₂ .	47
Fig. 3.3 Tablero de control.	48
Fig. 3.4 Página de inicio.	50
Fig. 3.5 Modo de funcionamiento automático.	51
Fig. 3.6 Modo de funcionamiento manual.	51
Fig. 3.7 Ventana de visualización de curvas en tiempo real.	52
Fig. 3.8 Ventana de visualización de alarmas.	52
Fig. 3.9 Diagrama de bloques del sistema de control de temperatura.	54
Fig. 3.10 Diagrama de bloques del sistema de control de temperatura.	55
Fig. 3.11 Diagrama de bloques del sistema de control de iluminación.	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla.1.1. Temperatura óptima para el cultivo de hortalizas.	15
Tabla 1.2. Temperatura óptima para el cultivo de plantas ornamentales.	16
Tabla1. 3. Ejemplos de niveles de iluminación.	23
Tabla1.4. Tipos y características de lámparas empleadas en iluminación de invernaderos.	26
Tabla1.5. Niveles de iluminación para cultivo de flores.	26
Tabla2.1. Datos Técnicos CPU 226.	38
Tabla 2.2. Elementos de la Red AS-I.	39
Tabla 2.3. Datos técnicos de fuente auxiliar SITOP.	39
	40
Tabla 2.4. Datos técnicos del los contactores.	41
Tabla 2.5. Datos técnicos de las electroválvulas.	41
Tabla 2.6. Datos técnicos sensor de temperatura.	42
Tabla 2.7. Datos técnicos del transmisor SITRANS TH100.	43
Tabla 2.8. Datos técnicos del sensor de iluminación.	43
Tabla 2.8. Datos técnicos del sensor de CO ₂ .	44
Tabla 2.9. Datos técnicos del calefactor Eskabe.	

INTRODUCCIÓN

La automatización tiene por objetivo aprovechar la capacidad y características de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas, las cuales han sido efectuadas por el hombre de manera artesanal, para de esta manera poder controlar la secuencia de operaciones sin intervención humana.

Automatización Industrial es un conjunto de técnicas que involucran la aplicación e integración de sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos, entre otros unidos con los PLC para operar y controlar diferentes tipos de sistemas en forma autónoma.

El presente proyecto, se desarrolló teniendo como objetivo puntual diseñar e implementar un sistema automático para el control de temperatura CO₂ e iluminación dentro de un invernadero.

Para ello se ha dividido en cuatro capítulos como:

En el capítulo I se presenta el marco teórico referencial; definiciones, principios y nomenclatura propia relacionada con el sistema.

En el capítulo II se detalla el análisis y diseño del proyecto.

En el capítulo III se detalla los resultados obtenidos tras haber realizado las pruebas del sistema.

Finalmente en el capítulo IV se expone conclusiones y recomendaciones recopiladas durante el desarrollo del proyecto.

CAPITULO I

FUNDAMENTOS

1.1 INVERNADEROS.

1.1.1 DEFINICIONES DE INVERNADERO.

Se entiende por invernadero o invernáculo, a una estructura, ya sea metálica o de cualquier otro tipo de material, a la cual se le cubre con materiales transparentes como el vidrio o plásticos.

En él se cultivan especies vegetales; sean verduras, plantas ornamentales o plantines para la forestación, a mayor temperatura que en el exterior, debido a que se aprovecha del fenómeno de la radiación solar el cual se produce de la siguiente manera: al momento que un rayo solar atraviesa un material traslucido como el plástico o vidrio, calienta los objetos que se encuentran en el interior del invernadero. Dichos objetos a su vez emiten o generan radiación infrarroja con una longitud de onda menor a la longitud de onda del rayo solar incidente, debido a este hecho los rayos emitidos por los objetos no logran traspasar la cubierta consiguiendo atrapar esta energía en el interior de la estructura de esta manera se consigue calentar el interior de la cubierta y los objetos que se encuentran en su interior.

1.1.2 TIPOS DE INVERNADEROS.

En la actualidad se han desarrollado un sinnúmero de invernaderos que dependiendo de la forma de su estructura y cubierta poseen características específicas. Para la elección del tipo de invernadero se debe tomar en cuenta las condiciones climáticas que necesita el cultivo que se ha elegido para la producción.

A continuación se presentan las clases de invernaderos más destacadas:

1.1.2.1 TIPO PLANO O PARRAL.

Este tipo de invernadero se utiliza en zonas poco lluviosas, aunque no es aconsejable su construcción. La estructura de estos invernaderos se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal:

La estructura vertical está constituida por soportes rígidos que se pueden diferenciar según sean perimetrales (soportes de cerco situados en las bandas y los esquineros) o interiores (pies derechos).

Los pies derechos intermedios suelen estar separados unos 2m en sentido longitudinal y 4m en dirección transversal, aunque también se presentan separaciones de 2x2 y 3x4.

Los soportes perimetrales tienen una inclinación hacia el exterior de aproximadamente 30° con respecto a la vertical y junto con los vientos que sujetan su extremo superior sirven para tensar las cordadas de alambre de la cubierta. Estos apoyos generalmente tienen una separación de 2 m aunque en algunos casos se utilizan distancias de 1,5 m.

La estructura horizontal está constituida por dos mallas de alambre galvanizado superpuestas, implantadas manualmente de forma simultánea a la construcción del invernadero y que sirven para portar y sujetar la lámina de plástico.

Los invernaderos planos tienen una altura de cubierta que varía entre 2,15 y 3,5 m y la altura de las bandas oscila entre 2 y 2,7m.

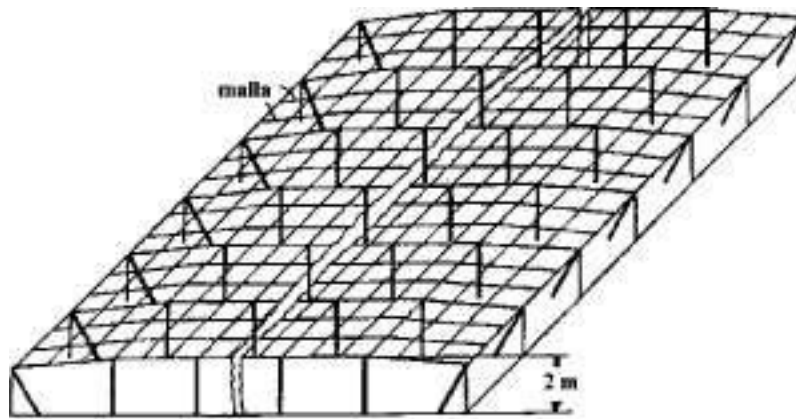


Fig. 1.1 Gráfico de invernadero tipo parral o plano.



Figl.2. Fotografía del interior de un invernadero tipo parral o plano.

Ventajas de los invernaderos planos son:

- Su economía de construcción.
- Su gran adaptabilidad a la geometría del terreno.
- Mayor resistencia al viento.
- Aprovecha el agua de lluvia en periodos secos.
- Presenta una gran uniformidad luminosa.

Desventajas que presenta son:

- Poco volumen de aire.
- Mala ventilación.

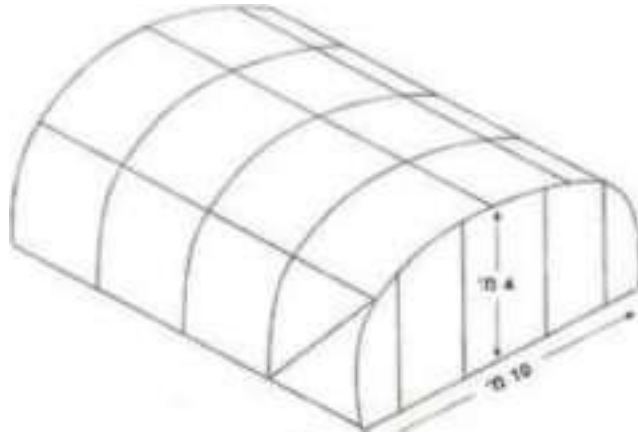
- La instalación de ventanas cenitales es bastante difícil.
- Demasiada especialización en su construcción y conservación.
- Rápido envejecimiento de la instalación.
- Poco o nada aconsejable en los lugares lluviosos.
- Peligro de hundimiento por las bolsas de agua de lluvia que se forman en la lámina de plástico.
- Peligro de destrucción del plástico y de la instalación por su vulnerabilidad al viento.
- Difícil mecanización y dificultad en las labores de cultivo por el excesivo número de postes, alambre de los vientos, piedras de anclaje, etc.
- Poco estanco al goteo del agua de lluvia y al aire ya que es preciso hacer orificios en el plástico para la unión de las dos mallas con alambre, lo que favorece la proliferación de enfermedades fúngicas.

1.1.2.2 TIPO TÚNEL O SEMICILÍNDRICO.

Se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica. El empleo de este tipo de invernadero se está extendiendo por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación al ser estructuras prefabricadas.

Los soportes son de tubos de hierro galvanizado y tienen una separación interior de 5x8 o 3x5m. La altura máxima de este tipo de invernaderos oscila entre 3,5 y 5m. En las bandas laterales se adoptan alturas de 2,5 a 4m.

El ancho de estas naves está comprendido entre 6 y 9m y permiten el adosamiento de varias naves en batería. La ventilación es mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero.



Figl.3. Gráfico de la estructura del invernadero tipo túnel.



Figl.4. Fotografía del interior del invernadero tipo túnel.



Figl.5. Fotografía de un invernadero multitúnel.

Ventajas de los invernaderos tipo túnel:

- Estructuras con pocos obstáculos en su estructura.
- Buena ventilación.
- Buena estanqueidad a la lluvia y al aire.
- Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento y facilita su accionamiento mecanizado.
- Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.
- Fácil instalación.

Desventajas del invernadero tipo túnel:

- Elevado coste.
- No aprovecha el agua de lluvia.

1.1.2.3 TIPO CAPILLA.

Los invernaderos de capilla simple tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, siendo el más utilizado.

La anchura que suele darse a estos invernaderos es de 12 a 16m. La altura en cumbre está comprendida entre 3,25 y 4m

Existe la variación de este tipo en invernadero de Multicapilla el cual están formados por dos o más naves yuxtapuestas. Su ventilación es mejor que en otros tipos de invernadero, debido a la ventilación cenital que tienen en cumbre de los dos escalones que forma la yuxtaposición de las dos naves; estas aberturas de ventilación suelen permanecer abiertas constantemente y suele ponerse en ellas malla mosquitera. Además también poseen ventilación vertical en las paredes frontales y laterales.

Este tipo de invernadero no está muy extendido debido a que su construcción es más dificultosa y cara que el tipo de invernadero capilla simple a dos aguas.



Figl.6. Gráfico de la estructura de un invernadero tipo Capilla.



Figl. 7. Fotografía del interior del invernadero tipo Capilla.



Figl.8. Fotografía de un invernadero Multicapilla.

Ventajas del invernadero tipo Capilla:

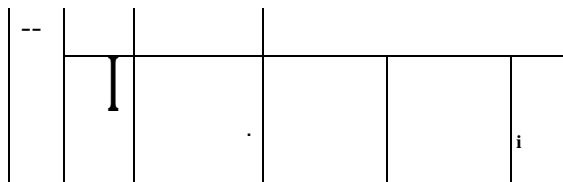
- Es de fácil construcción y de fácil conservación.
- Es muy aceptable para la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta.
- La ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla. También resulta fácil la instalación de ventanas cenitales.
- Tiene grandes facilidades para evacuar el agua de lluvia.
- Permite la unión de varias naves en batería.
- Si la inclinación de los planos de la techumbre es mayor a 25° no ofrecen inconvenientes en la evacuación del agua de lluvia.
- La ventilación es por ventanas frontales y laterales. Cuando se trata de estructuras formadas por varias naves unidas la ausencia de ventanas cenitales dificulta la ventilación.

1.1.2.4 TIPO VENLO O DE CRISTAL.

Este tipo de invernadero es de estructura metálica prefabricada con cubierta de vidrio y se emplean generalmente en el Norte de Europa.

El techo de este invernadero industrial está formado por paneles de vidrio que descansan sobre los canales de recogida de pluviales y sobre un conjunto de barras transversales. La anchura de cada módulo es de 3,2m. Desde los canales hasta la cumbrera hay un solo panel de vidrio de una longitud de 1,65m y anchura que varía desde 0,75m hasta 1,6m.

La separación entre columnas en la dirección paralela a las canales es de 3m. En sentido transversal están separadas 3,2m si hay una línea de columnas debajo de cada canal, o 6,4m si se construye algún tipo de viga en celosía.



Figl.9. Gráfico de la estructura del invernadero tipo Venlo.



Figl.10. Fotografía del interior del invernadero tipo Venlo.



Figl.II. Fotografía del exterior del invernadero tipo Venlo.

Ventajas:

- Buena estanqueidad lo que facilita una mejor climatización de los invernaderos.

Desventajas:

- La abundancia de elementos estructurales implica una menor transmisión de luz.
- Su elevado coste.
- Naves muy pequeñas debido a la complejidad de su estructura.

1.2 TEMPERATURA.

1.2.1 DEFINICIONES DE TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío. Por lo general, un objeto más "caliente" tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico. Más específicamente, está relacionada directamente con la parte de la energía interna conocida como "energía sensible", que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional,

o en forma de vibraciones. A medida que es mayor la energía sensible de un sistema se observa que está más "caliente" es decir, que su temperatura es mayor.

En el caso de un sólido, los movimientos en cuestión resultan ser las vibraciones de las partículas en sus sitios dentro del sólido. En el caso de un gas ideal monoatómico se trata de los movimientos traslacionales de sus partículas (para los gases multiatómicos los movimientos rotacional y vibracional deben tomarse en cuenta también).

El desarrollo de técnicas para la medición de la temperatura ha pasado por un largo proceso histórico, ya que es necesario darle un valor numérico a una idea intuitiva como es lo frío o lo caliente.

Multitud de propiedades fisicoquímicas de los materiales o las sustancias varían en función de la temperatura a la que se encuentren, como por ejemplo su estado (sólido, líquido, gaseoso, plasma), su volumen, la solubilidad, la presión de vapor, su color o la conductividad eléctrica. Así mismo es uno de los factores que influyen en la velocidad a la que tienen lugar las reacciones químicas.

La temperatura se mide con termómetros, los cuales pueden ser calibrados de acuerdo a una multitud de escalas que dan lugar a unidades de medición de la temperatura. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el kelvin. Sin embargo, fuera del ámbito científico el uso de otras escalas de temperatura es común el uso de la escala Celsius (antes llamada centígrada) y en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. También existe la escala Rankine ($^{\circ}\text{R}$) que establece su punto de referencia en el mismo punto de la escala Kelvin.

1.2.2 NIVELES ÓPTIMOS DE TEMPERATURA PARA EL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS

En el mundo existe una variedad enorme de plantas, vegetales, etc. Determinar el nivel térmico óptimo para un cultivo, todavía es una cuestión bastante compleja desde el punto de vista fisiológico. La temperatura ejerce mucha influencia sobre el

crecimiento y el metabolismo de la planta, y no hay tejido ni proceso fisiológico que no esté influenciado. La respuesta a la temperatura es, además sustancialmente diferente según el proceso metabólico o el tejido considerado, y un mismo proceso fisiológico, por ejemplo la fotosíntesis o la respiración, responden a la temperatura según particularidades diferentes de acuerdo con el estado de desarrollo de las plantas.

Las diferentes especies cultivadas no están diferenciadas por la temperatura de manera unívoca, sino cada una y según sus características propias, aunque es posible establecer algunas estrategias o comportamientos comunes.

Pero la mayor dificultad en la determinación del óptimo térmico, y en la valoración de la influencia ejercitada por diferentes niveles térmicos, deriva de la compleja interacción existente entre la temperatura y los demás parámetros climáticos, para cuya respuesta, en términos de crecimiento o de rendimiento de un cultivo, tenemos a la resultante del equilibrio que se establece entre el determinado nivel térmico y los demás factores climáticos, influyendo cada uno de ellos en diferentes funciones de la planta.

El empleo de microcontroladores y el uso del computador permite en la actualidad un control continuo y cuidado de la temperatura en el invernadero; de todas formas, para una correcta aplicación del instrumento técnico es necesario que las bases fisiológicas de la respuesta de la planta a la temperatura se conozcan en líneas generales.

Las plantas son organismos heterotermos, es decir, que no han desarrollado la capacidad, típica de los animales superiores, de controlar la temperatura de sus propios tejidos manteniéndola entre niveles constantes y óptimos.

El metabolismo de sus células está expuesto a las continuas oscilaciones de la temperatura ambiente. Además, la temperatura es el parámetro ambiental más variable tanto temporal como espacialmente.

Los procesos metabólicos y, por lo tanto, las funciones de una planta, como la de cualquier organismo vivo, se determinan por la cinética de las reacciones químicas y enzimáticas que la componen, reguladas a su vez por relaciones de la naturaleza física. La temperatura ejerce una influencia determinante en las relaciones químicas cuya velocidad aumenta de manera exponencial al aumento de la temperatura. Aunque la termodinámica de un organismo complejo como una planta superior sea mucho más complicada que una reacción química, el empleo de expresiones cuantitativas puede ser útil para la descripción de la influencia de la temperatura sobre los procesos fisiológicos.

Como fuente primaria de carbono y energía para la planta, el proceso fotosintético desempeña un papel determinante en el crecimiento de las plantas.

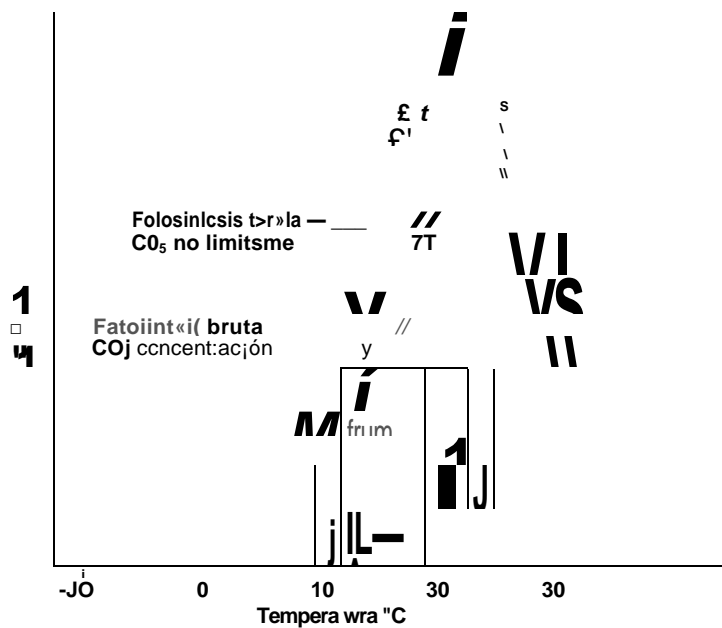
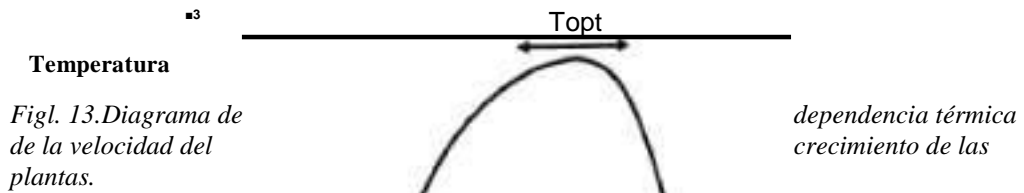


Fig.12. Diagrama de la dependencia térmica de la fotosíntesis y de la respiración.

La respuesta de la fotosíntesis a la temperatura es, por tanto, la suma del efecto de la temperatura más la cantidad de incidencia de luz.



La figura 1.13 nos muestra claramente la relación que existe entre la temperatura y la velocidad de crecimiento, también permite observar que en su comportamiento existe un rango de temperatura donde el crecimiento es óptimo, encontrar el valor solo depende únicamente del tipo de cultivo y como ya se mencionó anteriormente del comportamiento fisiológico y enzimático del mismo, también de otro factor crucial que es la intensidad luminosa.

1.3 CULTIVOS DE FLORES.

El cultivo de flores en el país ha tenido un repunte increíble, tanto que en los últimos 10 años el país ha tenido un ingreso de \$279.860 millones de dólares, no hay duda que el desarrollo de la economía ecuatoriana está marcada por sus exportaciones; sin embargo, la dependencia en su momento de uno o varios productos -cacao, café, banano y petróleo se convierte en la mayor debilidad del sector a lo largo de toda su historia. Si bien las flores de exportación, motivo de nuestro análisis, siguieron creciendo en volumen y divisas entre 1995 y el 2000, problemas como el costo de producción, la caída del mercado provocaron una contracción en las ganancias.

La rosa de la familia *Rosaceae*, es una de las flores más cotizadas en los mercados internacionales y puede ser acompañada con flores complementarias. Actualmente las flores ecuatorianas se comercializan en alrededor de ochenta países en el mundo,

en lugares tan distantes como Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Japón, Kuwait, Lituania, Ruanda, Ucrania, Bahreim, Bangladesh.

1.3.1 TIPOS DE CULTIVOS

1.3.2 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE CADA CULTIVO.

A continuación tenemos las temperaturas óptimas en las cuales los diferentes cultivos se desarrollan de manera óptima.

Especie	Temperatura óptima °C
<i>Hortícola</i>	
Tomate	15 a 20
Pepino	20 a 21
Melón	20 a 22
Pimiento	15 a 20
Berenjena	15 a 20
Lechuga	10 a 12
Fresa	12 a 15

Tabla. 1.1. Temperatura óptima para el cultivo de hortalizas.

Especie	Temperatura óptima °C
<i>Florícola</i>	
Clavel	15 a 18
Rosa	15 a 18
Gerbera	18 a 20
Crisantemo	18
Gladíolo	10 a 15
Tulipán	8 a 12
Iris y Narciso	10 a 13
Lilium y Freesia	10 a 15

Ciclamen	14 a 16
Azalea y Rododendron	15 a 18
Begonia	18 a 20
Poinsetia	18 a 20
Prímula y Carceolaria	15
Pelargonium	20
Saintpaulia	20 a 22
Kalanchoe	25 a 32
Hortensia	18 a 20
Gardenia	19 a 22
Cybidum	10 a 14
Phalaenopsis y Cattleya	16 a 18
Crotón y Picus	21
Diffenbachia	18 a 20
Bromeliaceas	18 a 20
Dypripedium	10 a 14

Tabla 1.2. Temperatura óptima para el cultivo de plantas ornamentales.

1.4 DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂).

El dióxido de carbono es uno de los gases más abundantes en la atmósfera. Se encuentra de forma natural en el aire que respiramos en una concentración del 0.03% al 0.04% (300 o 350 ppm). La abundancia de CO₂ en la atmósfera aumenta considerablemente la eficiencia fotosintética de las plantas, estimulando su rápido crecimiento y mejorando sensiblemente su producción.

Por lo tanto, las plantas cultivadas en salas enriquecidas con CO₂ crecen más rápida y profusamente, y producen cogollos más densos y compactos mejorando el rendimiento en peso y la precocidad de las cosechas. A esta técnica de cultivo se la denomina enriquecimiento o fertilización carbónica, y como es lógico, solo debemos considerar su uso en aquellas salas de cultivo cerradas, invernaderos y armarios, donde es más sencillo controlar y mantener una elevada concentración del gas.

1.4.1 ¿QUE ES EL CO₂?

Joseph Black, un físico y químico escocés, descubrió el dióxido de carbono alrededor de 1750. A temperatura ambiental (20-25 °C), el dióxido de carbono es un gas inodoro e incoloro, ligeramente ácido y no inflamable.

El dióxido de carbono es una molécula con la fórmula molecular CO₂. Esta molécula lineal está formada por un átomo de carbono que está ligado a dos átomos de oxígeno.

A pesar de que el dióxido de carbono existe principalmente en su forma gaseosa, también tiene forma líquida y sólida.

1.4.2 NIVEL DE CO₂ PARA LOS CULTIVOS.

En algunos medios científicos se sostiene que hace millones de años, la cantidad de CO₂ en la atmósfera era superior a la actual (300 o 350ppm) y que las plantas nunca perdieron la facultad de procesar CO₂ a mayores concentraciones. Como consecuencia, el crecimiento vegetal en la atmósfera actual se encuentra limitado. Sin embargo, a concentraciones mayores de 2500 PPM pueden producirse resultados negativos, como consecuencia del cierre de estomas de la hoja.

Añadir CO₂ a un medio de producción que no recibe la cantidad adecuada de luz o agua, no produce un aumento de crecimiento. Sin embargo, estudios realizados demuestran que, en condiciones de luz y suministro de agua adecuada, un aporte de CO₂ hasta llegar a las 1500 ó 2000ppm pueden incrementar el crecimiento hasta seis veces en comparación con las plantas que se encuentran a los niveles normales de CO₂.

Como es lógico, solo se puede considerar el enriquecimiento del cultivo con CO₂ en el caso de recintos cerrados como invernaderos. En este caso tiene, además, especial

sentido, porque en una atmósfera cerrada y debido al consumo, la concentración puede caer hasta niveles bajos.

Por otra parte, en este sistema de cultivo, la disponibilidad de agua y luz serán en general altas, y será la disponibilidad de CO₂ el factor limitante. Además de mejorar el rendimiento en peso y precocidad de los cultivos, en ocasiones se observa además una mejora de la calidad del producto obtenido, aunque esto no siempre ocurre (p. ej. tomate). Sin embargo, debe vigilarse que este aumento del crecimiento no desencadene desequilibrios, de manera que un aumento de la parte verde afecte negativamente a frutos. Además debe considerarse la posibilidad de que cambien las necesidades hídricas y de fertilización del cultivo.

Para asegurar la eficacia, a la hora de llevar a cabo el enriquecimiento debe considerarse la incidencia de luz en ese momento, no solo según la época del año, sino incluso el momento del día.

Por la mañana comienza la actividad, pero los niveles de CO₂ suelen ser altos, debido a la respiración nocturna. A mediodía, cuando la iluminación empieza a alcanzar máximos y los niveles de CO₂ nocturno pueden haber disminuido, debería incrementarse la concentración de CO₂ y mantenerla también por la tarde.

Como es lógico, en verano las aportaciones deberían ser mayores, debido al mayor índice de iluminación. En invierno, y según las condiciones, podría incluso ser inútil el aporte sin una fuente de iluminación complementaria.

1.4.3 FORMAS DE AUMENTAR EL CO₂ EN AMBIENTES CERRADOS.

1.4.3.1 UTILIZACIÓN DE GASES DE COMBUSTIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

Este método consiste en recuperar los gases de combustión de la calefacción e introducirlos en el invernadero. La instalación consiste en inyectores y aparatos de medida y seguridad que dosifican dichos gases.

Alcanzar niveles de unos 1500 ppm se consigue normalmente sin problemas dentro del invernadero.

Según investigaciones, para conseguir 1500ppm se necesitan unos 100kg de CO₂ por hectárea de invernadero y esto se alcanza con potencias de calefacción de 350 a 500 kw, muy por debajo de los 2500 a 3000 kw necesarios en pleno invierno. La ventaja de esta técnica es que se trata de un enriquecimiento prácticamente gratuito.

Desventajas de esta alternativa:

- Las necesidades de fertilización carbónica son máximas a mayor nivel de iluminación. Desgraciadamente esto ocurre en verano, cuando el sistema de calefacción se encuentra sin o con mínima actividad. Su uso en invierno puede ser poco eficaz debido a los bajos niveles de iluminación. Además, las máximas necesidades de CO₂ ocurren de día, y las de calefacción, de noche. Para paliar este inconveniente, algunos investigadores europeos proponen poner en funcionamiento las calderas por el día, para poder aprovechar el CO₂, y almacenar el agua caliente en depósitos y hacerla circular durante la noche. Este tipo de instalaciones tendría, sin embargo, la desventaja de tener que realizar una mayor inversión en instalaciones.
- Por otro lado, debe también considerarse la naturaleza del combustible utilizado, ya que los gases de combustión, además de CO₂, contienen otros compuestos que pueden ser perjudiciales (azufre, etc.). En este sentido, el metano (y por extensión el gas natural, que está formado mayoritariamente por éste) es una de las fuentes más recomendables.

1.4.3.2 USO DE GENERADORES DE CO₂.

Estos aparatos queman combustibles como propano o gas natural y están diseñados para maximizar la producción de CO₂ y minimizar la de otros productos secundarios de combustión. Cuando el generador se enciende la combustión comienza al actuar

un piloto de ignición constante. Si la llama piloto se apaga, la válvula se cierra, de modo que no escape combustible sin quemar.

Es importante conocer las necesidades para cada invernadero, de modo que la inversión de la instalación sea lo menor posible. Según el tamaño, la concentración que se desee alcanzar y el tiempo necesario para llevarla a cabo, las dimensiones serán distintas. Los constructores de estos aparatos recomiendan que se elijan los modelos de modo que no se excedan los 20 minutos para alcanzar el nivel de enriquecimiento deseado. Así mismo indican que como mínimo a las 1-4 horas debe recargarse el ambiente, en función de pérdidas por ventilación o consumo por parte de las plantas.

Por ejemplo, un modelo que enriquece en 1000 ppm un invernadero de 1000 pies cúbicos (28 m^3) en 10 minutos, tiene un consumo de 2 pies cúbicos de propano / hora ($0.0566 \text{ m}^3/\text{h}$) y otro modelo que lo hace en un invernadero de 1800 pies cúbicos y tarda 6 min consumiendo 6 pies cúbicos de propano por cada hora.

El control de la instalación, se lleva a cabo, bien con simples temporizadores, bien con elementos de medida y un procesador central que se programa para actuar según las condiciones.

1.4.3.3 INYECCIÓN DE CO₂ ALMACENADO EN BOMBONAS.

Este método consiste en instalar un sistema de elementos dosificadores que distribuyen CO₂ procedente de bombonas. Como ventaja principal cuenta con que es el método más sencillo de instalar y regular: no se depende de la actividad de otros elementos del invernadero para disponer de la fertilización carbónica y el aporte es inmediato. El gas que se inyecta, además, es CO₂ sin otras impurezas.

En este caso debe valorarse especialmente el gasto que supone el suministro continuo de dichas bombonas y su rentabilidad en el caso concreto de cada invernadero y producto que se obtiene.

1.4.3.4 HIELO SECO.

Utilizar hielo seco de CO₂ ("dry ice") como fuente de fertilización carbónica. El hielo seco es CO₂ que ha sido congelado hasta su punto de fusión que es -109 °C. Su precio es aproximadamente el mismo que el del CO₂ envasado en tanques o bombonas. A temperatura ambiental, el gas se evapora bastante más rápido, aportando, seguramente, una mayor cantidad de CO₂ del que las plantas pueden utilizar. Este sistema presenta un grave problema de control y regulación de las aplicaciones de gas.

1.5 LUMINOSIDAD.

La luz es el factor principal para el crecimiento de la planta porque impulsa la fotosíntesis. La radiación es un elemento muy importante para el control climático de invernadero porque afecta de manera significativa la temperatura. Separar ambos conceptos es algo difícil, porque radiación y luz son ambas parte del sol, pero en realidad son cosas diferentes.

1.5.1 ¿QUÉ ES LA INTENSIDAD LUMINOSA?

Las radiaciones luminosas provienen del calentamiento de un determinado material a consecuencia del cual radia energía.

Ahora bien, no toda la energía que radia es considerada energía luminosa (aquella que percibimos con el sentido de la vista) sino que parte de esa energía se transforma en calor y radiaciones no visibles, así que parte de esa energía emitida por un manantial no es energía visible.

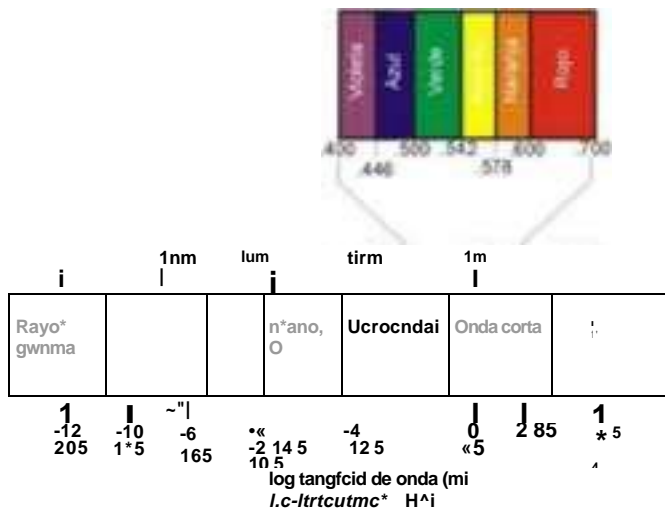


Fig. 1.14 Espectro electromagnético.

La característica fundamental de la fuente de radiación, viene dada por el flujo luminoso F emitido por unidad de ángulo sólido W en una dirección especificada o, lo que es lo mismo, la potencia luminosa propia de la fuente que se expresa en vatios.

$$I = \frac{F[\text{lumens}]}{W[\text{sr}]} \quad (1.1)$$

Donde:

W = ángulo sólido y su unidad es el estereorradián (sr).

F = Flujo luminoso y su unidad es el lumen (lumen). I =

intensidad luminosa y su unidad es candela (cd).

1.5.1.1 ILUMINANCIA.

Es la cantidad de flujo luminoso (medida de la potencia luminosa percibida.) que incide sobre una superficie por unidad de área.

Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el lux.

El lux es una unidad derivada, basada en el lumen, que a su vez es una unidad derivada basada en la candela.

Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado, mientras que un lumen equivale a una candela por estereorradián.

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2 \quad (1.2)$$

Para tener una idea de cuanto más o menos significa un determinado nivel en lux a continuación presentamos una tabla con equivalencias.

Iluminancia	Ejemplo
120000 lux	Luz diurna más brillante
110000 lux	Luz diurna brillante
20000 lux	Sombra iluminada por un cielo completamente azul, al mediodía.
10000-25000 lux	Típico día nublado, al mediodía.
200 lux	Extremo de las más oscuras nubes tempestuosas, al mediodía.
400 lux	Orto u ocaso en un día claro (iluminación ambiental).
40 lux	Completamente nublado, en el orto/ocaso.

Tablal. 3. Ejemplos de niveles de iluminación. 1.5.2

CÓMO INFLUYE EN EL CRECIMIENTO DE UN CULTIVO.

Las bajas intensidades luminosas y cortos fotoperíodos, propios de las estaciones climáticas, pueden determinar en diferentes especies cultivadas en invernadero bajas tasas de crecimiento en los casos más graves se puede llegar a fenómenos fisiopatológicos como el aborto y abscisión de las yemas

1 lux	Extremo de las más oscuras nubes tempestuosas, en el orto/ocaso.
-------	--

coagulación de los frutos, modesta pigmentación de las flores; de ahí la necesidad de integrar la irradiación solar natural con iluminación artificial.

Por ello a mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores.

Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios:

- Materiales de cubierta con buena transparencia.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.
- Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.
- Acolchados del suelo con plástico blanco.

Debido a que la luz natural se tiene durante el medio día y también dependiendo de las condiciones climáticas, se hace necesario utilizar medios artificiales, es donde aparece la iluminación artificial.

1.5.3 ILUMINACIÓN ARTIFICIAL.

La iluminación artificial es aquella que se logra a través de los aparatos de luz como lámparas.

Existen dos tipos, fotosintética y fotoperiódica.

1.5.3.1 ILUMINACIÓN FOTOSINTÉTICA.

Es utilizada para complementar la intensidad de luz solar durante el invierno.

1.5.3.2 ILUMINACIÓN FOTOPERIÓDICA.

Modifica las horas luz para prevenir que las plantas lleguen a entrar en dormancia, lo cual se realiza mediante la reducción de la duración del periodo oscuro. Este es el tipo de iluminación artificial más comúnmente utilizado. La iluminación fotoperiódica involucra tanto la duración (tiempo que la luz se deja encendida) como la oportunidad (cuando son activadas las luces). La duración puede ser tanto continua como intermitente y la iluminación fotoperiódica es encendida después de que oscurece o antes de que amanezca para extender el número de horas luz o en pequeños intervalos durante la noche. La mejor lámpara depende del objetivo buscado, es decir, la selección de tipo de lámpara depende del área y especialmente de la clase de cultivo que se producirá.

1.5.3.2.1 LÁMPARAS MERCURIO-FLUORESCENTES Y DE HALOGENUROS METÁLICOS.

Las primeras suministran un espectro equilibrado con una relación entre las radiaciones rojo- anaranjada y azul - violeta (alrededor de 2) que se aproximan a la de la luz solar (que tiene 1.25).

Son apropiadas para iluminación suplementaria de elevada intensidad, así como para iluminación sustitutoria porque no calientan demasiado ambiente.

Las lámparas de halogenuros metálicos de alta presión presentan una mayor eficiencia radiante y proporcionan resultados que compiten con los de las lámparas de mercurio fluorescentes.

1.5.3.2.2 LÁMPARAS DE SODIO.

Se han tomado en consideración desde hace poco tiempo por su elevada eficiencia. Al tener un espectro de emisión poco equilibrado, se adaptan únicamente a la

iluminación suplementaria. Se disponen de lámparas de sodio a baja y alta presión, aunque estas últimas son preferibles por su espectro de emisión más amplio.

Características	Incandescentes	Vapor de mercurio	Incandescentes y vapor de mercurio	Fluorescentes
Luz producida	Rojo e infrarrojo	Visible y ultravioleta	Mixta	Mixta con preponderancia de azul y rojo
Potencia	3 [w/m ²]	150-200 [w/m ²]	-	-
Rendimiento Luminoso	10%	90%	30%	90% (emana poco calor)
Duración	1000 horas	3500 horas	2000 horas	3500 horas
Aplicación	Invernaderos de grandes dimensiones, adelanto o retraso de la floración	Crecimiento de plantas	Adelanto de la floración	Crecimiento de plantas

Tablal.4. Tipos y características de lámparas empleadas en iluminación de invernaderos.

1.5.4 NIVELES DE LUMINOSIDAD PARA CULTIVOS DE FLORES.

A continuación presentamos los diferentes niveles de luz que requieren diferentes clases de flores.

Especie	Temperatura óptima °C	
	Intensidad (lux)	Duración (Horas)
Florícola		
Clavel	15000 a 45000	DI
Rosa	Pleno sol	DI
Gerbera	Pleno sol	DI
Crisantemo		DC
Gladíolo	Pleno sol	DL
Tulipán	Pleno sol	DL
Iris y Narciso	Pleno sol	DL
Lilium y Freesia	Pleno sol	DL
Ciclamen	Semi sombra	DI
Azalea y Rododendron		DL
Begonia	Semi sombra	DL
Poinsetia	Pleno sol	DC
Prímula y Carceolaria	Pleno sol	DL
Pelargonium	Pleno sol	DL
Saintpaulia	5000 a 20000	DC
Kalanchoe	Pleno sol	DL
Hortensia	Pleno sol	DL
Gardenia	Pleno sol	DI
Cybidum	15000 a 30000	DI
Dypridium	15000 a 30000	DC

Tablal.5. Niveles de iluminación para cultivo de flores.

Donde:

DI = día intermedio entre 12 y 14 horas de luz.

DC= día corto menor a 14 horas de luz. DL= día largo 11 a 24 horas de luz.

1.6 SISTEMAS DE CALEFACCIÓN.

En las diferentes regiones del país las condiciones climatológicas naturales han permitido la creación de un tipo de invernaderos basándose en el uso de láminas plásticas y desprovistas por lo general de calefacción.

En esas peculiares condiciones climatológicas este tipo de invernaderos permite alcanzar unos buenos resultados en los cultivos, sin embargo, por lo general el acondicionamiento térmico de los invernaderos tiene una importancia fundamental, tanto para prevenir los daños producidos por los descensos de temperatura imprevistos y excepcionales, como para proporcionar a las plantas unas condiciones inmejorables para su desarrollo.

Es por ello que a continuación realizaremos una breve descripción de los métodos de calefacción para conseguir una climatización que permita un mejor rendimiento, ya sea desde el punto de vista de la ingeniería y también por que no desde el punto de vista agrónomo - biológico.

1.6.1 CALEFACCIÓN.

La calefacción de un invernadero se puede efectuar por dos medios: a través de la atmósfera o a través del suelo, o bien a través de ambos medios.

El aire tiene una inercia térmica débil, y por lo tanto, el calor se difunde en su masa casi exclusivamente por convección, la cual puede ser activada artificialmente; por el contrario, el suelo tiene una gran inercia y el calor se transmite casi exclusivamente por conducción.

Por lo general los sistemas térmicos actúan sobre la atmósfera, tanto como para bajar como para subir la temperatura, mientras que sobre el suelo solo actúan para subirla. La calefacción del invernadero se logra mediante aparatos que transmiten energía por radiación o por convección.

La relación:

$$Calefacción = \frac{\text{energía producida bajo forma radiante}}{\text{energía total proporcionada}} \quad (1.3)$$

Esta relación puede variar según la ubicación de los aparatos, con la temperatura de las superficies que son fuentes de calor y con la velocidad de aire que los rodea, por lo tanto, tomando como base esta relación, podemos agrupar los sistemas de calefacción en dos grupos distintos: convectivos (aereotérmicos) y radiantes (paneles radiantes).

El acondicionamiento térmico persigue varios fines, uno de ellos es conseguir la distribución homogénea de la temperatura en el interior del invernadero, y esto se consigue colocando oportunamente y en distintos lugares del invernadero los aparatos calefactores. Una convección fuerte permite limitar el número de los aparatos de acondicionamiento, pero hay que cuidar de que el aire no alcance demasiada velocidad, por lo que es aconsejable fraccionar las fuentes de calor.

1.6.2 TIPOS DE CALEFACCIÓN.

Y por lo que se refiere a los aparatos de calefacción en si, también podemos hablar de dos distintos grupos básicamente por convección o por conducción. Por convección al calentar el aire del invernadero y por conducción se localiza la distribución del calor a nivel del cultivo.

Los diferentes sistemas de calefacción aérea o de convección más utilizados se pueden clasificar en:

- Tuberías aéreas de agua caliente.
- Aerotermos.
- Generadores de aire caliente.
- Generadores y distribución del aire en mangas de polietileno.

Los sistemas de distribución de calor por conducción se basan en tuberías de agua caliente, las diferencias entre ellos se encuentran en la temperatura del agua y su localización:

- Suelo a nivel de cultivo.
- Tuberías enterradas.
- Banquetas.

1.6.2.1 CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE.

Es el sistema de calefacción aérea más tradicional y se basa en la circulación de agua caliente o vapor procedente de un foco calorífico (caldera, bomba de calor, etc.) por una red de tuberías. En la caldera el agua se calienta a 80-90° C y las tuberías se colocan a unos 10cm sobre el suelo, que pueden ser fijas o móviles. Los sistemas antiguos tenían las tuberías colgadas del techo lo que incrementaba los costos energéticos.

La distribución del calor dentro del invernadero por el sistema de calefacción central por agua caliente se puede hacer de dos formas diferentes:

- Por termofusión, con tubos de diámetro grande, con una ligera pendiente unidescendiente.
- Por impulsión de bombas o aceleradores con tubería de diámetro menor y una temperatura en el agua de retorno más elevada que en el caso anterior.

Las características del sistema de calefacción del suelo por agua caliente que más destacan, son:

- Al estar el calor aplicado en la base, la temperatura del aire del invernadero es mucho más uniforme en comparación con la calefacción tradicional por tubo caliente colgado del techo.
- Para calentar el suelo se puede utilizar agua entre 30 ° C y 40° C y por tanto es una forma de aplicación de energías alternativas como la geotérmica, calor residual industrial y solar a baja temperatura.
- Los costos de bombeo de agua son mayores. Debido a que la caída de temperatura del agua de calefacción en el invernadero es menor en los sistemas a baja temperatura, se precisa bombear mayor cantidad de agua para ceder la misma cantidad de calor.
- Se pueden usar materiales económicos como el polietileno en lugar de tuberías más caras de acero o aluminio.
- En general, los sistemas de calefacción de suelo representan un ahorro de energía.
- Sus costos de instalación son elevados.

1.6.2.2 CALEFACCIÓN POR AIRE CALIENTE.

En este caso se emplea aire para elevar la temperatura de los invernaderos. La calefacción por aire caliente consiste en hacer pasar aire a través de focos caloríficos y luego impulsarlo dentro de la atmósfera del invernadero. Existen dos sistemas:

- Generadores de combustión directa. Un ventilador lanza una corriente de aire al interior de la cámara de combustión del generador, con lo que en su salida el aire ya caliente arrastra consigo gases de la combustión, que pueden crear problemas de fitotoxicidad debido a sus componentes azufrados.
- Generadores con intercambiador de calor. La corriente de aire no pasa directamente a través de la cámara de combustión, sino que se calienta atravesando una cámara de intercambio. Por otra parte, la cámara de combustión elimina los gases que se producen en ella a través de una chimenea.

Los generadores de aire caliente pueden instalarse dentro o fuera del invernadero. Si están fuera el aire caliente se lleva hasta intercambiadores que están establecidos

dentro del invernadero. Cuando los generadores están colocados dentro del invernadero, los ventiladores aspiran el aire del invernadero por una parte del aparato, donde se calienta y es expulsado directamente a la atmósfera del invernadero. También puede distribuirse por medio de tubos de plástico perforado, que recorren en todas las direcciones el invernadero.

En el caso de que el generador de calor esté en el exterior, el aire del invernadero es retornado al generador con la ayuda de unos conductos termoaislantes, donde se calienta y es impulsado de nuevo por medio de otros conductos.

Normalmente el combustible empleado es gasoil o propano, y los equipos están dotados de un sistema eléctrico de encendido con accionamiento a través de un termostato.

Los sistemas de calefacción por aire caliente tienen la ventaja de su menor inversión económica y mayor versatilidad al poder usarse como sistema de ventilación, con el consiguiente beneficio para el control de enfermedades. Como inconvenientes pueden citarse los siguientes:

- Proporcionan una deficiente distribución del calor, creando a veces turbulencias internas que ocasionan pérdidas caloríficas (menor inercia térmica y uniformidad).
- Su costo de funcionamiento es elevado y si se averían, la temperatura desciende rápidamente.

1.6.2.3 EMPLEO DE PANTALLAS TÉRMICAS.

Se puede definir una pantalla como un elemento que extendido a modo de cubierta sobre los cultivos tiene como principal función ser capaz de variar el balance radiativo tanto desde el punto de vista fotosintético como calorífico.

El uso de pantallas térmicas consigue incrementos productivos de hasta un 30%, gracias a la capacidad de gestionar el calor recogido durante el día y esparcirlo y

mantenerlo durante la noche. Las pantallas también son útiles como doble cubierta que impide el goteo directo de la condensación de agua sobre las plantas en épocas de excesiva humedad.

Así las pantallas térmicas se pueden emplear para distintos fines:

a) Protección exterior contra:

- El exceso de radiación con acción directa (UV) sobre las plantas, quemaduras.
- El exceso de temperatura (rojo, IR cercano).
- Secundariamente, viento, granizo, pájaros.

b) Protección interior:

- Protección térmica, ahorro energético (IR).
- Exceso contra el enfriamiento convectivo del aire a través de la cubierta.
- Secundariamente, humedad ambiental y condensación.

Existen distintos tipos de pantallas, presentando la mayoría una base tejida con hilos sintéticos y láminas de aluminio. La composición, disposición y grosor de los hilos es variable, ofreciendo distintas características.

También existen pantallas en las que se tejen directamente las láminas del material reflectante entre sí o con otro tipo de lámina plástica (poliéster, polipropileno, etc.). Otro tipo es adaptando el sistema de las mallas de sombreo tradicionales, sustituyendo la llamada rafia de polipropileno o polietileno por aluminio.

Así mismo, las pantallas pueden ser abiertas o ventiladas y cerradas o no ventiladas en lo referente al paso del aire. Las abiertas presentan la ventaja de ser muy útiles en verano al permitir la evacuación del exceso de temperatura y ofrecer propiedades térmicas, reflejando gran parte de la radiación IR durante la noche. Las pantallas

cerradas limitan las pérdidas por convección del calor en el aire y reducen el volumen de aire a calentar con lo que el ahorro de cara a la calefacción es mayor.

1.6.3 PARTES DE UN CALEFACTOR.

Los generadores de aire caliente o aerotermos, con cualquier sistema de combustión (carbón, aceite pesado, gas, etc.).

Estos aparatos de calefacción autónomos, fijos o móviles, tiene esencialmente:

- Cámara de combustión (con quemador) o un hogar.
- Intercambiador de temperatura (por ejemplo, un haz tubular) que cede al aire que circula a lo largo de la superficie exterior el calor de los gases de combustión que lo recorren interiormente,
- Ventilador o un soplador con motor. Están generalmente equipados de un conducto de evacuación de los gases quemados.

Los generadores de aire caliente pueden estar provistos de dispositivos accesorios, tales como quemadores con bomba, ventilador con motor eléctrico para alimentación de aire a los quemadores, aparatos de regulación y de control (termostatos, pirostatos, etc.), filtros de aire, etcétera.

1.7 HMI.

El ser humano interactúa, a diario, con los objetos que le rodean, y tiene unas expectativas de cómo deben comportarse, basado en experiencias anteriores con ellos.

Una interfaz de usuario es un conjunto de elementos a través de los cuales un usuario interactúa con un objeto que realiza una determinada tarea. (Televisor, teléfono, coche, despertador, puerta, etc.)

Mientras que los cambios fundamentales de las generaciones de computadoras casi siempre se refieren a la tecnología hardware. En forma paralela a los desarrollos de hardware, pueden establecerse los cambios desde el punto de vista de la interfaz de usuario.

1.7.1 ¿QUÉ ES UN HMI?

HMI viene de "Human Machine Interface" que traducido es interfaz Hombre Máquina.

Los sistemas HMI podemos pensarlos como una "ventana de un proceso". Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software HMI o de monitoreo y control de supervisión.

Este sistema permite monitorear las señales y estados del proceso, y son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's (Controladores lógicos programables), PACs (Controlador de automatización programable), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVER's (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

También un HMI debe permitir al operador o usuario cambiar set points y también realizar operaciones de emergencia.

1.7.2 DEFINICIONES DE HMI.

La definición de HMI viene de sus siglas en idioma inglés, (Human Machine Interface) que se emplea para referirse a la interacción entre humanos y máquinas.

1.7.3 CARACTERÍSTICAS DE UN HMI.

Una interfaz debe poseer ciertas características de diseño para que esta sea lo más funcional e intuitiva posible.

Tener en cuenta al diseñar el interfaz las habilidades cognitivas y de percepción de las personas y adaptar el programa a ellas.

Presentar al usuario solo la información que necesita.

Hacer la presentación visual clara, es decir no colocar demasiados objetos en la pantalla y estos deben estar bien distribuidos.

Hacer transparente la interfaz del usuario, es decir que el usuario debe creer que trabaja directamente con los objetos.

Permitir una cómoda navegación dentro del producto y una fácil salida del mismo.

Permitir al usuario manipular directamente los objetos de la interfaz.

Permitir distintos niveles de uso del producto para usuarios con distintos niveles de experiencia.

Mostrar eventos.

Mostrar alarmas.

CAPITULO II DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

2.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Para el proceso de diseño se toman las siguientes consideraciones:

1. Debido a la ausencia de planos en lo que se refiere al sistema de temperatura, iluminación y CO2 se ve la necesidad la realización del levantamiento de planos eléctricos.
2. Implementadón del PLC: Se optó por la plataforma siemens Simatic S7-200 ya que por ser complemento del sistema anti helada dicha plataforma ya fue previamente seleccionada.
3. Se implementará un tablero eléctrico e interface por computador para el manejo y verificación del sistema.

2.2. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA.

Se ha visto conveniente plantear la solución del problema representado a través de diagrama de bloques de la figura 2.1.

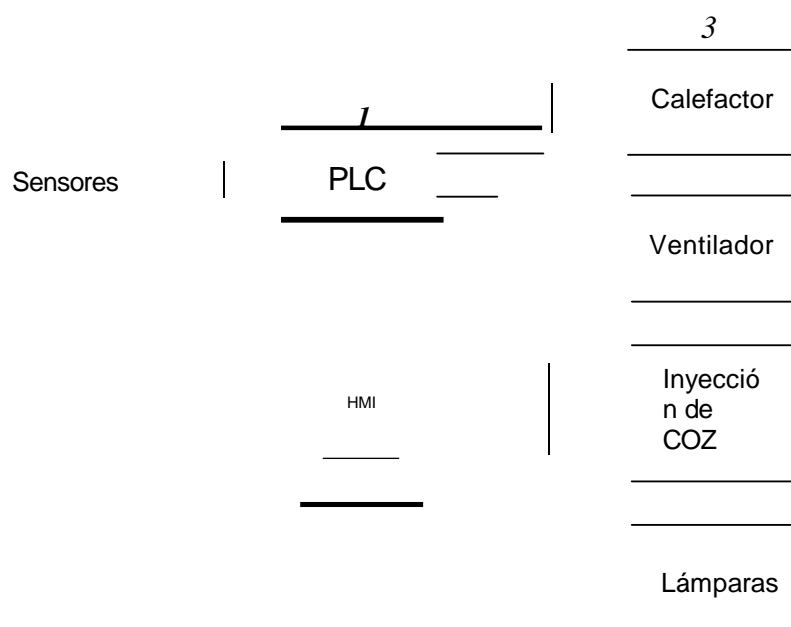


Figura2.1 .Diagrama de bloques del sistema

1. Representa al PLC que se emplea en el proyecto. Este se encargará de controlar el funcionamiento del sistema de temperatura, iluminación y nivel de CO2. También gestiona las alarmas y comunica el estado del proceso al computador donde es monitoreado.
2. Sensores de temperatura, CO2 e iluminación, los cuales envían al PLC las mediciones tomadas dentro y fuera del invernadero.
3. Sistema de calefacción, el cual se encarga de incrementar la temperatura dentro del invernadero.
4. El ventilador se encarga de distribuir el calor a través de todo el interior del invernadero.
5. La inyección de CO2 es el generador de dicho gas que se encarga de proveer del gas cuando el operador lo requiera necesario.
6. Se encargan de proveer luz artificial dentro del invernadero.

2.3. SELECCIÓN DE COMPONENTES.

Siendo la parte más importante dentro de un proceso de automatización para la selección de componentes se han tomado en cuenta aspectos como parámetros técnicos, disponibilidad en el mercado, valor económico.

2.3.1. SELECCIÓN DEL PLC.

Debido a que realizamos la parte complementaria del proyecto sistema anti heladas se tiene como plataforma SIEMENS SEVIATIC S7-200.

S7-200.

Esta familia tiene algunas alternativas en CPU, pero la que se seleccionó en este proyecto es la CPU 226 ya que posee un alto nivel de rendimiento, también tiene hasta 40 entradas y salidas expandibles, posibilidad de conectar un maestro AS-I para poder comunicarnos con un bus de campo y debido a que posee una capacidad de programa amplia de 24 KB da el soporte para nuestro proyecto.

También estas características brindan la posibilidad a un escalamiento en caso de que el sistema lo requiera. A continuación en la tabla 2.1 se detallan otras características importantes del PLC.

Tipo	CPU226
Dimensiones	196x80x62mm
Memoria del programa	24KB
Alimentación	110VAC
Entradas digitales	24
Salidas digitales	16; relé
Módulos de ampliación	Máximo 7
Lenguaje de programación	KOP, FUP, AWL
Puertos de comunicación	2 RS-485

Tabla 2.1. Datos Técnicos CPU 226.

2.3.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA EN LA RED AS-I.

Ya que en este proyecto se emplea algunos sensores y actuadores para poder comunicarnos con estos se seleccionó AS-Interface o Interfaz de Actuador/Sensor, como su nombre lo indica se emplea a nivel de sensores y actuadores dentro de un sistema de automatización y características como las que se muestran a continuación son la que han satisfecho las necesidades para nuestro sistema, a la vez permitirán escalabilidad del sistema en caso de ser necesario:

- Incorpora sensores y actuadores de manera simple y sencilla.
- Comunicación en tiempo real.
- Posibilidad de conectar 62 esclavos de diferentes clases.
- 496 entradas y 496 salidas.
- Un solo cable donde se transmiten tanto los datos como la alimentación de los sensores.
- Una longitud del bus de 100m en forma estándar y hasta 600m mediante un repetidor.

Nuestro sistema de red AS-I consta de los componentes que se muestran a continuación en la tabla 2.2.

Elementos	Cantidad	Serie
Maestro AS-i	1	CP 243-2 6GK7243-2AX01-0XA0
Slimline	4	3RK1A02-3CE00-0AA2
Módulo digital	2	3RK 1400-1DQ00-0AA3
Módulo analógico	2	3RK 1207-1BQ44-0AA3
Cable AS-I	1	95 m

Tabla 2.2. Elementos de la Red AS-I.



Figura 2.3. Componentes de la red AS-i.

Los detalles técnicos de estos elementos se encuentran detallados en el anexo D, hojas de especificaciones técnicas.

2.3.3 SELECCIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN AUXILIAR DC

Debido a que AS-Interface requiere de una fuente de alimentación para enviar la energía a los sensores y actuadores a través del cable amarillo, la fuente de alimentación que se seleccionó es una Siemens de 5 A ya que presta una gran estabilidad y reducida ondulación a la vez, el consumo entre los sensores y actuadores llega a no más de 2 A lo cual permitirá ampliaciones.

Marca	SIEMENS
Voltaje	24 VDC
Corriente	5A

Tabla 2.3. Datos técnicos de fuente auxiliar SITOP.

2.3.4 SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR PARA LA ALIMENTACIÓN AUXILIAR AC.

Para la alimentación de nuestro tablero de control se seleccionó el transformador GE 9T58K2810 de VI 240\480VAC y un V2 120\240VAC CON 0.5KVA, dichas características nos brindan la energía necesaria para nuestro sistema poner en marcha todos los equipos del tablero, como bobinas de los contactores para accionar los actuadores.

2.3.5 SELECCIÓN DE CONTACTORES.

Los contactores se encargarán de accionar lámparas, módulo de chispa, electroválvulas, ventilador. Los parámetros que se consideraron para la selección son:

- a) Voltaje y frecuencia de la bobina
- b) Voltaje y corriente de los contactos

Bobina	Contactos principales	
110V 60 Hz	110V	7A

Tabla 2.4. Datos técnicos del los contactores.

2.3.6 SELECCIÓN DE ELECTROVÁLVULAS.

Las electroválvulas son dispositivos mecánicos que permiten o restringen el paso de gases o líquidos. Se seleccionó la electroválvula 4030-31 para la inyección de CO₂ y la alimentación de gas metano al calefactor debido a que posee dos posiciones, su accionamiento es eléctrico lo cual permite el control de dicha señal desde el PLC y es normalmente cerrada. Dichos gases poseen un cierto grado de peligro y por ese motivo están fabricadas de cobre. En la siguiente tabla se muestran datos técnicos:

Electroválvula	Bobina	Vías/Posiciones	Accionamiento	Aplicación
4030-31	110VAC	2/2	Eléctrico	CO₂
4030-31	110VAC	2/2	Eléctrico	Gas Metano

Tabla 2.5. Datos técnicos de las electroválvulas.

Los detalles técnicos de las electroválvulas se encuentran detallados en el anexo D, hojas de especificaciones técnicas.

2.3.7 SELECCIÓN DE SENSORES.

Seleccionar el tipo de sensores que se emplearán dentro de una automatización es un paso muy delicado, ya que el proceso depende del desempeño de éstos para informar de lo que está ocurriendo en ese preciso momento.

Los parámetros que se emplearon para la selección de los sensores son:

- Alimentación.
- Tipo de salida.
- Rango.
- Temperatura que soporta.
- Calibración.

a) SENSOR DE TEMPERATURA.

Para medir la temperatura tanto al interior como al exterior del invernadero se seleccionó la PT100 modelo 7mcl006-ldall ya que posee un amplio rango de medida, su salida es analógica a la vez posee un buen tiempo de respuesta a continuación algunas de sus características:

Alimentación	Ninguna
Tipo de salida	Analógica
Rango	-50 a 400°C

Tabla 2.6. Datos técnicos sensor de temperatura.

La señal entregada por dicho sensor, como antes se mencionó, es un valor de resistencia y nuestro módulo AS-I de entrada analógica solo recibe una señal estándar de corriente, para llevar a cabo esta conversión se empleara un transmisor con las siguientes características.

SITRANS TH100	7NG3211-0aN00
Rango	-200 a 850°C
Salida	4 a 20 mA
Alimentación	8.5a36VDC

Tabla 2.7. Datos técnicos del transmisor SITRANS TH100.



Figura 2.4. SITRANS TH100

b) SENSOR DE ILUMINACIÓN.

El sensor para detectar el nivel de iluminación elegido es una foto resistencia, como conocemos este elemento disminuye su resistencia con el aumento de iluminación, no posee una excelente exactitud pero debido a que el cambio del día a la noche no es brusco este elemento es perfecto para nuestra aplicación.

Como se muestra en la siguiente figura posee una etapa de acondicionamiento de la señal para ingresar una señal estándar en corriente al módulo analógico del AS-I.

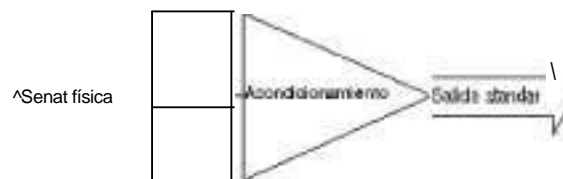


Fig.2.9. Diagrama de bloques del sensor de iluminación.

Alimentación	110VAC
Salida	4 a 20 mA

Tabla 2.8. Datos técnicos del sensor de iluminación.

c) SENSOR DE CO₂.

El sensor que se empleará es el modelo 1-3IOe, utiliza tecnología de infrarrojo no disperso para medir la concentración de CO₂ en el medio ambiente dentro de sistemas de ventilación e interiores.

Modelo	1-3IOe.
Rango de medida	0 a 2000ppm
Salida analógica	de 4 a 20mA
Alimentación	18a30VDC

Tabla 2.8. Datos técnicos del sensor de CO₂.

2.3.8 Selección del método para generar calor

El método seleccionado para incrementar la temperatura dentro del invernadero es generar aire caliente, empleando un generador con intercambiador de calor ya que éste no quema el oxígeno y también no contamina el interior del invernadero de gas CO₂

El generador de calor se seleccionó tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Rapidez para calentar
- Área de cobertura
- Potencia
- Sistema de transferencia de calor
- Fuente de energía

Marca	ESKABE
Rapidez para calentar	5 min
Área de cobertura	46m ²
Potencia	5000 Kcal/h
Transferencia de calor	Cámara de transferencia
Fuente de energía	Gas metano

Tabla 2.9. Datos técnicos del calefactor Eskabe.

2.3.9 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA GENERAR CO₂.

Ya que se empleó un sistema de calefacción por combustión se aprovecha de los gases de dicha combustión para generar CO₂ al interior del invernadero. A través de una tubería se distribuye de forma homogénea dicho gas y se inyecta por la apertura o cierre de una electroválvula.

2.3.10 SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA PROVEER LUZ.

La única manera de proveer la luz al invernadero es a través de elementos artificiales como lámparas, nuestro proyecto consta de cuatro lámparas distribuidas a través de todo el invernadero.

La clase de luz que se empleará será aquella de vapor de mercurio debido a que esta tipo de luz ayuda en la etapa de crecimiento de la planta, la luz que produce es visible el rendimiento es de un 90% ideal para el desarrollo del cultivo de flores.

2.4 DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS.

El diseño de los planos eléctricos se desarrolló con el fin de tener documentado las conexiones del sistema para dar una guía en caso de algún posible daño.

Los planos se encuentran divididos en dos partes:

Circuito de potencia donde se muestra las conexiones eléctricas de los elementos de potencia como son:

- Electroválvulas
- Lámparas
- Ventilador

Circuito eléctrico de control donde se representa las conexiones realizadas para el PLC como son:

- Conexiones a la entrada del PLC
- Conexiones del módulo AS-I
- Conexiones a las salidas del PLC

Configuración del PLC, nos muestra las conexiones de alimentación hacia el mismo. Los planos eléctricos se muestran dentro del anexo C, planos eléctricos.

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

El sistema de control implementado monitorea y controla los niveles de las siguientes variables físicas: temperatura, CO2 e iluminación.

Estas variables son monitoreadas a través de sensores, los cuales transmiten los niveles de dichas variables físicas hacia el PLC y son presentadas en la HMI.

Sistema de Temperatura.

Para aumentar la temperatura en el interior del invernadero se lo hace a través de un calefactor, éste utiliza gas metano y por tanto se controló el paso del gas a través de una electroválvula. También se acciona un módulo que genera un chispazo para poder encender el generador de calor, esta chispa solo se enciende durante 3 segundos, una vez que se encuentre abierta la electroválvula. En caso que el calefactor no se encienda se bloquea automáticamente la electroválvula del gas previniendo la fuga del mismo para evitar un posible accidente. El calefactor o generador de calor se encuentra dentro de una caja herméticamente sellada para no perder calor, colocada a una altura de 2.50 metros.

En lo que se refiere a la distribución de dicho calor se lo realiza con la ayuda de un ventilador que se encuentra en la misma caja, éste extrae el calor generado y lo distribuye a través de una manga por todo el invernadero.



Figura 3.1 Sistema de distribución de calor.

Sistema de CO₂.

Para elevar el nivel de CO₂ dentro del invernadero se lo hace inyectando el CO₂ el cual es generado por el mismo calefactor, el paso de dicho gas lo permite otra electroválvula y lo conduce por una tubería de hierro distribuyendo de esta manera a través de todo el invernadero.



Figura 3.2 Sistema de distribución de CO₂.

Sistema de Iluminación.

Finalmente se tiene al sistema de iluminación que consiste en encender las luces artificiales dentro del invernadero, en este caso se utilizan lámparas reflectoras colocadas de manera estratégica para no generar sombra al área del cultivo.

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL.

Debido a que se está complementando el proyecto "Anti Heladas" la implementación del software, en lo que se refiere a la temperatura, iluminación y CO₂, se realizó a continuación de la programación desarrollada en la primera fase del proyecto.

Es por ello que se tiene al sistema del software de control dividido en modo manual y en modo automático:

a) MODO MANUAL.

Este modo como su nombre lo dice permite al operario encender y apagar tanto al calefactor como las luces presionando u oprimiendo pulsadores que se encuentran en el armario de control.



Figura 3.3 Tablero de control.

b) MODO AUTOMÁTICO.

El control de temperatura se encarga de encender el sistema de calefacción ya antes descrito, accionando la electroválvula del gas, el módulo de la chispa y el ventilador, en el momento en el que la temperatura del interior del invernadero es menor a la requerida o fijada por el usuario, una vez encendido éste sistema empieza a incrementar la temperatura hasta llegar al Set-Point o lo sobrepase entonces éste lo apaga, el sistema de control lo vuelve a encender tan solo si la temperatura del interior del invernadero nuevamente desciende. Mientras que en la HMI se visualiza como la variable se está comportando y si sobrepasa al valor fijado se dispara una alarma. Si se presenta el caso en el cual el calefactor no se encienda en la HMI se visualiza una alarma y a la vez se cerrará el paso del gas.

Cuando ambos controles se necesitan a la vez, se dio prioridad al control de nivel de CO₂ esto quiere decir que si por ejemplo, se requiere subir la temperatura y en forma simultánea también el nivel de CO₂ se enciende el calefactor pero no se enciende el ventilador, cuando el nivel CO₂ dentro del interior es igual al fijado entonces el ventilador se vuelve a encender distribuyendo de esta forma al calor hasta que también la temperatura del interior del invernadero iguale o supere a la fijada y apague al calefactor y ventilador.

El control de luminosidad funciona a través de un sensor de luz el cual nos permite tener un valor de la intensidad de luz que está en el invernadero para poder comparar con la del Set-Point que se ingresa a través del HMI, dependiendo de ello se encenderán o se apagarán las lámparas que se encuentran dentro del invernadero. Si el valor de iluminación es mayor a la fijada por el usuario, se presenta una alarma en la HMI.

3.3 IMPLEMENTACIÓN DEL HMI.

En este proyecto se hizo necesaria la creación de una interfaz gráfica que nos permita obtener lo siguiente:

- Visualización de las variables de temperatura, CO2 e iluminación.
- Visualización del estado del sistema de climatización dentro del invernadero.
- Visualización de alarmas que nos permitan tomar decisiones.
- Ingreso del Set-Point para cada una de las variables.

Para el efecto se ha empleado una PC con el software WinCC flexible Advanced, donde se realizó el diseño para la supervisión de la HMI.

En este diseño se siguieron los siguientes pasos que ayudaron a obtener una programación visual apropiada para nuestro proyecto:

- Diseño de las interfaces gráficas de cada página, empleando botones y figuras que ayuden a deducir y a facilitar la operación, incluyendo tan solo la información estrictamente necesaria para no ocasionar confusión en el operador.
- Vincular los controles de la HMI con las variables de control internas y provenientes del PLC, comúnmente conocidas como tags internas y externas.

PÁGINA DE INICIO

Posee un botón para que el usuario ingrese con una clave personal dentro del sistema, brindando un cierto nivel de seguridad al sistema.

02/03/2010 22:51

SISTEMA ANTIHELADAS



Figura 3.4 Página de inicio.

PAGINA PRINCIPAL

Muestra los siguientes parámetros:

- Niveles de las variables.
- Modo de funcionamiento.

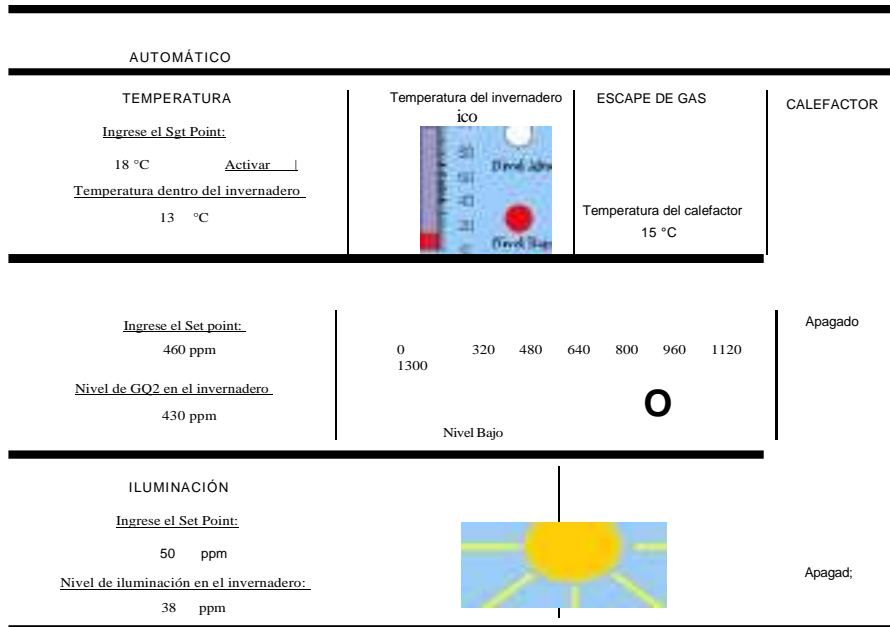


Figura 3.5 Modo de funcionamiento automático.

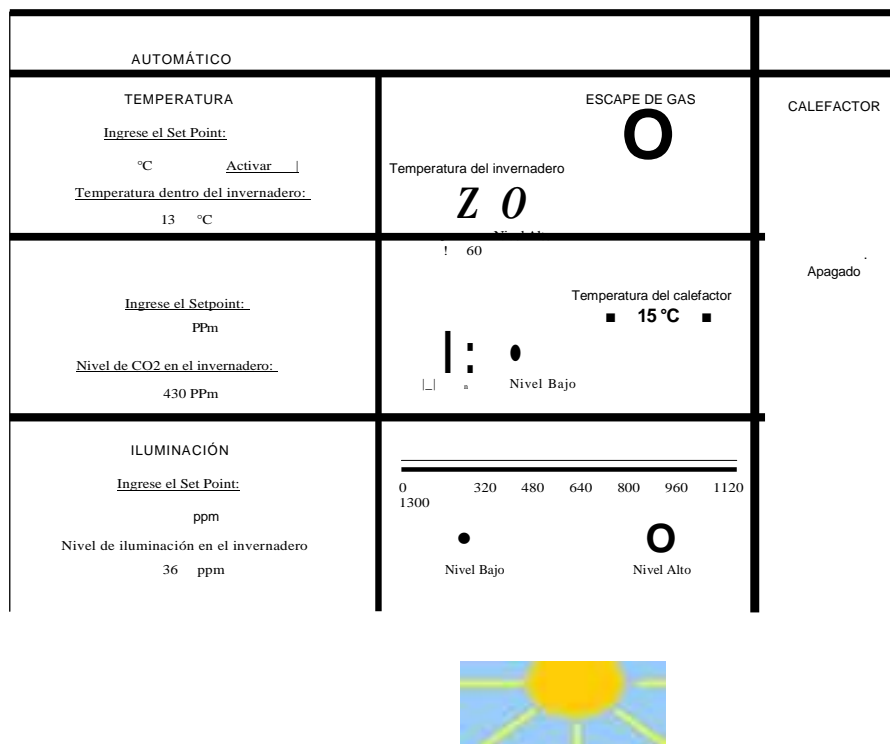


Figura 3.6 Modo de funcionamiento manual.

CURVAS EN TIEMPO REAL

Se despliega una pantalla donde se puede observar las curvas de las tres variables físicas recibidas del interior del invernadero y también la temperatura en el exterior del invernadero.

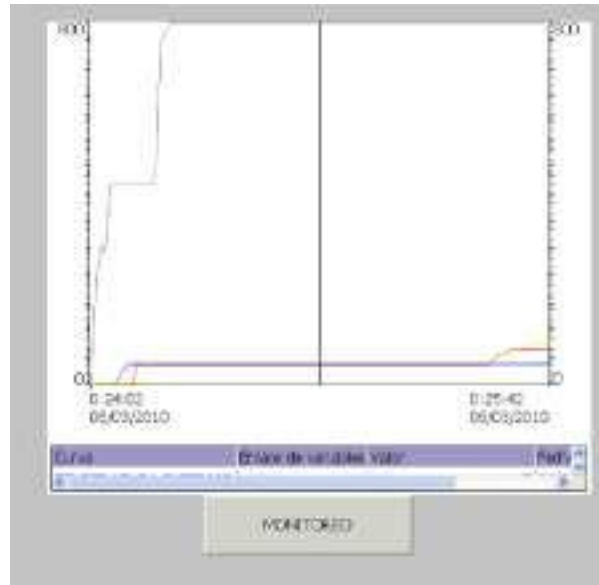


Figura 3.7 Ventana de visualización de curvas en tiempo real.

ALARMAS

Nos muestra el listado de las alarmas que se van produciendo durante el proceso de control de todo el sistema.

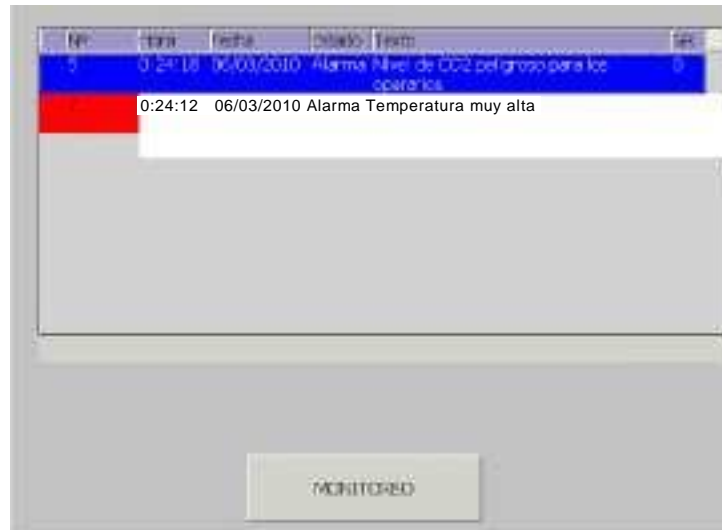


Figura 3.8 Ventana de visualización de alarmas.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control se presenta a continuación de manera gráfica para que se tenga una manera mucho más sencilla de comprender de la manera en la cual fue diseñado.

3.4.1 Sistema de control de Temperatura.

En la figura 3.9 se muestra los bloques que a continuación se explica.

BLOQUE 1: En este bloque se encuentra un esclavo de entradas analógicas AS-I, el mismo que se encarga de recoger o recibir la señal que fue enviada por el transductor, que para este caso se trata de una Pt100, dicha señal la envía a través del bus AS-I.

BLOQUE 2: Este bloque posee el PLC y el maestro AS-I. El maestro recibe todas las señales enviadas por los esclavos y las comunica al PLC. El PLC realiza el control según la lógica del software que este posea. Una vez obtenida una acción de control la envía al maestro para que se las comunique a través del bus al esclavo correspondiente.

BLOQUE 3: pc-access es un software que se encarga de realizar las comunicaciones entre el hardware o PLC con la HMI.

BLOQUE 4: Es la HMI desarrollada para visualizar e ingresar el valor de la temperatura.

BLOQUE 5: Representa que el comportamiento la variable física de temperatura será almacenada en una base de datos.

BLOQUE 6: Posee un esclavo de entradas y salidas digitales AS-I, en el momento en el que el maestro envía la orden el esclavo designado éste cierra sus contactos activando los contactores.

BLOQUE 7: Muestra los actuadores que permiten accionar al calefactor para que genere el calor requerido, los cuales son el módulo de chispa, ventilador y válvula de gas.

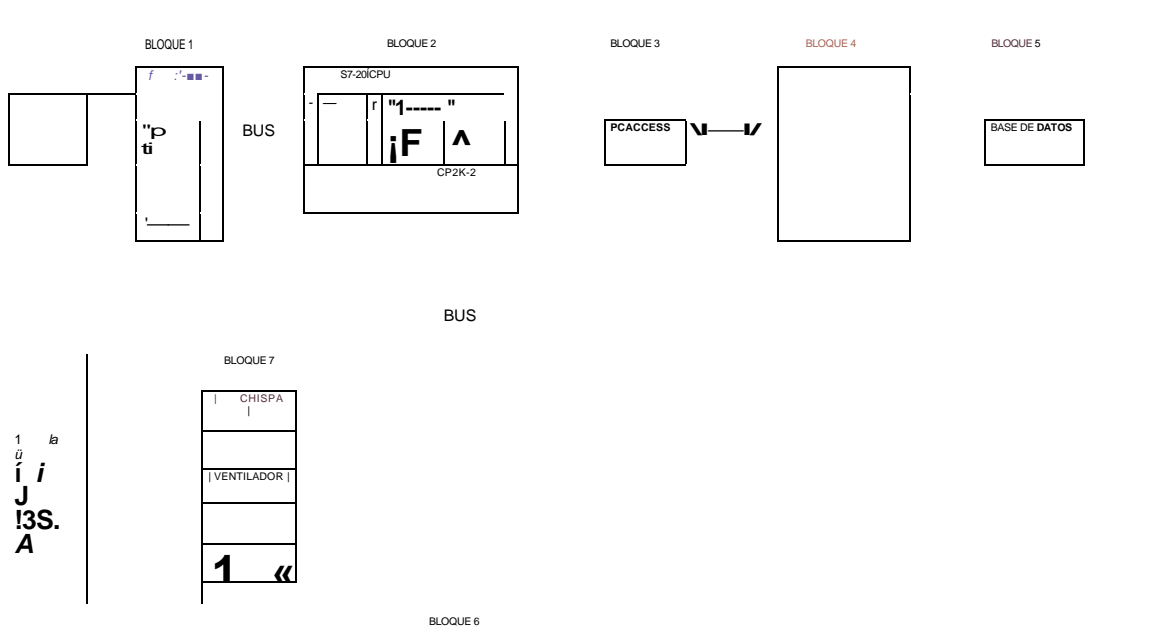


Figura3.9 Diagrama de bloques del sistema de control de temperatura.

3.4.2 Sistema de control de CO₂.

En la figura 3.10 se muestra los bloques que a continuación se explica.

BLOQUE 1: En este bloque se encuentra un esclavo de entradas analógicas AS-I, el mismo que se encarga de recoger o recibir la señal que fue enviada por el transductor, que para este caso es IE-3 IOe, dicha señal la envía a través del bus AS-I.

BLOQUE 2: Este bloque posee el PLC y el maestro AS-I. El maestro recibe todas las señales enviadas por los esclavos y las comunica al PLC. El PLC realiza el control según la lógica del software que este posea. Una vez obtenida una acción de control la envía al maestro para que se las comunique a través del bus al esclavo correspondiente.

BLOQUE 3: pc-access es un software que se encarga de realizar las comunicaciones entre el hardware o PLC con la HMI.

BLOQUE 4: Es la HMI desarrollada para visualizar e ingresar el nivel de CO2.

BLOQUE 5: Representa que el comportamiento la variable física de temperatura será almacenada en una base de datos.

BLOQUE 6: Posee un esclavo de entradas y salidas digitales AS-I, en el momento en el que el maestro envía la orden el esclavo designado éste cierra sus contactos activando los contactores.

BLOQUE 7: Se encuentran los actuadores que permiten inyectar CO2 en el invernadero, que son el módulo de chispa, válvula de gas y la válvula de CO2.

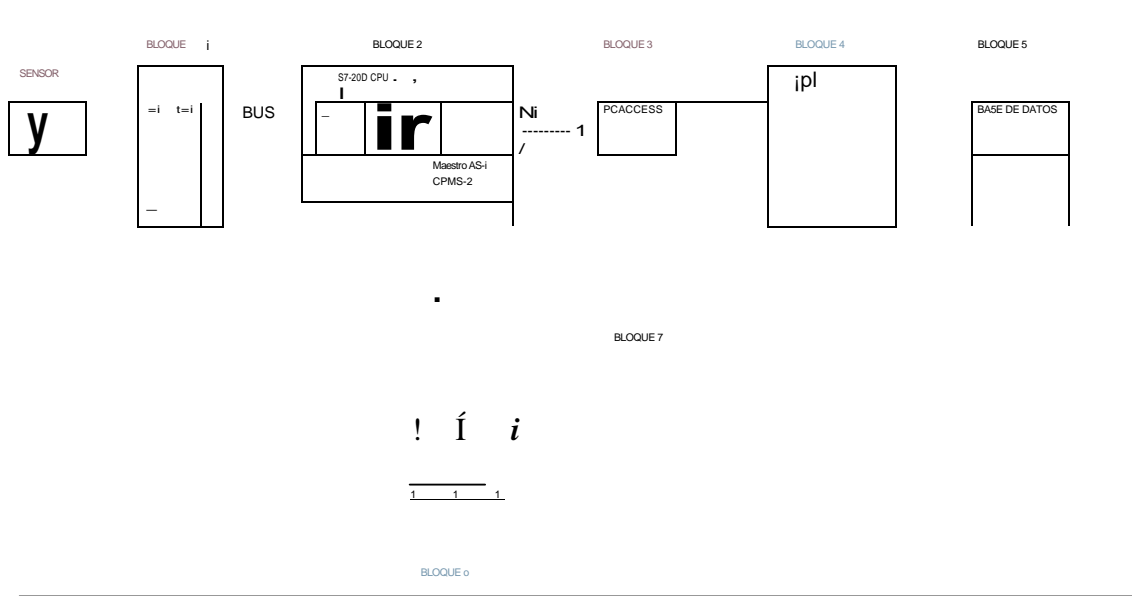


Figura3.10 Diagrama de bloques del sistema de control de temperatura.

3.4.3 Sistema de control de Iluminación.

En la figura 3.11 se muestra los bloques que a continuación se explica.

BLOQUE 1: En este bloque se encuentra un esclavo de entradas analógicas AS-I, el mismo que se encarga de recoger o recibir la señal que fue enviada por el transductor, que se trata de una fotorresistencia , dicha señal la envía a través del bus AS-I.

BLOQUE 2: Este bloque posee el PLC y el maestro AS-I. El maestro recibe todas las señales enviadas por los esclavos y las comunica al PLC. El PLC realiza el control según la lógica del software que este posea. Una vez obtenida una acción de control la envía al maestro para que se las comunique a través del bus al esclavo correspondiente.

BLOQUE 3: pc-access es un software que se encarga de realizar las comunicaciones entre el hardware o PLC con la HMI.

BLOQUE 4: Es la HMI desarrollada para visualizar e ingresar el porcentaje de iluminación que se encuentra en el interior del invernadero.

BLOQUE 5: Representa que el comportamiento la variable física de temperatura será almacenada en una base de datos.

BLOQUE 6: Posee un esclavo de entradas y salidas digitales AS-I, en el momento en el que el maestro envía la orden el esclavo designado éste cierra sus contactos activando los contactores.

BLOQUE 7: Muestra los actuadores que en caso de ser necesario encienden lámparas con el fin de incrementar el nivel de iluminación dentro del invernadero.

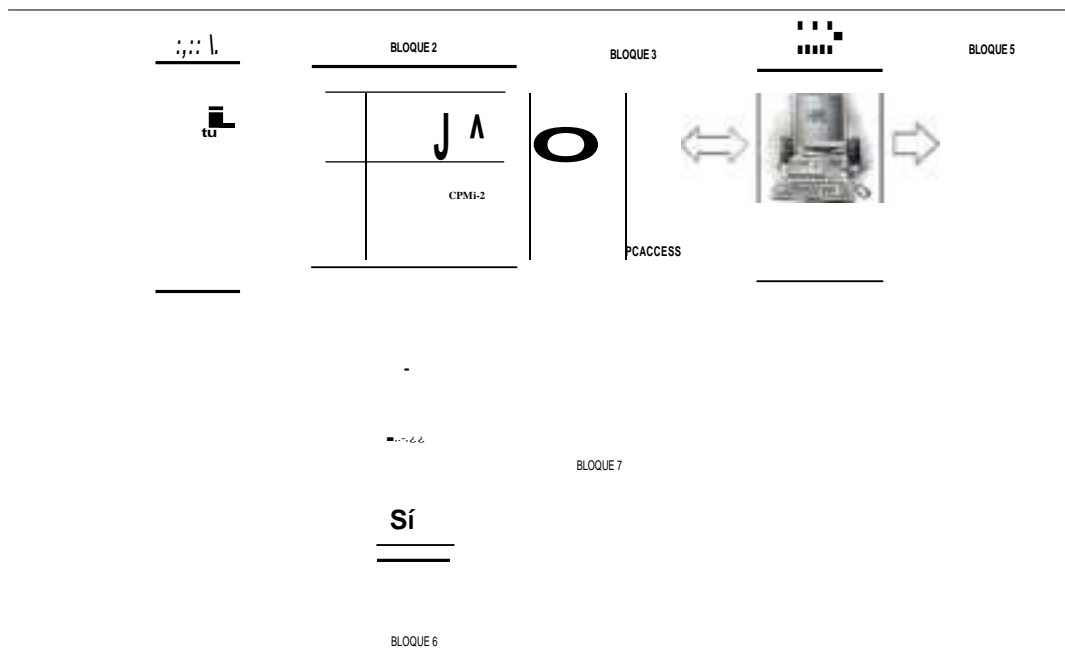


Figura3.11 Diagrama de bloques del sistema de control de iluminación.

3.5 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA DE CONTROL.

A lo largo de la implementación de todo el sistema se presentaron algunas dificultades que fueron sobrepasadas gracias a la experimentación como son:

3.5.1 PRUEBAS DE SOFTWARE

Al Realizar las pruebas del software pueden presentarse algunos inconvenientes como se muestra a continuación:

- Empleando el asistente AS-I del Step 7 se procede a reconocer tanto al maestro AS-I como a sus esclavos, en caso de no ser reconocidos, nos aparecerá un error con el siguiente mensaje: no reconoce la dirección del maestro y sus esclavos. Para eliminar dicho error se debe direccionar al maestro con el valor cero.
- Para visualizar las señales de los sensores en el Step 7 se adquieren a través del esclavo de entrada analógico, una vez conectados los sensores verificamos la señal en el Step 7, si la señal de dichos sensores muestra un valor alto y dicho

valor no varía quiere decir que no se está recibiendo correctamente la señal para corregir se debe revisar la conexión del sensor con el conector M12 de la siguiente manera: El pin 1 debe ir al terminal negativo del transmisor mientras que el pin 3 y 4 se deberán empalmar y conectar al terminal negativo de la fuente.

Una vez reconocido por el asistente AS-I del STEP 7, tanto el maestro como los esclavos y la adquisición de señales es la correcta se procede a visualizar estas variables en la HMI.

- Para el efecto debe emplearse un OPC, primero debe importar las variables del programa realizado en el Step 7 en el OPC, luego seleccionar todas las variables que desea comunicar con la HMI y finalmente debe iniciar el cliente de prueba. Al momento de iniciar el cliente de prueba y se visualice un error que muestra un mensaje donde le indica que debe cerrar al servidor, quiere decir que no existe comunicación entre el PLC y OPC, este inconveniente se soluciona colocando en primer lugar al PLC en modo RUN y posteriormente reiniciar el cliente de prueba. Si vuelve a presentarse dicho error de comunicación se procede a desactivar todos los firewalls de Windows y se vuelve a reiniciar el cliente de prueba.
- Para verificar que el OPC realiza la comunicación con un software de uso no específico se procede a visualizar las variables en EXCEL y se tuvo éxito.
- Para encender la chispa del calefactor por una sola vez se procede a través de un contador C1, el cual acciona la chispa durante tres segundos, éste contador debe ser reseteado por otro contador C2, el cual se reseteará automáticamente únicamente cuando la temperatura del invernadero sea igual a la del set-point.
- Al poner en marcha tanto el control de temperatura como el de CO2, aparece un gravísimo error, ya que el control de temperatura trata de apagar al de CO2 y a la vez el control de CO2 intenta apagar al de temperatura, esto se soluciona colocando una marca, que se relaciona con la salida del actuador de CO2, en la

salida del ventilador, el cual se activa cuando el nivel de CO₂ en el interior del invernadero sea menor al Set-Point.

3.5.2 PRUEBAS DE HADWARE

Una vez listo el software se procede a controlar los actuadores que son los que permiten poner en funcionamiento el sistema, para ello se deben realizar las siguientes pruebas:

- Al ubicar el calefactor a 2.5 metros de altura puede no encenderse, para solucionar este problema se utiliza una válvula de gas de 3 Kg/h, además colocar el cilindro de gas a la misma altura del calefactor e impedir que ráfagas de viento incidan en forma directa a la chimenea de éste.
- Para la distribución del calor a través del invernadero en primera instancia se realizó con una tubería de PVC la cual no facilitó una distribución homogénea en el invernadero, se solucionó empleando una manga de tela impermeable con perforaciones de 1.0 cm de diámetro distribuida a lo largo del invernadero.
- En cuanto al control de temperatura y como resultado de varias pruebas realizadas se presenta una variación de temperatura de $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Al realizar varias pruebas de control de nivel de CO₂ se establece como resultado que la respuesta varía $\pm 30\text{ppm}$.
- Realizando varias pruebas en el control de nivel de iluminación se obtuvo como resultado que la respuesta varía $\pm 10\%$.

3.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

Realizando una evaluación objetiva durante el funcionamiento del sistema del control de temperatura, CO₂ e iluminación se establece los siguientes alcances y limitaciones:

Limitaciones:

El sistema de supervisión tiene limitaciones con las protecciones Windows como firewall que impiden que se gestionen la comunicación pero por otro lado brindan seguridades ante posibles sistemas maliciosos que puedan dañar la operación normal del computador.

El costo elevado de todo el equipo en lo que se refiere tanto como al AS-Interface como los actuadores y tablero de control en relación a la dimensión del invernadero.

El costo de licencias para software que realizan tanto la supervisión como la comunicación entre el PLC y la HMI.

Alcances:

Mantener los niveles de temperatura, nivel de CO₂ e iluminación a la que el usuario lo requiere.

El tiempo de respuesta del control es muy bueno llegando a parámetros muy bien aceptados.

Gracias a las mangas y tubería se consiguió una distribución bastante aceptable tanto de temperatura como gas CO₂.

Se puede manejar la información en diferente software, ya que las variables se encuentran estandarizadas, permitiendo emplear software no específico como es el caso de EXCEL.

Los márgenes de error son aceptables.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 CONCLUSIONES.

Al finalizar el proyecto se logró cumplir con el objetivo general trazado que fue el diseño e implementación de un sistema de automatización para el control de temperatura, luminosidad, y CO2 para un invernadero.

Se estableció que una parte primordial al momento de desarrollar el proyecto es la selección de la tecnología adecuada, ya que a partir de ella se define la plataforma de desarrollo del mismo y la selección de componentes.

Al tener un sistema de calefacción manual, se buscó la forma en la que se pueda realizar un encendido automático. El resultado obtenido es emplear un módulo de chispa para calefón el cual permitió llegar al objetivo, concluyendo que su selección fue acertada.

Se implemento para la adquisición y envío de señales el sistema AS-Interface, el cual posee diferentes componentes los que ayudan a ser eficientes ante la velocidad de transmisión y recepción como también la distancia que cubre el bus.

El programa de monitoreo desarrollado tenía que ser práctico en cuanto a su diseño y manejo. El resultado de emplear Wincc Flexible de Siemens para el desarrollo del software, permite concluir que esta selección fue apropiada.

El diseño de las pantallas de la aplicación HMI son minimalistas ya que contienen la información necesaria y no abundante de manera que son amigables para el usuario final, el mismo que no está obligado a conocer los detalles técnicos de la parte electrónica.

Las pruebas realizadas al sistema demostraron que se puede llevar las señales del bus de campo hacia la HMI lo cual permite visualizar las señales en tiempo real.

Para realizar el sistema de supervisión fue necesaria la selección de un software SCADA, la idea de emplear Wincc Flexible para realizar un histórico de las señales obtenidas realizando una pequeña base de datos resulto ser más sencilla.

Para implementar la base de datos fue necesario transportar los datos desde el software SCADA hacia la base de datos en EXCEL, con el uso de un OPC los resultados obtenidos fueron adecuados, por lo que se concluye que la selección del software fue acertada.

4.2 RECOMENDACIONES

Para seleccionar el medio de transmisión se debe realizar un estudio minucioso del área en la cual se va a implementar una red para conocer las ventajas o desventajas que determinados medios puedan tener para el transporte de los datos.

Un programa que facilita el diseño de aplicaciones para adquisición de datos, análisis de medidas y presentación de información es Wincc Flexible, por lo que se recomienda su uso ya que nos ahorrará tiempos en el desarrollo.

Antes de la instalación y puesta en marcha de los equipos como PLC, AS-I se debe revisar los manuales y especificaciones técnicas.

En el proceso de selección y dimensionamiento de la plataforma del PLC se recomienda primeramente determinar el número y tipo de entradas/salidas, luego seleccionar la CPU de acuerdo a la capacidad de memoria y velocidad requeridas, y finalmente antes de la programación del mismo, elaborar el mapa de direcciones y asignación de símbolos de las entradas/salidas.

Dar mantenimiento a tuberías para evitar una obstrucción.

Ya que el mundo entero se encuentra en un avance continuo y muy rápido de de nuevas y avanzadas tecnologías a través de los resultados obtenidos en este proyecto, se recomienda realizar trabajos de esta índole que además permiten adquirir nuevos conocimientos y la actualización tecnológica, permitiendo a la vez encontrar soluciones efectivas para el mejoramiento de la producción y productividad del país.

En el caso de modificaciones a nivel de hardware o de software, se recomienda documentar correctamente y actualizar los planos correspondientes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez Penin, Aquilino. Comunicaciones Industriales. Guía Práctica. 2006.
2. García Higuera, Andrés. Sistemas de Control Automático en la Industria. 2005
3. F. Iognoni, A.Alpi. Cultivo en invernadero. 1996

WEB GRAFÍA

4. www.peocities.com/automatizacion
5. www.abcagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos4.asp
6. www.es.wikipedia.org/wiki/Temperatura
7. www.tutienpo.net/silvia_larocca/Temas/heladas.htm
8. www.lenntech.com/espanol/di%C3%B3xido%20de%20carbono.htmSixzzONVbqsGWs
9. [www.es.wikipedia.org/wiki/SCADA#Interfaz_humano-m.C3. Al quina](http://www.es.wikipedia.org/wiki/SCADA#Interfaz_humano-m%C3%A1quina)
10. www.trevinca.ei.uvigo.es/~jrodeiro/Teaching/diu/DIU-Temal.pdf

ANEXOS

Anexo A GLOSARIO DE TÉRMINOS

Anexo B DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PROGRAMACIÓN

Anexo C PLANOS ELÉCTRICOS

Anexo D HOJA DE DATOS TÉCNICOS DE LOS DISPOSITIVOS

Anexo E MANUAL DE USUARIO

Anexo F SOFTWARE

Anexo A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

AS-I.- Interface Actuador Sensor.

C

CALEFACCIÓN.- Acción o efecto de calentar o calentarse.

CALEFACTOR.- Sistema que emite calor.

CENITAL.- Abertura vertical.

CONTACTOR.- Elemento electromecánico que permite la apertura o cierre de contactos.

CLIMATIZACIÓN.- Dar a un espacio cerrado la temperatura que desea.

E

ELECTROVÁLVULA.- Elemento electromecánico que permite la apertura o el cierre de una válvula para líquidos o gases.

ESCLAVO.-Módulo de entrada o salida ya sea digital o análogo que envía o recibe señales del maestro.

F

FOTOSINTESIS.- Proceso natural que tiene la capacidad de formar carbohidratos a partir de anhídrido carbónico y agua.

G

GENERADOR.-Sistema mecánico que produce energía o fuerza.

H

HMI.- Interfaz humano máquina.

I

INVERNADERO.- Estructura recubierta de plástico que crea en su interior un microclima.

N

NAVE.-Invernadero de gran extensión que está conformado por varias capillas juntas.

M

METABOLISMO.-Conjunto de procesos químicos desarrollados en organismos vivos como las plantas.

O

OPC.- OLE para control de procesos es una especificación técnica no propietaria definida por la entidad.

P

PLC.- Controlador Lógico Programable.

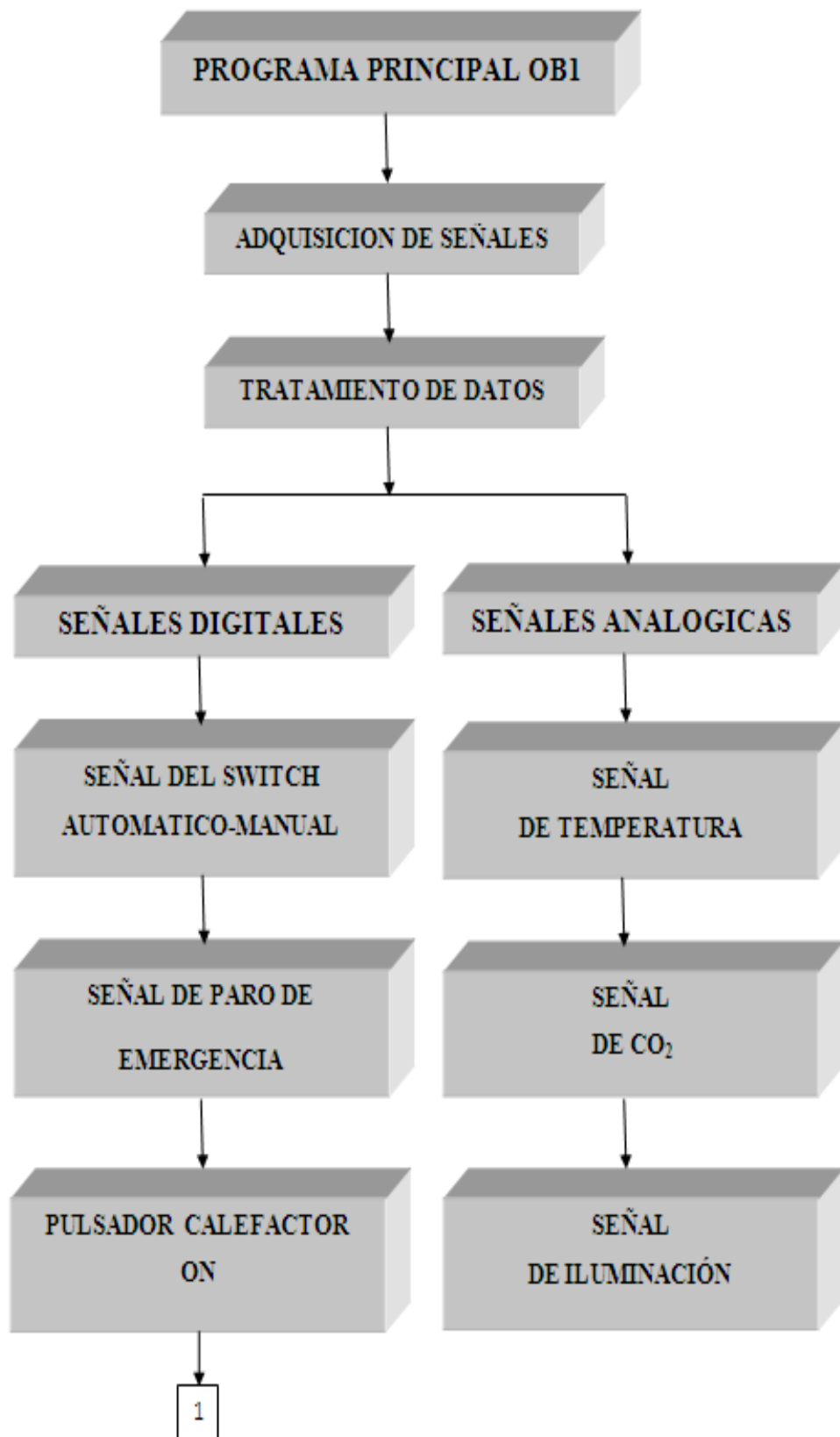
S

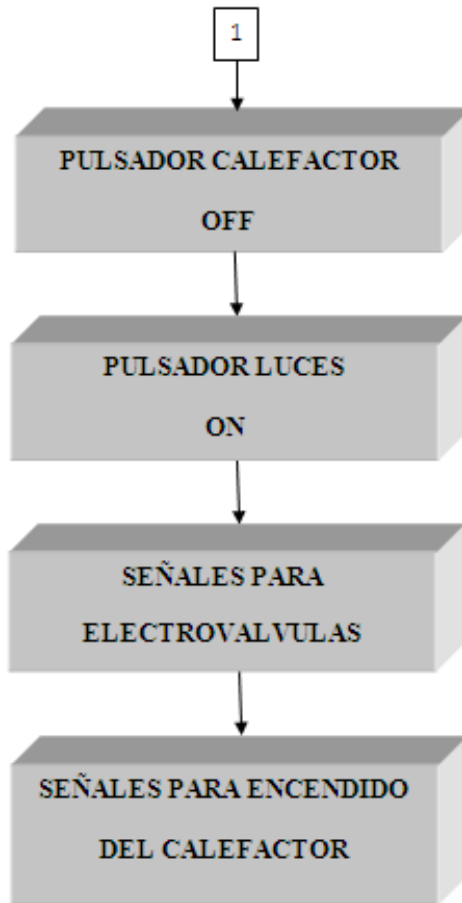
SET-POINT.- Es el valor que tiene un sistema de control automático.

Anexo B

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PROGRAMACIÓN

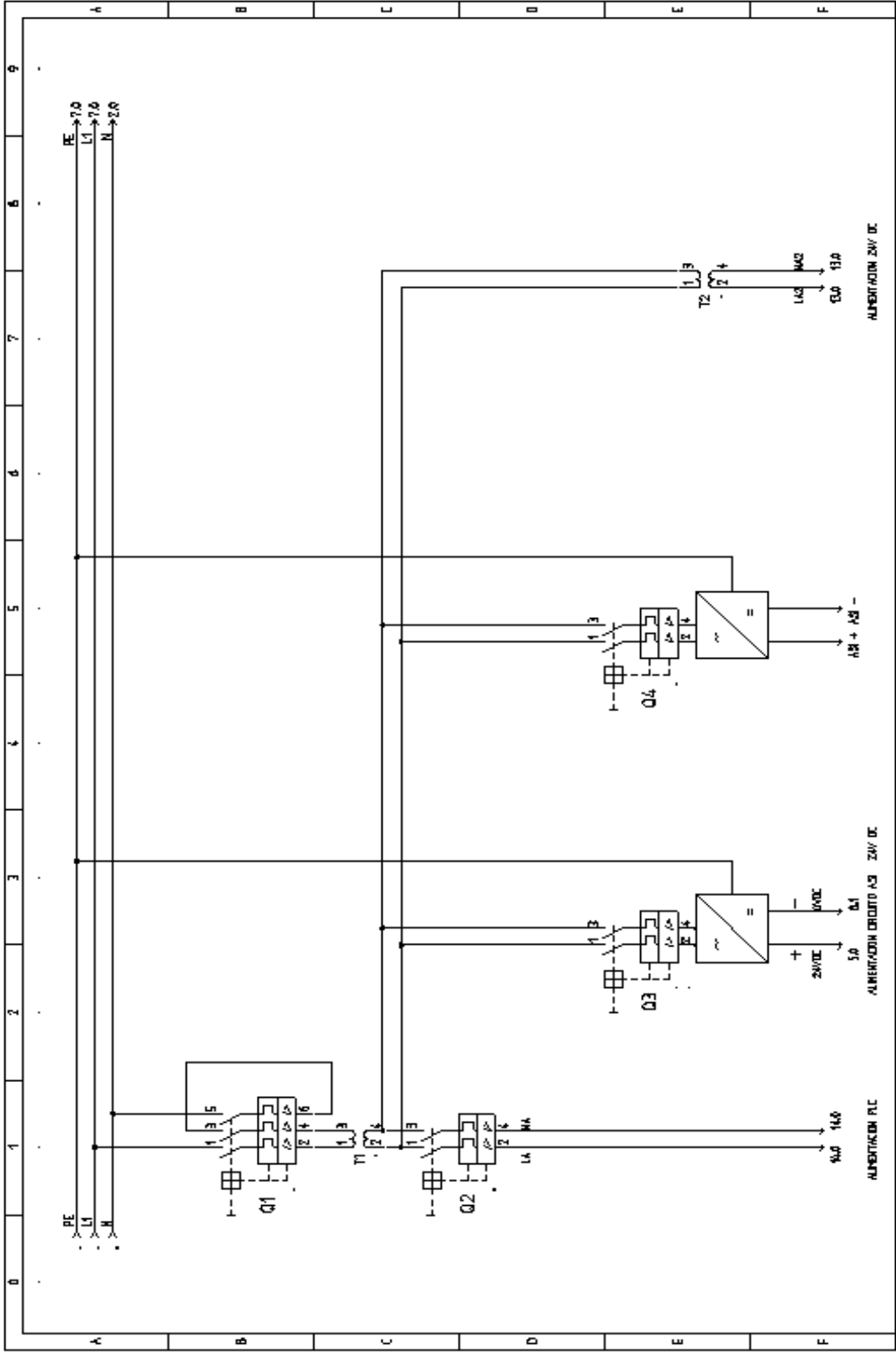
DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA PROGRAMACIÓN



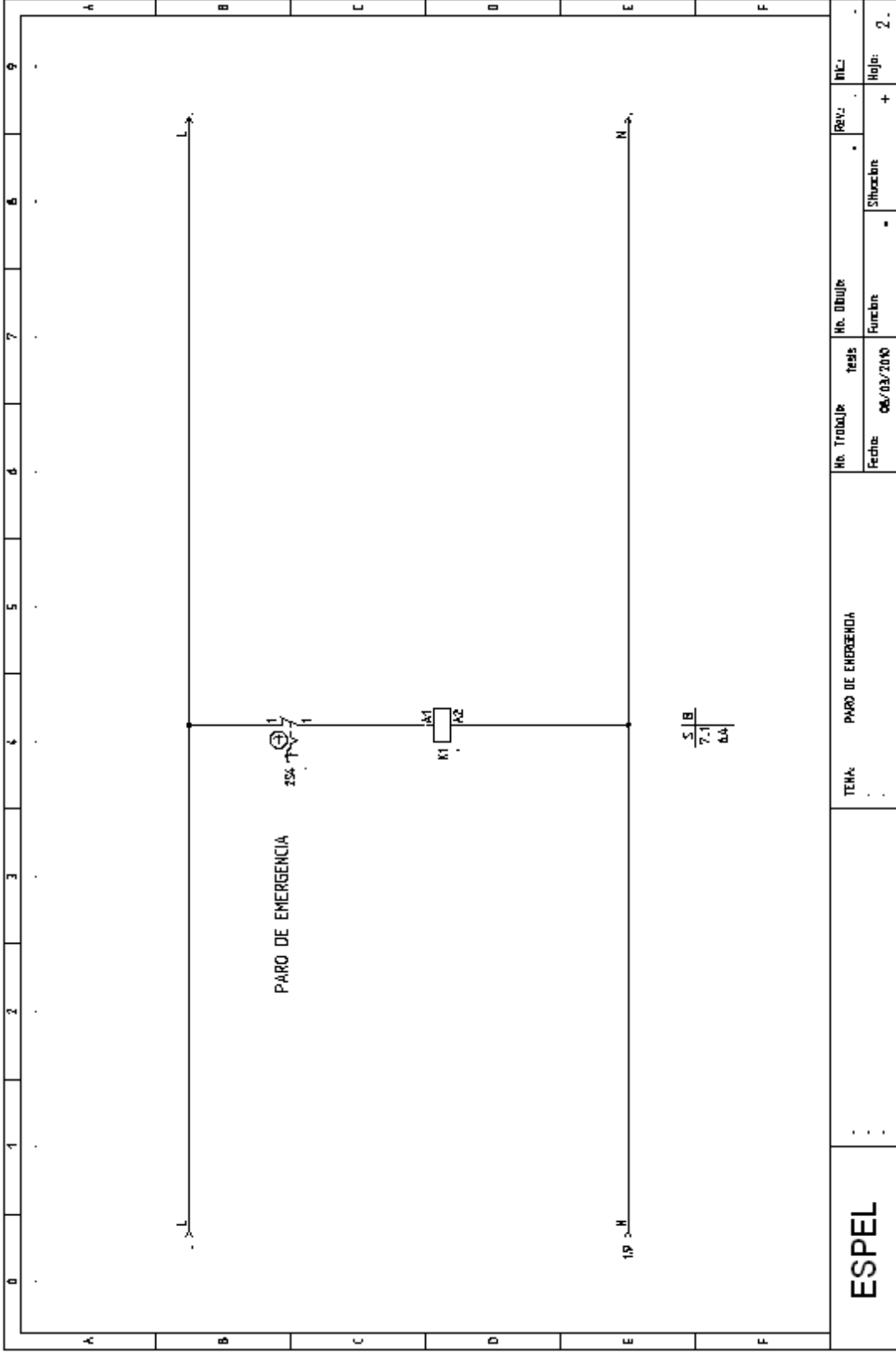


Anexo C

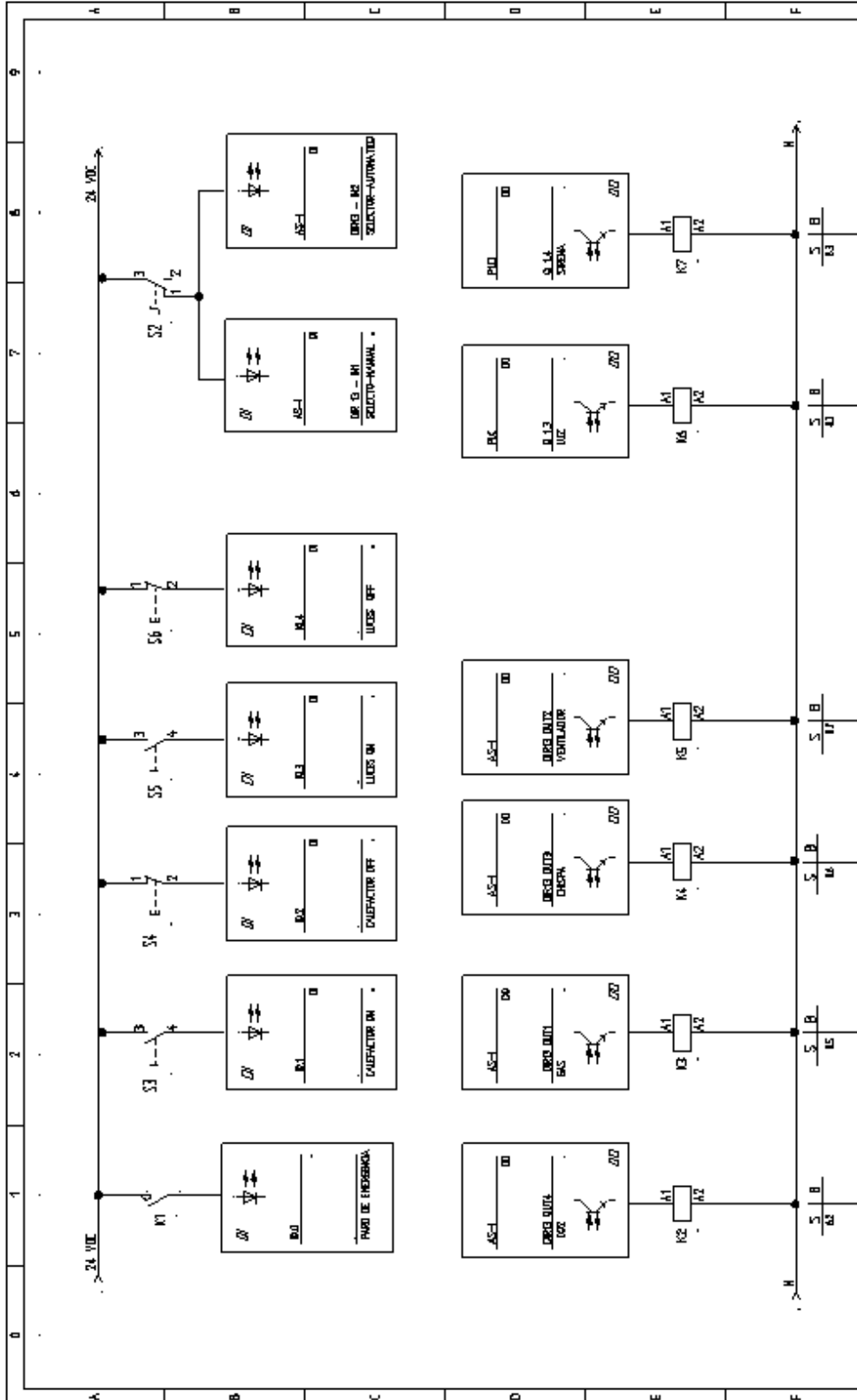
PLANOS ELÉCTRICOS



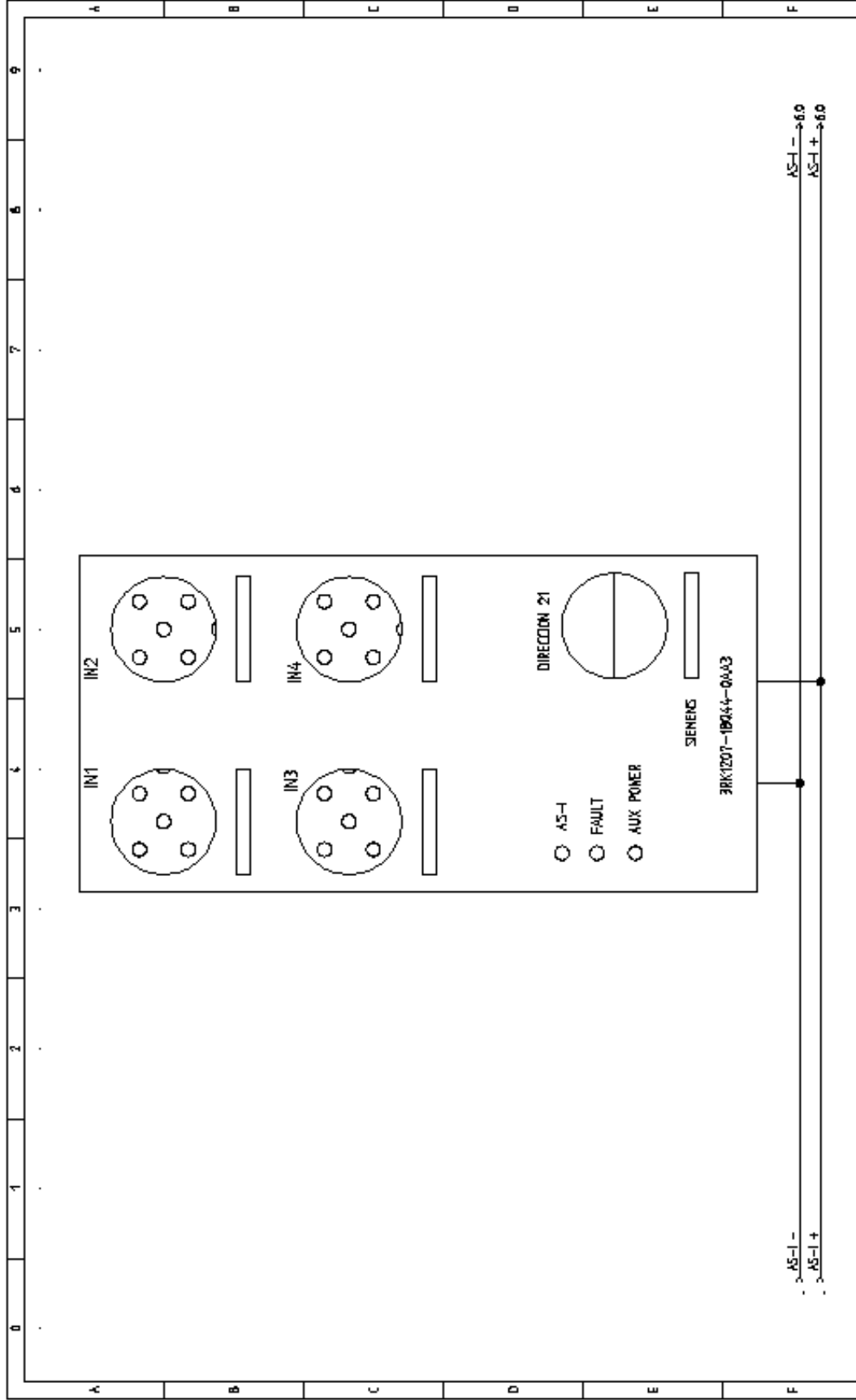
ESPEL	TEMAS RELEVANTES DE ALIMENTACION		No. Trabajo	1234	No. Dibujo	-	REV.	-	H.C.	-
	Fecha	06/03/2010	Funcion	-	Shoctor	-	+	-	-	1.



ESPEL	TEMA:	PARO DE EMERGENCIA		Nº. Trabajo:	tesis	Nº. Dibujo:		Rev.:		Int.:	
				Fecha:	06/03/2000	Función:		Situación:	+	Hoja:	2.



ESPEL		TEMA: CIRCUITO DE CONTROL ELECTRICO ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC		No. Trabajo: ENTRADAS SALIDAS		No. Dibujo:		REV:		INIC:	
				Fecha: 12/03/2010		Funcion:		Situacion:		Hoja: 3	



ESPEL

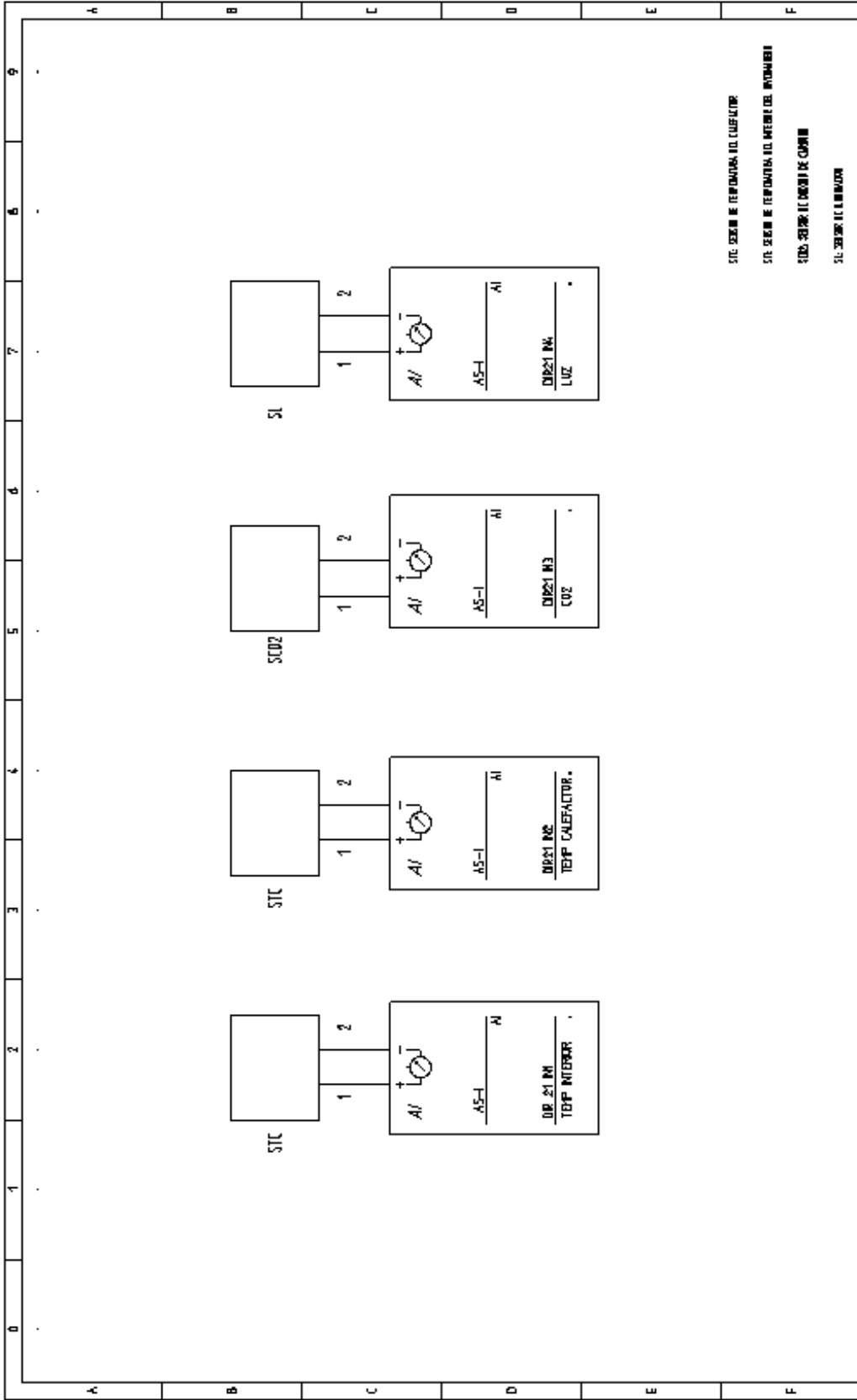
TEMA:
ESQUEMA AS-I ANALOGICO KAD
CIRCUITO ELECTRONICO DE CONTROL

Mo. TRABAJE ENTRADAS SALIDAS
Fecha: 16/03/2010

No. DIBUJO
Funcion

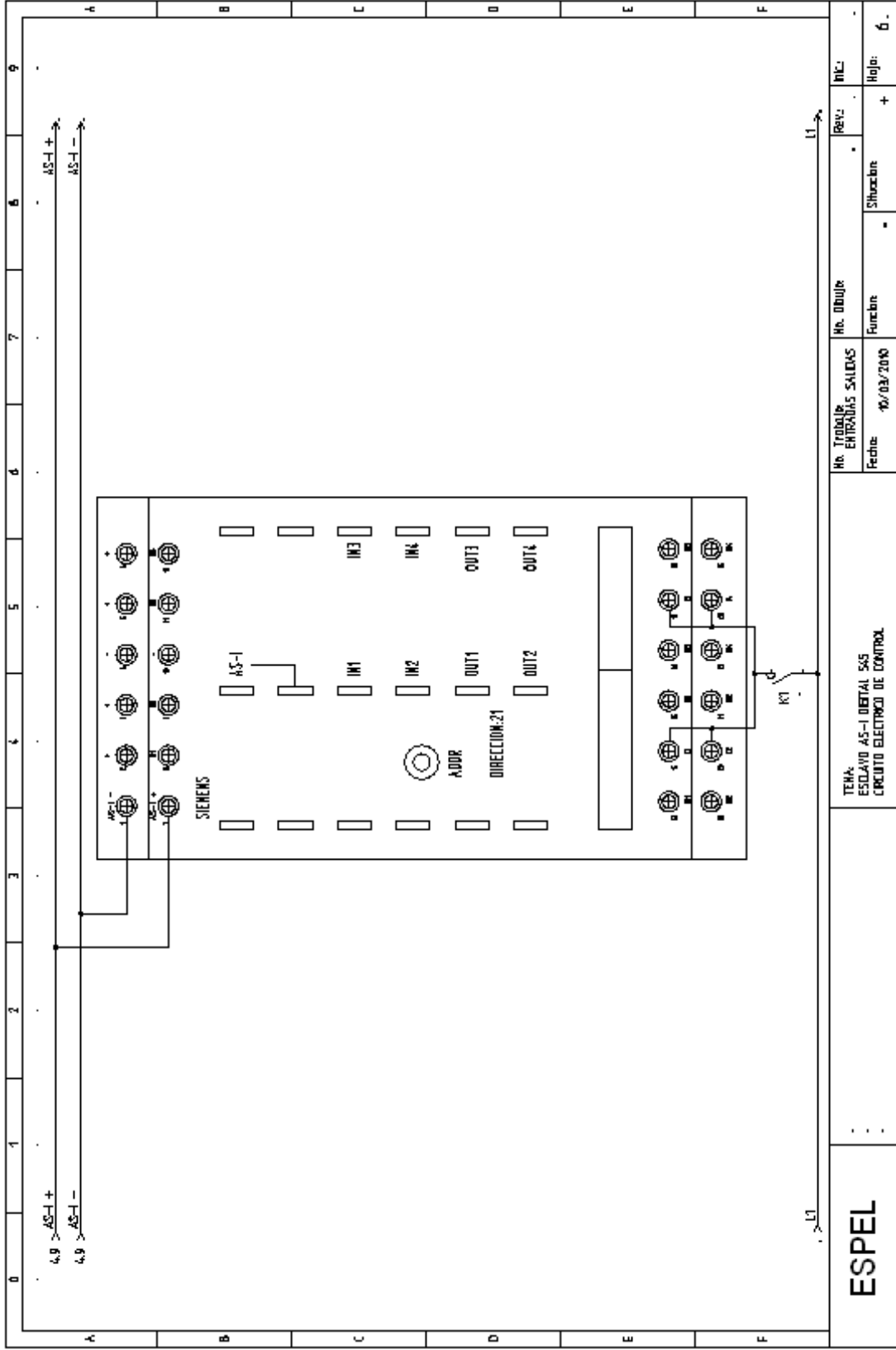
REV.:
Situacion

Hoja: 4.



S1C SENSOR DE TEMPERATURA DEL CUSCUDOR
 S1E SENSOR DE TEMPERATURA DEL INTERIOR DEL VEHICULO
 S02 SENSOR DE TEMPERATURA DEL CO2
 S1 SENSOR DE LUZ

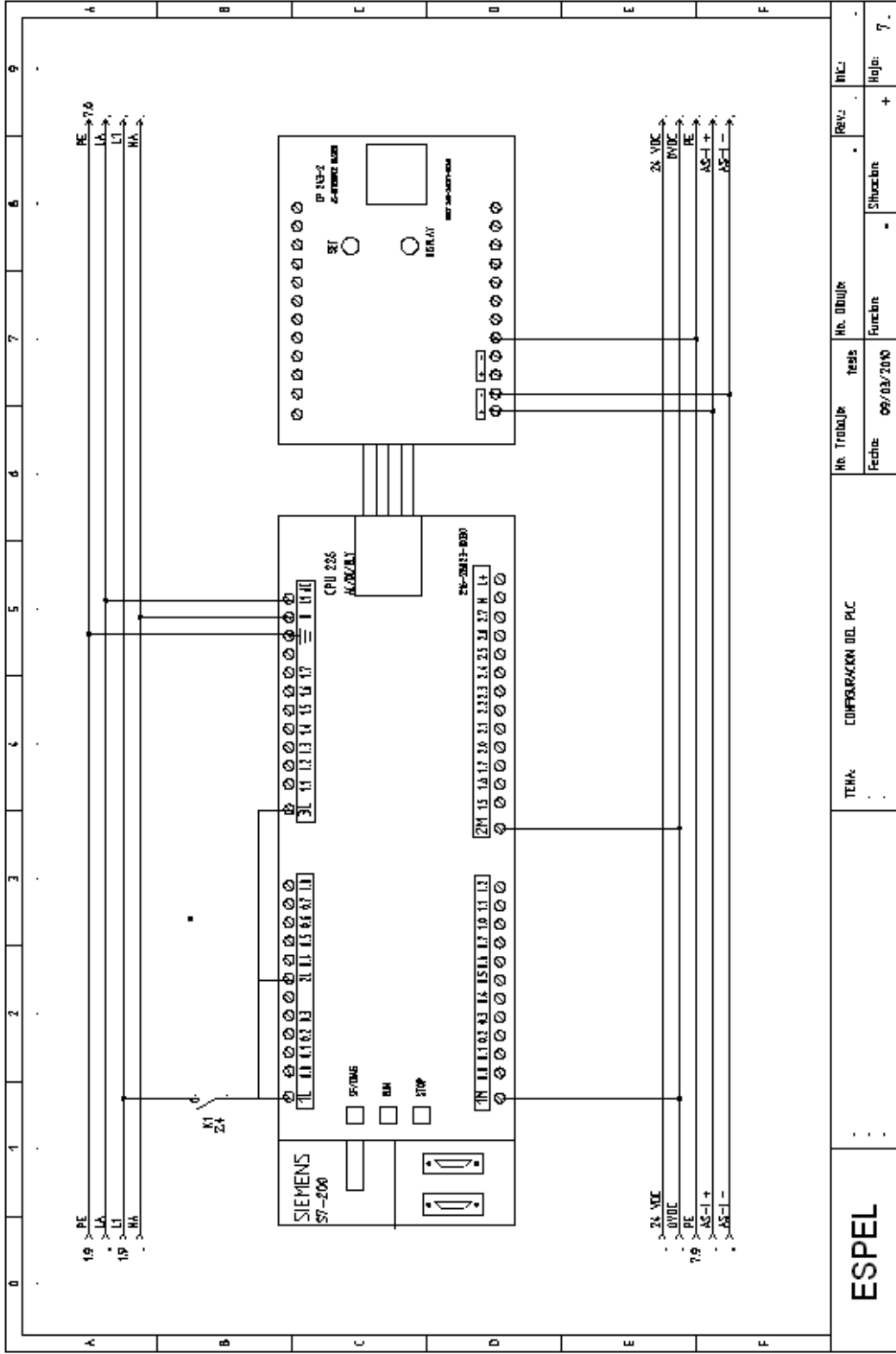
ESPEL	SENSORES DE TEMPERATURA, CO2 E ILUMINACION		No. Trabajo	SENSEOR	No. Dibujo	Rev.	Incl.	
	:	:	Fecha	08/03/2018	Función	Sitios	Hojas	
							+	5



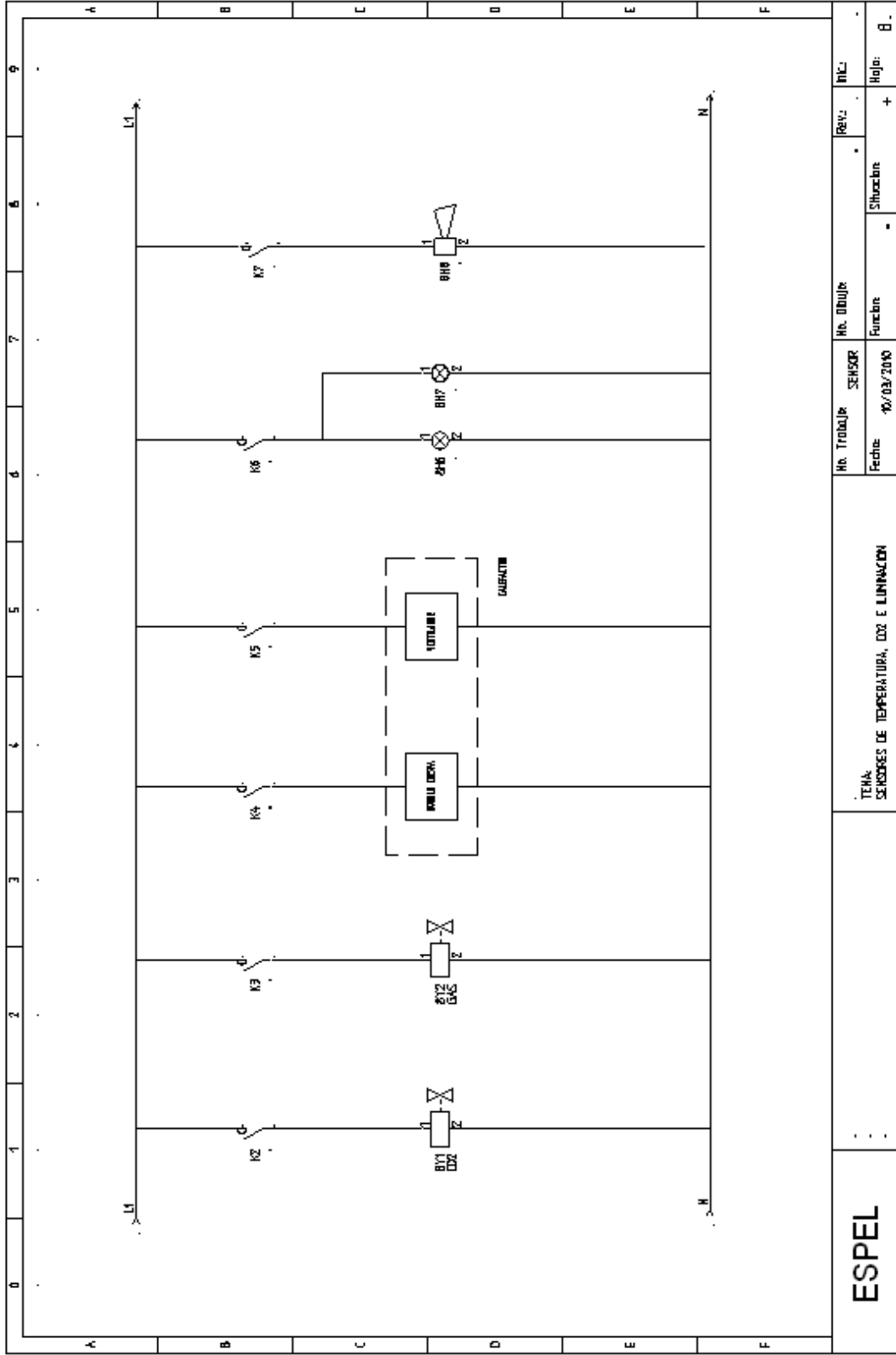
ESPEL

TEMA:
ESCLAVO AS-I DIGITAL S4S
CIRCUITO ELECTROICO DE CONTROL

No. Trabajos	No. Dibujo	Rev.	INI.
ENTRABIAS SAIDAS			
Fecha	Función	Situación	Hojas
10/03/2010			6.



ESPEL	TENA		CONFIGURACION DEL PLC		Hr. T1000		Hr. D000		REV:		Hr.:	
					Fecha: 09/03/2010		Funcion:		Sitacion:		Hoja: 7.	



ESPEL

TEMA:
SENDORES DE TEMPERATURA, O2 E LUMINACION

Hb. Trabajo: SENSOR

Fecha: 10/03/2010

Hb. Dibujo:

Funcion:

Rev.: 1

Situacion: -

Hojas:

Hoja: 8.

Anexo D

HOJAS TÉCNICAS

Instrumentación de proceso

Ene. 1/2005

No. de Depósito	Descripción	Precio Lista Univ. - USD\$[*]
	 <p>Sitrans P2</p>  <p>Sitrans P DS II</p>	
	Instrumentos para medición de presión Sitrans P	
140493	7MF1564-4BB00-1GA1 Transmisor Sitrans P serie Z, para medición de presión manométrica rango de 0 a 15 psi, salida 4-20 mA sin display, conexión 1/2 NPT macho	320,00
140494	7MF1564-4BF00-1GA1 Transmisor Sitrans P serie Z, para medición de presión manométrica rango de 0 a 60 psi, salida 4-20 mA sin display, conexión 1/2 NPT macho	320,00
140495	7MF1564-4BG00-1GA1 Transmisor Sitrans P serie Z, para medición de presión manométrica rango de 0 a 100 psi, salida 4-20 mA sin display, conexión 1/2 NPT macho	320,00
140496	7MF1564-4CA00-1GA1 Transmisor Sitrans P serie Z, para medición de presión manométrica rango de 0 a 150 psi, salida 4-20 mA sin display, conexión 1/2 NPT macho	320,00
140497	7MF1564-4CB00-1GA1 Transmisor Sitrans P serie Z, para medición de presión manométrica rango de 0 a 200 psi, salida 4-20 mA sin display, conexión 1/2 NPT macho	320,00
	 <p>Sitrans TK-1</p>  <p>Sitrans T Temperatura</p>	
	Instrumentos para medición de temperatura	
51972	7NG3120-1JN01 Transmisor de temperatura Sitrans TK, para montaje sobre el elemento sensor de conexión tipo DIN B, señal de salida de 4-20 MA, separación gubélica, para termocuplas y RTDs. Sin protección a prueba de explosión.	250,00
84785	7NG3120-0JN00 Transmisor de temperatura Sitrans TK-1 para montaje sobre el elemento sensor de conexión tipo DIN B, señal de salida de 4-20 MA, separación gubélica, para Pt-100. Sin protección a prueba de explosión.	90,00
134691	7MC1006-2DA11 PT-100 Longitud de montaje 160 mm., conexión eléctrica de 3 hilos, rango de medición de -50 a 400°C, termopozo de acuerdo con DIN 43763, conexión a proceso rosca G 1/2"	100,00
73331	7MC1006-1DA11 PT-100 Longitud de montaje 100 mm., conexión eléctrica de 3 hilos, rango de medición de -50 a 400°C, termopozo de acuerdo con DIN 43763, conexión a proceso rosca G 1/2"	100,00
140499	7NG3092-8KA Base para montaje en riel para los sitrans TK y TK-1.	17,00

Cancela y sustituye la página 45 de la Lista con fecha Febrero 1 de 2005
 (*) El precio lista no incluye el IVA vigente. Precios sujetos a cambio sin previo aviso

SITRANS T measuring instruments for temperature

Transmitters for mounting in sensor head

SITRANS TH100 two-wire system (Pt100)

Overview



The SITRANS TH100 dispenses with electrical isolation and universal sensor connection to provide a low-cost alternative for Pt100 measurements.

For the parameterization, the SIPROM T software is used in combination with the modem for SITRANS TH100/TH200.

Its extremely compact design makes the SITRANS TH100 ideal for the retrofitting of measuring points or for the use of analog transmitters.

The transmitter is available as a non-Ex version as well as for use in potentially explosive atmospheres.

Benefits

- Two-wire transmitter
- Assembly in connection head type B (DIN 43729) or larger, or on a standard DIN rail
- Can be programmed, which means that the sensor connection, measuring range, etc. can also be programmed
- Intrinsically-safe version for use in potentially explosive areas

Application

Used in conjunction with Pt100 resistance thermometers, the SITRANS TH100 transmitters are ideal for measuring temperatures in all industries. Due to its compact size it can be installed in the connection head type B (DIN 43729) or larger.

The output signal is a direct current from 4 to 20 mA that is proportional to the temperature.

Parameterization is implemented over the PC using the parameterization software SIPROM T and the modem for SITRANS TH100/TH200. If you already have a "modem for SITRANS TK" (Order No. 7NGG190-6KB), you can continue using this to parameterize the SITRANS TH100.

Transmitters of the "intrinsically-safe" type of protection can be installed within potentially explosive atmospheres. The devices comply with the Directive 94/9/EC (ATEX), as well as FM and CSA regulations.

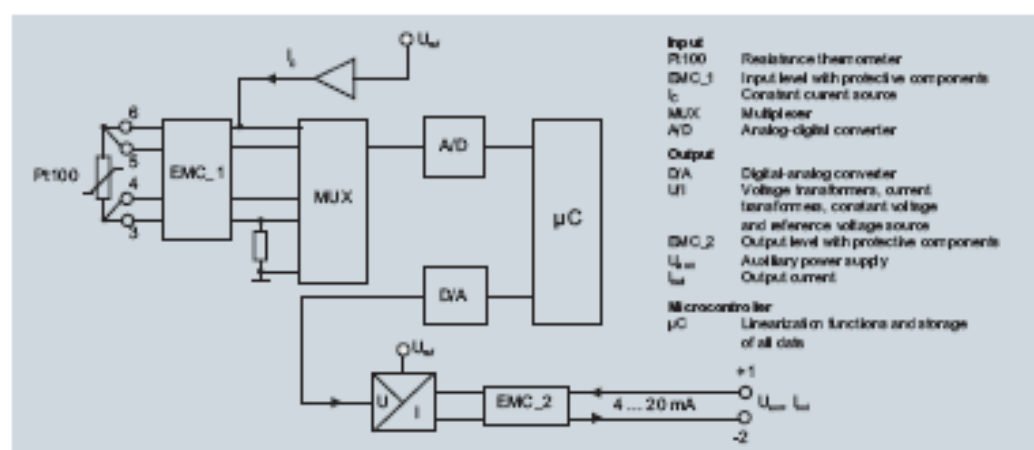
Function

Mode of operation

The measured signal supplied by a Pt100 resistance thermometer (2, 3 or 4-wire system) is amplified in the input stage. The voltage, which is proportional to the input variable, is then converted into digital signals by a multiplexer in an analog/digital converter. They are converted in the microcontroller in accordance with the sensor characteristics and further parameters (measuring range, damping, ambient temperature etc.).

The signal prepared in this way is converted in a digital/analog converter into a load-independent direct current of 4 to 20 mA.

An EMC filter protects the input and output circuits against electromagnetic interferences.



SITRANS TH100, function diagram

SITRANS T measuring instruments for temperature

Transmitters for mounting in sensor head

SITRANS TH100
two-wire system (Pt100)

Technical specifications

Input	
Resistance thermometer	
Measured variable	Temperature
Sensor type	PT100 to IEC 60751
Characteristic	Temperature-linear
Type of connection	2, 3 or 4-wire circuit
Resolution	14 bit
Measuring accuracy	
• Span <250 °C (450 °F)	< 0.25 °C (0.45 °F)
• Span >250 °C (450 °F)	< 0.1% of span
Repeatability	< 0.1 °C (0.18 °F)
Measuring current	approx. 0.4 mA
Measuring cycle	< 0.7 s
Range	-200 ... +650 °C (-328 ... +1192 °F)
Measured span	25 ... 1050 °C (77 ... 1922 °F)
Unit	°C or °F
Offset	programmable: -100 ... +100 °C (-180 ... +180 °F)
Line resistance	Max. 30 Ω (total from feeder and return conductor)
Noise rejection	50 and 60 Hz
Output	
Output signal	4 ... 20 mA, two-wire
Power supply	0.5 ... 30 V DC (30 V for Ex)
Max. load	($U_{max} - 0.5$ V)/0.025 A
Overrange	3.6 ... 22 mA, continuously adjustable (default value: 3.64 ... 22.5 mA)
Error signal (in the event of sensor breakage)	3.6 ... 22 mA, continuously adjustable (default value: 3.6 mA or 22.8 mA)
Damping time	0 ... 30 s (default value: 0 s)
Protection	Against reversed polarity
Resolution	12 bit
Accuracy at 25 °C (75.4 °F)	< 0.1% of span
Temperature effect	< 0.1%/10 °C (0.1%/18 °F)
Effect of auxiliary power	< 0.01% of span/V
Effect of load impedance	< 0.025% of max. span/100
Long-term drift	
• in the first month	< 0.025% of max. span
• after one year	< 0.025% of max. span
• after 5 years	< 0.025% of max. span
Ambient temperature	
Ambient temperature range	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
Storage temperature range	-40 ... +85 °C (-40 ... +185 °F)
Relative humidity	95%, with condensation
Electromagnetic compatibility	According to EN 61326 and NAMUR NE21
Design	
Approx. weight	50 g
Dimensions	See dimension drawing
Material	Molded plastic
Cross-section of cables	Max. 2.5 mm ² (AWG 15)
Degree of protection to EN 60529	
• Enclosure	IP40
• Terminals	IP00

Certification and approvals

Explosion protection ATEX	
EC type test certificate	PTB 05 ATEX 2004X
• Intrinsically safe* type of protection	II 1G EEx ia IC T6/T4 II 2(1)G EEx ia/ib IC T6/T4
• „Operating equipment that is non-ignitable and has limited energy“ type of protection	II 2G EEx nAL IC T6/T4
Explosion protection to FM for USA and Canada (cFMus)	
• FM approval	PID 2024169
• Degree of protection	IS/CI I, II, IMCiv 1/2GP ABCDEFG T4, T5, T6 IS/CI I/2N a, 1WEx ia IC T4, T5, T6 NMC I, II, IMCiv 2/3GP ABCDEFG T4, T5, T6 CI 1/2N 2/3GP IC T4, T5, T6
Software requirements for SIPROTEC	
PC operating system:	Windows ME, 2000 and XP, also Windows 95, 98 and 98SE, but only in connection with RS-232C modem.

Selection and Ordering data

	Order-No.
SITRANS TH100 temperature transmitters for Pt100	
For installation in the connection head, Type B (DIN 43729)	
Two-wire syst. m 4 ... 20 mA, programmable, without electrical isolation	
• Without explosion protection	► C) 7HC3211-0NN00
• With explosion protection, "intrinsic safety" and for zone 2	
- to ATEX	► C) 7HC3211-0AN00
- to FM (cFMus)	► C) 7HC3211-0EN00
	Order code
Further details	
Please add '-Z' to Order No. and specify Order code(s)	
Customer-defined operating data	Y01 ¹⁾
Test protocol (5 measuring points)	G11
Accessories	
	Order-No.
Modem for SITRANS TH100 and TH200 incl. SIPROTEC T parameterization software	
• with USB connection	► C) 7HC3002-8KU
• with RS 232 connection	► C) 7HC3002-8KM
CD for measuring instruments for temperature	► C) AsE03044212
With documentation in German, English, French, Spanish, Italian, Portuguese and SIPROTEC T parameterization software	
DIN rail adapters for head transmitters (Quantity delivered: 5 units)	► 7HC3002-8KA

► Available as stock.

¹⁾ Y01: Please specify all data that does not correspond to factory settings (see below).

C) Subject to export regulations AL: N, ECON: EAR99.

G) Subject to export regulations AL: N, ECON: 5099201.

Power supply units see "SITRANS T supply units and input isolator".

Factory setting:

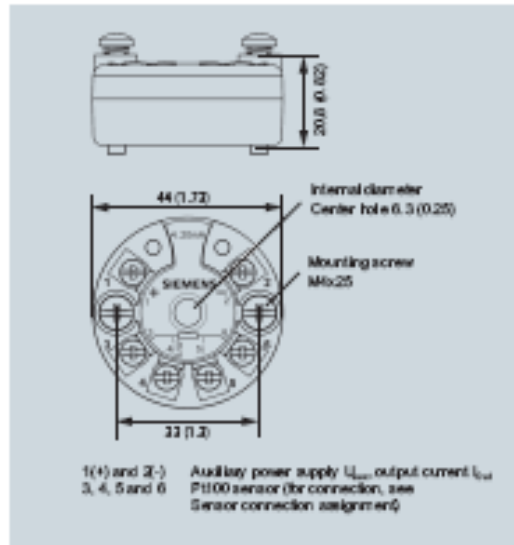
- Pt100 (IEC 751) with three-wire circuit
- Measuring range: 0 ... 100 °C (32 ... 212 °F)
- Error signal in the event of sensor breakage: 22.8 mA
- Sensor offset 0 °C (0 °F)
- Damping 0.0 s

SITRANS T measuring instruments for temperature

Transmitters for mounting in sensor head

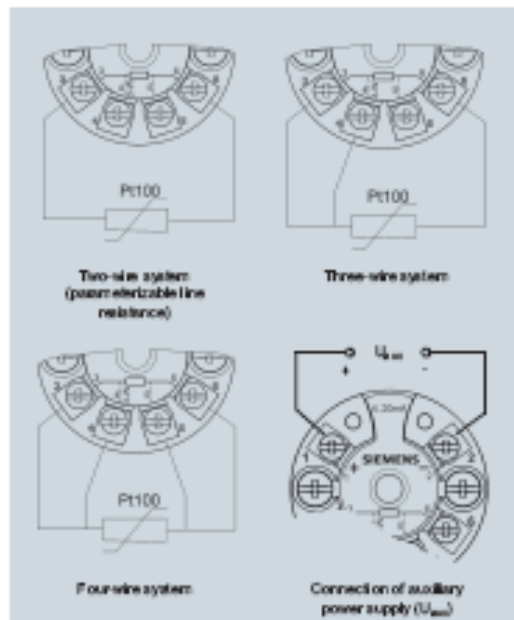
SITRANS TH100
two-wire system (Pt100)

Dimensional drawings



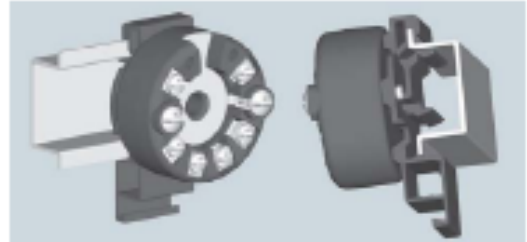
SITRANS TH100, dimensions in mm (inch)

Schematics

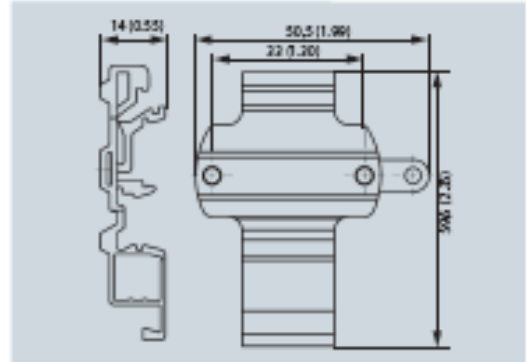


SITRANS TH100, sensor connection assignment

Mounting on DIN rail



SITRANS TH100, mounting of transmitter on DIN rail



DIN rail adaptor, dimensions in mm (inch)

Specifications

Operating principle	Non-dispersive infrared (NDIR)	
Gas sampling method	Diffusion or sample draw	
Measurement range	0 - 5000 ppm CO ₂	
Typical drift (per year)	±75 ppm (@ 1200ppm)	
Accuracy	±5% of reading or ±75 ppm, whichever is greater	
Repeatability	±20 ppm	
Recommended Calibration Interval	Five Years	
Response time	Less than 1 minute	
Operating temperature range	0 to 50 ° C	
Operating humidity range	0 - 90% RH (non condensing)	
Storage temperature	-30 to + 60 ° C	
Power requirements	20 - 28 Vrms AC, 18 - 30 VDC	
Power consumption	Less than 2W @ 24 VAC	
Calibration adjustments	Span only (offset electronically nulled)	
Calibration verification time	10 minutes typical	
Dimensions	5.2" x 3.2" x 1.4"	
Voltage output (linear)	0 - 10 volts DC standard	
Current output (linear)	4 - 20 mA (R _L ≤ 500Ω)	
Warm-up time	3 minutes	
Weight	6.5 Oz. (.35 Kg)	
Optional Digital Display	4 digit, .35" LCD	
Optional High Limit	setpoint range	0 to full scale
	contact polarity	jumper selectable
Contact	contact rating	2A @ 24 VAC
Operating life expectancy	10 years typical	
Warranty	18 months, parts and labor through repair or exchange	

Art. 4030-31 Electroválvula 2/2 vías N.C. Acción Directa

Art. 4030-31 Solenoid 2/2 ways N.C. Direct Acting

Características

E.V. con acción directa adaptada para la interceptación de los fluidos compatibles con los materiales en que están construidas. No necesita de una presión mínima para su funcionamiento. Los materiales utilizados y las pruebas en que son sometidas garantizan fiabilidad y duración.

APLICACIONES	Automatización	Calefacción
RACOR	G1/8"	G1/4"
BOBINAS	6W	∅ 13

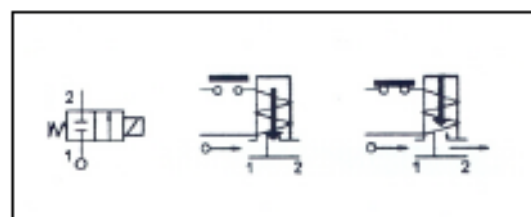
Features

Direct acting S.V. for interception of fluids compatible with the construction materials. Minimum operational pressure is not required. The materials used and the tests carried out ensure maximum reliability and duration.

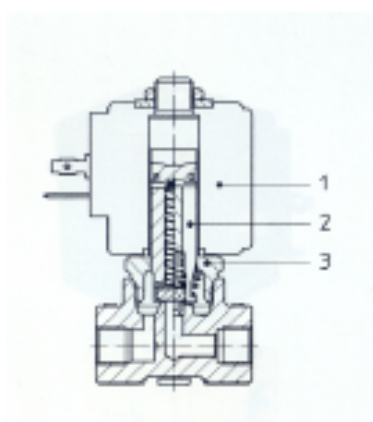
USE	Automation	Heating
PIPES	G 1/8"	G 1/4"
COILS	6W	∅ 13



Juntas-Gaskets	Temperaturas-Temperature		Fluidos-Medium
V = FKM (elastómero fluorado)	- 10°C	+140°C	Aceltes ligeros (2ºE), gasolina, gasóleo
E = EPDM (etileno-propileno)	- 10°C	+140°C	Agua, vapor a baja presión
B = NBR (nitrilo)	- 10°C	+ 90°C	Agua, aire, gases inertes



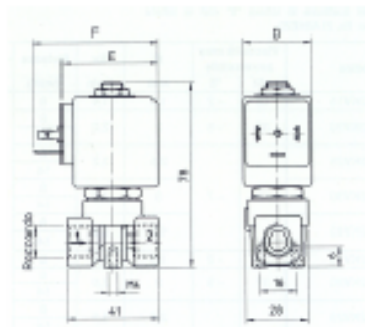
Record- Pipe ISO 228/1	Código- Code	Viscosidad máx. admisible Max viscosity		Ø mm	Kv L/min	Potencia- Power (watt)	Presiones-Pressure		
		cst	°E				min bar	máx M.O.P.D.	
								AC bar	DC bar
G 1/8"	4030 01	53	7	2,5	3,2	8	0	14	9
G 1/8"	4030 02					14		30	25
G 1/4"	4031 01					8		14	9
G 1/4"	403102					14		30	25
G 1/4"	4035 02			5,5	9,0	8		3,5	1



MATERIALES-MATERIALS					
Nº	Denominación /Name	Material-Material			
1	Cuerpo Body	Latón Brass			OT 58
2	Tubo Gula Welded armature tube	Acero Inox	Stainless steel		AISI serie 300
3	Núcleo fijo Fixed core	Acero Inox	Stainless steel		AISI serie 400
4	Núcleo móvil Plunger	Acero Inox	Stainless steel		AISI serie 400
5	Anillo de desfase Phase displacement ring	Cobre Copper			
6	Muelle Spring	Acero Inox	Stainless steel		AISI serie 300
7	Obturador Seal	Standard B = NBR			
		Bajo pedido V = FKM			
		On request E = EPDM			
8	Orificio Orifice	Acero Inox	Stainless steel		AISI serie 316
BAJO PEDIDO – ON REQUEST					
Conector	Conector	Pg 9 ó Pg 11			
Conformidad conector	Conector conformity	ISO 4400			







CARACTERÍSTICAS-FEATURES		
Conformidad eléctrica	Electrical conformity	IEC 335
Grado de protección	Protection degree	IP 65 EN 60529 (DIN 40050) Con la bobina provista de conector - With coil fitted by connector
ELEMENTOS DE RECAMBIO – SPARE PART		
1	Bobina	Coil
2	Conjunto núcleo móvil	Complete plunger
3	Conjunto tubo guía	Complete armature tube
		Véase valores – See page E0 20 V E0 25

DIMENSIONES - DIMENSIONS




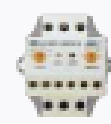
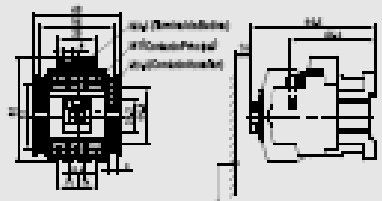


Tipo- Type	Racord- Pipe ISO 228/1	D	E	F
		mm	mm	mm
4030 01	G 1/8"	30	42	54
4030 02	G 1/4"			
4031 01	G 1/8"	52	55	67
4031 02	G 1/4"			
4035 02	G 1/4"	30	42	54

POTENCIA BOBINA – COIL POWER ABSORPTION		
W =	En el arranque- Inrush VA ~	Trabajo- Hold VA ~
8 W	25	14,5
14 W	43	27
8 W	25	14,5

tamaño		9A	12A	18A	22A
Contactor de 3 Polos					
Tipos	Bobina AC Bobina DC	GMC-9 GMD-9	GMC-12 GMD-12	GMC-18 GMD-18	GMC-22 GMD-22
Rangos / IEC 60147-4		KW A	KW A	KW A	KW A
AC1		25	25	40	40
AC3	200/240V	2,5 11	3,5 13	4,5 18	5,5 22
	380/440V	4 7	5,5 12	7,5 18	11 22
	500/580V	4 7	7,5 12	7,5 13	13 22
	690V	4 5	7,5 9	7,5 9	13 18
Rangos / US508		hp A	hp A	hp A	hp A
Corriente continua		20	25	30	32
Monofásico	115V	0,5	0,5	1	2
	230V	1	2	3	3
Trifásico	200V	2	3	5	7
	230V	2	3	5	7,5
	460V	5	7,5	10	10
	575V	7,5	10	15	15
tamaño NEMA		00	00	0	0
Añadir contactos auxiliares		 2-pole Montaje Frontal  4-pole Montaje Frontal  2-pole Montaje Lateral			
Contactor de 4 Polos					
Tipos	Bobina AC Bobina DC	GMC-9/4 GMD-9/4	GMC-12/4 GMD-12/4	GMC-18/4 GMD-18/4	GMC-22/4 GMD-22/4
AC1(A)		20	20	25	32

Reles de Sobrecarga

Estilo bimetalico Tipo GT			Rango de ajuste (A) 0,1-0,14 4-6 0,14-0,23 5-8 0,23-0,4 6-9 0,4-0,63 7-10 0,63-1 8-12 1-1,6 10-16 1,6-2,5 16-22 2,5-4		Rango de ajuste (A) 0,1-0,2 0-4 4-12	Tipos de montaje separable
Clase 10A	Diferencial	GTK-22				
	Sin diferencial (3-Térmico)	GTH-22/3				
	Sin diferencial (2-Térmico)	GTH-22				
Clase 20	Diferencial	GTK-22/L				
Estilo Electrónico Tipo GMP Clase 1 a 20 Ajustable			Rango de ajuste (A) 0,1-0,2 0-4 4-12		Tipos de montaje separable	
Dimensión (mm)						



GENERAL ELECTRIC (USA)

TRANSFORMADORES DE VOLTAJE MONOFASICOS GE

TIPO ABIERTO (NEMA 5Y20)

DIAGRAMA 1



REFERENCIA	POTENCIA	VOLTAJE DE ENTRADA	VOLTAJE DE SALIDA
9T58K28 02	50VA	240/480	120/240
9T58K28 03	75VA	240/480	120/240
9T58K28 04	100VA	240/480	120/240
9T58K28 05	150VA	240/480	120/240
9T58K28 06	200VA	240/480	120/240
9T58K28 07	250VA	240/480	120/240
9T58K28 08	300VA	240/480	120/240
9T58K28 10	500VA	240/480	120/240
9T58K28 11	750VA	240/480	120/240
9T58K28 12	1000VA(1 KVA)	240/480	120/240
9T58K28 13	1500VA(1,5 KVA)	240/480	120/240
9T58K28 14	2000VA(2 KVA)	240/480	120/240
9T58K28 15	3000VA(3 KVA)	240/480	120/240

TRANSFORMADORES DE VOLTAJE MONOFASICOS GE

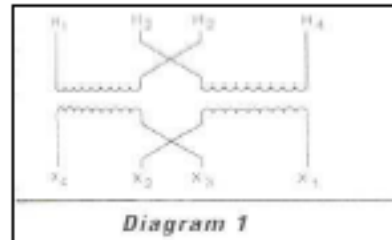
EMBUITO EN RESINA DENTRO DE GABINETE METALICO (CERRADO) NEMA 3R

PARA MONTAJE SOBRE PARED

DIAGRAMA 1



REFERENCIA	POTENCIA	VOLTAJE DE ENTRADA	VOLTAJE DE SALIDA
		CON GABINETE (CERRADO) NEMA 3R	
9T21B100 4G02	5000VA (5KVA)	240/480	120/240
9T21B100 5G02	7500VA (7,5KVA)	240/480	120/240
9T21B100 6G02	10000VA (10KVA)	240/480	120/240
9T21B01 03	15000VA (15KVA)	240/480	120/240
9T21B01 04	25000VA (25KVA)	240/480	120/240



TRANSFORMADORES DE VOLTAJE MONOFASICOS GE

TIPO ABIERTO

DIAGRAMA 7

REFERENCIA	POTENCIA	VOLTAJE DE ENTRADA	VOLTAJE DE SALIDA
9T58K28 73	50VA	120/240	12/24
9T58K28 75	100VA	120/240	12/24
9T58K28 76	150VA	120/240	12/24
9T58K28 78	250VA	120/240	12/24

Precios no Incluyen IVA

AS-Interface

Fuente de alimentación 3A, 5A, 8A

3RX9501/2/3-0BA00

Instructivo

Referencia: 3ZX1012-0RX00-1AA1

Español

Leer y comprender este instructivo antes de la instalación, operación o mantenimiento del equipo.



⚠ Peligro

Tensión peligrosa.
Puede causar la muerte o lesiones graves.

Desconectar la alimentación eléctrica antes de trabajar en el equipo.

El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.

Notas



⚠ Advertencia

Durante el funcionamiento de equipos eléctricos, es inevitable que se produzcan tensiones peligrosas en distintos componentes de los mismos.

El manejo indebido de estos equipos puede provocar graves lesiones corporales y hasta la muerte, así como importantes daños materiales. Por lo tanto, únicamente podrá realizar tareas en el equipo o en su alrededor personal especializado y adecuadamente cualificado. Con el fin de asegurar el correcto y seguro funcionamiento del equipo, debe ser transportado, almacenado y montado adecuadamente.

Componentes sensibles a descargas electrostáticas.
Desmontaje del equipo sólo por personal cualificado!
¡Peligro de muerte, graves lesiones corporales o daños materiales!

Campo de aplicación

Las fuentes de alimentación de 30 V / 3 A, 5 A, 8 A con detección de defectos a tierra y desacople integrado de datos sirven para el funcionamiento de sistemas de bus AS-Interface.

Los aparatos generarán una tensión continua regulada de 30 V DC de constancia elevada y baja ondulación residual. La tensión de salida está libre de potencial y resistente a los cortocircuitos y la marcha en vacío. La fuente de alimentación se conecta automáticamente en el momento de volver al estado normal tras producirse un cortocircuito o una sobrecarga. Las señales del LED de diagnóstico se guardan en memoria, el operario puede borrar esta información pulsando la tecla RESET. Al detectar una falta de tierra en AS-I + o AS-I -, sólo se desconecta la salida activada (AS-I + SWITCHED). Los avisos de cortocircuito y sobrecarga pueden resetearse pulsando la tecla RESET, o bien por medio de una señal HI en la entrada de reset a distancia (borne 41 / 42).

Las fuentes de alimentación están basadas en el principio de un regulador conmutado en el primario y son adecuadas para su conexión a una red de corriente alterna monofásica de 120 V o 230 V, 50 / 60 Hz o bien a una red de corriente alterna trifásica de 120 V o 230 V - 500 V a 8 A. La instalación de los dispositivos se debe realizar teniendo en cuenta las reglamentaciones DIN / VDE, o bien las reglamentaciones aplicables del país de que se trate.

Montaje / Conexión

Con el fin de asegurar la disipación del calor adecuada, deben ser montados verticalmente y manteniendo un espacio libre de al menos 50 mm por encima y debajo de los mismos. La conexión de la tensión de alimentación (120 / 230 V) debe realizarse conforme a VDE 0100 y VDE 0160 (Figura III). La red debe estar protegida con un fusible de máx. 20 A (USA) o bien 10 A (IEC). El primario del aparato incorpore en el primario un fusible interno.

Los equipos se montan en perfil normalizado de 35 mm (figura I).

Se pueden desmontar todos los terminales de cables.

Componentes del equipo:

Fig. I: a Conmutador de tensión, ajuste básico de fábrica 230 V.

Fig. II: b Conexión de red,
c Conexión AS-Interface con bornes,
d Reset a distancia,
e Detección de defectos de tierra,
f LED Sobrecarga, rojo,
g LED Detección de falta a tierra, amarillo,
h LED Estado ok, verde, tensión de salida > 26,5 V
i Tecla RESET.

Dibujos dimensionales (medidas en mm), (figura IV).

Datos técnicos

Sin especificar lo contrario, los datos se refieren a una tensión de entrada de AC 230 V y una temperatura ambiente de +25 °C.

Tipo	30 V / 3 A 3RX9501	30 V / 5 A 3RX9502	30 V / 8 A 3RX9503
------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Datos de entrada

Tensión AC primaria	120 / 230 V	120 / 230...500 V	
Gama de tensión AC	85...132 / 176...253 V	85...132 / 176...550 V	
Compensación fallos de red con I_{aNom}		> 20 ms	
Banda de frecuencias de red		47...63 Hz	
Corriente primaria asignada	1,0 / 0,9 A	2,7 / 1,5 A	4,4 / 2,4 A

Datos de salida

Tensión nominal U_{aNom}	DC 30 V según la norma AS-I		
Ondulación residual	< 50 mV _{pp} (10...500 kHz) < 300 mV _{pp} (0...10 kHz)		
Corriente nominal I_{aNom}	3 A	5 A	8 A
Derating (55...70 °C)	2 A	3 A	5 A

Rendimiento

con potencia asignada	tp.	84 %	87 %
-----------------------	-----	------	------

Protección y vigilancia

Protección contra sobretensión en el lado de salida	sí (< 35 V)			
Limitación de corriente	tp.	3,5 A	5,5 A	8,5 A

Seguridad

Aislamiento de potencial primario / secundario	Tensión de salida SELV según EN 60950 y EN 50178		
Clase de protección	I		
Tipo de protección	IP20		

Certificaciones

Certificado CE	según 89 / 336 CEE y 73 / 23 CEE		
UL	UL 508		
CBA	CBA 22.2		
Nivel de contaminación	EN 60 450		
Clase de sobretensión y separación de potencial	EN 50 178 y IEC 61 558		

CEM

Emisión de interferencias (categoría B)	EN 61000-6-3		
Resistencia	EN 61000-6-2		

Datos de servicio

Temperatura ambiente	Servicio	-10 °C...+70 °C
	Almacenaje	-25 °C...+80 °C
Clase de contaminación	2	
Clase de humedad	Clase climática según DIN 50010, humedad relativa del aire un 100 %, como máx., sin condensación	

Datos mecánicos

Dimensiones (ancho x altura x prof.) en mm	50 x 125 x 125	70 x 125 x 125	120 x 125 x 125
Peso	ca. 0,5 kg	0,8 kg	1,1 kg

1.3 Datos técnicos del módulo

El módulo CP 243-2 tiene los siguientes datos técnicos:

Tabla 1-1

Característica	Explicación / Valores
Tiempo de ciclo AS-I	5 ms para 31 esclavos 10 ms para 62 esclavos AS-I con espacio de direcciones extendido
Configuración de AS-interface	por pulsador en el panel frontal o con el comando Configuración total, configurar (ver descripción de los comandos AS-I)
Perfiles de maestro AS-I soportados	M1e
Conexión del cable AS-I	a través de bloque de bornes 87-200 Capacidad de carga de corriente de conexión 1 a 3 o de conexión 2 a 4: 3 A como máximo
Volumen de direcciones	un módulo digital con 8ED/8SD y un módulo analógico con 8EA/8SA
Tensión de alimentación de bus de panel posterior BI-MATIC	DC 5 V
Consumo de corriente de DC 5 V	máx. 220 mA
Tensión de alimentación del cable AS-I	según especificación AS-I
Consumo de corriente del cable AS-I	máx. 100 mA
Consumo de potencia	3,7 W
Condiciones ambientales admisibles	
• Temperatura de funcionamiento	montaje horizontal: 0 a 55°C montaje vertical : 0 a 45°C
• Temperatura de transporte y almacenaje	-40 °C hasta +70 °C
• Humedad relativa	máx. 95% a +25°
Estructura	
• Grado de protección	IP 20
• Formato de módulo	Módulo de extensión 87-200
• Medidas (ancho x alto x prof.) en mm	71 x 80 x 62
• Peso	aprox. 250 g

SIEMENS

SIRIUS
Anwendermodul S45
User module S45
Module utilisateur S45
Módulo de usuário S45
Modulo utilizzatore S45
Módulo do usuário S45
Kullanıcı modülü S45
Операционный модуль S45

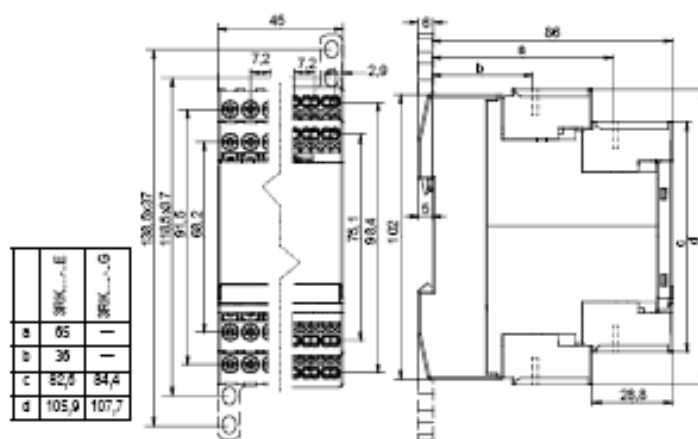


3RK1400-1C.0.-0AA2 (4E/4A)
3RK2400-1F.00-0AA2 (4E/3A)
3RK1402-3C.00-0AA2 (4E/4A)
3RK1402-3C.01-0AA2 (4E/4A)
3RK2400-1C.01-0AA2 (4E/4A)

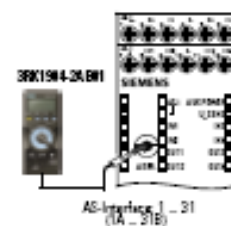


Betriebsanleitung Instructivo İçtme kılavuzu	Operating Instructions Istruzioni operative Instruções de utilização	Instructions de service Instruções de Serviço	Bestell-Nr. / Order No.: 3RK1701-2KB05-0AA8
--	--	--	---

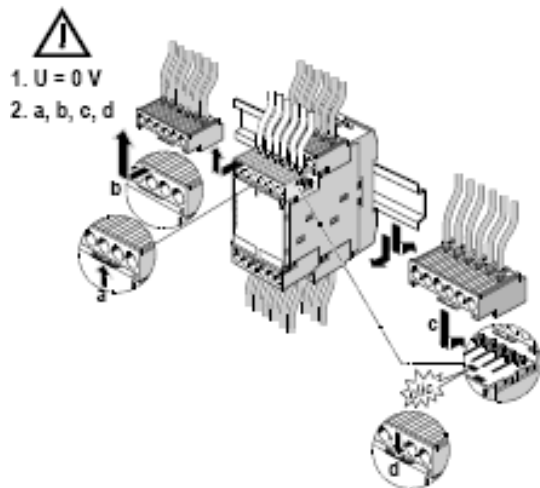
Deutsch	English	Français	Español
Vor der Installation, dem Betrieb oder der Wartung des Geräts muss diese Anleitung gelesen und verstanden werden.	Read and understand these instructions before installing, operating, or maintaining the equipment.	Ne pas installer, utiliser ou intervenir sur cet équipement avant d'avoir lu et assimilé ces instructions.	Leer y comprender este instructivo antes de la instalación, operación o mantenimiento del equipo.
VORSICHT	CAUTION	PRUDENCE	PRECAUCIÓN
Eine sichere Gesamtfunktion ist nur mit zertifizierten Komponenten gewährleistet.	Reliable functioning of the equipment is only ensured with certified components.	Le fonctionnement sûr de l'appareil n'est garanti qu'avec des composants certifiés.	El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.
Italiano	Português	Türkçe	Русский
Leggere con attenzione queste istruzioni prima di installare, utilizzare o eseguire manutenzione su questa apparecchiatura.	Ler e compreender estas instruções antes de instalar, operar ou manutenção do equipamento.	Cihazın kurulumundan, çalıştırmasından veya bakıma tabii olmasından önce, bu kılavuz okunmuş ve anlaşılmış olmalıdır.	Перед установкой, вводом в эксплуатацию или обслуживанием устройства необходимо прочесть и понять данное руководство.
CAUTELA	CUIDADO	ÖNEMLİ DİKKAT	ОСТОРОЖНО
Il funzionamento sicuro dell'apparecchiatura è garantito soltanto con componenti certificati.	O funcionamento seguro do aparelho apenas pode ser garantido se forem utilizados os componentes certificados.	Cihazın güvenli çalışması ancak sertifikalı bileşenler kullanılması halinde garanti edilebilir.	Безопасность работы устройства гарантирована только при использовании сертифицированных компонентов.



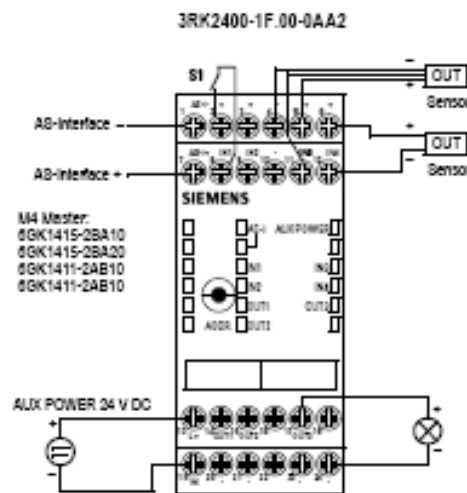
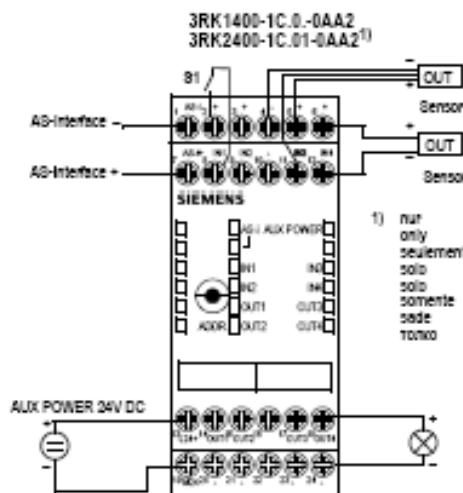
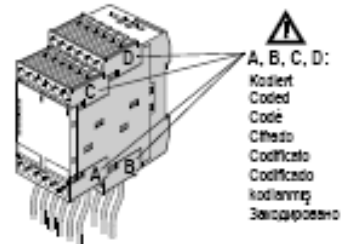
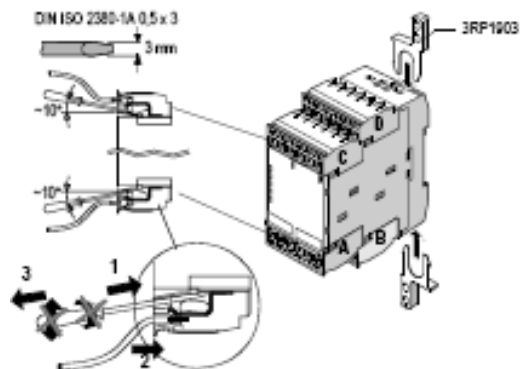
Adresse einstellen
Setting addresses
Réglage de l'adresse
Ajustar dirección
Inizializzamento
Ajustar dirección
Tanım adres ayarı
Задать адрес



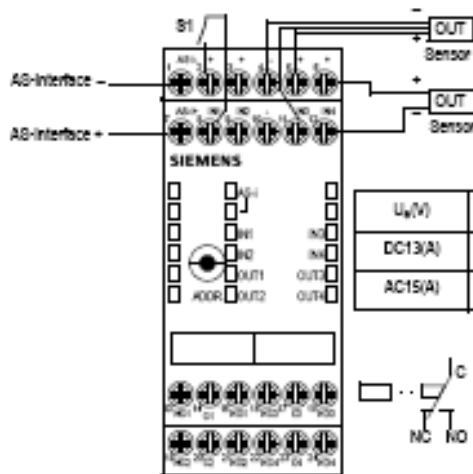
More Information:	www.siemens.com/asi-interface asi@mail.automation.siemens.com	
Technical Assistance:	Telephone: +49 (0) 911-895-5900 (8** - 17** CET) E-mail: technical-assistance@siemens.com Internet: www.siemens.de/lowvoltage/technical-assistance	Fax: +49 (0) 911-895-5907
Technical Support:	Telephone: +49 (0) 180 50 50 222	



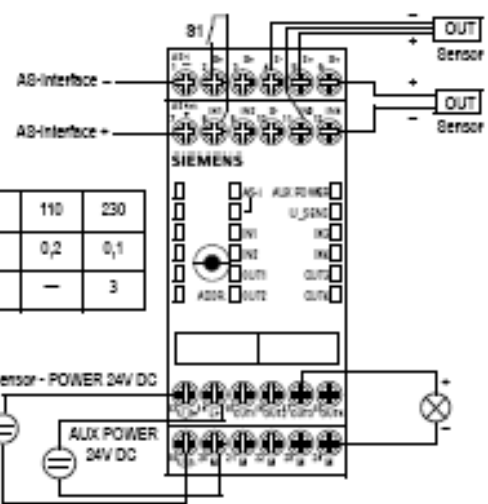
	3RK...E	3RK...G
$\varnothing 5 \dots 6 \text{ mm} / \text{PZ2}$	0,8 ... 1,2 Nm 7 to 10.3 lb-in	—
	1 x 0,5 ... 4,0 mm ² 2 x 0,5 ... 2,5 mm ²	2 x 0,25 ... 1,5 mm ²
	2 x 0,5 ... 1,5 mm ² 1 x 0,5 ... 2,5 mm ²	2 x 0,25 ... 1,5 mm ²
	—	2 x 0,25 ... 1,5 mm ²
AWG	2 x 20 to 14	2 x 24 to 16



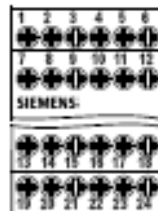
3RK1402-3C.00-0AA2



3RK1402-3C.01-0AA2



Logische Zuordnung
 Logic assignments
 Affectation logique
 Asignación lógica
 Assegnazione logica
 Atribuição lógica
 Логическое размещение



	I0	ID	ID2	ID1
3RK1400-1C.0-0AA2:	7	0	F	
3RK2400-1F.00-0AA2:	7	A	0	
3RK1402-3C.00-0AA2:	7	0	F	
3RK1402-3C.01-0AA2:	7	0	F	
3RK2400-1C.01-0AA2 ¹⁾ :	7	A	7	7

	3RK1400-1C.0-0AA2 3RK2400-1C.01-0AA2 ¹⁾	3RK2400-1F.00-0AA2	3RK1402-3C.00-0AA2	3RK1402-3C.01-0AA2				
8	D0	IN1	D0	IN1				
9	D1	IN2	D1	IN2				
11	D2	IN3	D2	IN3				
12	D3	IN4	D3	IN4				
13				NC1				
14	D0	OUT1	D0	C1				
15	D1	OUT2	D1	NO1	D0	OUT1		
16				NC3	D1	OUT2		
17	D2	OUT3	D2	OUT3	D2	C3	D2	OUT3
18	D3	OUT4	—	—	NO3	D3	OUT4	
19					NC2			
20					D1	C2		
21						NO2		
22						NC4		
23					D3	C4		
24						NO4		

1) nur / only / seulement / solo / solo / somente / sede / noneo M4 Master: 6GK1415-2BA10, 6GK1415-2BA20, 6GK1411-2AB10, 6GK1411-2AB10

Status LEDs / Status LEDs / LED d'état / LEDs de estado / LED di stato / LEDs de estado / Stati LEDs / ооноише оеэроэпоэ:					
3RK1400-1C.0-0AA2 / 3RK2400-1F.00-0AA2 / 3RK1400-3C.00-0AA2 / 3RK2400-1C.01-0AA2					
AS-Interface grün / (green) verte / verde yeşil / зeнiнiй					
FAULT rot / red rouge / rojo rosso / vermelho kapali / вкaчнoвeнo					
Betriebszustand	Kommunikation in Ordnung	Keine Spannung am AS-Interface-Chip	Kommunikation ausgefallen	Slave hat Adresse '0'	Überlast Sensorversorgung
Operating state	Communication OK	No voltage present at AS-Interface chip	Communication failed	Slave has address '0'	Overload of sensor supply
Etat	Communication O.K.	ASIC AS-Interface non alimenté	Communication perturbée	Esclave avec adresse '0'	Surcharge alimentation des capteurs
Estado de servicio	La comunicación esta O.K.	No hay tensión en el chip AS-Interface	Falla la comunicación	El esclavo tiene dirección '0'	Sobrecarga en la alimentación de los sensores
Stato di funzionamento	Comunicazione in ordine	Mancata tensione su chip AS-Interface	Comunicazione interrotta	Slave ha indirizzo '0'	Sovraccarico alimentazione sensore
Estado de funcionamento	Comunicação em ordem	Nenhuma tensão no chip AS-Interface	Falha na comunicação	O escravo tem endereço '0'	Sobrecarga na alimentação do sensor
Işletme durumu	İletişim düzenli	AS-Interface çipinde-gerilim yok	İletişim devre dışı	Slave'in tanımlı adresi '0'	Ağın skim yükü sensörbeslemesi
Работное состояние	Передача данных в порядке	Отсутствие напряжения на чипе AS-Interface	Передача данных прервана	Адрес ведомого устройства (Slave) '0'	Перегрузка сенсорного обеспечения

Status LEDs / Status LEDs / LED d'état / LEDs de estado / LED di stato / LEDs de estado / Stati LEDs / ооноише оеэроэпоэ:					
3RK1400-3C.01-0AA2					
AS-Interface grün / (green) verte / verde yeşil / зeнiнiй					
FAULT rot / red rouge / rojo rosso / vermelho kapali / вкaчнoвeнo					
Betriebszustand	Kommunikation in Ordnung	Keine Spannung am AS-Interface-Chip	Kommunikation ausgefallen	Slave hat Adresse '0'	
Operating state	Communication OK	No voltage present at AS-Interface chip	Communication failed	Slave has address '0'	
Etat	Communication O.K.	ASIC AS-Interface non alimenté	Communication perturbée	Esclave avec adresse '0'	
Estado de servicio	La comunicación esta O.K.	No hay tensión en el chip AS-Interface	Falla la comunicación	El esclavo tiene dirección '0'	
Stato di funzionamento	Comunicazione in ordine	Mancata tensione su chip AS-Interface	Comunicazione interrotta	Slave ha indirizzo '0'	
Estado de funcionamento	Comunicação em ordem	Nenhuma tensão no chip AS-Interface	Falha na comunicação	O escravo tem endereço '0'	
Işletme durumu	İletişim düzenli	AS-Interface çipinde-gerilim yok	İletişim devre dışı	Slave'in tanımlı adresi '0'	
Работное состояние	Передача данных в порядке	Отсутствие напряжения на чипе AS-Interface	Передача данных прервана	Адрес ведомого устройства (Slave) '0'	

3RK1400-1C.0-0AA2 / 3RK2400-1F.00-0AA2 / 3RK1400-3C.01-0AA2 / 3RK2400-1C.01-0AA2	
Hilfsspannung / Auxiliary voltage / Tension auxiliaire / Tensión auxiliar / tensione ausiliaria / tensão auxiliar / Yardımcı gerilim / онеэаэное наэреэение	
AUX POWER	grün / green / verte / verde / yeşil / зeнiнiй

Anexo E

MANUAL DE USUARIO

OPERACIÓN DEL TABLERO.

El tablero de control cuenta con un grupo de botones que se encuentran a continuación.

Botón PARO DE EMERGENCIA.- desactiva el sistema en caso de una emergencia. De color rojo tipo hongo.

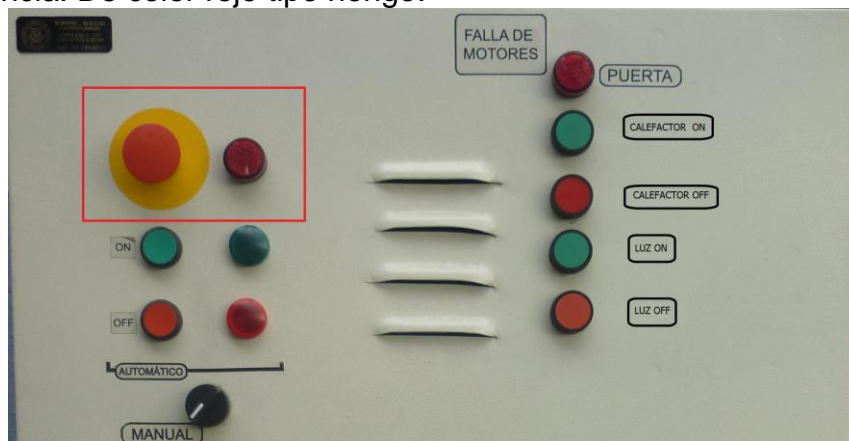


Figura 1. Paro de emergencia.

Selector AUTOMÁTICO-MANUAL.- Permite elegir entre ambos sistemas.

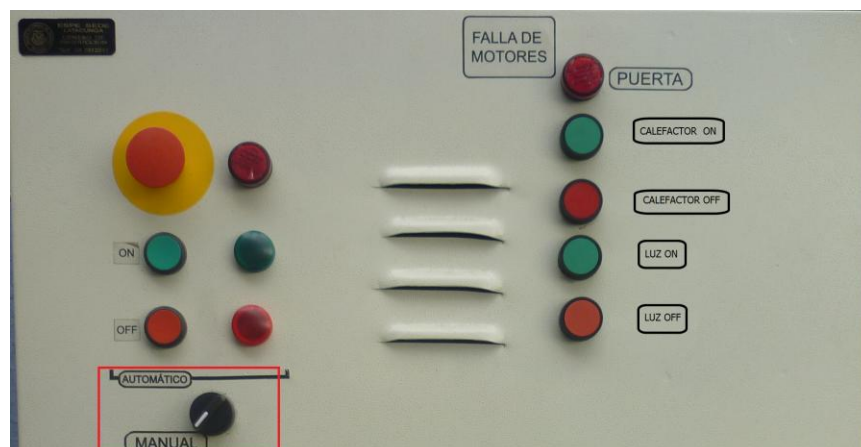


Figura 2. Selector.

Botón CALEFACTOR ON.- Enciende al calefactor y al ventilador.

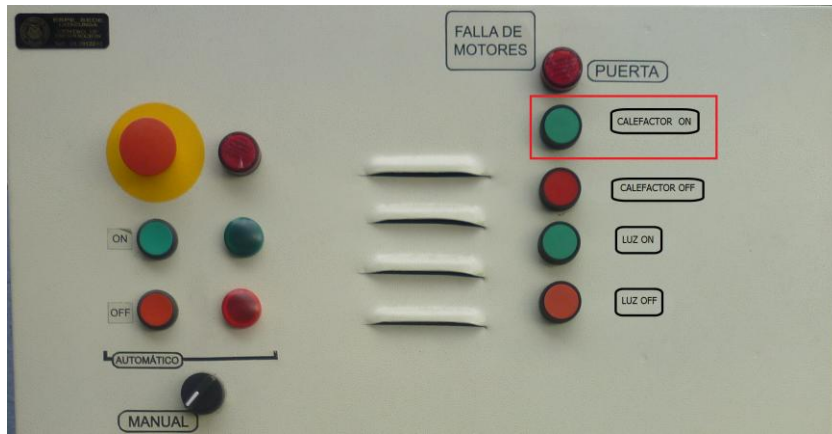


Figura 3. Calefactor on.

Botón CALEFACTOR OFF.- Apaga el sistema de calefacción.

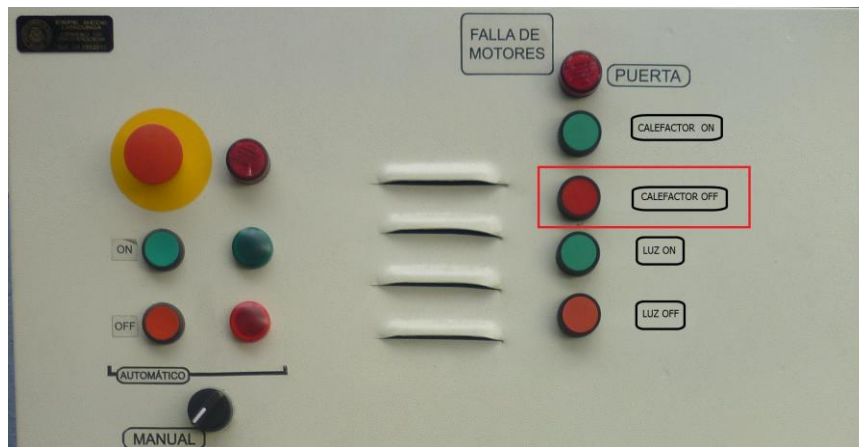


Figura 4. Calefactor off.

Botón LUCES ON.- Enciende las luces.

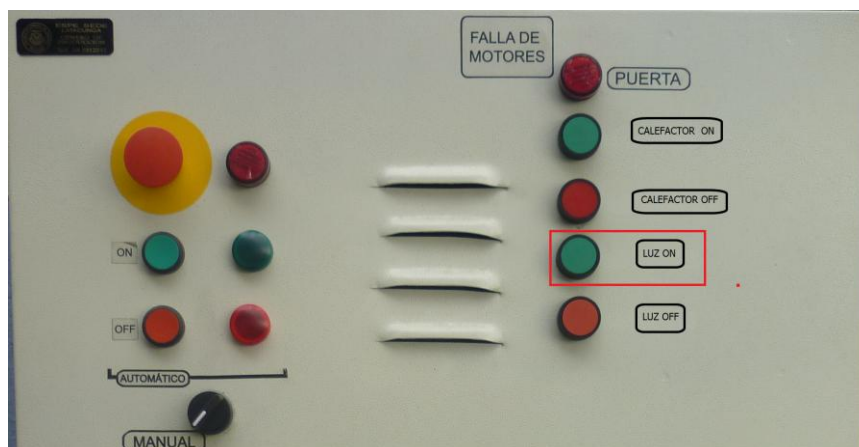


Figura 5. Luz on.

Botón LUCES OFF.- Apaga las luces.

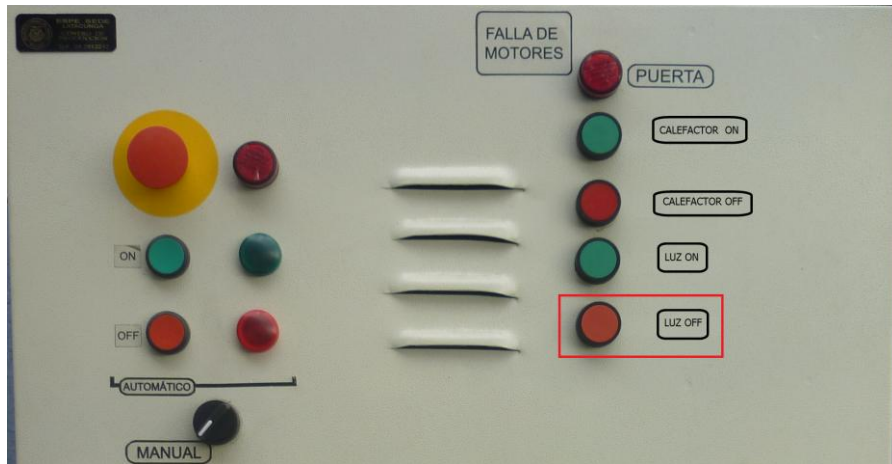


Figura 6. Luz off.

Manual de usuario para el manejo del sistema.

1. Presione el botón *ingresar* y coloque en el sistema su usuario y clave correspondiente.

25/03/2010 22:36

SALIR

SISTEMA ANTIHELADAS



Figura 7. Pantalla de inicio.

2. A continuación aparece la ventana de supervisión, donde se muestra todo lo referente a riego.

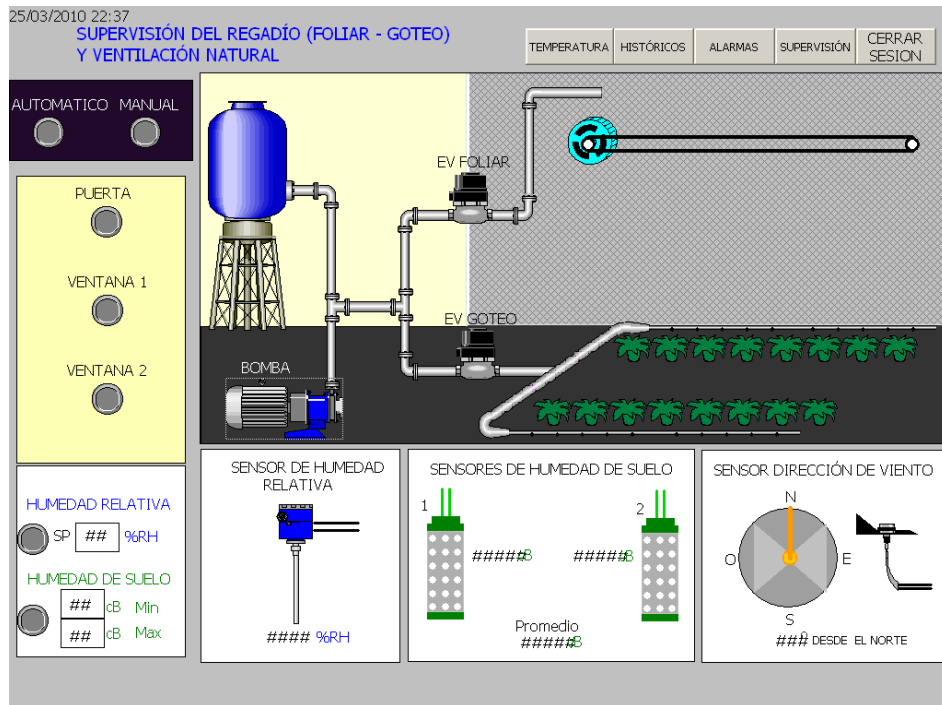


Figura 8. Pantalla de riego.

3. Presione el botón *TEMPERATURA* y en seguida aparecerá la ventana donde se visualizan las variables de temperatura, CO₂ e iluminación.

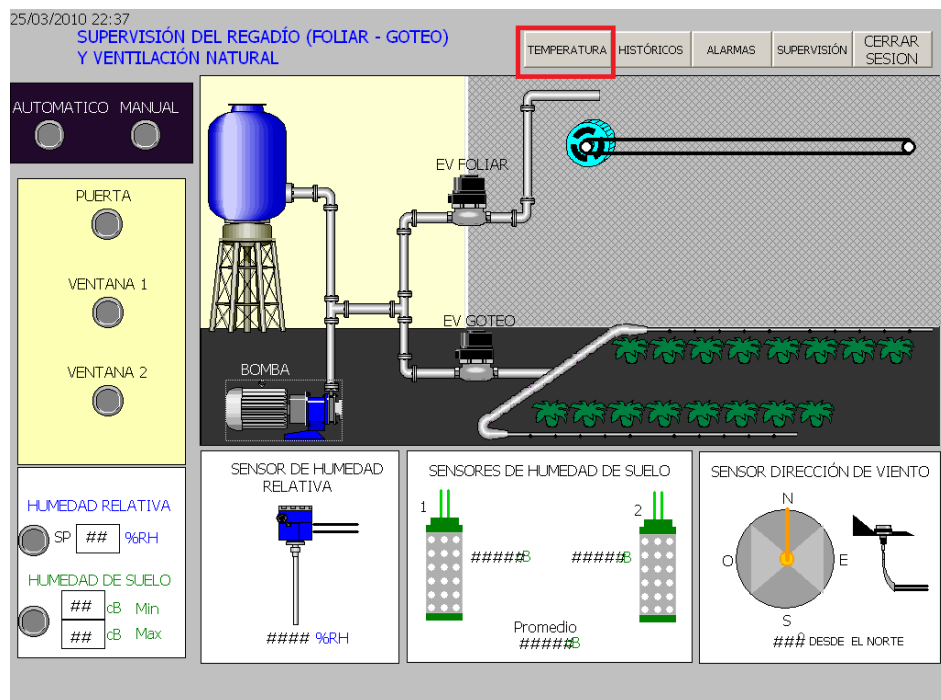


Figura 9. Botón para temperatura.

Funcionamiento en modo automático.

1. Coloque el selector que se encuentra en el tablero de control en modo automático.
2. En la pantalla del computador se visualiza una señal que indica que está en modo automático.

Control de temperatura

1. En la pantalla se visualiza una pequeña ventana que corresponde a lo que es temperatura.

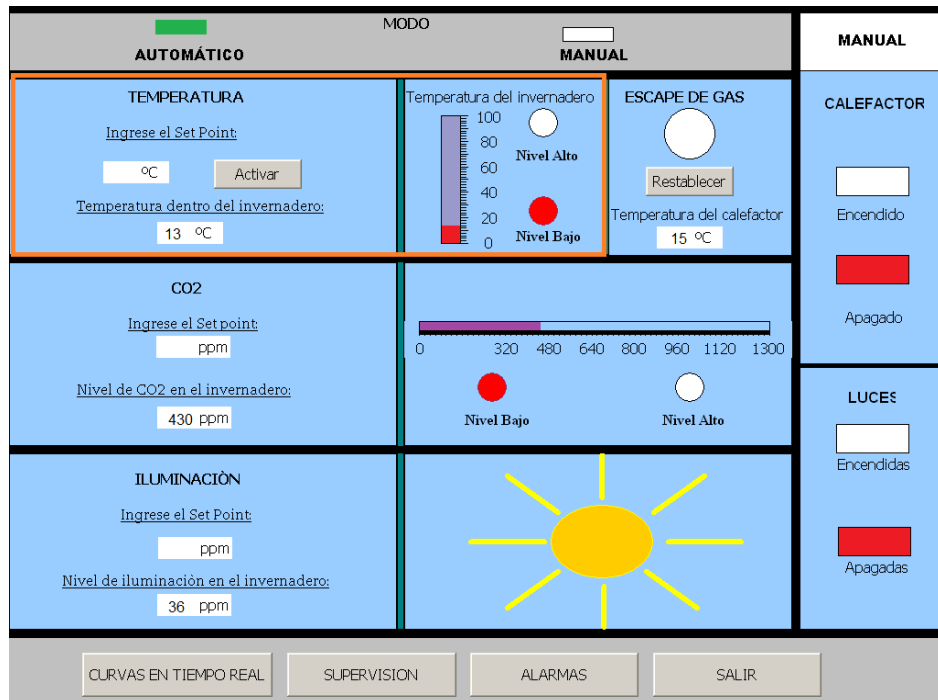


Figura 10. Ventana temperatura.

2. Como muestra la figura aquí se visualiza la temperatura del interior del invernadero

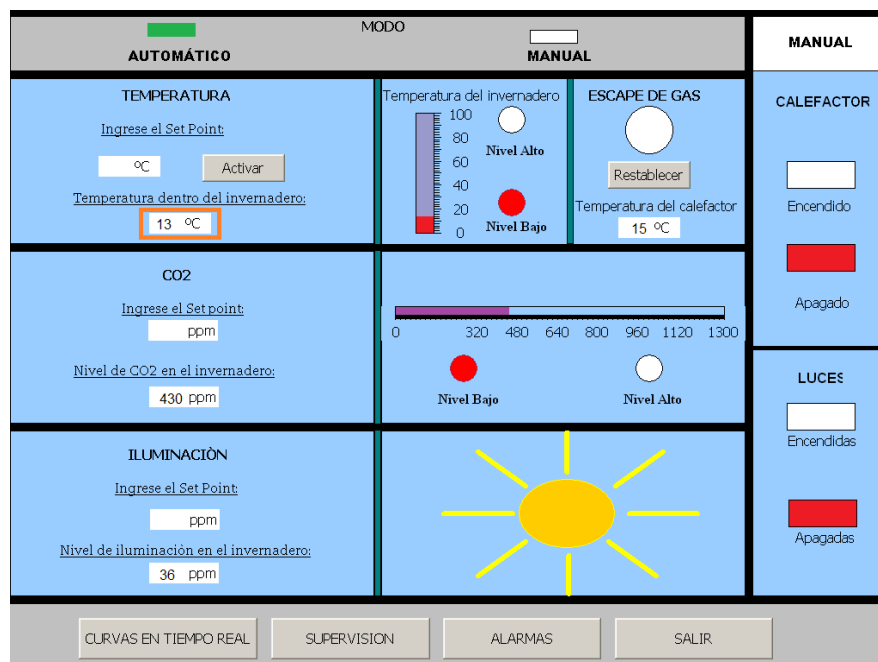


Figura 11. Temperatura en el interior del invernadero.

3. Coloque el valor de temperatura que desea mantener en el invernadero y presione ENTER donde muestra la siguiente figura:

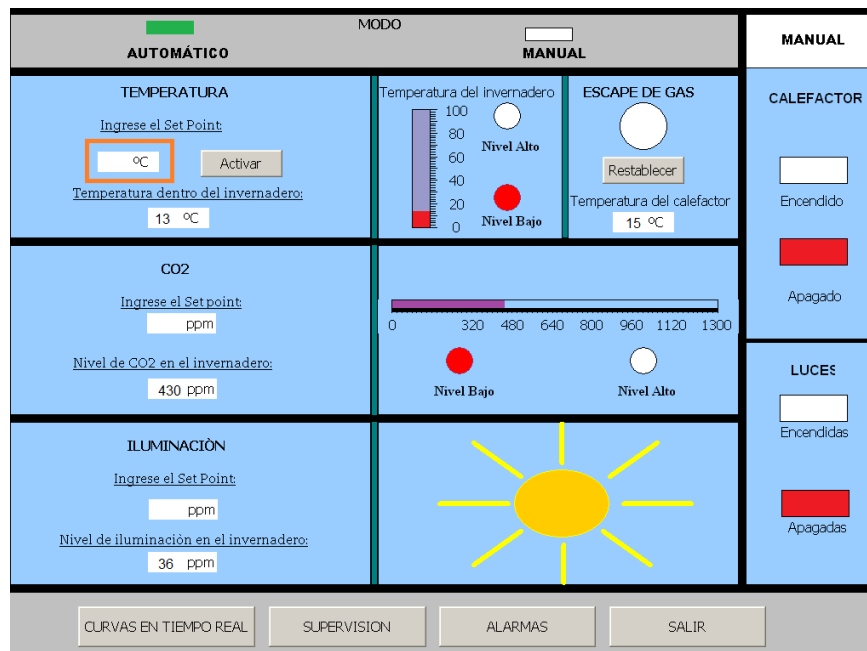


Figura 12. Ingreso de Set-Point- temperatura.

4. Presione el botón **ACTIVAR**.

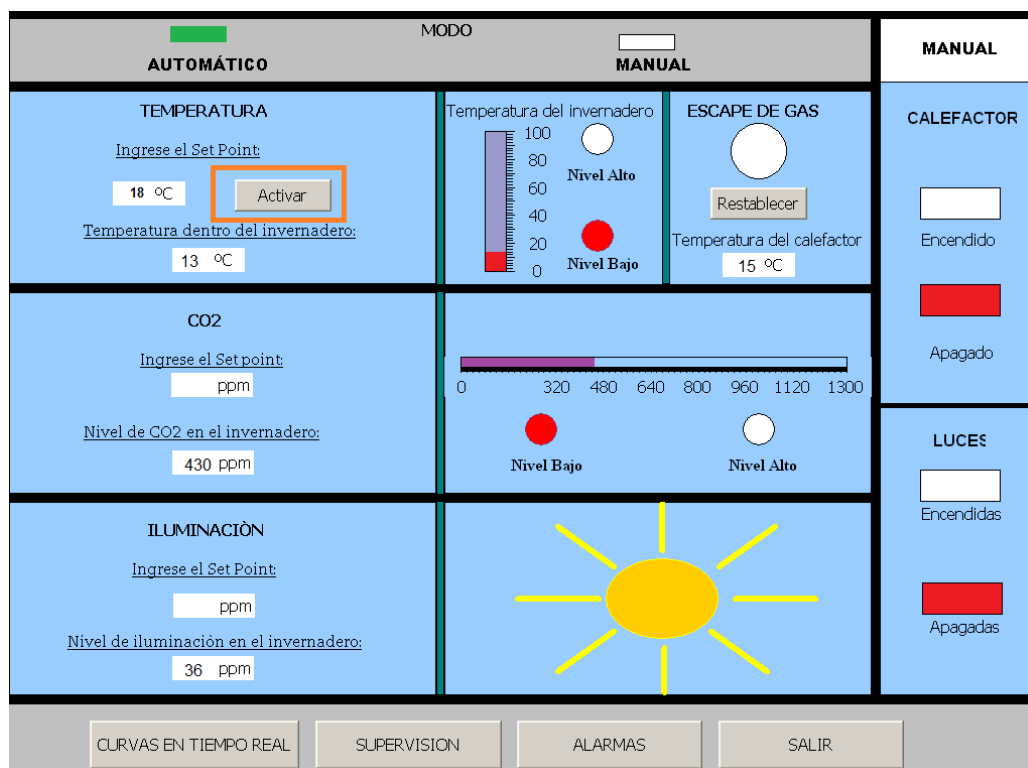


Figura 13. Botón **ACTIVAR**.

5. Una vez encendido el sistema cuando llegue al valor que ingresó se apagará automáticamente.

Control de CO₂

1. En la pantalla se visualiza una pequeña ventana que corresponde al control de CO₂.

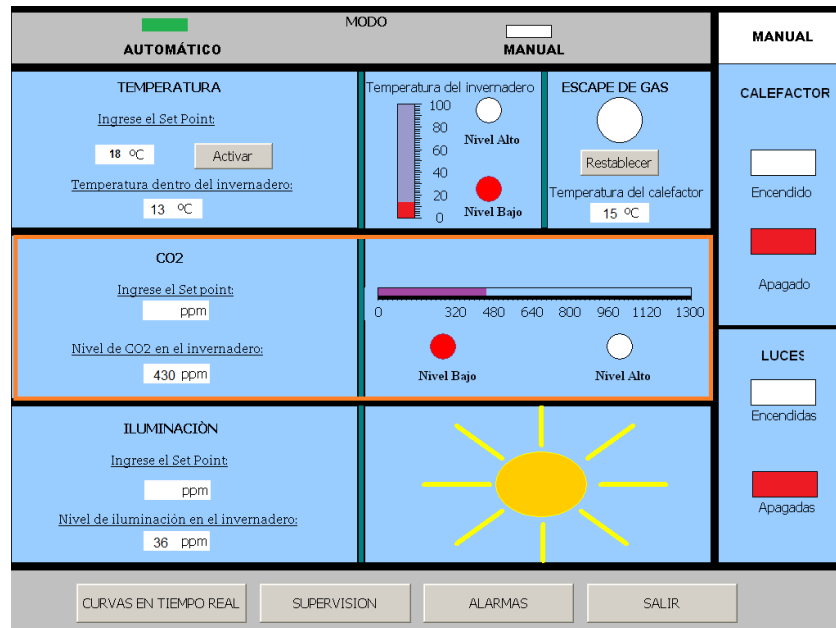


Figura 14. Ventana de CO₂.

2. Como se muestra en la figura, aquí se visualiza el nivel de CO₂ que se encuentra dentro del invernadero.

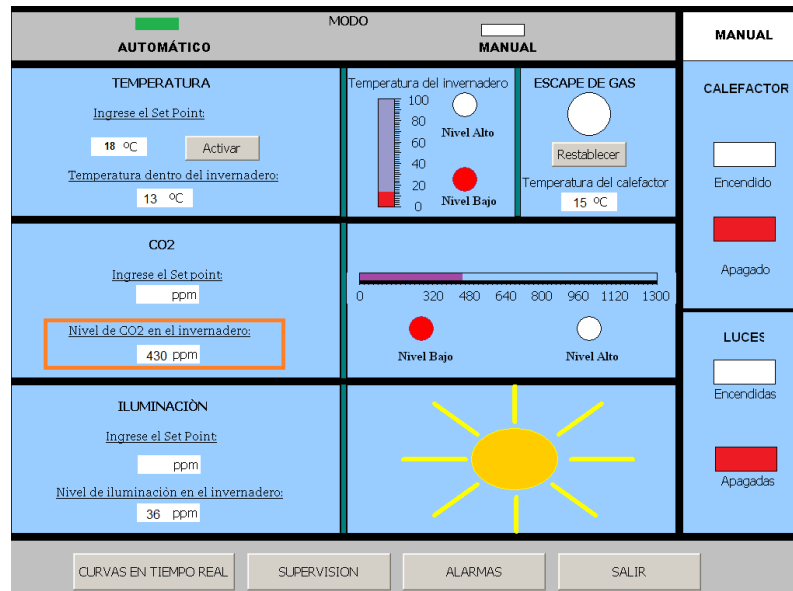


Figura 15. Nivel de CO₂ en el invernadero.

3. Para encender el control coloque el valor que desee mantener en el invernadero y presione ENTER.

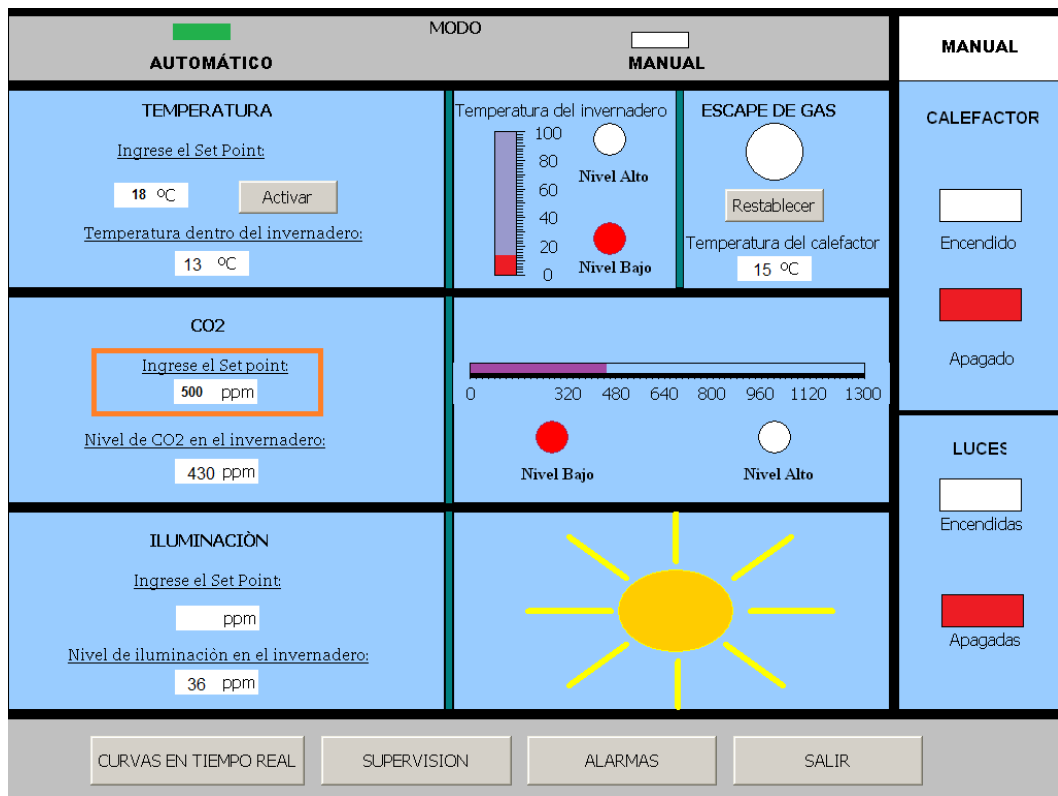


Figura 16. Ingreso de Set-Point de CO₂.

4. El sistema se encenderá hasta alcanzar el valor ingresado, una vez llegado a este punto el sistema automáticamente se apagará.

Control de iluminación

1. En la pantalla se visualiza una pequeña ventana que corresponde al control de iluminación.

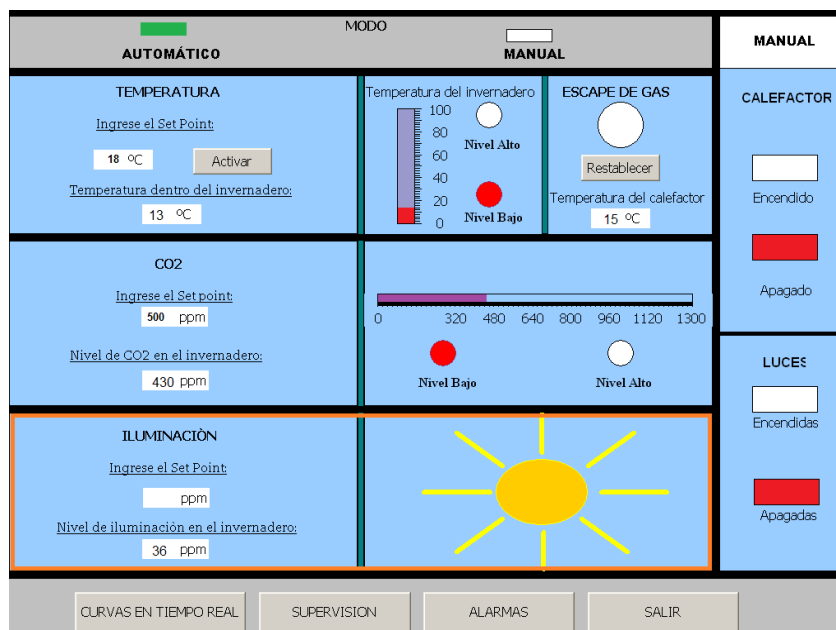


Figura 17. Ventana del sistema de iluminación.

2. Como se muestra en la figura, aquí se visualiza el nivel de iluminación que se encuentra dentro del invernadero.

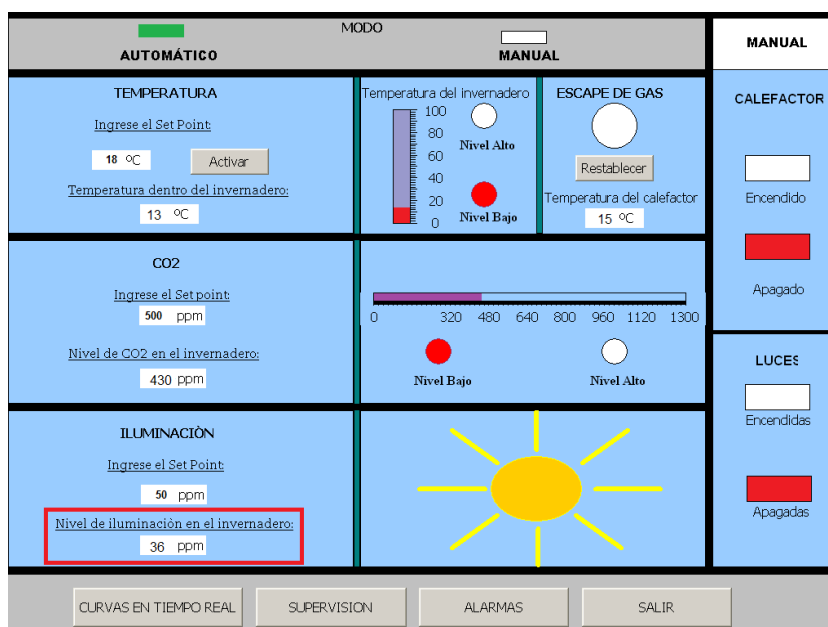


Figura 18. Nivel de iluminación dentro del invernadero.

3. Para encender el control coloque el valor que desee mantener en el invernadero y presione ENTER.

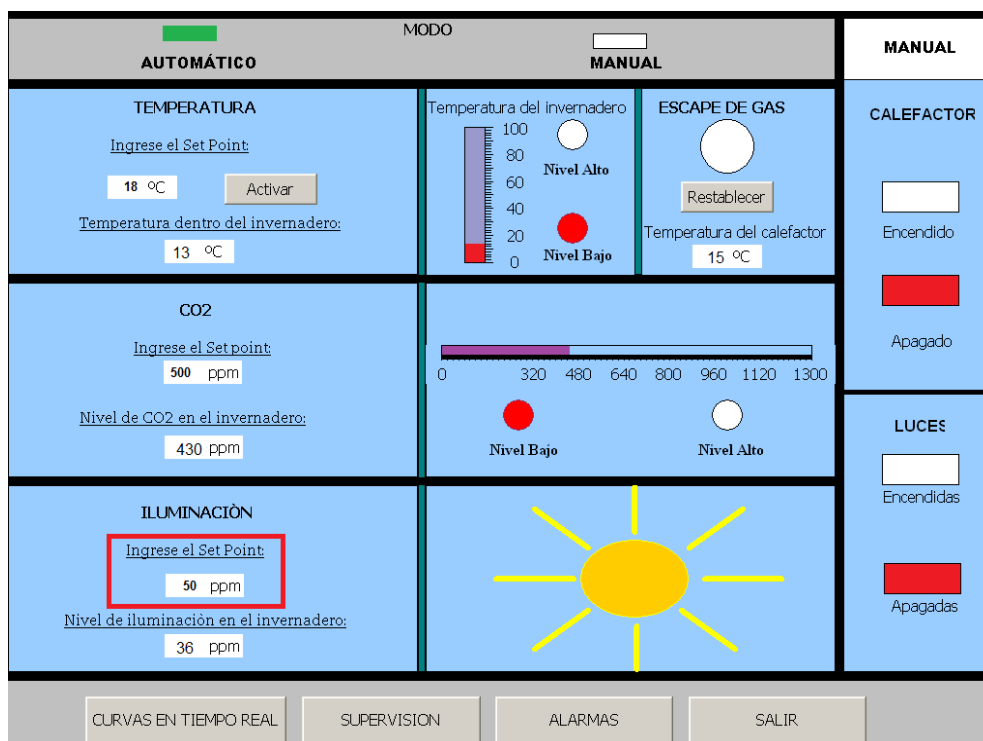


Figura 19. Ingreso de Set-Point-iluminación.

4. El sistema encenderá las lámparas hasta alcanzar el valor ingresado, una vez llegado a este punto el sistema automáticamente se apagará.

Todos los controles funcionan de manera simultánea, pero se ha priorizado al control de CO₂ de manera que en el momento que entra en funcionamiento se apaga el ventilador, que se encarga de distribuir el calor

a lo largo del invernadero, una vez alcanzado el nivel requerido nuevamente se enciende el ventilador en caso que aun lo requiera el control de temperatura.

En caso en que el calefactor no se encienda con el fin de evitar un accidente la válvula del gas se cierra automáticamente y se emite una alarma que se visualiza en la HMI como muestra la siguiente figura:

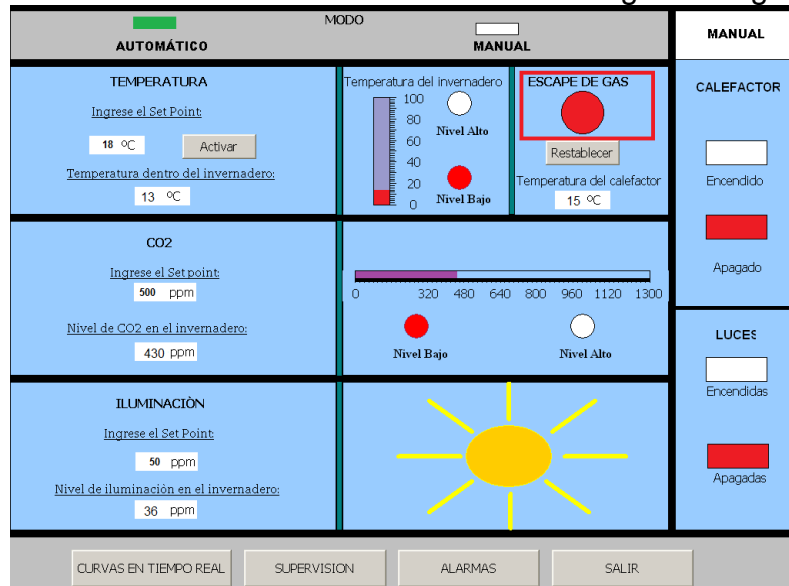


Figura 20. Bloqueo de la válvula de gas.

- Una vez reconocida la alarma para volver a poner en marcha el sistema debe presionar el botón RESTABLECER.

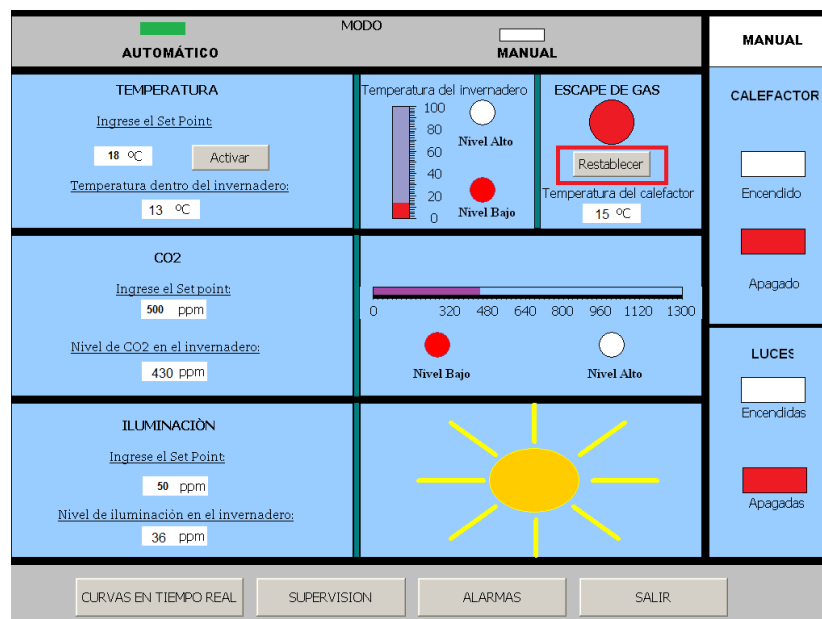


Figura 22. Botón RESTABLECER.

- Luego debe apagar el sistema colocando un valor de Set-Point menor a la temperatura que posee el invernadero.
- Puede volver a arrancar el sistema.

Opción Curvas

Nos muestra una pantalla con un plano donde se puede observar gráficamente el comportamiento de las variables de temperatura, CO₂ e

iluminación.

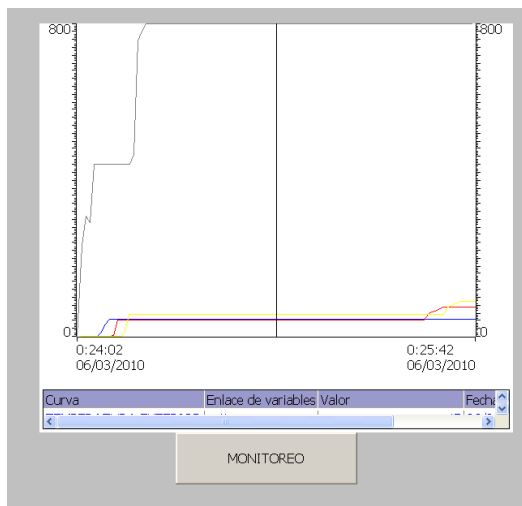


Figura 23. Curvas en tiempo real.

Opción Alarmas

Nos muestra una pantalla con una pequeña ventana que muestra las alarmas que se han disparado en forma histórica.

Nº	Hora	Fecha	Estado	Texto	GR.
5	0:24:18	06/03/2010	Alarma	Nivel de CO2 peligroso para los operarios	0
7	0:24:12	06/03/2010	Alarma	Temperatura muy alta	0

Debajo de la tabla hay un botón que dice 'MONITOREO'.

Figura 24. Alarmas.

Funcionamiento en modo manual.

1. Coloque el selector que se encuentra en el tablero de control en modo manual.
2. En el computador se visualizará la señal que indica que el modo manual está activado.

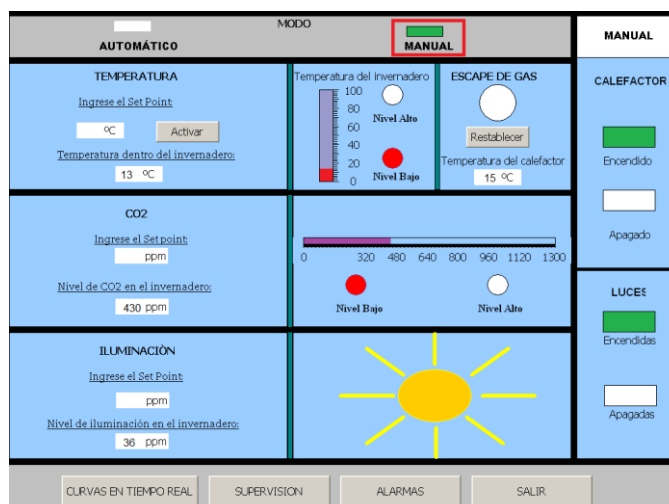


Figura 25. Indicador en modo manual.

3. Para encender el calefactor presione el botón *calefactor ON* que se encuentra en el tablero de control.

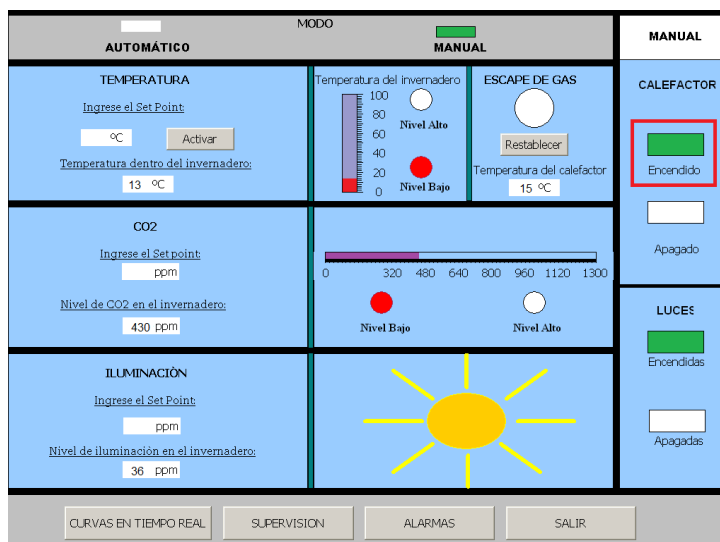


Figura 26. Calefactor ON.

4. En caso en el que el calefactor no llegue a encenderse sonará una alarma indicando este problema, para restablecer el sistema debe presionar el botón *CALEFACTOR OFF*, luego de esto puede volver a encender el calefactor presionando el botón *CALEFACTOR ON*.
5. Cuando desee apagarlo presione el botón *CALEFACTOR OFF* el tablero de control.

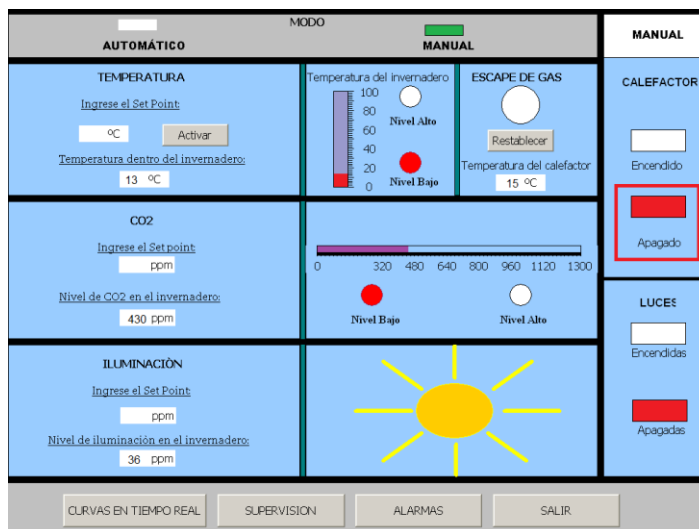


Figura 27. Calefactor OFF.

6. Para encender las luces presione el botón *LUCES ON* que se encuentra en el tablero de control.

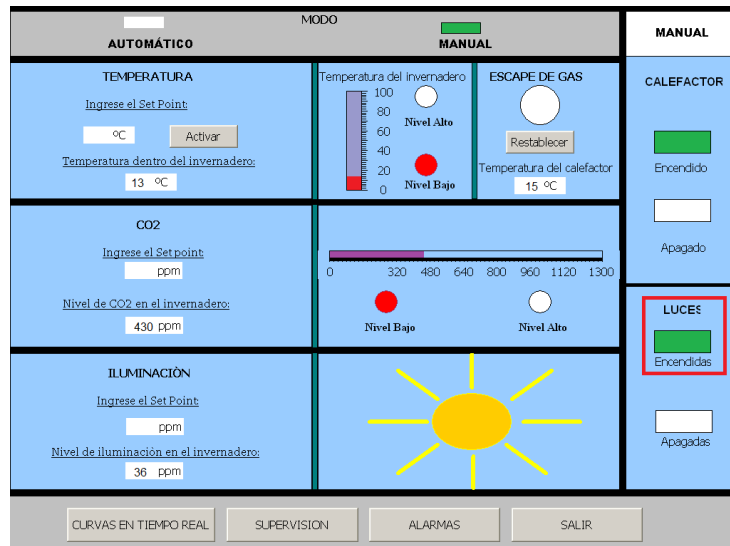


Figura 28.Luces ON.

7. Para apagar las luces presione el botón del tablero de control *LUCES OFF*.

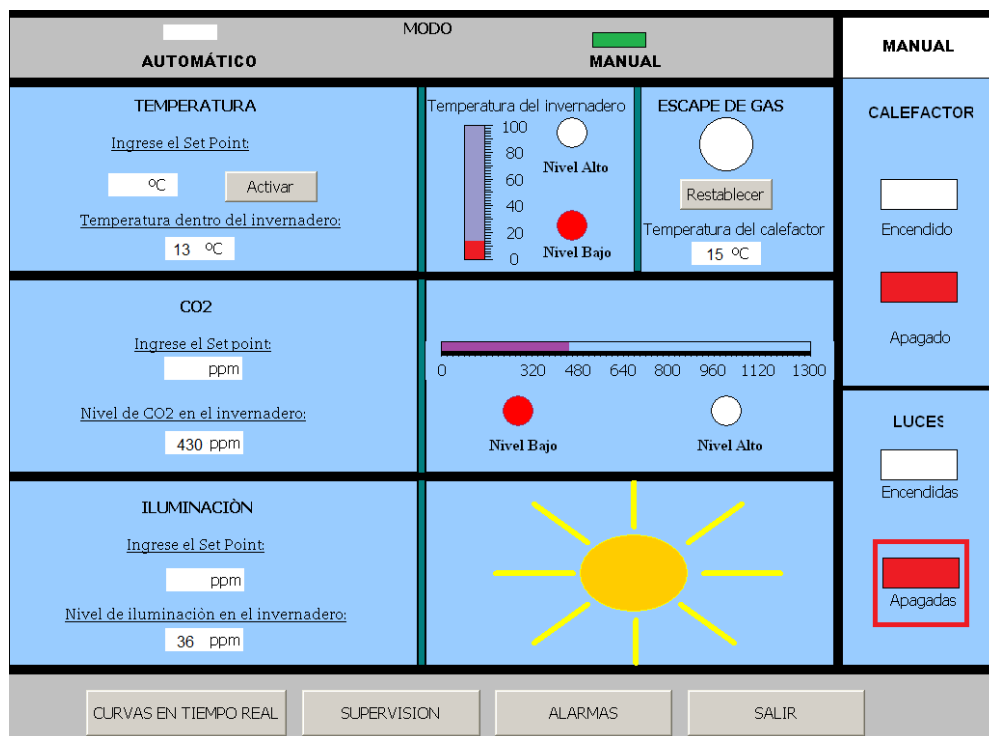


Figura 29.Luces Off.

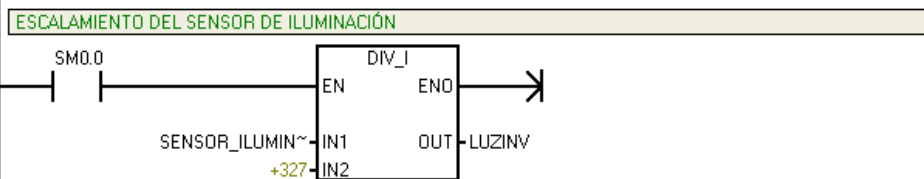
Anexo F

SOFTWARE

Programa del PLC

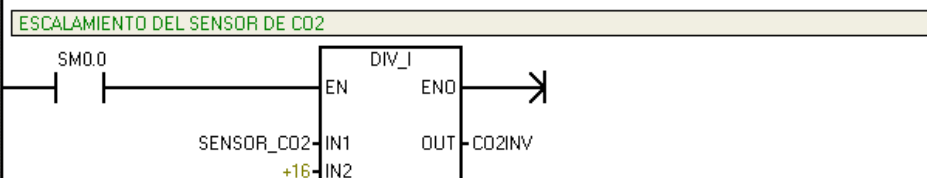
Elementos y funciones básicas utilizadas en la programación

Network 55



Símbolo	Dirección	Comentario
LUZINV	Vw1200	LUZ DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
SENSOR_ILUMINACI...	Vw44	Canal simbólico 3:Esclavo 21 - Analógico (Entrada, 4 canales)

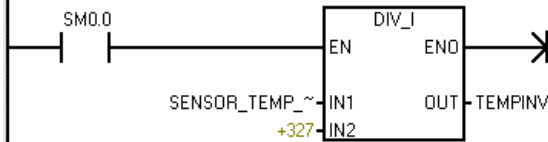
Network 56



Símbolo	Dirección	Comentario
CO2INV	Vw1000	CO2 DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
SENSOR_CO2	Vw46	Canal simbólico 4:Esclavo 21 - Analógico (Entrada, 4 canales)

Network 57

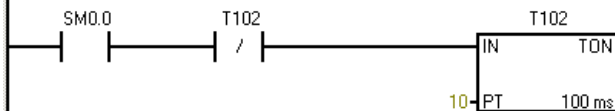
ESCALAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA EN EL INTERIOR DEL INVERNADERO



Símbolo	Dirección	Comentario
SENSOR_TEMP_INT...	Vw40	Canal simbólico 1:Esclavo 21 - Analógico (Entrada, 4 canales)
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO

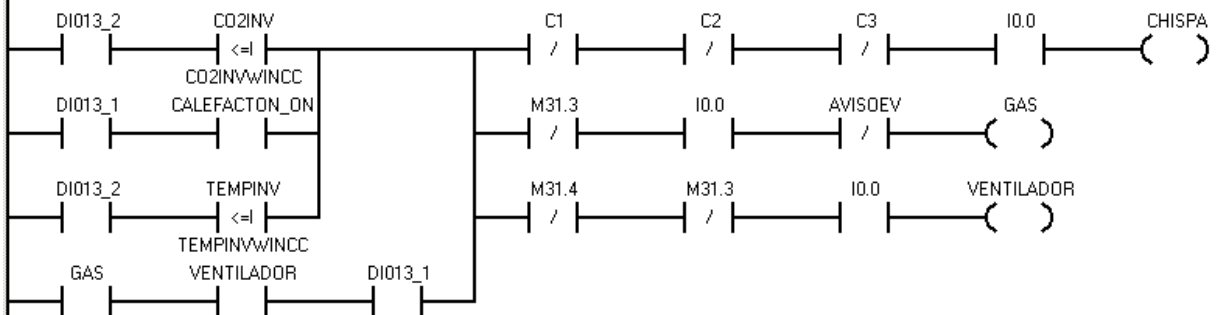
Network 58

TEMPORIZADOR



Network 59

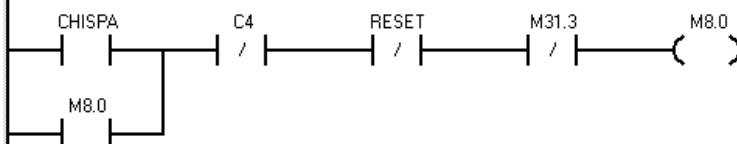
ACCIONAMIENTO EN MODO MANUAL Y AUTOMÁTICO DE: CHISPA - GAS - VENTILADOR



Símbolo	Dirección	Comentario
AVISDEV	M8.1	CIERRA EV SI NO ENCENDIO EN 2 MIN
CALEFACTION_ON	I0.1	ENCIENDE MANUALMENTE AL CALEFACTOR
CHISPA	V22.2	Símbolo, salida 3:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
CO2INV	Vw1000	CO2 DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
CO2INVWINCC	Vw1100	SETPOINT DE CO2 DESDE WINCC
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
GAS	V22.0	Símbolo, salida 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC
VENTILADOR	V22.1	Símbolo, salida 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

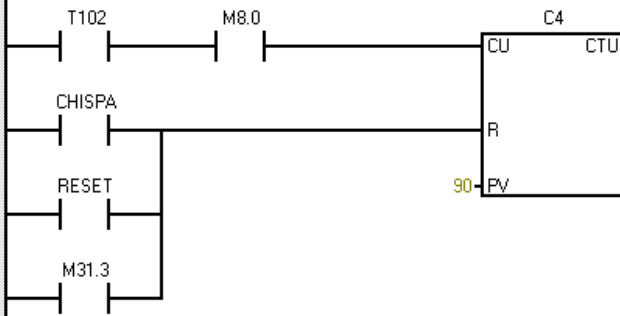
Network 60 VERIFICACIÓN DE CALEFACTOR ENCENDIDO

VERIFICACIÓN DE CALEFACTOR ENCENDIDO



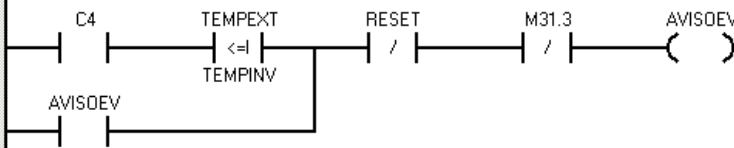
Símbolo	Dirección	Comentario
CHISPA	V22.2	Símbolo, salida 3:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
RESET	M8.2	

Network 61 VERIFICACIÓN DE CALEFACTOR ENCENDIDO DESPUES DE 1 MINUTOS DE DAR LA CHISPA



Símbolo	Dirección	Comentario
CHISPA	V22.2	Símbolo, salida 3:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
RESET	M8.2	

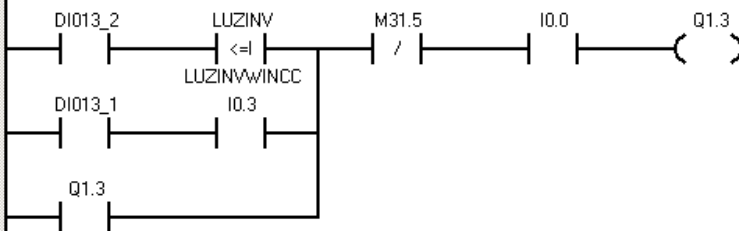
Network 62 BLOQUEO VALVULA DE GAS



Símbolo	Dirección	Comentario
AVISOEV	M8.1	CIERRA EV SI NO ENCENDIO EN 2 MIN
RESET	M8.2	
TEMPEXT	Vw1400	
TEMPINV	Vw700	TEMPERATURA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO

Network 63

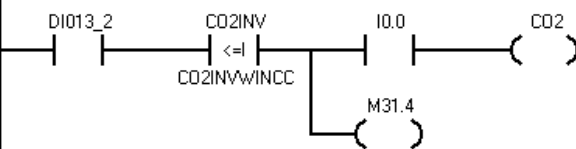
CONTROL LUZ



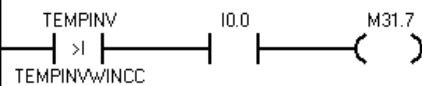
Símbolo	Dirección	Comentario
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
LUZINV	Vw1200	LUZ DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
LUZINVWINCC	Vw1300	SETPOINT DE LUZ DESDE WINCC

Network 64

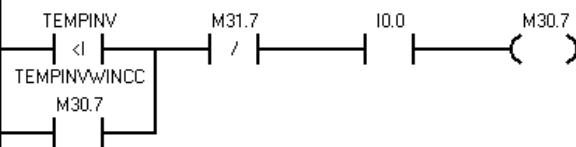


Network 65**CONTROL CO2**

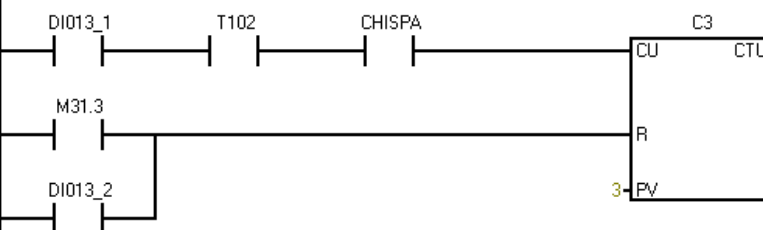
Símbolo	Dirección	Comentario
CO2	V22.3	Símbolo, salida 4:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
CO2INV	Vw1000	CO2 DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
CO2INVWINCC	Vw1100	SETPOINT DE CO2 DESDE WINCC
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 66**EVITA QUE SE VUELVA A ENCENDER LA CHISPA UNA VEZ QUE HAYA SOBREPASADO EL SP**

Símbolo	Dirección	Comentario
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC

Network 67**EVITA A QUE SE ENCIENDA LA CHISPA CUNA VEZ QUE SE ENCENDIO POR PRIMERA VEZ**

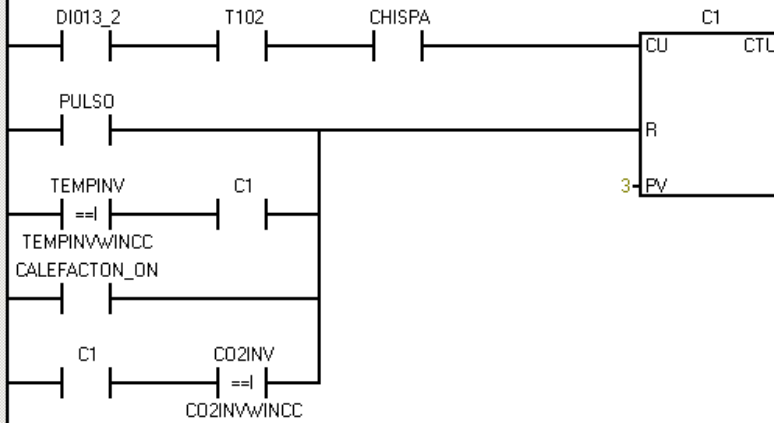
Símbolo	Dirección	Comentario
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC

Network 68**CONTADOR PARA ENCENDIDO MANUAL DE LA CHISPA**

Símbolo	Dirección	Comentario
CHISPA	V22.2	Símbolo, salida 3:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 69

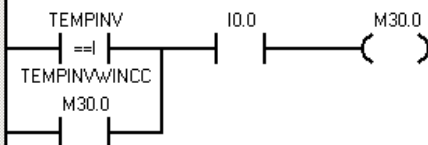
CONTADOR PARA ENCENDER LA CHISPA POR PRIMERA VEZ



Símbolo	Dirección	Comentario
CALEFACTON_ON	I0.1	ENCIENDE MANUALMENTE AL CALEFACTOR
CHISPA	V22.2	Símbolo, salida 3:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
CO2INV	Vw1000	CO2 DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
CO2INWINCC	Vw1100	SETPOINT DE CO2 DESDE WINCC
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
PULSO	M29.7	
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC

Network 70

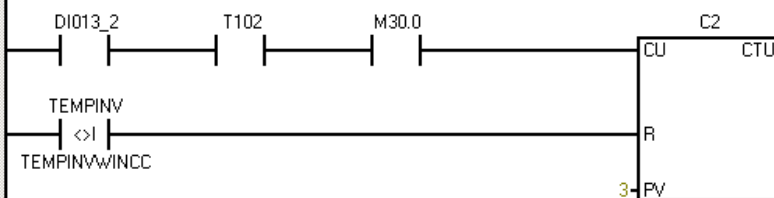
ACCIONAMIENTO DE MARCA PARA RESETEAR EK CONTADOR DE LA CHISPA



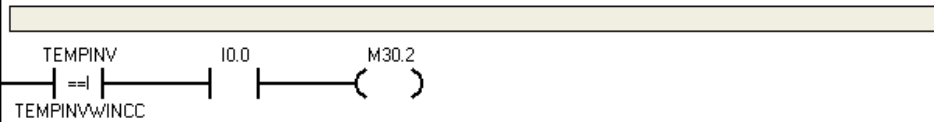
Símbolo	Dirección	Comentario
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC

Network 71 C2 Contador para encender la chispa por 2 s cuando el sp es igual a la temperatura medida

CONTADOR PARA ENCENDER LA CHISPA POR 3s



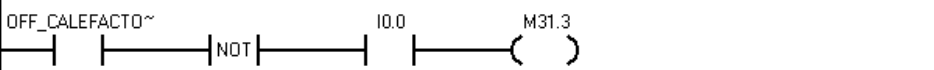
Símbolo	Dirección	Comentario
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC

Network 72

Símbolo	Dirección	Comentario
TEMPINV	Vw700	TEMPERATUTA DEL INTERIOR DEL INVERNADERO
TEMPINVWINCC	Vw900	SETPOINT DE TEMPERATURA DESDE WINCC

Network 73

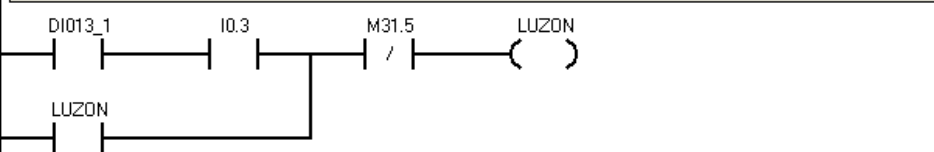
INVIRTIENDO LOGICA DEL PULSADOR DE NCA NO



Símbolo	Dirección	Comentario
OFF_CALEFACTOR	I0.2	APAGA MANUELMENTE EL CALEFACTOR

Network 74

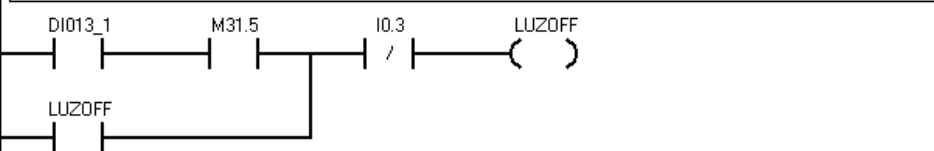
ENCENDIDO DE LUZ EN MODO MANUAL



Símbolo	Dirección	Comentario
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
LUZON	M25.0	

Network 75

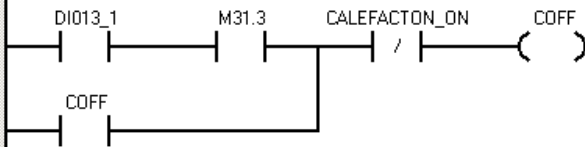
APAGADO DE LUZ EN MODO MANUAL



Símbolo	Dirección	Comentario
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
LUZOFF	M25.1	

Network 76

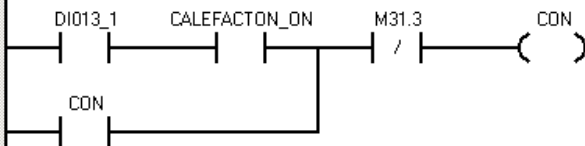
APAGADO DE CALEFACTOR EN MODO MANUAL



Símbolo	Dirección	Comentario
CALEFACTOR_ON	I0.1	ENCIENDE MANUALMENTE AL CALEFACTOR
COFF	M29.4	
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 77

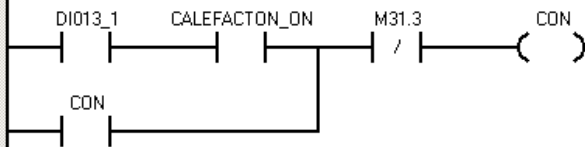
ENCENDIDO DE CALEFACTOR EN MODO MANUAL



Símbolo	Dirección	Comentario
CALEFACTOR_ON	I0.1	ENCIENDE MANUALMENTE AL CALEFACTOR
CON	M29.5	
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 77

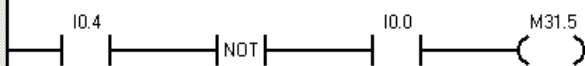
ENCENDIDO DE CALEFACTOR EN MODO MANUAL



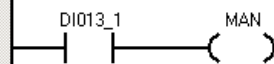
Símbolo	Dirección	Comentario
CALEFACTOR_ON	I0.1	ENCIENDE MANUALMENTE AL CALEFACTOR
CON	M29.5	
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 78

INVIRTIENDO LOGICA DEL PULSADOR DE NCA A NO

**Network 79**

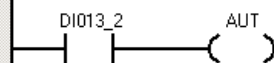
ASIGNACIÓN DE MODO MANUAL A UNA MARCA PARA VISUALIZACIÓN EN WINCC



Símbolo	Dirección	Comentario
DI013_1	V6.0	Símbolo, entrada 1:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))
MAN	M29.0	

Network 80

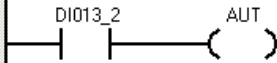
ASIGNACIÓN DE MODO AUTOMÁTICO A UNA MARCA PARA VISUALIZACIÓN EN WINCC



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT	M29.1	
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 80

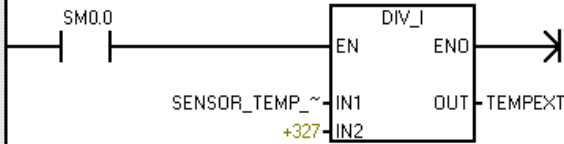
ASIGNACIÓN DE MODO AUTOMÁTICO A UNA MARCA PARA VISUALIZACIÓN EN WINCC



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT	M29.1	
DI013_2	V6.1	Símbolo, entrada 2:Esclavo 13 - Digital (4I/4Q (St 7Hex))

Network 81

ESCALAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL CALEFACTOR



Símbolo	Dirección	Comentario
SENSOR_TEMP_EX...	Vw42	Canal simbólico 2:Esclavo 21 - Analógico (Entrada, 4 canales)
TEMPEXT	Vw1400	

Network 82**Entradas Digitales**

Entrada	Descripción
I0.0	Paro de emergencia
I0.1	Calefactor ON
I0.2	Calefactor OFF
I0.3	Luz ON
I0.4	Luz OFF

Entradas Analógicas

Entrada	Descripción
Esclavo 21 - IN 1	Sensor de temperatura del invernadero
Esclavo 21 - IN 2	Sensor de temperatura del calefactor
Esclavo 21 - IN 3	Sensor de CO ₂
Esclavo 21 - IN 4	Sensor de iluminación

Salidas Digitales

Salida	Descripción
Q 1.3	Lámparas
Q 1.4	Sirena
Esclavo 13 - OUT 1	Electroválvula Gas
Esclavo 13 - OUT 2	Ventilador
Esclavo 13 - OUT 3	Chispa
Esclavo 13 - OUT 4	Electroválvula CO ₂

Marcas empleadas

Marca	Descripción
M25.0	LUZ ON- Encendido manual de las luces

M25.1	LUZ OFF – Apagado manual de las luces
M29.0	MAN – Modo manual asociado para wincc
M29.1	AUT- Modo automático asociado para wincc
M29.4	COFF –Apagado manual calefactor asociado para wincc
M29.5	CON –Encendido manual calefactor asociado para wincc
M29.7	PULSO – Activa el sistema de temperatura desde wincc
M30.0	Habilita al contador C2 para el segundo encendido
M30.7	Apaga la chispa una vez que fue encendida por primera vez
M31.3	Recibe la lógica del pulsador I0.2
M31.4	Activada por el control de CO2 se encarga de desactivar al ventilador
M31.5	Recibe la lógica del pulsador I0.4
M31.7	Accionado por comparación de temperatura apaga al control de temperatura
M8.0	Asociada al encendido de la chispa
M8.1	Cierra la electroválvula de gas en caso de fuga
M8.2	Resetea un contador C4 que realiza el viso de fuga de gas

Latacunga, abril del 2010

Elaborado por:

María José Espín Ortiz

Ana Belén López Landázuri

Ing. Armando Álvarez S.
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

Ab. Eduardo Vásquez Alcázar
SECRETARIO ACADÉMICO