

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**CONTROL Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES PARA EL CULTIVO
DE ALMÁCIGO EN UN INVERNADERO**

Trabajo de titulación para optar al Título
Profesional de INGENIERÍA EN CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Víctor Octavio Guajardo Astargo

Profesor Guía:

Mag. Guelis Montenegro Zamora.

2024

RESUMEN

Keywords: CONTROL MONITOREO DE VARIABLES - INVERNADERO - ALMÁCIGO

En el mundo agrícola se presenta una limitante significativa, la cual consiste en la incapacidad de tener productos de temporada durante todo el año, por ello se crean habitáculos cerrados que se aíslan del mundo exterior llamados invernaderos, permitiendo tener microclimas que se pueden controlar de manera manual.

Los procesos realizados manualmente al interior de un invernadero se ven limitados por la capacidad de tener tiempos de respuesta reducidos, exactitud en la manipulación de variables, entre otros. Para lo cual, el uso de la tecnología permite automatizar estos procesos manteniendo un control permanente, pudiendo así dar un ambiente óptimo a las plantas que se encuentren dentro de este medio.

En el proyecto se desarrolla una propuesta que satisface la necesidad de controlar un proceso agrícola dentro de un invernadero destinado al cultivo en almácigos.

Para llevar a cabo la tarea de controlar se utiliza equipamiento que permita la toma de información y la manipulación de las variables que se encuentran dentro del invernadero, además de la lógica de control que se encuentra dentro de un PLC, el cual lleva registros de cada uno de los cambios en cada uno de los elementos del sistema de control.

Este equipamiento permite el registro de datos en tiempo real que serán procesados por el software para la toma de decisiones y posteriores acciones, pudiendo atender las necesidades que requieran las plantas que se encuentran alojadas al interior del invernadero.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. ALCANCES Y LIMITANTES	5
1.3.1. Alcances:	5
1.3.2. Limitantes	6
1.4. DESCRIPCIÓN ASPECTOS GENERALES	7
1.4.1. Función del invernadero	7
1.4.2. Tipos de invernadero	7
1.4.3. Situación actual y tendencia del cultivo bajo invernadero en el mundo	8
1.4.4. Situación actual y tendencia del cultivo bajo invernadero en Chile	8
1.4.5. Factores del cultivo bajo invernadero en ausencia de un sistema de control	9
1.4.6. Almacigo	10
1.4.7. Tipos de almacigos	10
1.4.8. Declaración del marco problemático	13
1.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	14
1.5.1. Ventajas	14
1.5.2. Desventajas	15
1.6. CONECTIVIDAD EN LA LOCALIDAD DE QUILLOTA.	17
1.7. FORMULACIÓN DE PROPUESTA	17
CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA	19
2.1. INVERNADERO	20
2.2. ALMACIGO	21
2.2.1. Etapas de un almacigo	21
2.2.2. Ventaja del uso de semillero	22

2.2.3.	Características de producción	23
2.3.	DETERMINAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES ADECUADAS PARA ALMÁCIGOS	23
2.3.1.	Temperatura en invernaderos	24
2.3.2.	Humedad de invernaderos	24
2.4.	EQUIPAMIENTO NECESARIO	25
2.4.1.	Sistemas de nebulización de alta presión	26
2.4.2.	Sistema de calefacción central (agua caliente)	29
2.4.3.	Sistemas de ventilación forzada	33
2.4.4.	Sistemas de medición de temperatura y humedad	35
2.4.5.	Sistemas de control y comunicación	38
2.5.	CONTROL DE VARIABLES EN INVERNADERO	47
2.5.1.	Estrategia de control on/off con histéresis	48
2.5.2.	Esquema de control en lazo cerrado	48
2.6.	DIAGRAMA DE FLUJO	51
2.7.	MODELO DE CONEXIÓN DE RED	56
2.8.	MODELO DE CONEXIÓN CONTROL	58
	CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS	59
3.1.	COSTOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS	61
3.1.1.	Costos de actuadores	61
3.1.2.	Costos de sensores	63
3.1.3.	Costos de sistema de control	63
3.1.4.	Costos de materiales eléctricos	64
3.1.5.	Costo total de los materiales	65
3.2.	COSTOS DE MANO DE OBRA	65
3.3.	CARTA GANTT	72
3.4.	COSTO DE DISEÑO DEL PROYECTO	76
3.5.	ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD EN INVERNADEROS	76
3.6.	MEJORA FUTURAS DEL PROYECTO	77
	CONCLUSIONES	79
	BIBLIOGRAFÍA	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Ilustración de almácigo.	10
Figura 1-2.	Almácigo bandejas con celdas.	11
Figura 1-3.	Almácigos macetas pequeñas.	11
Figura 1-4.	Almácigo alveolos de turba.	12
Figura 1-5.	Almácigo bandejas flotantes.	12
Figura 1-6.	Almácigo en envases reciclados.	13
Figura 1-7.	Mapa de conectividad empresa Movistar en la localidad de Quillota.	17
Figura 1-8.	Imagen referencial ejemplo de montaje.	18
Figura 2-1.	Imagen diseño de almácigo o semillero.	22
Figura 2-2.	Imagen de riego por nebulización.	26
Figura 2-3.	Ubicación de boquillas en invernadero.	28
Figura 2-4.	Diagrama sistema de nebulización.	29
Figura 2-5.	Calienta el agua con el calor del aire.	31
Figura 2-6.	Diagrama sistema de calefacción.	33
Figura 2-7.	Extractor eléctrico.	34
Figura 2-8.	Diagrama sistema de ventilación forzada.	35
Figura 2-9.	Termómetro WiFi.	37
Figura 2-10.	Ubicación de Termómetro WiFi.	38
Figura 2-11.	PLC Siemens S7-1200 – CPU 1212C.	41
Figura 2-12.	Puertos PLC Siemens S7-1200 –CPU 1212.	41
Figura 2-13.	Modulo SM 1231 Analógico.	43
Figura 2-14.	Pantalla táctil HMI Siemens, 10,4 pulgadas.	44
Figura 2-15.	Router Cisco Linksys E3000.	44
Figura 2-16.	Access point LINKSYS LAPN300.	46
Figura 2-17.	Servidor Dell PowerEdge T150 I-Xeon E-2324.	47
Figura 2-18.	Diagrama de bloques del sistema.	49
Figura 2-19.	Diagrama de bloques control de temperatura.	50
Figura 2-20.	Diagrama de bloques control de humedad.	50

Figura 2-21.	Diagrama de bloques control de iluminación.	51
Figura 2-22.	Diagrama de flujo 1 de 4.	52
Figura 2-23.	Diagrama de flujo 2 de 4.	53
Figura 2-24.	Diagrama de flujo 3 de 4.	54
Figura 2-25.	Diagrama de flujo 4 de 4.	55
Figura 2-26.	Comunicación de equipamiento.	57
Figura 2-27.	Diagrama de conexión de control.	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Puntuación de alternativas de solución.	16
Tabla 2-1.	Temperaturas en invernadero.	24
Tabla 2-2.	Humedad en invernadero.	25
Tabla 2-3.	Geometría de boquilla nebulizadora.	27
Tabla 2-4.	Calificación de energía para calefactor.	30
Tabla 2-5.	Características técnicas de calienta el agua con el calor del aire.	32
Tabla 2-6.	Características de extractor.	34
Tabla 2-7.	Modelo de termómetro WiFi.	36
Tabla 2-8.	Características técnicas del termómetro WiFi registrador de datos.	37
Tabla 2-9.	Conteo de entradas y salidas requeridas PLC.	39
Tabla 2-10.	Conteo de entradas y salidas PLC y módulos de expansión.	39
Tabla 2-11.	CPU de Siemens S7 1200.	40
Tabla 2-12.	Módulos de señales analógicas.	42
Tabla 3-1.	Resumen de costos.	60
Tabla 3-2.	Costos de sistemas de nebulización.	61
Tabla 3-3.	Costos de sistema de calefactor.	62
Tabla 3-4.	Costos de ventilación forzada.	62
Tabla 3-5.	Costos de iluminación.	62
Tabla 3-6.	Costos de sensores.	63
Tabla 3-7.	Costos de sistema de control.	63
Tabla 3-8.	Materiales eléctricos.	64
Tabla 3-9.	Costos totales de materiales.	65
Tabla 3-10.	Mano de obra.	66
Tabla 3-11.	Carta Gantt general.	73
Tabla 3-12.	Carta Gantt electromecánico, ayudante electromecánico e ingeniero en control e instrumentación.	74
Tabla 3-13.	Carta Gantt gasfiter y ayudante gasfiter.	75

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS:

Dvd-rom	: Digital Versatile Disc Read Only Memory / Disco Versátil Digital de Memoria de Solo Lectura.
EVA	: Copolímero etileno vinil acetato.
FCC	: Comisión Federal de Comunicaciones.
HMI	: Human Machine Interface / interfaz de usuario.
HTTP	: Hypertext Transfer Protocol / Protocolo de Transferencia de Hipertexto.
HTTPS	: Protocolo seguro de transferencia de hipertexto.
IP65	: Ingress Protection / Protección de ingreso.
LAN	: Local area network / red de área local.
LCD	: Liquid Crystal Display / Pantalla de cristal líquido.
MAC	: Media Access Control / control de acceso a medios.
MEC	: Sensor de control de humedad.
N°	: Número.
PC	: Policarbonato.
PE	: Polietileno.
PEAD	: Polietileno de alta densidad.
PEBD	: Polietileno de baja densidad.
PELBD	: Polietileno lineal de baja densidad.
PLC	: Controlador Lógico Programable.
PVC	: Policloruro de Vinilo.
RH	: Humedad relativa.
rpm	: Revoluciones por minuto
Sata	: Serial Advanced Technology Attachment.
SNMP	: Simple Network Management Protocol / Protocolo Simple de Manejo de Red.
SP	: Set Point (Punto de ajuste)

TEC	: Sensor de control de temperatura.
UF	: Unidad de Fomento.
WAN	: Wide area network / red de área extendida.
WEP	: Wired Equivalent Privacy / Privacidad equivalente por cable.
WPA	: Wi-Fi Protected Access / Acceso Protegido a Wi-Fi.

B. SIMBOLOGÍA:

° C	: Grados Celsius.
CO ₂	: Dióxido de carbono.
cm	: Centímetro.
dB(A)	: Decibeles acústicos.
dB _i	: Decibelio relativo a la ganancia isotrópica
dB _m	: Decibelio mili vatio
g	: Gramo.
GHz	: Giga Hertz.
h	: Hora.
Hz	: Hertz.
in	: Pulgadas
kg	: Kilogramo.
kW	: Kilowatt.
l	: Litros.
lb	: Libras.
m	: Metro.
m ²	: Metro cuadrado.
m ³	: Metro cubico.
Mb	: Megabyte.
mm	: Milímetro.
US\$	: Signo dólar (expresado en dólar estadounidense).

V	: Voltaje.
W	: Watt.
%	: Porcentaje
\$	: Signo peso (expresado en pesos Chilenos)
”	: Pulgadas.

INTRODUCCIÓN

Las diferentes condiciones climáticas durante el crecimiento de las plantas inciden directamente en la calidad del producto que se desea obtener, por lo que se requiere el control preciso y automático de las variables ambientales significativas en el proceso de desarrollo de plantas, variables que se necesitan medir, analizar y manipular para dar un ambiente óptimo al proceso de crecimiento de las plantas y obtener la mejor calidad de producción y la menos cantidad de merma de estos.

Al mantener un ambiente propicio para el desarrollo de las plantas se disminuye la variabilidad y a su vez disminuyen los riesgos del proceso, pudiendo aumentar las ganancias y confiabilidad de producto, pudiendo obtener una mejor cuota de mercado.

El proceso de control de variables de un invernadero se realiza midiendo los diferentes datos para tomar decisiones en base a los conocimientos que se tienen para la obtención de la mejor producción y crecimiento, estas decisiones son emitidas por un PLC, controlando los actuadores con un algoritmo lógico para cada situación que se presente. Los actuadores que modifican las condiciones ambientales se escogen por su eficacia y confiabilidad, que han demostrado en este tipo de instalaciones.

La comunicación entre los dispositivos que permiten monitorear las variables se realiza de manera inalámbrica disminuyendo el impacto estético y elimina la posibilidad de falla además de dar la libertad de modificar la ubicación de las mediciones con mayor facilidad.

A pesar de ser el equipamiento más costoso es el que permite obtener un mejor control y monitoreo, teniendo la posibilidad de variar la programación para obtener diferentes resultados.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1. ASPECTOS GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A continuación, se presentarán algunas ventajas asociadas al uso de invernaderos y las dificultades que surgen al utilizarlos para el cultivo en almácigos. Además, se analizarán los factores más relevantes que influyen en el crecimiento de una planta y cómo pueden afectarlo.

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la agricultura moderna, los invernaderos son indispensables porque posibilitan a los agricultores cultivar plantas en condiciones ideales y mejorar la eficacia de la producción agrícola. Para crear un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas, se pueden utilizar estructuras cerradas con cubiertas transparentes de vidrio o plástico translúcido. Estas estructuras permiten controlar factores claves como la temperatura, la humedad y la exposición a la luz.

Aunque hay avances tecnológicos, controlar con precisión estas variables ambientales dentro de los invernaderos puede resultar desafiante. La gestión óptima del ambiente interno del invernadero puede ser dificultada por las fluctuaciones climáticas a lo largo del año y las variaciones diarias en las condiciones meteorológicas. La cantidad y calidad de la producción agrícola pueden verse afectadas por estas limitaciones.

Una de las ventajas es la capacidad para producir alimentos durante todo el año, sin importar la temporada. Los agricultores no solo pueden satisfacer la demanda de productos fuera de su temporada natural, sino que también tienen una ventaja competitiva al poder ofrecer productos escasos a un precio premium en el mercado.

Asimismo, al proteger las plantas de los factores ambientales adversos como vientos fuertes, granizo y plagas, se disminuyen las pérdidas y se aumenta la calidad del producto final. Esto se evidencia no solo en cómo lucen por fuera las frutas y verduras, que suelen tener una apariencia más atractiva para los consumidores, sino también en su contenido interno, lo cual puede traducirse en varios beneficios nutricionales y de sabor. Abrir puertas a mercados de alta gama, donde los consumidores están dispuestos a pagar más por productos superiores.

También implica una menor tasa de pérdida de plantas que no se adaptan o producen adecuadamente, lo que lleva a un uso más eficiente de los recursos y una producción más predecible. Esto ayuda a planificar y manejar la producción agrícola, lo que permite a los agricultores mejorar sus operaciones y obtener mayores ganancias.

En resumen, a pesar de que controlar precisamente las condiciones ambientales en los invernaderos es un desafío. Los invernaderos son una inversión valiosa en el sector agrícola gracias a su capacidad para producir alimentos de alta calidad durante todo el año y reducir pérdidas. Dado el progreso constante de la tecnología y las estrategias de gestión, es probable que los invernaderos tengan un papel aún más importante en la agricultura del futuro, contribuyendo a satisfacer la creciente demanda global de alimentos de forma sostenible.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Para abordar la problemática planteada, se ha definido un objetivo general, complementado por una serie de objetivos específicos. Estos permiten plantear las metas del proyecto en etapas.

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general es el diseño de un sistema de control y monitoreo de variables ambientales dentro de un invernadero dedicado al cultivo de almácigo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar las necesidades ambientales específicas de los almácigos.
- Evaluar las características de infraestructura del invernadero para optimizar el cultivo de almácigos.

- Seleccionar y definir los componentes tecnológicos para el sistema de control y monitoreo.
- Desarrollar un esquema de conectividad para el sistema.
- Realizar un presupuesto de materiales y tecnologías requeridas.
- Estimar los costos operativos y de mantenimiento del sistema.

1.3. **ALCANCES Y LIMITANTES**

El sistema de control en tiempo real de las variables ambientales; temperatura, humedad e iluminación a través de un sistema avanzado instalado en invernaderos para potenciar la producción de almácigos y, con ello, permitir al productor tener cosechas independientes de la estacionalidad de la época, reduciendo así las pérdidas por condiciones climáticas adversas. No obstante, el proyecto de inversión está condicionado a limitantes como la alta inversión inicial, dependencia tecnológica y necesaria capacitación del personal, lo que podría denominar obstáculo para los pequeños productores.

1.3.1. **Alcances:**

El objetivo del proyecto es mejorar las condiciones de crecimiento de los almácigos, con la expectativa de lograr una notable mejora tanto en la calidad como en la cantidad de la producción.

- Desarrollar un sistema que posibilite la supervisión y regulación en tiempo real de variables como temperatura, humedad e iluminación dentro del invernadero.
- Lograr la independencia de las estaciones del año para producir almácigos es una meta, lo que permitirá obtener cosechas incluso en períodos no tradicionales.
- Minimizar las pérdidas de cultivo asociadas a condiciones climáticas adversas al tener un control más preciso del ambiente interno.

- Debería permitirse un uso más eficiente del agua, nutrientes y energía por parte del sistema, lo que conllevará a la reducción del desperdicio y de los costos operativos.
- El proyecto contempla una posibilidad de expansión hasta un veinte por ciento, mayor a esto se debe idear una propuesta diferente que contemple parámetros diferentes.

1.3.2. Limitantes

Pequeños productores podrían enfrentar una barrera debido a la inversión inicial necesaria para adquirir e instalar equipos avanzados de control y monitoreo, ya que puede ser significativa.

El funcionamiento del invernadero dependerá de la tecnología y los sistemas electrónicos, lo que conlleva riesgos relacionados con posibles fallos técnicos y la necesidad de mantenimiento.

La capacitación del personal en el uso de las tecnologías implementadas es necesaria para manejar eficientemente el sistema, lo que puede resultar en costos adicionales por formación o contratación de expertos.

A pesar de que se pueda optimizar el control del ambiente interno, el proyecto puede estar expuesto a riesgos ambientales externos, los cuales podrían afectar la infraestructura del invernadero. Como desastres naturales.

No se contemplará la construcción de invernaderos, solo se brindará el servicio de montaje de equipamiento, conexión y control del proceso.

El sistema sólo está contemplado para invernaderos cuya producción sea almácigos de plantas de una especie o con requerimientos equivalentes.

Se requiere que los suministros de electricidad y agua se encuentren en las cercanías del invernadero y que cuente con las características técnicas que se mencionan en el desarrollo del proyecto para dar factibilidad al proyecto, ya que no se contemplara la factibilidad de estos suministros.

No se considera la conectividad y comunicación con otro tipo de equipos que estén fuera de la propuesta ofrecida.

Se tomará como referencia climática que se encuentra en ciudad de Quillota ubicada en la región de Valparaíso.

1.4. DESCRIPCIÓN ASPECTOS GENERALES

Un invernadero es una estructura que regula la temperatura, humedad y factores ambientales para el crecimiento de las plantas. Los invernaderos para el cultivo de almácigos son de tres tipos, de capilla, gótico y tropical. Los invernaderos han cambiado la forma en que la humanidad hace la agricultura al proteger los cultivos y aumentar la productividad. Los almácigos son contenedores en los que las plantas germinan antes de la siembra en campo y son necesarias cuando se quiere comenzar un cultivo en las mejores condiciones posibles.

1.4.1. Función del invernadero

Es mayoritariamente construido con vidrio o plástico y se mantiene la temperatura, humedad y otros factores ambientales constantes para promover el crecimiento de plantas. El efecto producido por la radiación solar es aprovechado por el invernadero cuando atraviesa un vidrio u otro material traslúcido, calentando los objetos que se encuentran detrás de él. El cristal o vidrio utilizado en un invernadero trabaja como medio selectivo de la transmisión para diversas frecuencias espectrales, su efecto es atrapar energía en forma de calor dentro del invernadero, calentando el ambiente interior; se puede demostrar este efecto abriendo una ventana del invernadero: La temperatura baja mucho. En ausencia de un recubrimiento, el calor absorbido se eliminaría por corrientes convectivas y por la emisión de radiación infrarroja, este principio es la base del sistema de enfriamiento automático (auto ventilación). Se utiliza vidrios, cristales o plásticos con el fin de evitar que el calor acumulado se transfiera hacia afuera por convección y bloquear la salida de una parte de la radiación infrarroja. El efecto consiste en la acumulación de calor y el aumento de la temperatura interna del recinto.

1.4.2. Tipos de invernadero

Existen diversos tipos de invernaderos, los cuales pueden variar en su estructura y materiales utilizados. Debido a estas características, es posible clasificarlos según su forma. Entre

todos ellos, destacan aquellos invernaderos que son ideales para el desarrollo de almácigos, como los invernaderos Capilla, invernaderos Góticos e invernadero Tropical o Asimétrico.

1.4.3. Situación actual y tendencia del cultivo bajo invernadero en el mundo

Según extracto de una tesis de la universidad Católica del Perú *“En las últimas décadas, la agricultura en el mundo ha sufrido una transformación. Terrenos semiáridos con escaso aprovechamiento agrícola han pasado a ser fuente de una agricultura de vanguardia, capaz de obtener un alto nivel productivo tanto por su cantidad, como por su calidad. Este gran avance ha sido posible gracias a la aparición de los invernaderos, que actualmente son el método de cultivo que otorga grandes ventajas con respecto a la agricultura tradicional (reducción del tiempo de cultivo, protección contra climas adversos, entre otros). Este rápido desarrollo de los cultivos bajo invernadero se ha visto acompañado por un gran avance en materia fitosanitaria, mejora vegetal, técnicas de cultivo y comercialización. sin embargo, este auge no se ha traducido en una mejora de la estructura y de la ambientación de los invernaderos debido fundamentalmente al largo periodo de tiempo necesario para renovar las estructuras y a la gran inversión necesaria para ello. El uso de invernaderos surge en el siglo XIX, en américa latina por sus grandes extensiones de tierra, la adopción de este tipo de producción ha sido más lenta.”*

1.4.4. Situación actual y tendencia del cultivo bajo invernadero en Chile

El sector agropecuario desempeña un importante papel dentro de la actividad económica del país.

Según lo indica la Fundación para la Innovación Agraria, las estimaciones de crecimiento poblacional dejan claro que, en los próximos años, habrá más personas que alimentar, aunque no se habla lo mismo de la agricultura, ya que las tierras aptas para el cultivo se verán afectadas por el cambio climático y dispondrán de menos superficie debido al crecimiento de ciudades.

Según datos de la ONU, el mundo deberá alimentar a casi 9.700 millones de personas en 2050, que serán 11.000 millones en 2100.

Estas previsiones, obligan a adoptar nuevas tecnologías de producción. En el caso de producciones intensivas, la horticultura bajo invernaderos necesitará producir un 56% más de alimentos según los datos poblacionales estimados para el 2050.

Una de las alternativas para alcanzar dichos valores, es a través del uso de IA (inteligencia artificial) como robots, drones y sensores capaces de colaborar en la gestión de cultivos y controlar las condiciones climáticas dentro del invernadero.

Los modernos invernaderos, cuentan además con una gama de sensores que registran datos en tiempo real, proporcionando información precisa de las condiciones climáticas dentro del mismo y tienen la capacidad de regular automáticamente el microclima en el interior, proporcionando las condiciones óptimas de crecimiento para el cultivo.

1.4.5. Factores del cultivo bajo invernadero en ausencia de un sistema de control

La forma de cultivar y comercializar productos agrícolas ha experimentado un cambio estructural con la aparición de los invernaderos. En el futuro, la forma predominante de agricultura será la generación de verdaderas fábricas de alimentos gracias a esta tecnología. Es crucial desarrollar un sistema de control climático para invernaderos, debido a los beneficios que este enfoque ofrece para el cultivo, como la producción durante todo el año, mejor calidad y rendimientos, así como menor consumo de agua. Además, permite mayor control sobre las condiciones del cultivo y más cosechas por año, entre las ventajas más importantes para el agricultor están las siguientes: Se permite proteger los cultivos de contingencias climáticas, plagas y enfermedades, así como controlar la temperatura, humedad, nutrición y tiempo de riego. El cultivo totalmente fuera de temporada es posible únicamente a través del uso de invernaderos como sistema de protección. El cuidado y atención que necesitan las plantas en invernadero durante un periodo de tiempo menor al cultivo tradicional son mayores; sin embargo, los resultados en cuanto a producción son óptimos o las pérdidas son mínimas comparados con el cultivo tradicional. El producto final tiene una alta calidad, lo que agrega valor a la producción. Debido a las condiciones en las que se encuentra el invernadero, ya sea por el clima o los residuos (como hojas secas), es crucial realizar un cuidado minucioso para prevenir la proliferación de plagas y enfermedades en las plantas, incluso más que en los cultivos convencionales. No obstante, los resultados indican que un invernadero con un sistema de control climático produce mejores resultados que uno sin este.

1.4.6. Almácigo

Es un espacio o recipiente diseñado para la germinación como se muestra de manera referencial en la Figura 1-1 y el crecimiento inicial de las plantas antes de ser trasplantadas a su ubicación definitiva. Todo esto en un ambiente controlado que permite brindar a las plántulas las condiciones óptimas para su desarrollo.

En otras palabras, éste es un espacio en el cual se sembrarán especies por un tiempo y posteriormente pasarán al lugar definitivo. Entregando así las condiciones óptimas para que puedan crecer hasta alcanzar el tamaño apropiado y la fuerza necesaria para su traspaso.



Fuente: <https://cdn.portalfruticola.com/2016/11/88d67bdb-rytui%C3%B1luytrjhg-1024x768.jpg>

Figura 1-1. Ilustración de almácigo.

1.4.7. Tipos de almácigos

Existen diversos tipos de almácigos. Algunos de los tipos más comunes son:

- Bandejas con celdas como se muestra en la Figura 1-2, estas bandejas cuentan con celdas individuales para cada planta.



Fuente: https://static.vecteezy.com/system/resources/previews/019/926/684/non_2x/close-up-tomato-seedling-on-tray-free-photo.jpg

Figura 1-2. Almacigo bandejas con celdas.

- Macetas pequeñas como se muestra en la Figura 1-3, estas macetas individuales son prácticas y versátiles. Son útiles para almacenar plantas de mayor tamaño.



Fuente:

<https://www.deraizchile.cl/cdn/shop/articles/Almacigos.jpg?crop=center&height=800&v=1684001118&width=1600>

Figura 1-3. Almacigos macetas pequeñas.

- Alvéolos de turba como se muestra en la Figura 1-4, estos almácigos se fabrican con materiales orgánicos y biodegradables. Son respetuosos con el medio ambiente y facilitan el trasplante.



Fuente: https://m.media-amazon.com/images/I/81p8alfIPIL._AC_SL1500_.jpg.

Figura 1-4. Almacigo alvéolos de turba.

- Bandejas flotantes como se muestra en la Figura 1-5, estas bandejas flotan sobre agua y permiten un riego por capilaridad. Son especialmente útiles para cultivos hidropónicos.



Fuente: <https://assets.isu.pub/document-structure/200507161626-db14f1da4f4151dc5db453dee5b97dd1/v1/4d2ceb09f5e207fbdae57edb2d67de09.jpg>

Figura 1-5. Almacigo bandejas flotantes.

- Almacigos en envases reciclados como se muestra en la Figura 1-6, se pueden utilizar envases reciclados, envases como vasos de yogur o recipientes de huevos.



Fuente: https://i.ytimg.com/vi/9k_INlQlX08/hq720.jpg?sqp=-oaymwEhCK4FEIIDSFryq4qpAxMIARUAAAAAGAEIAADlQj0AgKJD&rs=AO4CLAOiTUx-2VaPzBIQ92VPgq4ThxQ

Figura 1-6. Almacigo en envases reciclados.

1.4.8. Declaración del marco problemático

Los invernaderos sin control de variables ambientales o climáticas experimentan fluctuaciones constantes de temperatura a lo largo del día, dependiendo de la estación. Esto puede resultar en un ambiente interno poco adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La falta de un sistema de control de variables y la escasez de recursos humanos para el mantenimiento constante del ambiente interno, causan variaciones en la temperatura, lo que a su vez provoca un desarrollo deficiente y un crecimiento limitado de las plantas. El tratamiento del cuidado de los invernaderos tiene un impacto directo en la calidad productiva, causando problemas de desarrollo y crecimiento de las plantas que afectan negativamente la cosecha al presentar deficiencias en las características del producto y prolongar el periodo de cultivo.

1.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para la problemática planteada se presentan las siguientes alternativas de solución:

- Alternativa A. Cultivar en invernadero no controlado.

En esta opción, el invernadero no dispone de sistemas automáticos para controlar el ambiente. El agricultor puede manejar manualmente las condiciones internas, como la temperatura, humedad, luz y ventilación, que dependen de los factores externos.

- Alternativa B. Cultivar en invernadero controlado por microcontrolador.

Un microcontrolador controla un invernadero utilizando dispositivos electrónicos programables para automatizar el control de las condiciones ambientales. Estos microcontroladores tienen la capacidad de interactuar con los sensores y actuadores que regulan la temperatura, humedad, luz y ventilación.

- Alternativa C. Cultivar en invernadero controlado por PLC.

Un invernadero controlado por PLC utiliza un sistema más robusto y confiable para la automatización. Los PLC son utilizados comúnmente en aplicaciones industriales y pueden gestionar múltiples entradas y salidas de manera muy eficiente.

1.5.1. Ventajas

- Alternativa A. Cultivar en invernadero no controlado.

Menor costo, la inversión inicial es significativamente menor, ya que no se requiere de sistemas avanzados de control y monitoreo.

Simplicidad operativa, al no requerir personal con conocimientos técnicos especializados para su manejo.

Menor mantenimiento, al no contar con sistemas electrónicos complejos, los costos y esfuerzos de mantenimiento se reducen.

- Alternativa B. Cultivar en invernadero controlado por microcontrolador.

Mejor costo-efectividad, ofrece una solución más asequible que sistemas más complejos como los PLC, manteniendo un buen nivel de control sobre las variables ambientales.

Personalización y flexibilidad: Los sistemas basados en microcontroladores pueden ser fácilmente programados y adaptados a necesidades específicas del cultivo.

Optimización del crecimiento: El control sobre factores como temperatura, humedad, y luz puede mejorar significativamente la calidad y cantidad de la producción de almácigos.

- Alternativa C. Cultivar en invernadero controlado por PLC.

Alta fiabilidad y robustez: Los PLC están diseñados para entornos industriales, ofreciendo una operación continua y fiable bajo diversas condiciones.

Escalabilidad: Son ideales para sistemas de mayor escala, permitiendo una integración más sencilla con otros dispositivos y sistemas de control más complejos.

Precisión en el control: Permiten un control muy preciso y constante de las variables ambientales, optimizando las condiciones de crecimiento de los almácigos.

1.5.2. Desventajas

- Alternativa A. Cultivar en invernadero no controlado.

El menor control sobre las condiciones ambientales puede llevar a situaciones no óptimas para el desarrollo de los almácigos, afectando su crecimiento y calidad.

Dependencia del clima exterior: Las fluctuaciones climáticas pueden impactar directamente en el ambiente interno del invernadero.

Menor producción y calidad: La imposibilidad de controlar el ambiente puede resultar en una menor producción y calidad de los almácigos, limitando su potencial de mercado.

- Alternativa B. Cultivar en invernadero controlado por microcontrolador.

Menor robustez: No están diseñados para ambientes industriales severos (polvo, humedad, vibraciones), por lo que son menos duraderos en esas condiciones.

Capacidades limitadas: Tienen menor capacidad para manejar tareas complejas o múltiples entradas/salidas comparado con los PLCs.

Conectividad limitada: La integración con sensores o dispositivos externos puede ser menos flexible.

- Alternativa C. Cultivar en invernadero controlado por PLC.

Mayor inversión inicial: La adquisición, instalación y configuración de un sistema basado en PLC suele ser más costosa en comparación con las otras opciones.

Necesidad de personal cualificado: Requiere de operadores y técnicos con formación específica en programación y manejo de PLC.

Costos de mantenimiento: Aunque son sistemas robustos, su mantenimiento y actualización puede implicar costos adicionales.

La elección entre estas alternativas dependerá de varios factores, incluyendo el presupuesto disponible, el tamaño del invernadero, los objetivos específicos de producción, y la capacidad para manejar tecnologías específicas. Cada opción ofrece un balance diferente entre costo, complejidad y control ambiental.

La Tabla 1-1 a continuación presenta la puntuación asignada a cada alternativa de solución para la selección de implementación. Se evaluaron diferentes criterios, asignando una puntuación del 0 al 3, donde "0" indica la calificación menos favorable y "3" la más favorable.

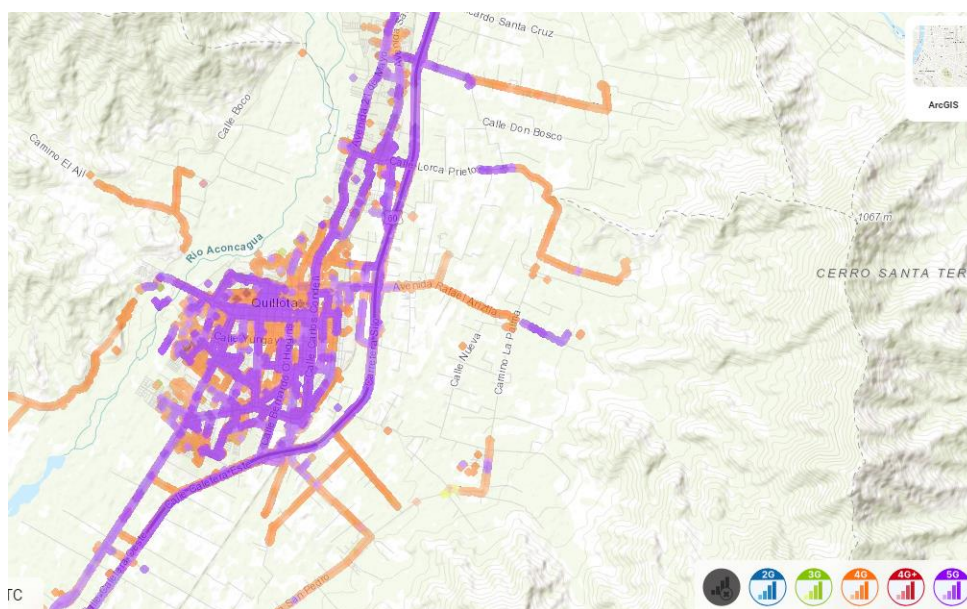
Tabla 1-1. Puntuación de alternativas de solución.

Alternativas de solución	Alternativa A.	Alternativa B.	Alternativa C.
Costo de inversión	2	1	0
Grado de control	0	1	2
Posibilidad de ampliación de equipamiento	0	0	1
Compatibilidad con equipamiento	0	1	2
Facilidad de mantención de equipamiento	3	1	2
Nivel de tecnología	0	1	2
Calidad de producción	1	2	3
Facilidad de operación	1	2	2
Sumatoria de puntuación	7	9	14

Fuente: Elaboración propia.

1.6. CONECTIVIDAD EN LA LOCALIDAD DE QUILLOTA.

En Quillota, Movistar se destaca como la empresa líder en servicios de telecomunicaciones y ofrece el mejor servicio disponible como se visualiza en la Figura 1-7. La centralización se debe a la presencia de un público objetivo y empresas con invernaderos en la localidad y áreas circundantes, quienes podrían necesitar la solución tecnológica que se ofrece.



Fuente: <https://www.nperf.com/es/map/CL/-/4069.Movistar-Movil/signal?ll=-32.88456067469452&lg=-71.23775482177736&zoom=13>

Figura 1-7. Mapa de conectividad empresa Movistar en la localidad de Quillota.

1.7. FORMULACIÓN DE PROPUESTA

La formulación de la propuesta para el proyecto de control y monitoreo de variables ambientales en un invernadero destinado al cultivo de almácigos se enfoca en la implementación de un sistema integrado de medición y actuación.

Cuenta con la instalación de sensores de precisión dentro del invernadero para vigilar constantemente variables ambientales críticas, tales como temperatura, humedad y niveles de luz. Se colocarán estos sensores estratégicamente a lo largo de la infraestructura para garantizar mediciones representativas y precisas del entorno que rodea a los almácigos. Los datos recopilados por los sensores serán transmitidos en tiempo real a un sistema central de control. El sistema contará mediante su software los datos recibidos y compararlos con los rangos óptimos de crecimiento para las plántulas, que han sido definidos previamente en base a estudios agronómicos.

El software enviará órdenes a varios actuadores instalados en la estructura del invernadero cuando detecte diferencias entre las condiciones ambientales vigentes y los valores deseados. Los actuadores pueden incluir sistemas de riego, ventilación, calefacción, humidificación e iluminación artificial. Se ajustarán automáticamente para adaptarse a las condiciones ambientales según sea necesario. El sistema de control se asegurará de operar continuamente para detectar y corregir rápidamente cualquier fluctuación en las variables ambientales.

El sistema integral de monitoreo y control ambiental tiene como objetivo alcanzar varios objetivos clave, incluyendo la maximización de la producción de almácigos, la mejora en la calidad de las plantas, la optimización del uso de recursos como el agua y los nutrientes, además de la reducción en las pérdidas ocasionadas por condiciones ambientales adversas. (ver figura 1-8)



Fuente: <https://www.ledil.com/wp-content/uploads/2017/07/APPLICATION-horticultural-03.jpg>

Figura 1-8. Imagen referencial ejemplo de montaje.

CAPÍTULO 2: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

El control de variables ambientales en invernaderos es esencial para optimizar el crecimiento de las plantas y mejorar la productividad agrícola. Se evaluará la viabilidad para implementar tecnología para monitorear y controlar factores como la temperatura, la humedad, la luz y sostenibles a largo plazo.

2.1. INVERNADERO

Los invernaderos son habitáculos para cultivar plantas en su interior, como los almácigos en la etapa de germinación, las principales ventajas del uso de estos son las siguientes:

- Intensificación de la producción de almácigos.
- Menor riesgo de plantas en el interior del invernadero.
- Uso más eficiente de insumos.
- Mayor control de plagas, malezas y enfermedades.
- Posibilidad de cultivar todo el año.
- Obtención de productos fuera de temporada.
- Obtención de productos en regiones con condiciones restrictivas.
- Obtención de productos de alta calidad.
- Mayor comodidad y seguridad para realizar el trabajo.

Entre los diferentes tipos de invernaderos los recomendados para los semilleros son de tipo multitúnel, compuestos por tres variantes: Gótico, Asimétrico y Capilla, ya que las condiciones de radiación, temperatura y humedad relativa deben de controlarse de forma óptima para generar la mejor condición climática posible para el desarrollo de las plántulas, y estos invernaderos proporcionan las mejores características para ello:

- Gran volumen de aire.
- Permite realizar labores agrícolas mecanizadas en su interior.
- Buena ventilación.
- Elevada estanqueidad.
- Permite la instalación de ventilación cenital, así como ventilación perimetral e instalaciones de ventilación forzada.
- Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.
- Policarbonato (PC). En invernadero es muy utilizado en cerramientos laterales o frontales, siendo este material utilizado en exclusiva, o en partes del cerramiento como puede ser el área frontal que determina el arco ver en tabla 2-2.

2.2. ALMÁCIGO

Un semillero, almácigo o almáciga es un sitio donde se siembran los vegetales o un lugar donde se guardan las semillas. Es un área de terreno preparado y acondicionado especialmente para colocar las semillas con la finalidad de producir su germinación con las mejores condiciones y cuidados, al objeto de que pueda crecer sin dificultad hasta que la planta esté lista para el trasplante, como se muestra en la figura 2-1. El semillero es el sitio adecuado para que la semilla inicie su primera fase de desarrollo. Luego la planta crecerá y será trasplantada al terreno definitivo.

2.2.1. Etapas de un almácigo

Un semillero se divide en las siguientes zonas:

A. Zona de siembra:

Normalmente ubicada en un almacén, es donde se realiza la operación de sembrado mediante maquinaria automatizada o a mano.

B. Cámaras de germinación:

Son cámaras que se acondicionan para la germinación de las semillas.

C. Invernadero de producción:

Una vez germinada, las plántulas pasan al invernadero de producción, donde se desarrollan hasta que adquieren las condiciones para su trasplante.

D. Zonas de aclimatación:

Se trata de una superficie cuya finalidad es la de preparar las plántulas para las condiciones de campo a las que se verán sometidas. Puede realizarse en el mismo invernadero de producción o en invernaderos de malla adyacentes a este.



Fuente: <https://www.google.com/imgres>

Figura 2-1. Imagen diseño de almácigo o semillero.

2.2.2. Ventaja del uso de semillero

Son importantes porque permiten un mejor aprovechamiento y rendimiento del terreno; garantizan una mejor selección de la semilla y con esto aumenta considerablemente las posibilidades de tener una mejor productividad en las cosechas; facilita la actividad agrícola. Los semilleros son muy importantes porque permiten que ciertas hortalizas de semillas muy pequeñas, como la lechuga, la cebolla o el tomate, puedan lograr un buen desarrollo en su primer periodo de vegetación.

2.2.3. Características de producción

Las dimensiones de un almacigo tales como lo son la longitud, ancho, alto y espesor, además del material dependerá principalmente de la planta que se desee producir además del tamaño de la planta para el posterior traslado.

2.3. **DETERMINAR LAS CONDICIONES AMBIENTALES ADECUADAS PARA ALMÁCIGOS**

La temperatura, la humedad, el oxígeno y las condiciones de luz deben ser adecuados para que las semillas germinen. Todas las semillas tienen rangos de temperaturas óptimas para su germinación. La temperatura mínima es la temperatura más baja requerida para que las semillas puedan germinar eficazmente. La máxima es la temperatura más alta en la que pueden germinar correctamente. Cualquier temperatura sobre o por debajo de estas puede dañar o hacer que las semillas se vuelvan al estado de descanso. Cuando las temperaturas son óptimas la germinación es rápida y uniforme.

Todas las semillas necesitan una humedad adecuada y oxígeno para germinar. Es muy importante que haya un buen contacto entre la semilla y el suelo. Para plantar directamente en el suelo se recomienda un almácigo con un suelo de textura fina que no se compacte mucho. Para los almácigos de invernadero el medio de cultivo debe ser sin tierra, pero húmedo y esponjoso. El suelo o el medio de cultivo deben tener suficiente humedad para que las semillas puedan absorber el agua para comenzar el proceso de germinación. Como cualquier otro organismo vivo las semillas también necesitan oxígeno para respirar, y el oxígeno viene del aire que circula en el suelo cuando no es compacto o demasiado húmedo.

No todas las semillas tienen los mismos requisitos de luz. La mayoría de las semillas germinan mejor bajo condiciones de oscuridad y la luz puede impedir su germinación. Sin embargo, algunas otras necesitan luz para germinar. Pero una vez que las semillas han germinado y han brotado del suelo o del medio de cultivo como plántulas, todas necesitan de la luz del sol para crecer.

2.3.1. Temperatura en invernaderos

La temperatura idónea en invernadero varía en función del cultivo y sus estadios, o etapas de desarrollo en las que se encuentre. Generalmente, la temperatura mínima requerida para las plantas de invernadero es de 10-15°C, mientras que 30°C podría ser la temperatura máxima, según lo indica la organización Novedades Agrícolas S.A.

Una variación o diferencia de temperatura de 5 – 7°C entre las temperaturas diurnas y nocturnas suele resultar beneficiosa para las plantas. La temperatura del suelo es incluso más importante que la temperatura del aire en un invernadero (Temperatura del suelo por debajo de 7°C, las raíces crecen más despacio y no absorben fácilmente el agua ni los nutrientes). Se debe conseguir un suelo templado, para que las semillas germinen y para que se desarrollen los esquejes de raíces. La temperatura ideal para la germinación de la mayoría de las semillas es 18-25°C, según lo indica la organización Novedades Agrícolas S.A. (ver tabla 2-1)

Tabla 2-1. Temperaturas en invernadero.

Clasificaciones	Día	Noche
Temperatura mínima letal	0°C	0°C
Temperatura mínima	20°C	15°C
Temperatura ideal	25°C	18°C
Temperatura máxima	30°C	25°C
Temperatura máxima letal	35°C	35°C

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web <http://www.novedades-agricolas.com/>.

2.3.2. Humedad de invernaderos

La mayoría de las plantas prefieren una humedad relativa del aire entre el 45 y el 60%. Para su control se colocan sensores de humedad en el interior del invernadero. Humedades altas favorecen la transmisión de plagas y enfermedades, y las humedades bajas podrían secar la planta.

La transpiración de las hojas aumenta la humedad de un invernadero. Si el grado de humedad es demasiado bajo, se puede elevar mojando el suelo o vaporizando las plantas de forma periódica. (Ver Tabla 2-2)

Tabla 2-2. Humedad en invernadero.

Clasificaciones	Día	Noche
Humedad mínima	45%	45%
Humedad máxima	60%	60%
Humedad idónea	50%	50%

Fuente: Elaboración propia en base al sitio web <http://www.novedades-agricolas.com/>.

2.4. **EQUIPAMIENTO NECESARIO**

Para el control de estas variables se utilizará equipamiento que estará clasificado en tres grupos los cuales son: sensores, actuadores y equipamiento que comande o reciba la información de estos dispositivos.

Actuadores:

- Motobomba del Sistema de nebulización
- Motobomba Sistema de calefactor
- Ventiladores

Sensores:

- Higrómetro wifi
- Termómetro wifi

Controlador:

- PLC

Sistemas de comunicación:

- Pantalla táctil
- Router
- Switch
- Access point
- Servidor

2.4.1. Sistemas de nebulización de alta presión

El riego por nebulización es un sistema que tiene la capacidad de aportar las cantidades adecuadas de agua y/o fertilizantes que necesitan las plantas, todo esto a través de una capa de finas gotas en forma de neblina; su función principal es absorber el calor y nivelar la temperatura del ambiente, además de mantener una humedad constante, como se muestra en la figura 2-2.

Si bien existen otros tipos de riegos este es ideal para la naturaleza de la producción que se desea generar.



Fuente: <https://www.google.com/imgres>

Figura 2-2. Imagen de riego por nebulización.

Los sistemas de nebulización de alta presión son sistemas destinados a incrementar la humedad y conseguir la refrigeración en invernaderos y espacios donde se precisa obtener el máximo alcance y las mejores prestaciones de los sistemas de pulverización, y además ofrecer la calidad de una pulverización “seca”.

Son sistemas recomendados para obtener atmósferas con:

- Elevada humedad relativa en semilleros.
- Cámaras de germinación.
- Salas de injertos.
- Granja.
- Locales con atmósferas controladas.

En procesos de climatización donde se precisa de la refrigeración del aire mediante un acondicionamiento evaporativo con el mayor rendimiento posible.

El equipo de nebulización de alta presión consta de:

- 1 equipo de pretratamiento físico – químico del agua de alimentación.
- 1 equipo de presurización.
- Redes de distribución.
- 30 boquillas de pulverización PJ20: sistema que permite la aplicación de bajos caudales de agua a una presión elevada (30 a 50 bar) con unos tamaños de gota lo suficientemente pequeños para favorecer su evaporación en el aire generando vapor “seco”.

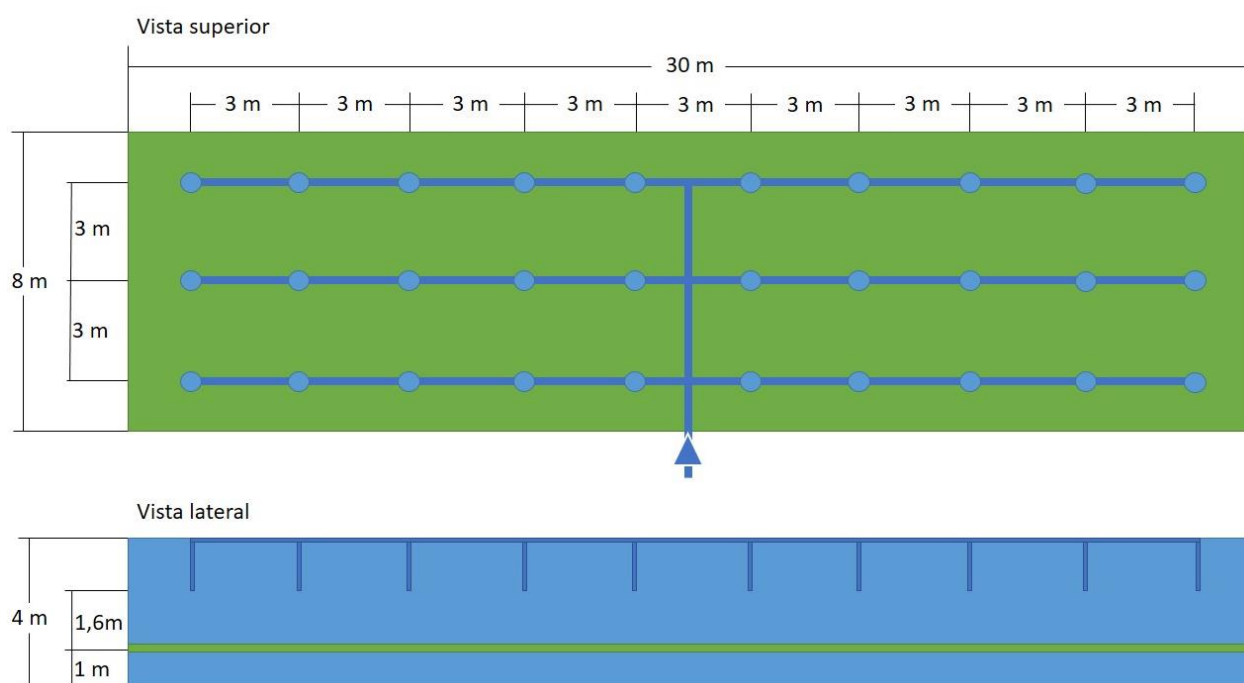
Las características técnicas de la boquilla para nebulizar se muestran en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Geometría de boquilla nebulizadora.

Modelo	PJ20
K	0,154
Diámetro del orificio	0,508 mm
Superficie de pulverización	310 cm
Distancia de la boquilla al cultivo	155 cm

Fuente: elaboración propia del sitio web <http://www.industrysystem.cl/isystem/>

Según las características técnicas de las boquillas necesarias para lograr la humedad y el riego en toda la superficie del invernadero, se requiere la instalación de treinta terminales de pulverización, distribuidos en tres filas de diez boquillas cada una. Estas se colocarán de manera equidistante, con una separación uniforme de tres metros entre terminales, y cada una cubrirá un diámetro aproximado de tres metros, asegurando una distribución homogénea, como se puede ver en la Figura 2-3.

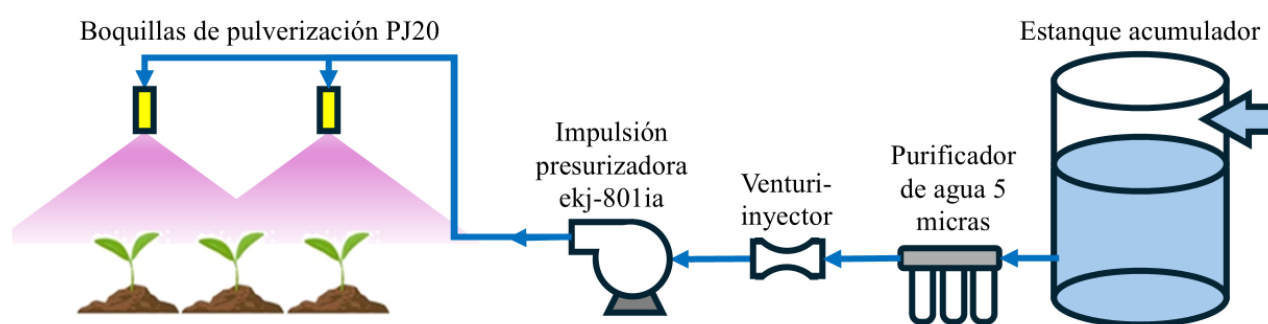


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-3. Ubicación de boquillas en invernadero.

El sistema de nebulización consta de varios elementos, tal como se visualiza en la Figura 2-4, que presenta un diagrama de conexión hídrico. El proceso comienza con un estanque acumulador de agua que asegura la disponibilidad y el control del recurso hídrico. A continuación, el agua pasa por un sistema de purificación diseñado para eliminar partículas o elementos que podrían afectar al sistema o a las plántulas en crecimiento, susceptibles a patógenos.

Posteriormente, el líquido entra en un sistema Venturi que permite incorporar nutrientes o aditivos necesarios para las plantas. Luego, una bomba de presión impulsa el agua con gran fuerza hacia las boquillas de pulverización, que distribuyen el agua en forma de microgotas, creando una neblina fina para optimizar la humedad en el invernadero. Esto permite el riego y la humedad ambiental requerida, también ayuda a reducir la temperatura interior mediante el intercambio térmico entre el agua y el aire.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4. Diagrama sistema de nebulización.

2.4.2. Sistema de calefacción central (agua caliente)

Los sistemas de calefacción central son recomendados en localizaciones con temperaturas mínimas exteriores bajas donde se precisan diferenciales de temperatura entre el interior y el exterior elevados, con cultivos que presentan una temperatura mínima óptima exigente, y en proyectos donde se pretende llevar a cabo la explotación con una elevada productividad y con un grado de tecnificación elevado.

En muchos casos la instalación está integrada como parte del sistema cultural del invernadero, sirviendo por ejemplo las redes de calefacción como base del sistema de raíles de carros de laboreo entre las líneas de cultivo, transporte de la cosecha, movilización de maquinaria, etc., y en otros tantos casos como herramienta de manejo en el control de la transpiración y la humedad ambiente, control de enfermedades, etc.

La instalación dispone de un doble uso, y otros sistemas como depósitos de acumulación de agua caliente, sistemas de expansión, condensadores o recuperadores de humos conforman un único conjunto.

La Tabla 2-4 presenta la puntuación asignada a cada alternativa de solución para la selección de implementación. Se evaluaron diferentes criterios, asignando una puntuación del 1 al 3, donde "1" indica la calificación menos favorable y "3" la más favorable.

Nivel de Sustentabilidad, se contempla el impacto ambiental o grado de contaminación que genera; Costo Mensual, se considera el gasto de mantenimiento que requiere el sistema; Disponibilidad Agua Caliente, es definido por el tipo de energía y la posibilidad de contar constantemente con la disponibilidad; Riesgos de Seguridad, menores riesgos en el uso y mantenimiento; Vida Útil, durabilidad en la instalación; Inversión Inicial, los costos de implementación de la fuente de generación de temperatura.

Tabla 2-4. Calificación de energía para calefactor.

	Gas Puntuación 1 a 3	Eléctrico Puntuación 1 a 3	Solares Térmicos Puntuación 1 a 3
Nivel de Sustentabilidad	1	2	3
Costo Mensual	1	1	3
Disponibilidad Agua Caliente	3	3	1
Riesgos de Seguridad	1	3	2
Vida Útil	3	3	1
Inversión Inicial	2	1	1
Calificación (Suma total)	11	13	11

Fuente: Elaboración propia.

Entre los sistemas de calefacción se utilizarán calefactores eléctricos Compress 4000/5000 DW de Bosch, como se muestra en la Figura 2-5. Las características técnicas de estos dispositivos se detallan en la Tabla 2-5. Estos calefactores calientan el agua aprovechando el calor del aire, lo que los convierte en una opción eficiente para el control térmico del invernadero.



Fuente: <https://www.bosch-climate.cl/productos-bosch-industriales/bosch-productos-comerciales/bomba-de-calor-compress-5000-dw.html>

Figura 2-5. Calienta el agua con el calor del aire.

Los modelos Compress 5000 DW ofrecen un notable ahorro en el consumo energético, destacándose por su impresionante eficiencia del 350%. Utilizando el aire como su principal fuente de energía, estos sistemas permiten un ahorro de hasta un 70% en el consumo.

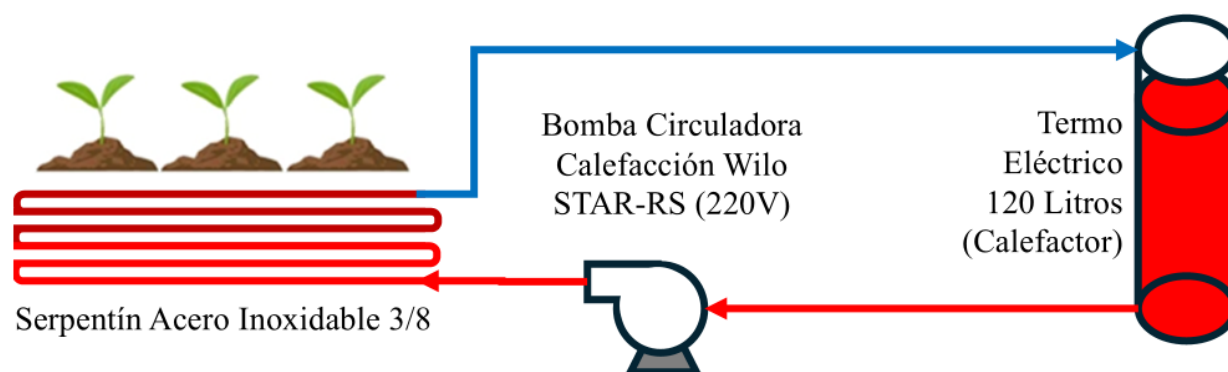
Además, cuentan con una gran capacidad de agua caliente, gracias a su resistencia eléctrica., con un depósito de hasta 260 litros que puede proporcionar aproximadamente 400 litros de agua a 40°C.

Tabla 2-5. Características técnicas de calienta el agua con el calor del aire.

Características	Unidad	Compress 5000 DW
Dimensiones	mm	1835 x 700 x 735
Peso neto (con/sin bobina solar)	kg	125/106
Volumen de agua	l	270
Potencial nominal MODO bomba de calor	kW	1.5/0.6
COP (sin resistencia eléctrica)	-	3.77 ³
Potencia resistencia eléctrica	kW	2
Temperatura de funcionamiento	°C	-10°/+35
Temperatura máxima de acumulación sin resistencia eléctrica	°C	60
Temperatura máxima de acumulación con resistencia eléctrica	°C	70
Nivel de potencia acústica	dB(A)	46
Perfil de carga	-	XL
Información medioambiental	Contiene gases fluorados de efecto invernadero	Contiene gases fluorados de efecto invernadero
Tipo de refrigerante	-	R134a
Potencial de calentamiento global	kgCO ₂ -eq	1430
Volumen de llenado de refrigerante	kg	0.360
Volumen de llenado de refrigerante	tCO ₂ -eq	0.515
Tipo de circuito de refrigeración	Sellado herméticamente	Sellado herméticamente

Fuente: <https://www.bosch-climate.cl/productos-bosch-industriales/bosch-productos-comerciales/bomba-de-calor-compress-5000-dw.html>

El sistema de calefacción consiste en un termo eléctrico que acumula y mantiene el agua a una temperatura controlada. A través de una bomba de circulación, el agua caliente es impulsada hacia un serpentín o radiador, que distribuye el calor en la plataforma donde se encuentran las plantas. Este diseño permite mantener una temperatura constante y directa en el área de cultivo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-6. Diagrama sistema de calefacción.

2.4.3. Sistemas de ventilación forzada

Los sistemas de ventilación forzada disponen de un conjunto de ventiladores helicoidales instalados en un plano (bandas o frontales del invernadero).

Este equipamiento permite proveer a cada invernadero con la tasa de ventilación adecuada en cada caso.

El aire exterior sin tratar evacúa la carga de calor y transpiración, evitando así condiciones de excesiva temperatura y humedad. Combinado con sistemas de nebulización, o siendo parte integrante de un equipo de paneles evaporativos, ofrece los mejores resultados en cuanto a su capacidad como sistema de refrigeración.

Se utilizará el extractor FAC4-50 230V-50Hz el cual se muestra en la figura 2-7 y se detallan sus características técnicas en la tabla 2-6.



Fuente: <https://climatizacion10.com/ventilacion-forzada/euritecsa-extractor-mural-fac4.html>

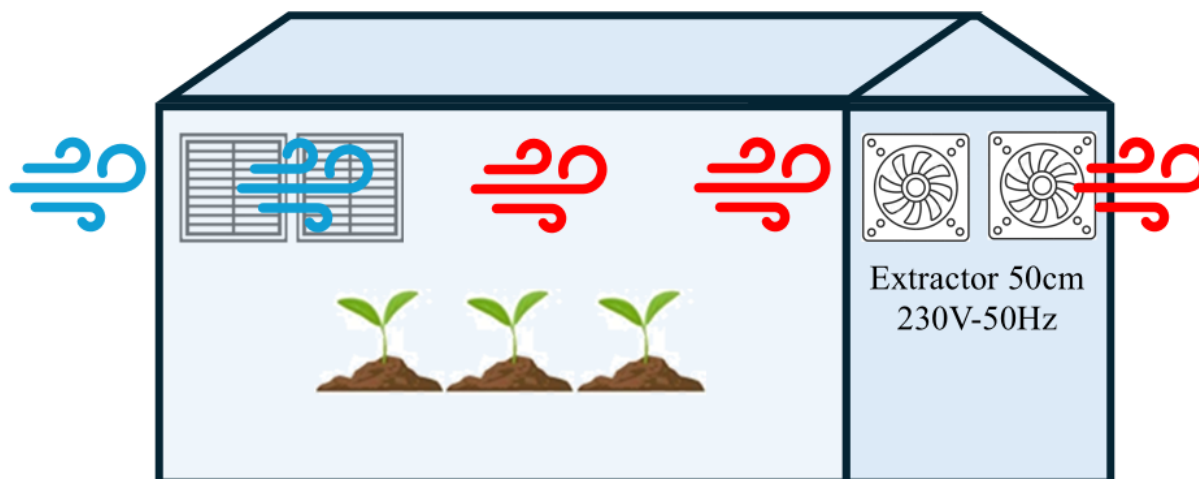
Figura 2-7. Extractor eléctrico.

Tabla 2-6. Características de extractor.

Modelo	FAC4-50
Caudal de aire	7.320 m ³ /h
Diámetro	500 / 20" mm./ pulgadas
Motor r. p. m.	1.400
Tensión alimentación	230/1/50 V-Hz
Potencia absorbida Mín. /Máx.	550 W/h
Tipo de instalación	En muro
Protecciones aspas de ventilador	Ambos lados
Material	Acero lacado
Dimensiones embalado	62x62x34 mm
Peso aproximado	19 kg

Fuente: <http://www.euritecsa.es/extractor-mural-fac4-50.html>

La ventilación forzada se lleva a cabo mediante la extracción de aire caliente a través de ocho motores, que expulsan el aire al exterior, permitiendo el ingreso de aire más frío. Este proceso no solo ayuda a regular la temperatura interna, sino que también facilita una la renovación del aire, mejorando las condiciones para el desarrollo de las plantas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-8. Diagrama sistema de ventilación forzada.

2.4.4. Sistemas de medición de temperatura y humedad

Los termómetros e higrómetros WiFi ayudan a controlar ciertos datos del ambiente como es la temperatura. Su gran ventaja es que toda esta información la recopila y almacena en un sistema de almacenamiento que se puede compartir de forma sencilla con cualquier dispositivo que esté autorizado para poder recibir la información: por ejemplo, si en un momento dado se quiere saber la temperatura que hizo hace una semana, o la humedad de ayer, tan solo se tendrá que acceder al registro, añadir los filtros específicos, y no tardarán en aparecer los resultados que se requieran buscar.

Ofrecen un espacio desde el cuál se tiene acceso a una serie de datos muy precisos, sin posibilidad de que se puedan manipular de ninguna manera.

Otra de sus funciones clave es que disponen de ciertas alertas que se activarán cuando ciertos niveles descendan o suban más de un intervalo programado. Estas alertas pueden ser acústicas, o bien visuales. (Ver Tabla 2-7)

Tabla 2-7. Modelo de termómetro WiFi.

Modelo	Tipo de sensor	Rango [°C]	Precisión	Capacidad de registro
S700-EX-WiFi	Sensor externo de temperatura y humedad	-40~85°C, 0 ~ 100% RH	±0.5°C, ± 5% RH	43000

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/wifi-temperature-monitoring-thermometer-hygrometer-logger-60478979994.html>

Las características de los sensores de humedad y temperatura de la figura 2-9, son las siguientes:

- WiFi transmisión inalámbrica, ayuda del teléfono móvil y control remoto del ordenador.
- Interna alarma audible y visual y enviar mensaje de alarma al teléfono móvil una vez que el establecimiento de límites seres superado.
- Data función de consulta a través del teléfono móvil. Obtener los datos anytime en cualquier lugar.
- Alta precisión con gran capacidad.
- Gran pantalla LCD, temperatura, humedad, tiempo y registro de datos que se mostró simultáneamente.
- Apariencia elegante, fácil de operar y confiable. Escritorio y montado en la pared.
- Software de análisis profesional, función múltiple y garantizar los datos nunca perdió.

Las características tecinas del sensor se muestran en la tabla 2-8.



Fuente: <https://s.alicdn.com/@sc04/kf/H6cbd57dd448443c981863dae504c77c8V.jpg>.

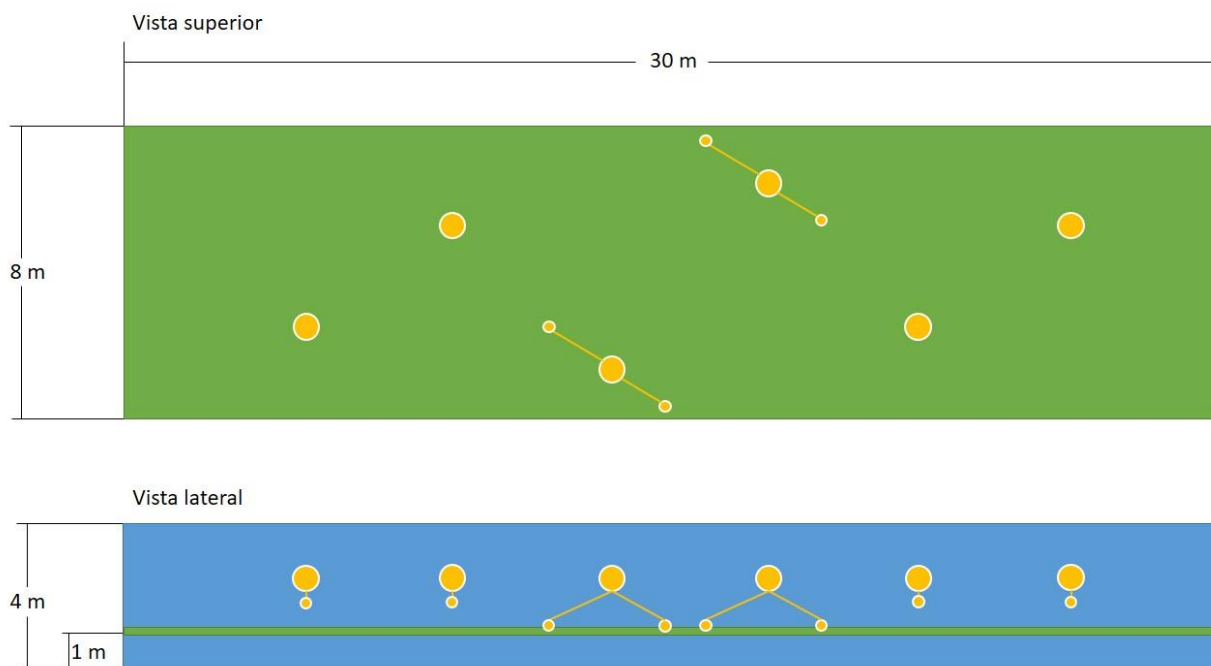
Figura 2-9. Termómetro WiFi.

Tabla 2-8. Características técnicas del termómetro WiFi registrador de datos.

Resolución	± 0.1 °C
Suministro de Poder	9 V batería de bloque
Pantalla	Gran pantalla LCD
Dimensión	135*124*35 mm (5.31*4.88*1.37 pulgadas)
LCD tamaño	97*78 mm (3.81*1.37 pulgadas)
Peso	330 g
Accesorios	Monitor software CD, cable de conexión USB, certificado de calibración, Tarjeta de garantía y la caja de cartón.
Interfaz	Wifi

Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/wifi-temperature-monitoring-thermometer-hygrometer-logger-60478979994.html> elaboración propia.

La distribución de sensores dentro del invernadero como se muestra en figura 2-10 está diseñada para cubrir la mayor área posible, permitiendo obtener una medición homogénea de las condiciones ambientales.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10. Ubicación de Termómetro WiFi.

2.4.5. Sistemas de control y comunicación

PLC: es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquinaria o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos. (ver en tabla 2-9)

Tabla 2-9. Conteo de entradas y salidas requeridas PLC.

	Entradas digitales (DI)	Salidas digitales (DO)	Entradas analógicas (AI)	Salidas analógicas (AO)
Sistemas de nebulización de alta presión	0	1	0	0
Sistema de calefacción central	0	1	0	0
Sistemas de ventilación forzada	0	1	0	0
Sistemas de iluminación	1	1	0	0
Sistemas de medición de temperatura y humedad	0	0	6	0
Sumatoria	1	4	6	0

Fuente: Elaboración propia.

El modelo de autómata programable Siemens S7 1200 es una serie de PLC, que se caracteriza por su diseño compacto y la capacidad de utilizar diversas instrucciones de programación. Así puede, brindar la capacidad de controlar numerosos dispositivos mediante la programación que se realice en su interior. Uno de los CPU disponibles en la serie es el 1212C, que, si se combina con un módulo de expansión, satisface las necesidades tanto de entradas como salidas para controlar diversos dispositivos que requiere el proyecto. (ver en tabla 2-10)

Tabla 2-10. Conteo de entradas y salidas PLC y módulos de expansión.

	Entradas digitales (DI)	Salidas digitales (DO)	Entradas analógicas (AI)	Salidas analógicas (AO)
CPU 1212C	8	6	2	0
SM 1231 Analógico	0	0	4	2
Sumatoria	8	6	6	2

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 2-11 se resaltan las características más relevantes de la CPU 1212C elegida para controlar los diversos periféricos, sensores y actuadores que componen el proyecto.

Tabla 2-11. CPU de Siemens S7 1200.

Función		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Dimensiones físicas (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
Memoria de usuario	Trabajo	30 kB	50 KB	75 kB	100 kB
	Carga	1 MB	1 MB	4 MB	4 MB
	Remanente	10 kB	10 kB	10 kB	10 kB
E/S integradas locales	Digital	6 entradas/4 salidas	8 entradas/6 salidas	14 entradas/10 salidas	14 entradas/10 salidas
	Analógico	2 entradas	2 entradas	2 entradas	2 entradas/2 salidas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entradas (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Salidas (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		Ninguna	2	8	8
Signal board (SB), Battery Board (BB) o Communication Board (CB)		1	1	1	1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3	3	3	3
Contadores rápidos	Total	Se han configurado un máximo de 3 para usar cualquier entrada integ			
	1 MHz	--	--	--	--
	100/180 kHz	De Ia.0 a Ia.5	De Ia.0 a Ia.5	De Ia.0 a Ia.5	De Ia.0 a Ia.5
	30/120 kHz	--	De Ia.6 a Ia.7	De Ia.6 a Ib.5	De Ia.6 a Ib.5
Salidas de impulsos ²	Total	Se han configurado un máximo de 4 para usar cualquier salida integra			
	1 MHz	--	--	--	--
	100 kHz	De Qa.0 a Qa.3	De Qa.0 a Qa.3	De Qa.0 a Qa.3	De Qa.0 a Qa.3
	20 kHz	--	De Qa.4 a Qa.5	De Qa.4 a Qb.1	De Qa.4 a Qb.1
Memory Card		SIMATIC Memory Card (opcional)			
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		20 días típ./12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin			
Puerto de comunicación Ethernet PROFINET		1	1	1	2

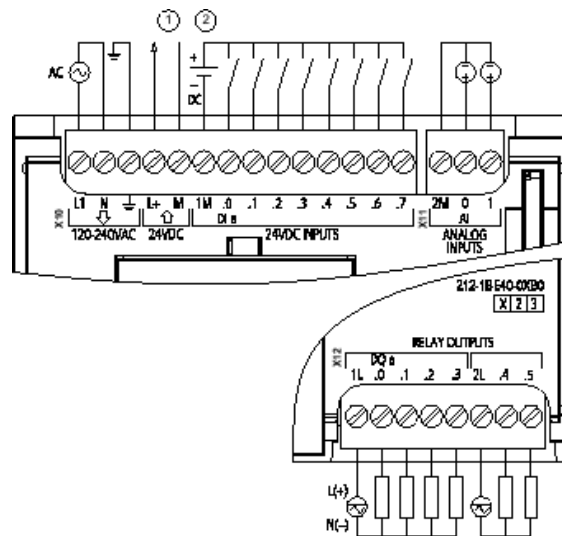
Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/622/91696622/att_42774/v1/s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf.

En la figura 2-11 se muestra el PLC Siemens S7-1200 – CPU 1212C y en la figura 2-12 se muestran el conexionado admisible por el PLC Siemens S7-1200 – CPU 1212C.



Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_783714-MLU74415316579_022024-O.webp

Figura 2-11. PLC Siemens S7-1200 – CPU 1212C.



Fuente:

<https://support.industry.siemens.com/dokumentation/MDMImage.img?docVersionId=62121591435&imageFileName=e=47205011979.PNG&Language=es-ES>

Figura 2-12. Puertos PLC Siemens S7-1200 –CPU 1212.

Mediante el uso del módulo de expansión de señales analógicas (figura 2-13), se puede incrementar la capacidad de dispositivos controlados al ampliar tanto las entradas como las salidas de señales en el CPL, como se detalla en la tabla 2-12.

Tabla 2-12. Módulos de señales analógicas.

Tipo	Solo entradas	Solo salidas	Combinación de entradas y salidas
③ SB analógica	• 1 entrada analógica de 12 bits • 1 RTD de 16 bits • 1 termopar de 16 bits	• 1 salida analógica	-
④ SM analógico	• 4 entradas analógicas • 4 entradas analógicas de 16 bits • 8 entradas analógicas • Termopar: – 4 TC de 16 bits – 8 TC de 16 bits • RTD: – 4 RTD de 16 bits – 8 RTD de 16 bits	• 2 salidas analógicas • 4 salidas analógicas	• 4 entradas analógicas / 2 salidas analógicas

Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/622/91696622/att_42774/v1/s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf.

Los módulos de entradas/salidas analógicas SM 1231 permiten la utilización de entradas y salidas analógicas, brindando varias ventajas, permite la conexión directa de sensores y actuadores sin necesidad de amplificadores.

Estos módulos ofrecen flexibilidad, ya que el controlador se puede actualizar fácilmente para futuras ampliaciones, simplificando la corrección del programa. En cuanto a diseño, se fijan sobre rieles normalizados o fijación directa al armario.



Fuente: https://m.media-amazon.com/images/I/71ENn0VQctL._AC_UF894,1000_QL80_.jpg

Figura 2-13. Modulo SM 1231 Analógico.

Pantalla HMI: Hoy en día, la interfaz de usuario asistida por computador sigue siendo una parte fundamental del programa informático, también conocida como interfaz hombre-máquina (IHM), ya que establece la conexión entre el sistema y el usuario.

Modelo: Pantalla táctil HMI, Siemens, 10,4 pulgadas, LCD, Color, 640 x 480pixels, 335 x 275 x 60 mm. (ver en figura 2-14)

Series: SIMATIC HMI KTP 1000.

Los SIMATIC HMI Basic Panels incorporan pantalla táctil para el control básico por parte del operador y tareas de control, teclados y controles táctiles, tienen protección IP65 y certificación CE, UL, cULus y NEMA 4x. Son perfectos para tareas simples de visualización, incluso en ambientes difíciles. Algunas ventajas extras comprenden características de software incorporadas, tales como un generador de informes, administración de recibos y herramientas gráficas.

Panel HMI Basic	Descripción	Datos técnicos
	Pantalla táctil de 10 pulgadas con 8 teclas táctiles	• 500 variables • 50 sinópticos de proceso
	• Color (TFT, 256 colores) • 211,2 mm x 158,4 mm (10,4") • Resolución: 640 x 480	• 200 avisos • 25 curvas • 40 KB memoria de recetas • 5 recetas, 20 registros, 20 entradas
KTP 1000 Basic PN		

Fuente: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/622/91696622/att_42774/v1/s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf

Figura 2-14. Pantalla táctil HMI Siemens, 10,4 pulgadas.

Router: es un dispositivo que se utiliza para distribuir señal de Internet entre todos los equipos locales conectados en red, ya sea a través de Ethernet por intermedio de un cable, o bien por medio de la tecnología de ondas de radio, haciendo que la red se caracterice por ser inalámbrica.

Cisco Linksys E3000, este equipo ofrece características que permiten resolver gran parte de los problemas. (ver en figura 2-15)

Utiliza las bandas de 2.4 y 5GHz, permite establecer enlace con los equipos inalámbricos existentes (Wi-Fi b/g) y utiliza la banda de 5 GHz de forma simultánea para conexiones a equipos que precisan de una velocidad de transmisión elevada y conexiones cableadas a velocidad Gigabit.

Admite conexiones de banda ancha de hasta 234 Mbps sin pérdida de velocidad entre la conexión WAN y la LAN.



Fuente: <https://www.google.cl>

Figura 2-15. Router Cisco Linksys E3000.

Access point: Punto de acceso inalámbrico N300 de banda única (2,4 GHz) con POE LINKSYS LAPN300. (ver en figura 2-16)

El punto de acceso Wireless-N de Linksys está integrado con la funcionalidad PoE 802.3af/at, para eliminar la necesidad de adaptadores de alimentación adicionales y facilitar una ubicación de instalación óptima. Proporciona igualmente una interfaz de administración web, fácil de instalar y de utilizar.

El punto de acceso Wireless-N de Linksys ofrece unas opciones de seguridad avanzadas, entre otras WPA, WPA2 y 802.1X con RADIUS, para proteger su red inalámbrica. Igualmente hay disponibles otras funciones de alta seguridad, como la detección de puntos de acceso no autorizados, el filtrado de direcciones MAC, SSID para asignación VLAN, planificación de emisión inalámbrica y suplicante 802.1X.

Características técnicas:

- Nombre de modelo: LAPN300
- Estándares de red: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g y IEEE 802.11b
- Bandas de radiofrecuencia: 2.4 GHz
- Puertos: 1 Gigabit Ethernet Port
- Luces LED: 1 LED de sistema
- Tipo de antena: Internal
- Ganancia de antena: 1.8 dBi
- Potencia de transmisión RF: 802.11b @ 11 Mbps: 21 dBm, 802.11g @ 54 Mbps: 20 dBm, 802.11n @ HT20/HT40 MCS7/15: 19 dBm
- Canales de radiofrecuencia:
- 2.412 a 2.462 GHz; 11 canales
- Consumo máximo de energía: 12.5W
- Dimensiones (L x A x A): 243.08 x 236.98 x 43.69 mm (9.57 x 9.33 x 1.72 in)
- Peso: 489.88 g (1.08 lb)
- Temperatura de funcionamiento: 0° to 40°C (32° to 104°F)
- Temperatura de almacenaje: -20° to 70°C (-4° to 158°F)
- Humedad de funcionamiento: 10% to 85% (non-condensing)
- Humedad de almacenamiento: 10% to 90% (non-condensing)

- Montaje: Pared, Techo y Escritorio
- Control de acceso: MAC-Based
- Interfaz de gestión: HTTP, HTTPS y SNMP
- Cumplimiento de las normativas: FCC, CE, IC, Class B, Wireless
- Diagnósticos de red: Log, Ping, Packet Capture
- Botón de Reset (Reinicio): Yes
- Seguridad inalámbrica: WEP, WPA, 802.1X RADIUS



Fuente: <https://www.linksys.com/cl/p/P-LAPN300/>

Figura 2-16. Access point LINKSYS LAPN300.

Servidor Dell PowerEdge T150 I-Xeon E-2324 RAM 16GB HDD 2TB SATA 1Y SC
(figura 2-17)

Características:

- Marca: Dell
- PN: T150
- Procesador: Intel® Xeon® E-2324G, 4 Núcleos, caché de 8 MB; 3,10 GHz
- Memoria RAM: 16GB
- Almacenamiento: Disco Duro 2TB SATA

- Bahías frontales: Hasta 4 SAS/SATA (HDD/SSD) cableados de 3,5 pulgadas, máx. 30,72 TB
- Controladores internos: PERC H345, PERC H755, HBA355i
- Dimensiones: Altura 360 mm (14,17 pulg.) / Anchura 175 mm (6,88 pulg.) / Profundidad 453,75 mm (33,48 pulg.) con bisel / Peso: 11,68 kg (25,74 lb).



Fuente:

https://res.cloudinary.com/djx6viedj/image/upload/t_trimmed_square_512/pcobfgvq0tet1p7ufrfv98syhzst?_a=BACCD2Ev.

Figura 2-17. Servidor Dell PowerEdge T150 I-Xeon E-2324.

2.5. CONTROL DE VARIABLES EN INVERNADERO

La estrategia de control on/off resalta especialmente en los sistemas de automatización debido a su simplicidad y eficacia al momento de activar o desactivar dispositivos según una variable específica, como la temperatura o humedad. Estas estrategias se caracterizan por incluir

histéresis, lo cual evita la oscilación constante del sistema al establecer un margen de tolerancia entre los puntos en los que se enciende y apaga. Al combinar esta técnica con un esquema de control en bucle cerrado, se logra que el sistema responda dinámicamente ante modificaciones en la variable controlada, adaptando su comportamiento para mantener las condiciones deseadas dentro de un rango preestablecido. A pesar de que este enfoque no asegura una estabilidad perfecta, proporciona una solución resistente y asequible para numerosas aplicaciones.

2.5.1. Estrategia de control on/off con histéresis

El controlador lógico programable opera con dos opciones fijas: "activado" o "desactivado", que se refieren a las distintas salidas digitales. Este control básico implica activar el dispositivo de acción cuando la variable controlada está por debajo o por encima del valor deseado y desactivarlo una vez que alcanza el valor predefinido.

El fenómeno de la inercia térmica ocurre debido a la demora en la propagación del calor y de la humedad, así como al retraso en la detección por parte de los sensores, lo que conduce a un sistema con histéresis. La histéresis hace referencia a la variación entre los lapsos de encendido y apagado del controlador.

Si se desea mantener una temperatura exacta, constante y uniforme, dicho algoritmo de control no es el más adecuado. No obstante, resulta conveniente para mantener las variables en un rango de temperatura y humedad aceptable.

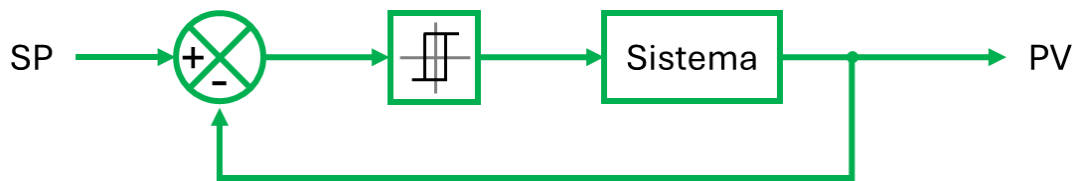
Una de las principales ventajas de este sistema es la utilización de dispositivos sencillos y asequibles.

2.5.2. Esquema de control en lazo cerrado

En los sistemas de control en lazo cerrado, la señal de salida se utiliza para retroalimentar el sistema y generar una señal de control que actúa sobre los valores de referencia. Dado que la señal medida en la salida tiene un impacto directo en las señales de control generadas, este sistema puede corregir automáticamente cualquier posible anomalía o perturbación que pueda afectar el proceso.

Se utilizan los sistemas de control en lazo cerrado (figura 2-18) o con retroalimentación para regular y controlar procesos automatizados. La señal de retroalimentación ajusta el proceso al comparar el resultado deseado con el actual, lo que resulta en una mayor precisión y estabilidad en comparación con los sistemas de control en lazo abierto.

En un sistema de control retroalimentado, es posible integrar un sensor de temperatura (figura 2-19), humedad (figura 2-20) o iluminación (figura 2-21) que envían datos al PLC, lo cual posibilita mantener la temperatura y humedad en el nivel deseado conocido como Set point.

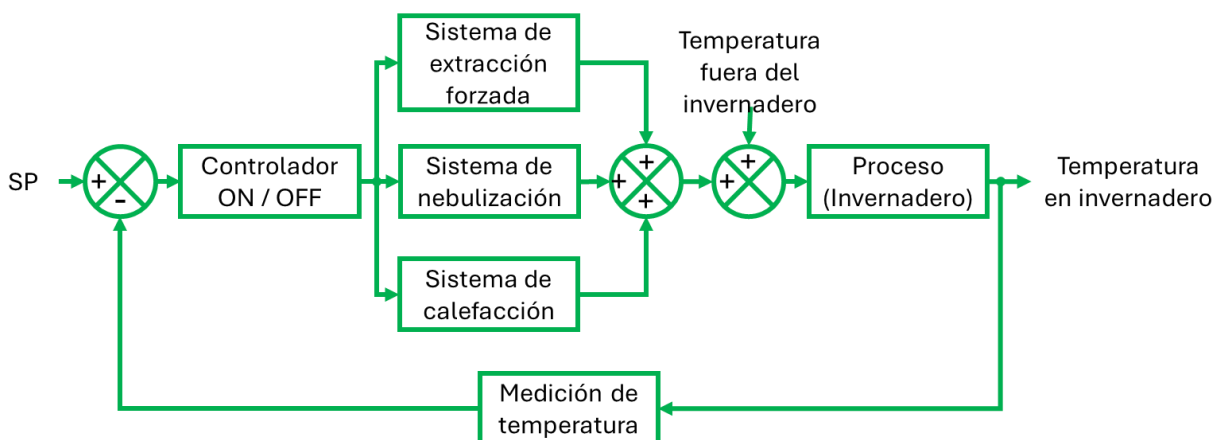


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-18. Diagrama de bloques del sistema.

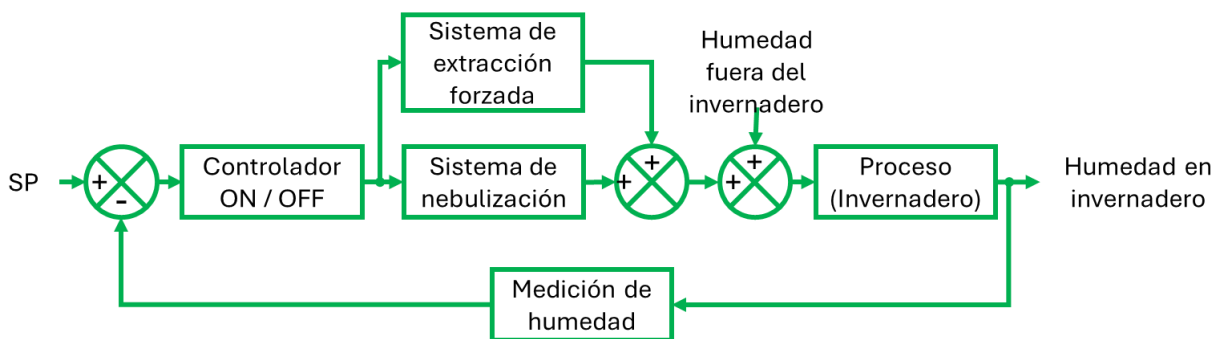
Los sistemas de control de variables, como la temperatura y la humedad, presentan un tiempo de desfase entre la activación del actuador y la detección del cambio en la variable, debido a la inercia propia de la misma. Esto genera un ciclo de histéresis, por lo que se trabaja dentro de un rango más amplio que el valor ideal. De esta manera, los actuadores se accionan o desactivan para mantener las condiciones dentro de los límites deseados. Además, el sistema debe ajustarse a la velocidad con la que se producen estos cambios para optimizar su respuesta.

Los diagramas de bloques de las Figuras 2-19 y 2-20 presentan el sistema de control y las variables en la regulación de la temperatura y la humedad dentro del invernadero. Este sistema tiene la capacidad de controlar el ambiente interno mediante los actuadores, según sea necesario. La respuesta dentro del invernadero muestra un desfase temporal desde la captación de las variables hasta el accionamiento de los dispositivos, y, de igual forma, al momento de la desactivación.



Fuente: Elaboración propia

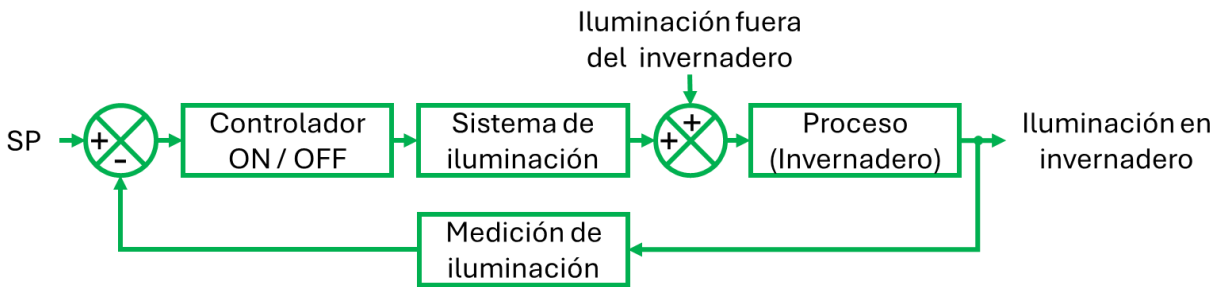
Figura 2-19. Diagrama de bloques control de temperatura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-20. Diagrama de bloques control de humedad.

El sistema de iluminación, representado en la Figura 2-21, no presenta el mismo comportamiento que las variables de temperatura y humedad, ya que el retardo en la respuesta es significativamente menor tanto en el accionamiento como en la desconexión de los actuadores, lo que reduce considerablemente el ciclo de histéresis.



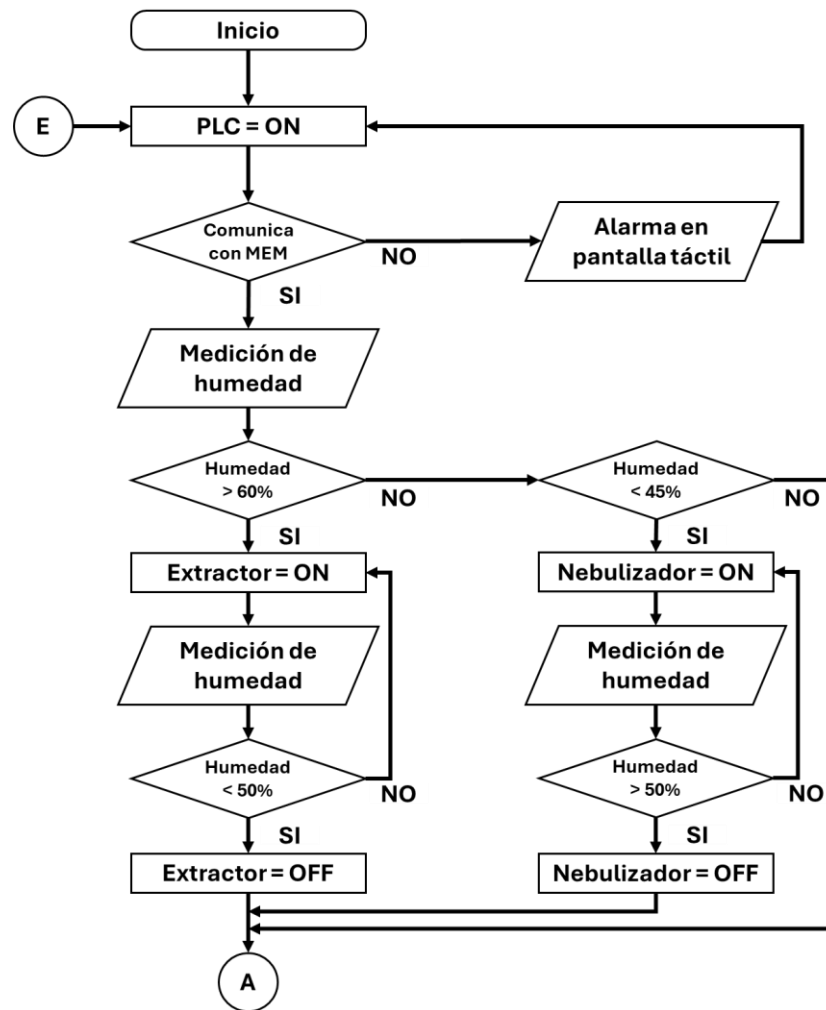
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-21. Diagrama de bloques control de iluminación.

2.6. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo es una herramienta visual que representa de manera gráfica la secuencia de acciones en un proceso, facilitando su comprensión y análisis. Utilizando símbolos y líneas de conexión,

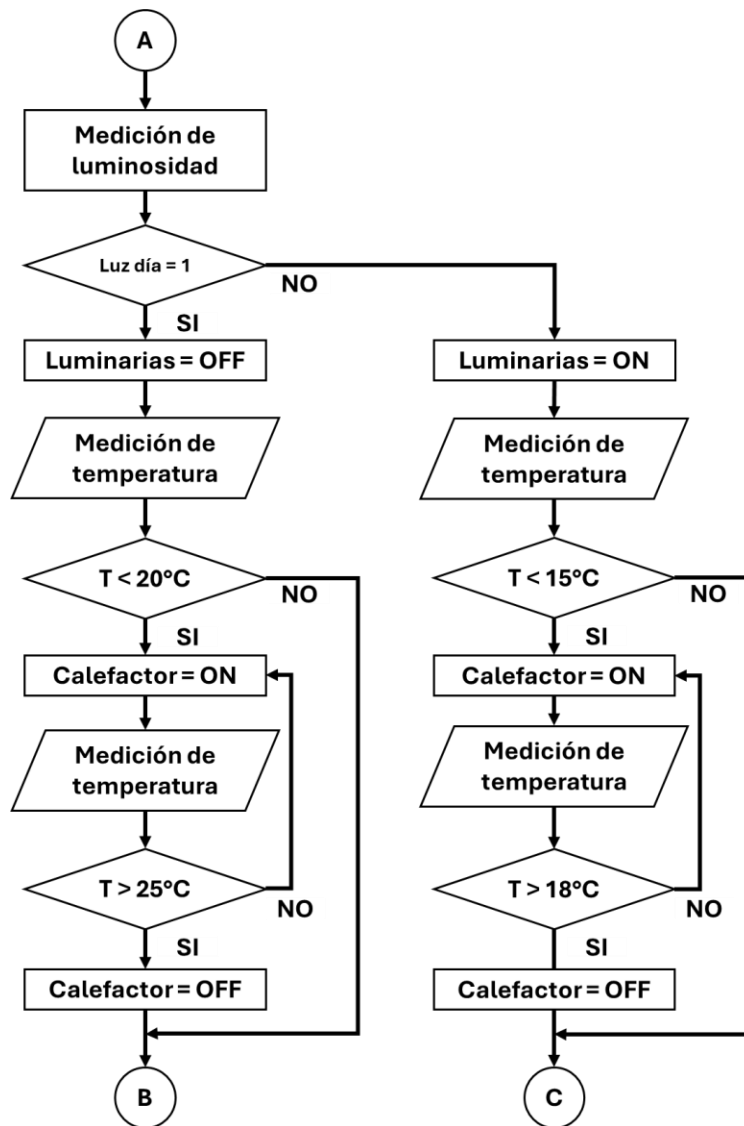
En la figura 2-22 se muestra que, al encender el PLC, este inicia su programa comprobando el estado de las comunicaciones. Si el proceso está en buen estado, se procede a medir la humedad ambiental, lo que puede generar tres posibilidades. Primera posibilidad: si la medición supera el 60%, se enciende el extractor de ventilación forzada hasta reducir la humedad a un valor inferior al 50%, momento en el cual se apaga el extractor. Segunda posibilidad: si el valor de humedad es inferior al 45%, se activa el sistema de nebulización hasta que la humedad supere el 50%, para luego apagar la nebulización. Tercera posibilidad: si la humedad se encuentra entre el 45% y el 60%, no se realiza ninguna acción, y se pasa a la siguiente etapa del proceso.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-22. Diagrama de flujo 1 de 4.

La siguiente etapa consiste en la medición de la luminosidad figura 2-23, lo que genera dos posibilidades. La primera ocurre cuando hay luz natural, en cuyo caso el sistema de iluminación artificial permanece apagado. Luego se mide la temperatura, y si esta es inferior a 20°C, se enciende el sistema de calefacción hasta alcanzar los 25°C, momento en el cual se apaga el sistema de calefacción y se pasa a la etapa B. En la segunda posibilidad, cuando no hay luz natural, se enciende el sistema de iluminación artificial y se prosigue con la medición de temperatura. Si esta es inferior a 15°C, se activa el sistema de calefacción hasta llegar a los 18°C, tras lo cual se apaga la calefacción y se continúa con la etapa C.



Fuente: Elaboración propia

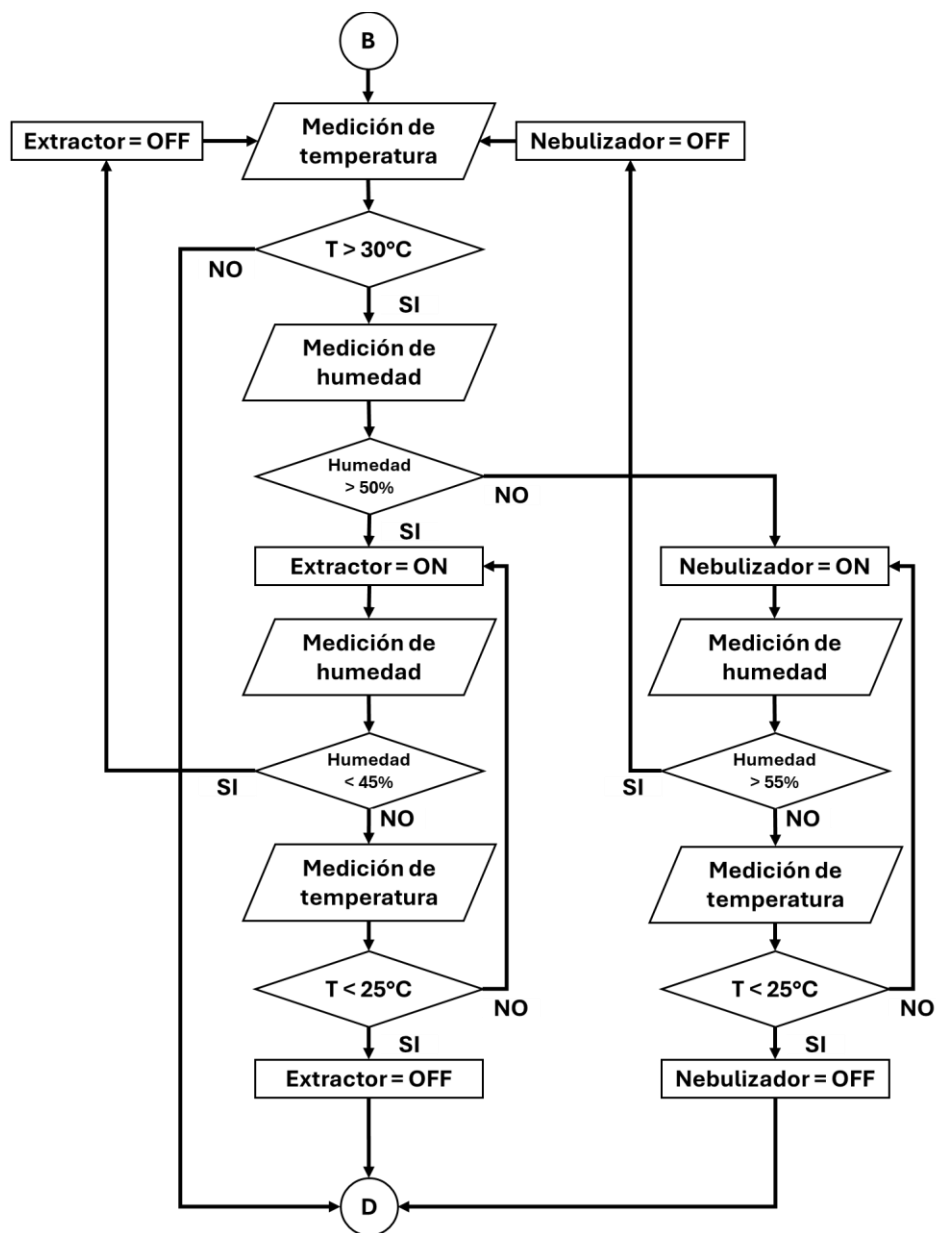
Figura 2-23. Diagrama de flujo 2 de 4.

En la etapa B, descrita en la figura 2-25, se mide la temperatura. Si esta supera los 30°C, se procede a medir la humedad. Si la humedad es superior al 50%, se activa el sistema de extracción; si es inferior, se activa el sistema de nebulización.

Para el primer caso, se monitorea la humedad: si alcanza un valor inferior al 45%, se apaga el extractor y se reinicia el proceso en la etapa B. Si no, se sigue midiendo la temperatura hasta que baje de 25°C, momento en que se apaga el extractor.

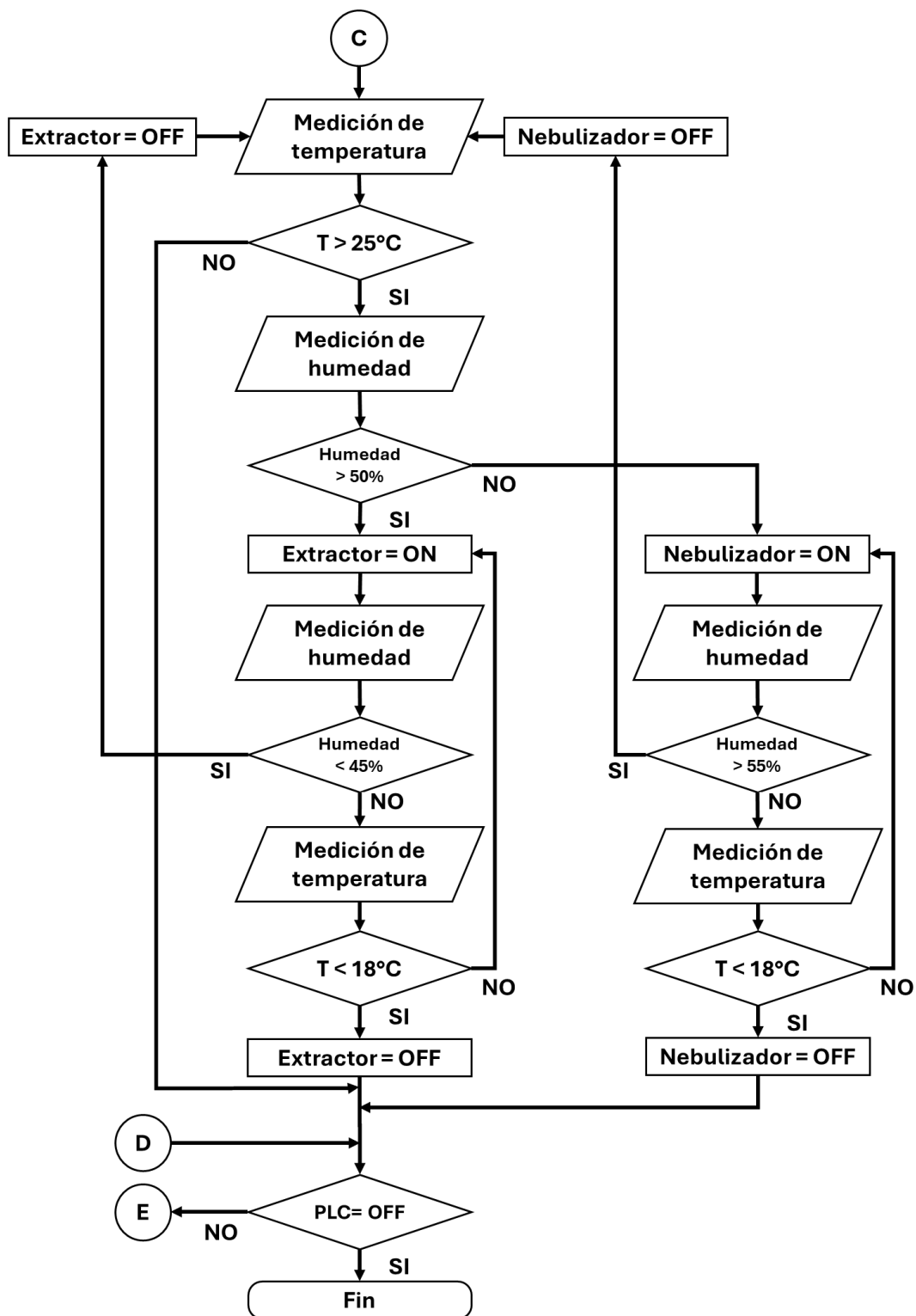
Para el segundo caso, si la humedad supera el 55%, se apaga el nebulizador y se reinicia el proceso en la etapa B. Si no, se continúa midiendo la temperatura hasta que descienda a menos de 25°C, apagando el nebulizador.

Una vez finalizados ambos procesos, se unen para continuar con la siguiente etapa.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-24. Diagrama de flujo 3 de 4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-25. Diagrama de flujo 4 de 4.

En la etapa C, descrita en la figura 2-25, se mide la temperatura. Si esta supera los 25°C, se procede a medir la humedad. Si la humedad es superior al 50%, se activa el sistema de extracción; si es inferior, se activa el sistema de nebulización.

Para el primer caso, se monitorea la humedad: si alcanza un valor inferior al 45%, se apaga el extractor y se reinicia el proceso en la etapa B. Si no, se sigue midiendo la temperatura hasta que baje de 18°C, momento en que se apaga el extractor.

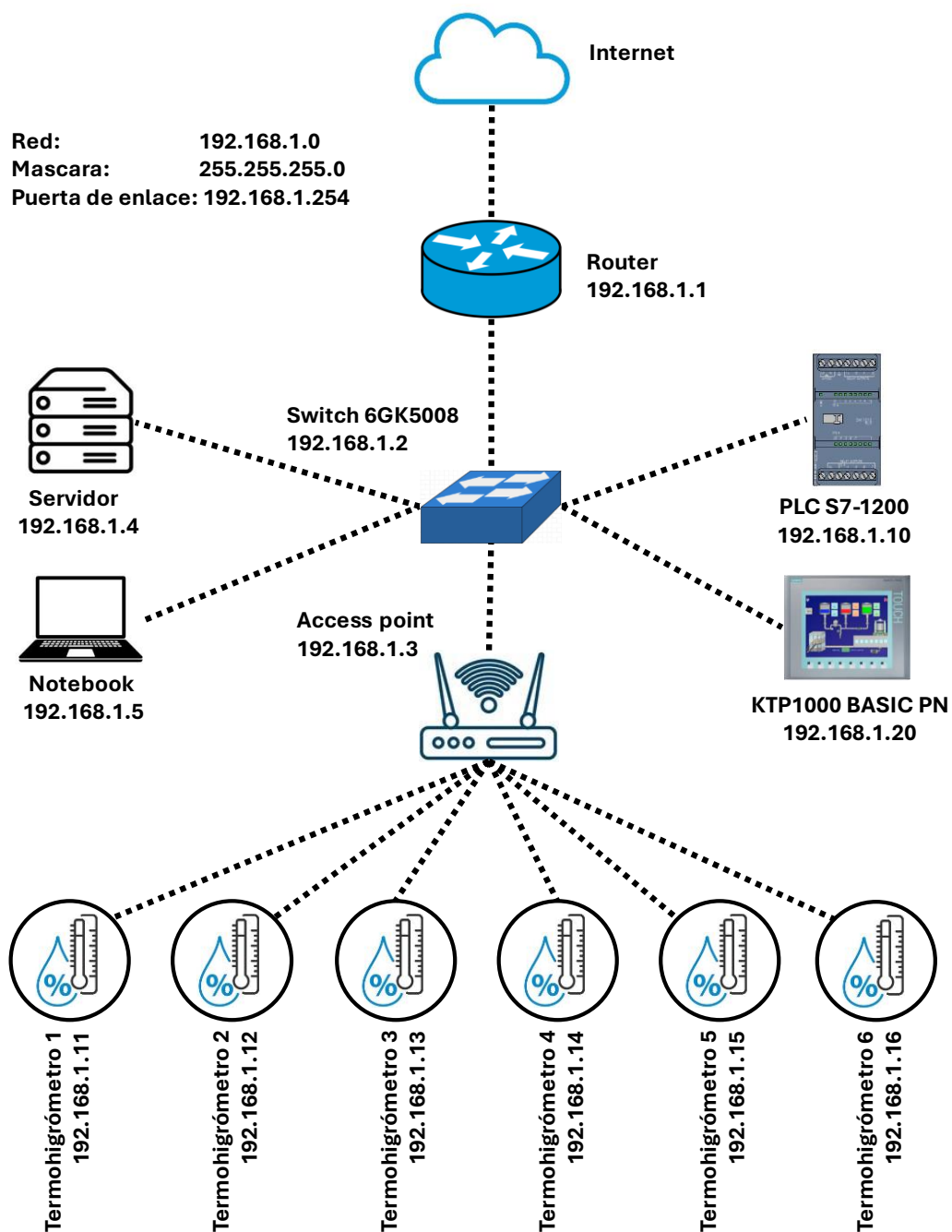
Para el segundo caso, si la humedad supera el 55%, se apaga el nebulizador y se reinicia el proceso en la etapa B. Si no, se continúa midiendo la temperatura hasta que descienda a menos de 18°C, apagando el nebulizador.

Una vez finalizados ambos procesos, se integran con el final de la etapa B. Si el programa del PLC se coloca en modo OFF, el sistema se detiene; en caso contrario, el ciclo se reinicia, dando comienzo nuevamente al proceso en la figura 2-22.

2.7. MODELO DE CONEXIÓN DE RED

Para el procesamiento de datos y la información capturada por los sensores, se debe realizar la conexión de los diferentes dispositivos que permiten no solo la recolección de datos, sino también su procesamiento y activación de los actuadores. La información recopilada es procesada mediante un PLC encargado de la activación de los diferentes actuadores, a través de una pantalla informativa posibilita la interacción con el operador, conectada mediante un switch. Además, se conecta un computador que permite la configuración y ajustes del PLC.

Adicionalmente, se requiere de un router para la gestión de los paquetes de datos, permitiendo también la visualización remota si es necesario. Los instrumentos de medición se comunican de manera inalámbrica WiFi, que transmite la información al PLC a través de un enlace guiado con un cable UTP, tal como se presenta en la Figura 2-26.

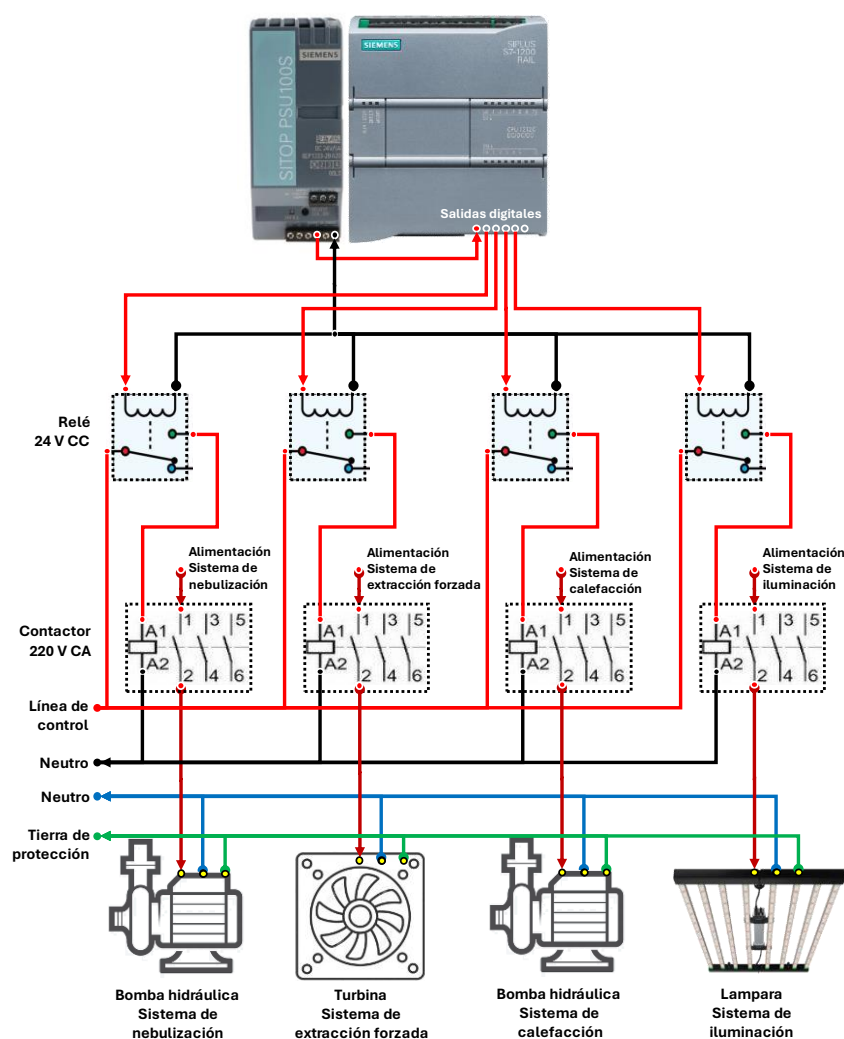


Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-26. Comunicación de equipamiento.

2.8. MODELO DE CONEXIÓN CONTROL

El modelo de conexionado de la figura 2-27 proporciona un detalle de cómo se establece la comunicación entre el PLC y los distintos actuadores. Se puede observar en él tanto el envío de comandos desde el PLC hacia cada uno de los actuadores. De esta manera, se logra una comprensión de cómo interactúan y se conectan los diferentes componentes del sistema.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-27. Diagrama de conexionado de control.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS

3. EVALUACIÓN DE COSTOS

El costo total del proyecto asciende a veinticuatro millones quinientos veintiún mil quinientos ochenta pesos (\$24.521.580) IVA incluido, lo que equivale a 653,91 UF, tal como se detalla en la Tabla 3-1. La valorización en UF se realizó el 09/06/24, tomando como referencia un valor de 1 UF = \$37.500.

Tabla 3-1. Resumen de costos.

Ítem	VALOR (pesos chilenos)	VALOR (UF)
Costos de materiales	\$ 19.639.600	523,72
Imprevistos (5%)	\$ 981.980	26,19
Costo de mano de obra	\$ 3.800.000	101,33
Costo de diseño del proyecto	\$ 100.000	2,67
TOTAL	\$ 24.521.580	653,91

Fuente: Elaboración propia

Los costos de materiales, mano de obra y diseño del proyecto se describen en los siguientes ítems, que se detallan en el capítulo tres.

Para el cálculo del costo total del proyecto se considera un factor por concepto de imprevistos, el cual representa un cinco por ciento del total costo de materiales

3.1. COSTOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados se dividirán en cuatro categorías, basadas en las funciones que desempeñan los equipos: actuadores, sensores, sistema de control y materiales generales. Los costos de cada categoría están valorizados según las ofertas del mercado al 09/06/24 y las cantidades acorde a lo presentado en el capítulo 2.

3.1.1. Costos de actuadores

Dentro de los gastos relacionados con los actuadores se incluyen los costos correspondientes a la nebulización, calefacción y ventilación. Los costos detallados se encuentran en las Tabla 3-2, Tabla 3-3, Tabla 3-4 y Tabla 3-5 respectivamente.

Tabla 3-2. Costos de sistemas de nebulización.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Purificador de agua 5 micras filtro de osmosis inversa de 3 Etapas	1	\$ 70.000	\$ 70.000	1,87
Sistema de impulsión presurizador ekj-801ia aquastrong	1	\$ 200.000	\$ 200.000	5,33
Mangueras riego presurización / Redes de distribución	120	\$ 7.000	\$ 840.000	22,40
Boquillas de pulverización PJ20	30	\$ 18.000	\$ 540.000	14,40
Sistema de sujeción / montaje	1	\$ 50.000	\$ 50.000	1,33
Venturi-inyector de fertilizante automático para agricultura, sistema Venturi de riego para invernadero	1	\$ 30.000	\$ 30.000	0,80
TOTAL			\$1.730.000	46

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-3. Costos de sistema de calefactor.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Termo Eléctrico Rheem 120 Litros (Calefactor)	1	\$ 300.000	\$ 300.000	8,00
Bomba Circuladora Calefacción Wilo STAR-RS 25/2 180mm 1 1/2" HE (220V)	1	\$ 170.000	\$ 170.000	4,53
Serpentín Acero Inoxidable 3/8	1500	\$ 3.000	\$ 4.500.000	120,00
Coplas, tee y llaves de paso	9	\$ 30.000	\$ 270.000	7,20
TOTAL			\$ 5.240.000	139,73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-4. Costos de ventilación forzada.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Extractor 50cm 230V-50Hz	8	\$ 160.000	\$ 1.280.000	34,13
TOTAL			\$ 1.280.000	34,13

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-5. Costos de iluminación.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Lámpara Colgante Spectrum Ip65 Indoor Greenhouse 1000W Leds	30	\$ 54.000	\$1.620.000	43,20
Fotocelda con base	1	\$ 13.000	\$ 13.000	0,35
Kit Suspensión luminaria Led 1.5 MTS	30	\$ 9.000	\$ 270.000	7,20
TOTAL			\$1.903.000	50,75

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Costos de sensores

Los sensores termo-higrómetro se presentan en la Tabla 3-6

Tabla 3-6. Costos de sensores.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Termo higrómetro S700-WIFI	6	\$ 211.000	\$ 1.266.000	33,76
TOTAL (Pesos)			\$ 1.266.000	33,76

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Costos de sistema de control

El costo del equipamiento de control se visualiza en la Tabla 3-7.

Tabla 3-7. Costos de sistema de control.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
PLC Siemens S7-1200 – CPU 1212C	1	\$ 500.000	\$ 500.000	13,33
SM 1231 Analógico	1	\$ 260.000	\$ 260.000	6,93
Pantalla táctil	1	\$ 500.000	\$ 500.000	13,33
Router	1	\$ 130.000	\$ 130.000	3,47
Switch Siemens 6GK5008	1	\$ 130.000	\$ 130.000	3,47
Access point	1	\$ 110.000	\$ 110.000	2,93
Servidor	1	\$ 1.300.000	\$ 1.300.000	34,67
Notebook	1	\$ 650.000	\$ 650.000	17,33
TOTAL			\$ 3.580.000	95,47

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Costos de materiales eléctricos

Los costos de los materiales eléctricos que permiten la conectividad e instalación de los distintos dispositivos se encuentran detallados en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8. Materiales eléctricos.

EQUIPAMIENTO	CANTIDAD	VALOR c/u (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Canastillo Portaconductor 100mm alto x 400mm ancho x 3m largo Terminación Galvanizado	10	\$ 55.000	\$ 550.000	14,67
Kit para montaje canastillos galvanizados	30	\$ 10.000	\$ 300.000	8,00
Cable RV-K 3 x 2.5 mm ² 0.6/1KV	1000	\$ 1.900	\$1.900.000	50,67
GABINETE METALICO 700x500x240mm Ip65	2	\$ 150.000	\$ 300.000	8,00
Disyuntor 2P C32 6000A	2	\$ 9.000	\$ 18.000	0,48
Disyuntor 1P C16 6000A	15	\$ 2.800	\$ 42.000	1,12
Interruptor Diferencial 2 x 25A 30MA Legrand	5	\$ 30.000	\$ 150.000	4,00
Regleta Distribución 7P Verde Cubierta Plástico	4	\$ 29.000	\$ 116.000	3,09
Regleta Distribución 7P Azul Cubierta Plástico	4	\$ 29.000	\$ 116.000	3,09
Borne de Conexión Riel Din DC4 0.5/4mm ² Gris	50	\$ 1.100	\$ 55.000	1,47
Borne Bipolar 125A 4 x 16 mm + 7 x 10 mm	1	\$ 10.600	\$ 10.600	0,28
Guardamotor EKO GM14	10	\$ 30.500	\$ 305.000	8,13
Portafusible Seccionable 10 x 38 mm c/ fusible	2	\$ 19.000	\$ 38.000	1,01
FUENTE PODER REDUNDANTE 24VDC/4A Siemens	1	\$ 250.000	\$ 250.000	6,67
RELE FNX MINI 24VCC -BASE RELE MINI	8	\$ 7.500	\$ 60.000	1,60
CONTACTOR 18A AC3 220Vac 1NA+1NC/CTX22 Legrand	8	\$ 57.500	\$ 460.000	12,27
TOTAL			\$4.670.600	124,55

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Costo total de los materiales

Los valores totales de los materiales utilizados se pueden apreciar en la tabla que se encuentra a continuación en la tabla 3-9.

Tabla 3-9. Costos totales de materiales.

EQUIPAMIENTO	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Sistemas de nebulización	\$1.700.000	45,33
Sistema de calefactor	\$5.240.000	139,73
Ventilación forzada	\$1.280.000	34,13
Iluminación	\$1.903.000	50,75
Sensores	\$1.266.000	33,76
Sistema de control	\$3.580.000	95,47
Materiales electricos	\$4.670.600	124,55
TOTAL	\$19.639.600	523,72
5% por imprevistos	\$981.980	26,19
TOTAL + imprevistos	\$20.621.580	549,91

Fuente: Elaboración propia

3.2. COSTOS DE MANO DE OBRA

Los costos de la mano de obra del proyecto corresponden al pago que se realizará a los trabajadores que lleven a cabo la instalación del equipamiento de control, sensores y actuadores que se encuentren en el invernadero.

Para la tarea de acondicionar un invernadero durante treinta días (cinco semanas), se necesita personal calificado que se describe en la tabla 3-10.

El valor por hora de los sueldos, en la Tabla 3-10, está basado en la información obtenida del sitio web ChileTrabajos, con un incremento del 10% para atraer el interés laboral.

Tabla 3-10. Mano de obra.

EQUIPAMIENTO	HORAS POR DIA	Nº DE DIAS	VALOR HORA (Pesos)	VALOR (Pesos)	VALOR (UF)
Electromecánico	8	30	\$ 3.500	\$ 840.000	22,40
Ayudante electromecánico	8	30	\$ 2.600	\$ 624.000	16,64
Gasfiter	8	20	\$ 3.300	\$ 528.000	14,08
Ayudante Gasfiter	8	20	\$ 2.300	\$ 368.000	9,81
Ingeniero en control e instrumentación	8	30	\$ 6.000	\$1.440.000	38,40
TOTAL				\$3.800.000	101,33

Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo la implementación del proyecto, se necesitará contar con profesionales cualificados y capacitados en diversas áreas específicas. A continuación, se detallan algunos de los perfiles que serán requeridos.

El técnico electromecánico debe poseer una diversidad de habilidades tanto técnicas como personales. Aquí se presentan algunas de las competencias técnicas más importantes de un Electromecánico:

Conocimientos en Electricidad y Electrónica:

- Comprensión y análisis de diagramas eléctricos.
- Montaje y cuidado de sistemas eléctricos.
- Detección y arreglo de fallos en circuitos electrónicos.

Mecánica:

- Experiencia en la operación y mantenimiento de máquinas.
- Experiencia en la manipulación de elementos mecánicos para su ensamblaje.
- Habilidad para llevar a cabo ajustes y calibraciones de índole mecánica.
- Experiencia y dominio en diversas técnicas de soldadura.
- Destreza en ensamble y montaje de elementos hechos de metal.

Automatización y Control:

- Desarrollo de PLC (Controladores Lógicos Programables).
 - Control de sistemas automáticos.
 - Implementación de sistemas automatizados en los procesos industriales.
- Normativas y Seguridad:
- Familiaridad con las normativas de seguridad industrial y eléctrica.
 - Implementación de medidas de seguridad en el entorno laboral.
- Trabajo en Equipo:
- Trabajar de manera efectiva en equipo con otros profesionales y departamentos.
 - Una comunicación eficiente y efectiva es clave para la coordinación de tareas y proyectos.
- Adaptabilidad y Flexibilidad:
- Habilidad para ajustarse a tecnologías y métodos de trabajo novedosos.
 - Capacidad de adaptarse y desempeñarse en distintos contextos y circunstancias.

Los ayudantes de electromecánico también necesitan una variedad de competencias, en un nivel más básico que los electromecánicos más calificados. A continuación, se detallan las competencias requeridas para un ayudante de electromecánico:

Conocimientos Básicos de Electricidad y Electrónica:

- Entender conceptos fundamentales de electricidad.
- Capacidad para identificar y utilizar herramientas eléctricas básicas.
- Asistencia en la instalación y reparación de circuitos sencillos.

Fundamentos de Mecánica:

- Conocimiento básico de componentes mecánicos y sus funciones.
- Habilidad para realizar tareas simples de montaje y desmontaje de piezas.
- Conocimientos elementales en técnicas de soldadura para tareas menores.

Uso de Herramientas y Equipos:

- Familiaridad con herramientas manuales y eléctricas.
- Manejo seguro de equipos de diagnóstico bajo supervisión.
- Uso correcto de destornilladores, alicates, llaves, taladros, y otros.
- Uso correcto de multímetros básicos, medidores de voltaje y corriente, etc.

Seguridad y Normativas:

- Conocimiento de las normas básicas de seguridad en el trabajo.
- Aplicación de prácticas seguras durante las tareas diarias.

Capacidad de Aprendizaje:

- Disposición para aprender y mejorar habilidades continuamente.

Trabajo en Equipo:

- Capacidad para seguir instrucciones y colaborar con el equipo.
- Buena comunicación con superiores y compañeros de trabajo.

Responsabilidad y Confiabilidad:

- Puntualidad y cumplimiento de horarios y tareas.
- Fiabilidad en la ejecución de tareas asignadas y en el reporte de problemas.

Es importante que un ayudante de electromecánico esté listo para brindar apoyo en todas las labores de los electromecánicos, así como adquirir nuevas habilidades y conocimientos a través de sus experiencias.

Las competencias de un gasfiter abarcan una combinación de habilidades técnicas necesarias para instalar y reparar sistemas de plomería. A continuación, se detallan las competencias clave para un gasfiter:

Conocimientos en Instalaciones Hidráulicas:

- Instalación de sistemas de agua.
- Conexión y mantenimiento de tuberías de agua fría y caliente.
- Manejo de materiales como PVC, cobre, PEX, etc.

Lectura e Interpretación de Planos y Diagramas:

- Capacidad para leer e interpretar planos hidráulicos y esquemas de instalación.
- Identificación de componentes y trayectorias de tuberías en los planos.
- Conocimientos básicos de construcción para entender la integración de sistemas de plomería.

Instalación y Reparación de Equipos:

- Instalación de grifos, calentadores de agua, entre otros.
- Diagnóstico y reparación de fugas, obstrucciones y problemas relacionados.
- Cumplimiento de los estándares de seguridad y calidad en todas las instalaciones.

- Familiaridad con tecnologías de ahorro de agua y energía.

Uso de Herramientas y Equipos Específicos:

- Manejo de herramientas manuales y eléctricas específicas de plomería (llaves, cortatubos, soplete, etc.).
- Utilización de equipos de diagnóstico como cámaras de inspección, medidores de presión, etc.
- Equipos de soldadura y pegamento para tuberías.

Trabajo en Equipo y Comunicación:

- Colaboración con otros profesionales (electricistas, albañiles, etc.) en proyectos.
- Comunicación clara y efectiva con clientes y compañeros de trabajo.

Atención al Detalle:

- Meticulosidad en la instalación y reparación de sistemas para evitar errores y fugas.
- Precisión en el corte y unión de tuberías.

Un ayudante de gasfiter desempeña un papel crucial en el apoyo a los gasfiteros calificados en la instalación y reparación de sistemas de plomería. A continuación, se detallan las competencias necesarias para un ayudante de gasfiter:

Conocimientos Básicos de Plomería:

- Familiaridad con los conceptos básicos de sistemas de agua.
- Conocimiento de los diferentes tipos de tuberías y sus usos (PVC, cobre, PEX, etc.).
- Capacidad para realizar tareas sencillas de instalación bajo supervisión.
- Asistencia en la reparación de fugas menores y desatasco de tuberías.

Uso de Herramientas Básicas de Plomería:

- Manejo de herramientas manuales como llaves ajustables, cortatubos, desatascadores, alicates, etc.
- Asistencia en el uso de herramientas eléctricas y equipos de diagnóstico bajo supervisión.
- Precisión en la manipulación de herramientas y materiales.
- Manejo de niveles, cintas métricas y otros instrumentos de medición básicos.

Lectura e Interpretación de Planos y Diagramas Simples:

- Comprensión básica de planos y esquemas hidráulicos para asistir en la instalación de sistemas.

Conocimientos de Normativas y Seguridad:

- Conocimiento básico de las normativas de seguridad y prácticas de trabajo seguro en plomería.
- Aplicación de medidas de seguridad personal y de equipo.

Capacidad de Aprendizaje:

- Disposición y habilidad para aprender nuevas técnicas y procedimientos de plomería.

Trabajo en Equipo:

- Capacidad para seguir instrucciones y trabajar en estrecha colaboración con gasfiteros calificados.
- Buena comunicación y disposición para colaborar con otros miembros del equipo.

Responsabilidad y Confiabilidad:

- Puntualidad y fiabilidad en el cumplimiento de tareas y horarios de trabajo.
- Honestidad y responsabilidad en la ejecución de las tareas asignadas.
- Meticulosidad en la ejecución de tareas para asegurar un trabajo de calidad.

Herramientas Manuales Básicas:

- Uso correcto de llaves, destornilladores, cortatubos, desatascadores, entre otros.
- Mantenimiento y cuidado adecuado de las herramientas de trabajo.

Técnicas Básicas de Soldadura y Unión de Tuberías:

- Conocimientos elementales en técnicas de soldadura para tareas menores.
- Habilidad para unir tuberías con adhesivos y métodos mecánicos bajo supervisión.

Estas competencias permiten a los ayudantes de gasfiter apoyar a los gasfiteros calificados en sus tareas diarias.

Un instrumentista es un profesional especializado en la instalación, calibración y reparación de instrumentos y sistemas de control. A continuación, se detallan las competencias:

Conocimiento de Instrumentación y Control:

- Comprensión de los principios de medición y control de variables como presión, temperatura, flujo y nivel.

- Familiaridad con tipos de instrumentos: sensores, transmisores, actuadores, controladores, etc.
- Instalación adecuada de instrumentos de medición y control.
- Calibración y ajuste preciso de instrumentos para asegurar su exactitud y confiabilidad.
- Diagnóstico y reparación de fallas en sistemas de instrumentación y control.

Lectura e Interpretación de Diagramas y Esquemas:

- Capacidad para leer e interpretar diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID).
- Comprensión de esquemas eléctricos y de control.

Programación y Configuración de Sistemas de Control:

- Programación de PLC (Controladores Lógicos Programables).
- Configuración de sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Conocimientos de Normativas y Estándares:

- Familiaridad con normativas y estándares de instrumentación y control.
- Cumplimiento de regulaciones de seguridad y medio ambiente en todas las actividades.

Resolución de Problemas:

- Habilidad para diagnosticar y resolver problemas técnicos complejos de manera eficiente.
- Capacidad analítica para identificar causas raíz de fallas y proponer soluciones efectivas.

Trabajo en Equipo y Comunicación:

- Colaboración efectiva con otros técnicos, ingenieros y personal operativo.
- Comunicación clara y precisa tanto oral como escrita para coordinar trabajos y reportar problemas.

Fundamentos de Electrónica y Electricidad:

- Conocimiento sólido en circuitos eléctricos y electrónicos.
- Comprensión de conceptos básicos de potencia y señal.

3.3. **CARTA GANTT**

A continuación, se detallarán tres programaciones correspondientes al estado general, trabajo de electromecánico y trabajo de gasfiter. Tablas 3-11, Tablas 3-12 y Tablas 3-13 respectivamente.

Una vez recibidos y trasladados los materiales, se iniciará la implementación del proyecto.

Las labores de los electromecánicos son las siguientes:

Sistema de nebulización: Instalación del tablero de alimentación eléctrica (2 y 3), Montaje del tablero de control (4), Canalización (5 y 6), Cableado de la electrobomba de presión (6 y 7), Instalación de la electrobomba (7).

Sistema de calefacción: Montaje de la bomba (8), Canalización (9 y 10), Cableado de la electrobomba (10 y 11), Instalación de la bomba (11).

Sistema de iluminación: Instalación de soportes para luminarias (12 y 13), Instalación de soportes para canalización (14 y 15), Canalización (15 y 16), Cableado (17), Montaje de luminarias y conexión (18 y 19).

Ventilación forzada: Montaje de turbinas (20 y 21), Canalización (22 y 23), Cableado (24).

Sensores: Cableado (25 y 26), Montaje y conexión de sensores (26).

Sistema de control: Montaje del equipamiento y conexión (27 a 29), Configuración (29).

Finalmente, se procederá a la puesta en marcha del sistema (29 y 30).

Las labores de los gasfiteros se detallan a continuación:

Sistema de nebulización: Montaje de soportes para ductos (2 al 5), Instalación de ductos (5 al 7), Instalación de pulverizadores (8), Instalación del estanque, canalización y accesorios (9 y 10).

Sistema de calefacción: Instalación de radiadores (11 al 15), Montaje del termo eléctrico, canalización y accesorios (16 al 18).

Finalmente, se procederá a la puesta en marcha del sistema (29 y 30).

Tabla 3-11. Carta Gantt general.

Actividad	Días																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recepción de materiales																														
Sistemas de nebulización																														
Sistema de calefactor																														
Sistemas de iluminación																														
Ventilación forzada																														
Sensores																														
Sistema de control																														
Puesta en marcha																														

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-12. Carta Gantt electromecánico, ayudante electromecánico e ingeniero en control e instrumentación.

Actividad	Días																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recepción de materiales																														
Sistemas de nebulización																														
Sistema de calefactor																														
Sistemas de iluminación																														
Ventilación forzada																														
Sensores																														
Sistema de control																														
Puesta en marcha																														

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-13. Carta Gantt gasfiter y ayudante gasfiter.

Actividad	Días																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Recepción de materiales																														
Sistemas de nebulización																														
Sistema de calefactor																														
Sistemas de iluminación																														
Ventilación forzada																														
Sensores																														
Sistema de control																														
Puesta en marcha																														

Fuente: Elaboración propia.

3.4. COSTO DE DISEÑO DEL PROYECTO

El costo del diseño del proyecto tiene un valor de cien mil pesos (\$ 100.000), equivalente a 2,67 UF. Contempla el diseño y entregables del proyecto.

3.5. ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD EN INVERNADEROS

La capacidad de producción de un invernadero de 240 metros cuadrados es de aproximadamente 100.000 plántulas, organizadas en bandejas con capacidad para 200 plántulas cada una. El valor de cada plántula varía según el tipo de producción, con un rango de entre \$80 a los \$350 CLP por unidad. Tomando como referencia un precio de \$250 CLP por plántula de tomate, el valor total de venta sería de \$25.000.000 CLP por ciclo.

De acuerdo con los costos detallados en la tesis “Desarrollo de un sistema de información de costos para los pequeños productores hortofrutícolas” de la Pontificia Universidad Católica de Chile, se estima que el costo de producción para 100,000 plántulas es de \$13.836.519 CLP. Considerando una tolerancia del 5%, los costos podrían ascender a \$14.528.345 CLP.

La diferencia en el tiempo de crecimiento entre un invernadero convencional y uno controlado depende del nivel de control sobre las variables ambientales. En un invernadero convencional, el control de la temperatura, humedad y luz es limitado y depende en gran medida de las condiciones exteriores. En este caso, el crecimiento de las plántulas puede extenderse entre 5 y 7 semanas. Por el contrario, en un invernadero controlado, donde se ajustan cuidadosamente estos factores, el tiempo de crecimiento puede reducirse a 4 o 5 semanas, logrando un desarrollo más rápido y uniforme.

En términos de ciclos anuales, un invernadero convencional permite un máximo de 6 producciones al año, mientras que un invernadero controlado puede alcanzar hasta 9 producciones anuales. Considerando estos datos, se puede proyectar una ganancia anual de \$62.829.930 CLP en un invernadero no controlado, y de \$94.244.895 CLP en un invernadero controlado, lo que

representa una diferencia de \$31,414,965 CLP en ganancia adicional. Este margen extra permite recuperar la inversión inicial en un plazo de un año.

3.6. MEJORA FUTURAS DEL PROYECTO

El avance de la tecnología en la industria ha revolucionado varios sectores productivos y también ha tenido un impacto positivo en el ámbito agrícola. Ha brindado nuevas soluciones innovadoras para aumentar la eficiencia, la productividad y promover prácticas sostenibles en los cultivos. A continuación, se presentan algunas de las mejoras tecnológicas que podrían expandir el alcance de aplicación de este proyecto.

Tecnología de invernaderos inteligentes:

Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático, son algoritmos que se utilizan para analizar datos históricos y en tiempo real, con el objetivo de optimizar la gestión de cultivos y anticipar las necesidades futuras.

Energía renovable:

El uso de energías renovables o limpias podría permitir la reducción de costos al aprovechar recursos naturales como lo hacen los paneles fotovoltaicos. Además, contribuiría a disminuir la contaminación y se podrían generar sistemas con una huella de carbono neutra.

Los paneles solares emplean energía solar en lugar de fuentes de energía no renovables, con el propósito de disminuir nuestra dependencia y mitigar los efectos negativos al medio ambiente.

Almacenamiento de energía: Las nuevas baterías de generación avanzada tienen la capacidad de almacenar energía para su uso durante la noche o en días con poca radiación solar, asegurando un suministro constante.

Biotecnología y genética:

Cultivos resilientes: Se está llevando a cabo una investigación sobre la creación de variedades de plantas que han sido modificadas genéticamente o editadas para incrementar su resistencia ante enfermedades, plagas y condiciones ambientales adversas.

Optimización de nutrición: Se está llevando a cabo una investigación para fortificar los cultivos, que busca incrementar su valor nutricional y optimizar su adaptación a las técnicas de agricultura en invernaderos.

La forma en que vemos la agricultura podría cambiar debido a estos avances tecnológicos, lo cual afectaría las necesidades básicas para la germinación y otros procesos de crecimiento de las plantas.

Robótica y automatización avanzada:

Robots de cultivo: Los robots pueden encargarse de plantar, cosechar y llevar a cabo tareas de mantenimiento, lo cual disminuye la dependencia de mano de obra y aumenta la precisión y uniformidad.

Drones y vehículos autónomos: Estos drones son empleados para llevar a cabo tareas de monitoreo aéreo, distribución de insumos y vigilancia del estado sanitario de los cultivos.

Gestión de recursos integrada systems

Ciclo cerrado de nutrientes: se desarrollan sistemas que permiten el reciclaje y reutilización del agua y los nutrientes, logrando un ciclo cerrado para reducir al mínimo los desperdicios y maximizar la eficacia.

La agricultura en invernaderos está experimentando una nueva era gracias a los avances tecnológicos actuales y futuros, que promueven la innovación y la sostenibilidad para lograr sistemas de producción más eficientes y productivos. Además de mejorar la capacidad de los agricultores para producir alimentos de alta calidad, estos avances también fomentan prácticas agrícolas más responsables y respetuosas con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

El uso de invernaderos en el sector agrícola es fundamental para ofrecer una mayor variedad de productos durante todo el año, incluso aquellos que no se producen de forma natural en la región, brindando ventajas competitivas en el mercado.

Los invernaderos controlados permiten acelerar el crecimiento de los cultivos al mantener condiciones óptimas de temperatura, humedad y luz, lo que mejora la eficiencia de la producción en comparación con el cultivo al aire libre.

Además, los invernaderos permiten la reducción de pérdidas, el control de plagas y enfermedades, lo que resulta en productos más atractivos y de mayor calidad para los consumidores. La incorporación de instrumentación y tecnología en estos procesos optimiza el uso de recursos existentes, mejorando la eficiencia y rendimiento de los cultivos. Aunque la inversión inicial en invernaderos puede ser elevada debido a los sistemas, los altos rendimientos que ofrecen hacen que la inversión sea rentable a largo plazo.

Factores globales como el cambio climático impulsan aún más la adopción de cultivos en invernaderos, que proporcionan entornos controlados frente a las inclemencias del tiempo. La autonomía tecnológica, gracias sistemas automatizados, representa un avance significativo, permitiendo que los invernaderos funcionen de manera independiente, con tareas automatizadas como la regulación de temperatura y humedad, optimizando así los recursos utilizados.

Finalmente, la implementación de un sistema de control y monitoreo ambiental en invernaderos, especialmente en el cultivo de almácigos, es una solución para mejorar la productividad y calidad de los productos. A través de la integración de tecnologías, se garantiza un entorno adecuado para el desarrollo de las plantas, minimizando pérdidas y aumentando la competitividad en el mercado. En conclusión, contribuye a una agricultura más sostenible y rentable, preparándose para satisfacer la creciente demanda de alimentos a nivel global.

BIBLIOGRAFÍA

Norma chilena eléctrica, PLIEGOS RIC / Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica- Decreto 08. [en línea] <<https://www.sec.cl/reglamento-de-seguridad-de-las-instalaciones-de-consumo-de-energia-electrica-decreto-08/>> [consulta: 30 de diciembre de 2020].

Luis, A., Lopez, G., & Kato Ishizawa. (n.d.). PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA. [en línea] <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/996/LOPEZ_VARGAS_LUIS_CONTROL_TEMPERATURA_INVERNADERO_.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consulta: 9 de junio de 2024].

Olmos, L. M. Los invernaderos del futuro, a la vuelta de la esquina. Tecnología Hortícola. [en línea] <<https://www.tecnologiahorticola.com/horticultura-invernaderos-futuro/>> [consulta: 14 de mayo de 2021].

Blanco, I. Almacigos: La clave para tu cultivo de plantas. De Raíz Chile | Expertos En Compost, Tierra de Hojas y Jardinería. [en línea] <<https://www.deraizchile.cl/blogs/noticias/que-es-un-almacigo>> [consulta: 13 de mayo de 2023].

Fabricantes de Invernaderos y Sistemas de Riego. (n.d.). Novagric. [en línea] <<https://www.novagric.com/es/>> [consulta: 12 de octubre de 2012].

Hidroponía, C. (s/f). TECNOLOGÍA AGRÍCOLA: ¿QUÉ ES EL RIEGO POR NEBULIZACIÓN? Hidroponia.mx. [en línea] <<http://hidroponia.mx/tecnologia-agricola-que-es-el-riego-por-nebulizacion/>> [consulta: 26 de agosto de 2015].

PLC S7 1200 Siemens al detalle, comparación, bloques, tecnopl. Tecnopl. [en línea] <https://www.tecnopl.com/plc-s7-1200-siemens-al-detalle-comparacion-bloques-memoria/#Qu%C3%A9_es_un_PLC_S7_1200_Siemens> [consulta: 23 de mayo de 2022].

Buscar trabajo Chile. (s/f). Computrabajo.com. [en línea] <<https://cl.computrabajo.com/>> [consulta: 23 de septiembre de 2024].

Ofertas de trabajo, bolsa de trabajo - Busca empleos en Chiletrabajos. (s/f). Chiletrabajos Empleos Trabajos. [en línea] <<https://www.chiletrabajos.cl/>> [consulta: 23 de septiembre de 2024].

María Jesús Poblete F. y Juan Pedro León P (S/f). Gob.cl. [en línea] <https://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/publica/Sist_costos_para_productores.pdf/> [consulta: diciembre de 2010].

(S/f-b). Inia.cl. [en línea] <<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/bcfd1532-4516-4161-97be-2199bd89b0ff/content>> [consulta: 23 de septiembre de 1.999].

ANEXOS

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7212-1BE40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1212C, CPU compacta AC/DC/relé, E/S
INTEGRADAS: 8 DI DC 24V; 6 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10V DC, alimentación:
AC 85-264 V AC con 47-63 Hz, Memoria de programas/datos 75 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1212C AC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.4
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V16 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (AC)	
• 120 V AC	Sí
• 230 V AC	Sí
Rango admisible, límite inferior (AC)	85 V
Rango admisible, límite superior (AC)	264 V
Frecuencia de red	
• Rango admisible, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible, límite superior	63 Hz
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	240 mA con 120 V AC; 120 mA con 240 V AC
Intensidad de cierre, máx.	20 A; con 264 V
I^2t	0,8 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 000 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	11 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	75 kbyte
• ampliable	No
Memoria de carga	
• integrada	2 Mbyte
Respaldo	
• existente	Sí
• libre de mantenimiento	Sí
• sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs
para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs
CPU-bloques	

Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
• Número, máx.	4 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 2 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Sí
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	8
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Sí
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	6; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• Nº de salidas relé	6
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	

• Tensión	Sí
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	Sí
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	Sí
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	Sí
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
con aislamiento galvánico	Sí
Detección automática de la velocidad de transferencia	Sí
Autonegociación	Sí
Autocrossing	Sí
Física de la interfaz	
• RJ 45 (Ethernet)	Sí
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	Sí
• PROFINET IO-Device	Sí
• Comunicación SIMATIC	Sí
• Comunicación IE abierta	Sí; También disponible cifrada
• Servidores web	Sí
• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Sí
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	Sí
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	Sí
— Nº de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	Sí
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	Sí
— Shared Device	Sí
— Nº de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Protocolos	

Soporta protocolo para PROFINET IO	Sí
PROFIBUS	Sí; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
AS-Interface	Sí; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	No
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
— MRPD	No
Comunicación SIMATIC	
• S7-Routing	Sí
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Sí
• Páginas web definidas por el usuario	Sí
OPC UA	
• Requiere licencia runtime	Sí
• OPC UA Server	Sí; Acceso a datos (Read, Write, Subscribe), requiere licencia runtime
— Número de sesiones, máx.	5
— Número de variables accesibles, máx.	1 000
— Número de suscripciones por sesión, máx.	5
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx.	500
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	1 000
Otros protocolos	
• MODBUS	Sí
Funciones de comunicación	
Comunicación S7	
• Soporta	Sí
• como servidor	Sí
• Como cliente	Sí
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
Nº de conexiones	
• total	8 conexiones para la comunicación de usuarios abierta (activa o pasiva): TSEND_C, TRCV_C, TCON, TDISCON, TSEND y TRCV, 8 conexiones CPU/CPU (cliente o servidor) para datos GET/PUT, 6 conexiones para asignación dinámica a GET/PUT o a comunicación de usuarios abierta
Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Sí
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Sí
Búfer de diagnóstico	

• existente	Sí
Traces	
• Número de Traces configurables	2
• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Sí
• LED ERROR	Sí
• LED MAINT	Sí
Funciones integradas	
Nº de contadores	6
Frecuencia de contaje (contadores), máx.	100 kHz
Medida de frecuencia	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Regulador PID	Sí
Nº de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Sí
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Sí
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
• Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Sí
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí
Homologación FM	Sí
RCM (anteriormente C-TICK)	Sí
Homologación KC	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Caída libre	

• Altura de caída, máx.	0,3 m
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 4 o 3 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 8 o 6 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación, mín.	-1 000 m
• Altitud de instalación, máx.	2 000 m
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6	Montaje en pared 2 g (m/s²); perfil DIN 1 g (m/s²)
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Sí
Ensayo de resistencia a choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Sí
Configuración	
programación	
Lenguaje de programación	
— KOP	Sí
— FUP	Sí
— SCL	Sí
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Sí
• Protección contra copia	Sí
• Protección de bloques	Sí
Protección de acceso	
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Sí
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Sí
• Nivel de protección: Protección completa	Sí
Vigilancia de tiempo de ciclo	
• Configurable	Sí
Dimensiones	
Ancho	90 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	425 g
Última modificación:	16/01/2021 

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7231-4HD32-0XB0


Figura similar

SIMATIC S7-1200, módulo de entradas analógicas, SM 1231, 4 AI, +/-10V, +/-5V, +/-2,5V, o 0-20 mA/4-20 mA, 12 bits + signo (13 bits ADC)

Información general	
Designación del tipo de producto	SM 1231, AI 4x13 bit
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Intensidad de entrada	
Consumo, típ.	45 mA
de bus de fondo 5 V DC, típ.	80 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,5 W
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	4; Entradas diferenciales tipo corriente o tensión
Tensión de entrada admisible para entrada de tensión (límite de destrucción), máx.	35 V
Intensidad de entrada admisible para entrada de corriente (límite de destrucción), máx.	40 mA
Tiempo de ciclo (todos los canales), máx.	625 µs
Rangos de entrada	
• Tensión	Sí; ± 10 V, ± 5 V, $\pm 2,5$ V
• Intensidad	Sí; 4 a 20 mA, 0 a 20 mA
• Termopar	No
• Termorresistencias	No
• Resistencia	No
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• -10 V a +10 V	Sí
— Resistencia de entrada (-10 V a +10 V)	≥ 9 MOhm
• -2,5 V a +2,5 V	Sí
— Resistencia de entrada (-2,5 V a +2,5 V)	≥ 9 MOhm
• -5 V a +5 V	Sí
— Resistencia de entrada (-5 V a +5 V)	≥ 9 MOhm
Rangos de entrada (valores nominales), intensidades	
• 0 a 20 mA	Sí
— Resistencia de entrada (0 a 20 mA)	280 Ω
• 4 mA a 20 mA	Sí
— Resistencia de entrada (4 mA a 20 mA)	280 Ω
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	12 bit; + signo
• Tiempo de integración parametrizable	Sí
• Supresión de perturbaciones de tensión para frecuencia perturbadora f1 en Hz	40 dB, DC a 60 V para frecuencia de perturbación 50/60 Hz

Filtrado de valores medidos	
• parametrizable	Sí
• Nivel: ninguno	Sí
• Nivel: débil	Sí
• Nivel: medio	Sí
• Nivel: intenso	Sí
Error/precisiones	
Error de temperatura (referido al rango de entrada), (+/-)	25 °C ±0,1 %, a 55 °C ±0,2 % todo el rango de medida
Límite de error básico (límite de error práctico a 25 °C)	
• Tensión, referida al rango de entrada, (+/-)	0,1 %
• Intensidad, referida al rango de entrada, (+/-)	0,1 %
Supresión de tensiones perturbadoras para (f1 +/- 1%), f1 = frecuencia perturbadora	
• Tensión en modo común, máx.	12 V
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Alarmas	Sí
Función de diagnóstico	Sí
Alarmas	
• Alarma de diagnóstico	Sí
Diagnósticos	
• Vigilancia de la tensión de alimentación	Sí
• Rotura de hilo	Sí
LED señalizador de diagnóstico	
• para el estado de las entradas	Sí
• para mantenimiento	Sí
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí
Homologación FM	Sí
RCM (anteriormente C-TICK)	Sí
Homologación KC	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Caída libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Humedad relativa del aire	
• Funcionamiento a 25 °C sin condensación, máx.	95 %
Concentraciones de sustancias contaminantes	
• SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
sistema de conexión	
Conector frontal requerido	Sí
Elementos mecánicos/material	

Material de la caja (en el frente)	
• Plástico	Sí
Dimensiones	
Ancho	45 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	180 g
Última modificación:	25/4/2024 

SIEMENS

Hoja de datos

6AV6647-0AF11-3AX0


SIMATIC HMI KTP1000 Basic Color PN, Basic Panel, Manejo con teclado/táctil, Pantalla TFT de 10", 256 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de WinCC flexible 2008 SP2 Compact/ WinCC Basic V10.5/ STEP 7 Basic V10.5, incluye software Open Source, que se cede gratuitamente ver CD adjunto

Información general	
Designación del tipo de producto	KTP1000 Basic color PN
Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	10,4 in
Achura del display	211,2 mm
Altura del display	158,4 mm
Nº de colores	256
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	640 pixel
• Resolución de imagen vertical	480 pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	50 000 h
• Retroiluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	8
— Nº de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Sí; Analógica resistiva
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje en bastidor	No
Montaje en pared/directo	No
Montaje vertical (formato retrato) posible	No
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	0,6 A
Intensidad transitoria de conexión I _{pt}	0,2 A ² ·s

Potencia	
Consumo de potencia activa, típ.	15 W
Procesador	
Tipo de procesador	RISC 32 bits
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
memoria usable para datos de usuario	2 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	Sí
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	No
• Reloj por software	Sí
• Respaldado	No
• Sincronizable	Sí
Interfaces	
Nº de interfaces Industrial Ethernet	1
Nº de interfaces RS 485	0
Nº de interfaces RS 422	0
Nº de interfaces RS 232	0
Nº de interfaces USB	0
Nº de interfaces 20 mA (TTY)	0
Nº de interfaces paralelas	0
Nº de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
Protocolos	
PROFINET	Sí
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
Soporta protocolo para EtherNet/IP	Sí
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	Sí
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• MODBUS	Sí; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Diagnósticos	
• Se puede leer la información de diagnóstico	No
Grado de protección y clase de protección	
IP (frontal)	IP65
IP (lado posterior)	IP20
NEMA (frontal)	
• Enclosure Type 4 en el frente	Sí
• Enclosure Type 4x en el frente	Sí
Normas, homologaciones, certificados	

Marcado CE	Sí
cULus	Sí
RCM (anteriormente C-TICK)	Sí
Homologación KC	Sí
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
• ATEX zona 2	No
• ATEX zona 22	No
• cULus Class I zona 1	No
• cULus Class I zona 2, división 2	No
• FM Class I Division 2	No
Homologaciones navales	
• Germanischer Lloyd (GL)	Sí
• American Bureau of Shipping (ABS)	Sí
• Bureau Veritas (BV)	Sí
• Det Norske Veritas (DNV)	Sí
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Sí
• Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Sí
• Polski Rejestr Statkow (PRS)	No
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
En servicio (montaje vertical)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	Sí
Sistema operativo preinstalado	
• Windows CE	No
configuración / título	
Ventana de avisos	Sí
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Administración de recetas	Sí
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• WinCC flexible Compact	Sí
• WinCC flexible Standard	Sí
• WinCC flexible Advanced	Sí
• WinCC Basic (TIA Portal)	Sí
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Sí
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Sí
• WinCC Professional (TIA Portal)	Sí
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	5
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Sí
Aplicaciones/opciones	
• Navegador web	No

• SIMATIC WinCC Sm@rtServer	No
Planificador de tareas	
• controlada por tiempo	No
• controlada por tarea	Sí
Sistema de avisos	
• Nº de clases de avisos	32
• Avisos de bit	Sí
— Nº de avisos de bit	200
• Avisos analógicos	Sí
— Nº de avisos analógicos	15
• Avisos del sistema HMI	Sí
• avisos de sistema de otros (SIMATIC S7, SINUMERIK, SIMOTION, ...)	No
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Indicador de avisos	Sí
• Búfer de avisos	
— Nº de entradas	256
— Búfer circular	Sí
— remanente	Sí
— libre de mantenimiento	Sí
Administración de recetas	
• Número de recetas	5
• Registros por receta	20
• Entradas por registro	20
• Tamaño de la memoria de recetas interna	40 kbyte
• Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
• Nº de variables por equipo	500
• Nº de variables por sinóptico	30
• Valores límite	Sí
• Multiplexar	Sí
• Estructuras	No
• Matrices	Sí
Imágenes	
• Número de imágenes configurables	50
• Ventana permanente/platilla	Sí
• Imagen global	Sí
• Selección de imagen vía PLC	Sí
• Nº de imagen en el PLC	Sí
Objetos gráficos	
• Número de objetos por imagen	30
• Campos de texto	Sí
• Campos de E/S	Sí
• Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Sí
• Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Sí
• Campos de fecha/hora	Sí
• Interruptores	Sí
• Botones	Sí
• Visor de gráficos	Sí
• Iconos	Sí
• Objetos geométricos	Sí
Objetos gráficos complejos	
• Número de objetos complejos por imagen	5
• Visor de avisos	Sí
• Visor de curvas	Sí
• Visor de usuarios	Sí
• Estado/forzado	No
• Visor Sm@rtClient	No
• Visor de recetas	Sí
• Visor de curvas f(x)	No

• Visor de diagnóstico del sistema	No
• Media Player	No
• Barras	Sí
• Deslizadores	No
• Instrumentos de aguja	No
• Reloj analógico/digital	No
Listas	
• N° de listas de textos por proyecto	150
• N° de entradas por lista de textos	30
• N° de listas gráficas por proyecto	100
• N° de entradas por lista gráfica	30
Registro histórico	
• N° de archivos históricos por equipo	0
Seguridad	
• Número de grupos de usuarios	50
• Número de derechos de usuario	32
• Número de usuarios	50
• Exportación/importación de contraseñas	No
• SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
• Fuentes de teclado	
— USA (Inglés)	Sí
Transferencia (carga/descarga)	
• MPI/PROFIBUS DP	No
• USB	No
• Ethernet	Sí
• mediante soporte de memoria externo	No
Acoplamiento al proceso	
• S7-1200	Sí
• S7-1500	Sí
• S7-200	Sí
• S7-300/400	Sí
• LOGO!	Sí
• Win AC	Sí
• SINUMERIK	No
• SIMOTION	No
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí
• Allen Bradley (DF1)	No
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Sí
• Mitsubishi (FX)	No
• OMRON (FINS TCP)	No
• OMRON (LINK/MultiLink)	No
• Modicon (Modbus TCP/IP)	Sí
• Modicon (Modbus)	Sí
Herramientas/auxiliares para configuración	
• Backup/Restore	Sí
• Backup/Restore automáticos	No
• Simulación	Sí
• Conmutación de dispositivo	Sí
Periferia/Opciones	
Impresora	No
Tarjeta de memoria MM SIMATIC HMI: Multi Media Card	No
Tarjeta de memoria SD SIMATIC HMI: Tarjeta de memoria Secure Digital	No
Memoria USB	No
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
• Plástico	Sí
• Aluminio	No
• Acero inoxidable	No
Dimensiones	

Ancho del frente de la caja	335 mm
Altura del frente de la caja	275 mm
Recorte para montaje, ancho	310 mm
Recorte para montaje, Altura	248 mm
Profundidad de montaje	60 mm
Pesos	
Peso (sin embalaje)	2,65 kg
peso (con embalaje)	3,38 kg

Última modificación:6/9/2023 

PURIKOR

Purificación POU



Ósmosis Inversa

PKRO100-5P, PKRO100-6UVPM, PKRO400-6UVP

SISTEMA ÓSMOSIS INVERSA PUNTO DE USO (POU)

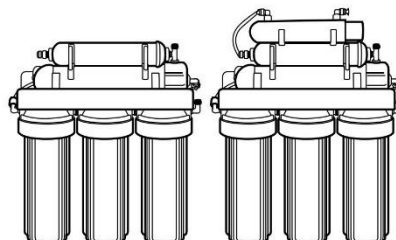
FICHA TÉCNICA

Traído por

 **ASPA®**

PKRO100-5P. PKRO100-6UVPM. PKRO400-6UVP

El sistema PURIKOR de ósmosis inversa, utiliza técnicas avanzadas para entregar agua saludable y obtener un buen sabor. La parte central de la unidad es la membrana de ósmosis inversa con una precisión de 0.001 micrones que remueve bacterias, metales pesados, sales minerales, sustancias dañinas y otras sustancias químicas disueltas en el agua.



- Residencial: casas habitación, departamentos, viviendas
- Comercial: oficinas, cafeterías, gimnasios, máquinas de hielo, bebidas, etc.

- Mejora la calidad de agua para beber
- Sistema con enjuague automático de membrana (autoflush)
- Incluye filtros cartucho y membrana de ósmosis inversa
- Monitor que indica la temperatura, el tiempo de vida de los filtros cartucho y mide la calidad de agua en ppm (sólo modelo PKRO-1006UVPM)
- Incluye lámpara UV PHILIPS para desinfectar bacterias, virus y microorganismos (excepto PKRO100-5P)
- Incluye bomba booster para maximizar el rendimiento
- Equipo completamente ensamblado, listo para instalarse
- Compacto y ligero
- Disponibilidad de repuestos: lámparas, membranas, filtros cartucho de carbón activado (CTO y GAC) y filtros cartucho de polipropileno y plegados (PP y PL)
- Diseño elegante
- Certificación CE

- Portafiltros y portamembrana en polipropileno
- Soporte metálico para montaje en pared (bracket)
- Portalámpara en acero inoxidable 304
- Llave de gancho en acero inoxidable 304
- O-rings de sellado en gel de sílice

- Máxima cantidad de sólidos disueltos recomendada: 800ppm
- Rango de presión en la entrada: 15 - 80 psi (1-5.6kg/cm²)
- Rango de temperatura en la entrada: 4°C - 52°C

PK RO 100-6 UV P M

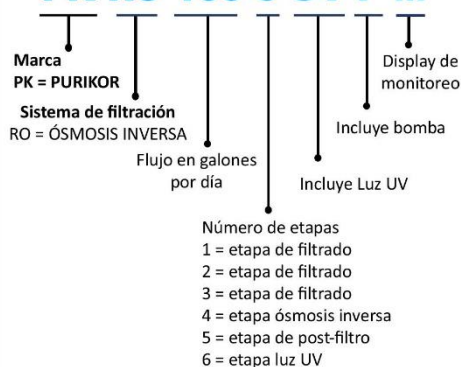


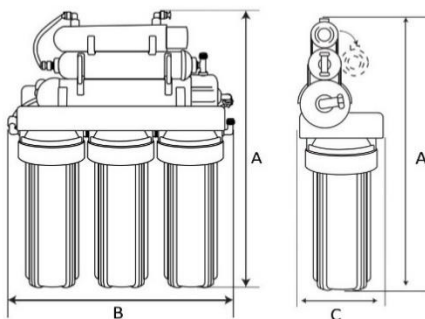


TABLA DE ESPECIFICACIONES

CÓDIGO	FLUJO (gpd)	ETAPAS	MICRAS NOM.	MICRAS MEMBRANA	BOMBA DE PRESIÓN	MEDIDOR TDS (ppm)	CONEX.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	BOMBA (watts)	FASES x VOLTS BOMBA	LUZ UV		
											POTENCIA (watts)	FASES VOLTS	
PKRO100-5P	100	5	5	0.001	✓		1/2" HEMBRA,	3.2 Gal.	25-36	1x115	N/A		
PKRO100-6UVP	100	6			✓	✓	1/2" MACHO Y 1/4" TUBING					6	1x115
PKRO400-6UVP	400				✓		NO REQUIERE TANQUE		48-96				

DIMENSIONES Y PESO

CÓDIGO	DIMENSIONES (mm)			PESO (kg)
	A	B	C	
PKRO100-5P	500	390	180	15
PKRO100-6UVPM	540	400	180	15.8
PKRO400-6VP	520	410	220	14.8





Netafim™ Inyectores Venturi

VISIÓN DE CONJUNTO

Netafim™ ofrece su sistema de inyector químico auto operado, probado en campo bajo todas las condiciones ambientales, con más de 30 años de conocimiento tecnológico y experiencia.

ASPECTOS INTERESANTES

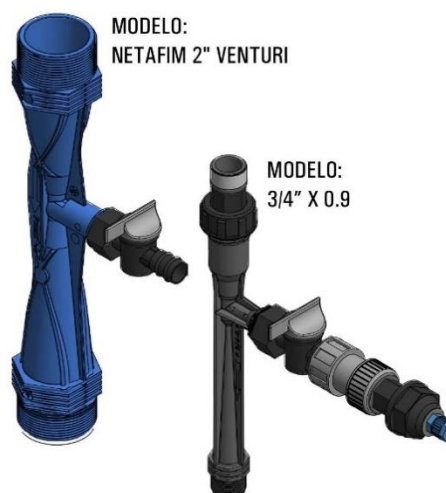
- Sistema sin electricidad
- Operado por presión de agua existente
- Fácil instalación, operación y mantenimiento.
- Amplia cobertura en parcelas de varios tamaños
- Operación rápida y sencilla
- Alta resistencia a los productos químicos utilizados en la agricultura.
- Válvula antirretorno integral

CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDADES

- Apto para inyección hasta 1200 l/h
- Adaptable a todos los sistemas de riego
- Inyección química regulada

BENEFICIOS

- Mayor eficiencia
- Sin partes móviles
- Fabricado por Netafim™



PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El inyector funciona según el principio de succión al vacío creado por un complejo Venturi avanzado.

Esto implementa los últimos conocimientos en tecnología hidráulica y permite que los inyectores funcionen con pequeños diferenciales de presión.

Se crea un vacío a medida que el agua fluye a través de un pasaje convergente que se ensancha gradualmente (ver diagrama). La inyección se activa en la entrada del químico, cuando existe una diferencia de presión entre el agua que ingresa a los inyectores y el agua y el químico que sale al sistema de riego.

Este diferencial de presión puede oscilar entre el 15 y el 75% según la tasa de inyección requerida.

ESPECIFICACIONES REQUERIDAS PARA PEDIR INYECTORES QUÍMICOS

- Caudal mínimo y máximo
- Presión en el punto de entrada del riego
- Pérdida de carga permitida o requerida
- Tasa de flujo de producto químico que se inyectará en el sistema.

DATOS GENERACIONES		MODELO NETAFIM 2" VENTURI	MODELO 3/4" X 0.9
Materiales	Cuerpo	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)
	Componentes internos	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP); HDPE; PVC
	Empaquetadura	Viton A; EPDM	Viton A; EPDM
	Resorte	Hastelloy C276	Acero inoxidable (SS 316)
Conexiones	Diámetro	2"	3/4"
	Tipo de rosca	BSP	BSP
Dimensiones (mm)	Ancho	158	252
	Largo	350	292

RESISTENCIA AL ÁCIDO

■ % es en peso a 21°C (70°F)

■ La tabla de resistencia al ácido indica la resistencia de los componentes del inyector y no es una recomendación para usar el ácido mencionado.

	HNO ₃	H ₃ PO ₄	H ₂ SO ₄	HCL	H ₂ O ₂				
MODELO	NÍTRICO	FOSFÓRICO	SULFÚRICO	CLOR- HÍDRICO	Peróxido de hidrógeno	CLORO (como hipoclorito)	Ácido acético	Ácido Cítrico	Ácido fórmico
2"	<10%	<85%	<80%	<30%	<30%	<10%	<20%	<90%	<5%
¾"	<10%	<85%	<80%	NR	<30%	NR	<20%	<90%	<5%

INSTALACIÓN

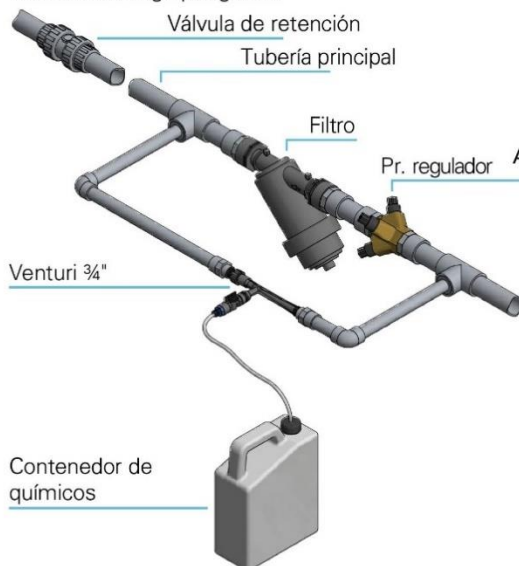
PRECAUCIÓN

Asegúrese de que se instale una filtración adecuada aguas arriba desde el inyector, para proteger la boquilla del Venturi de obstrucciones.

VENTURI + PRV + FILTRO

Instalación de inyector como bypass a filtro y regulador de presión.

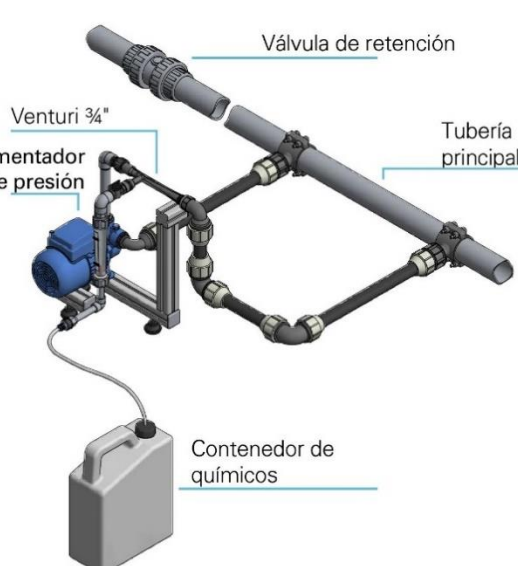
Este método se utiliza cuando el regulador de presión se rompe por debajo del diferencial de presión mínimo requerido y un filtro proporciona una caída de presión adicional deseada. Esta instalación utiliza la caída de presión combinada del filtro y el regulador de presión para operar el inyector y es particularmente adecuada para el sistema de riego por goteo.



VENTURI + AUMENTADOR DE PRESIÓN

Instalación de inyector con bomba de refuerzo.

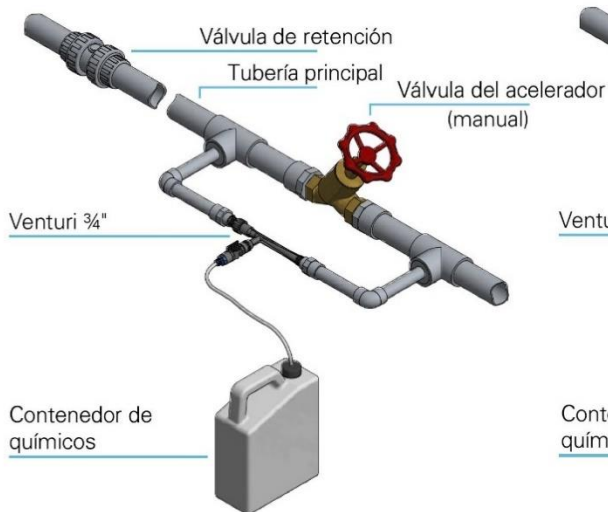
Este método se utiliza cuando hay una caída de presión inadecuada o indeseable en la red para activar el inyector. La bomba de refuerzo crea una presión adicional para activar el inyector y evitar la pérdida de carga del sistema. Debe haber una válvula de retención antes de la derivación.



VENTURI + VÁLVULA MANUAL

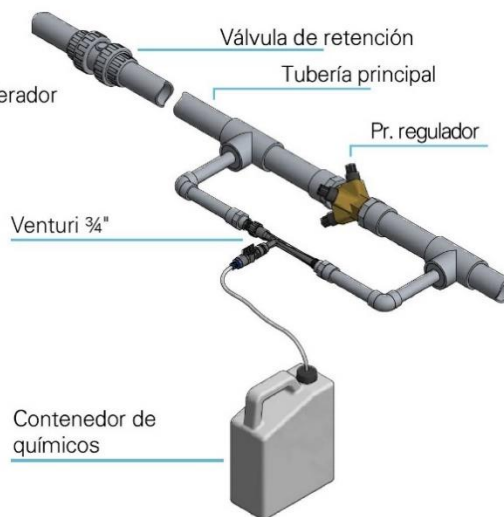
Instalación de inyector como bypass a una válvula manual de mariposa.

Este método se basa en una caída de presión de $\pm 30\%$ utilizando la válvula manual. Se debe tener cuidado para asegurar que la presión de salida sea suficiente para operar el sistema de riego.

**VENTURI + PRV**

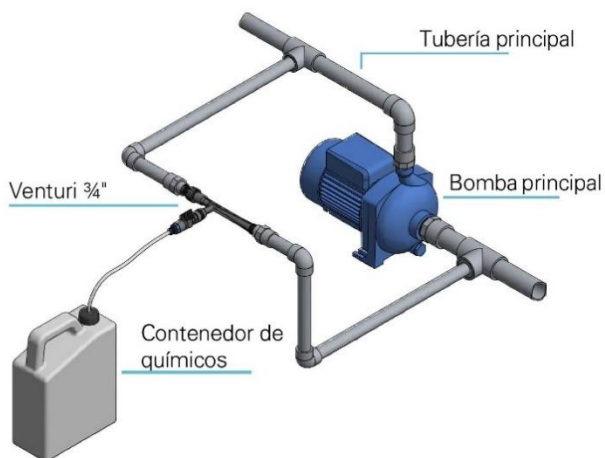
Instalación de inyector como bypass al regulador de presión.

Este método se basa en una caída de presión suficiente por parte del regulador sin válvulas adicionales.

**VENTURI ALREDEDOR DE LA BOMBA PRINCIPAL**

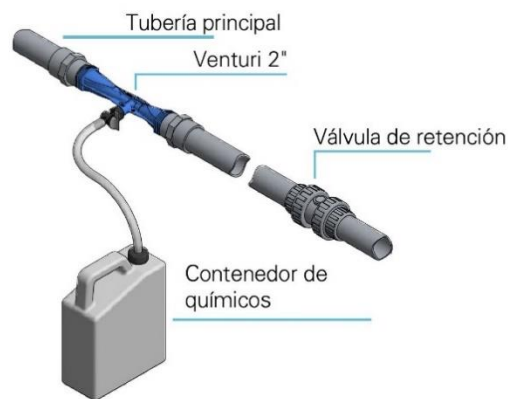
Instalación de inyector como bypass a una bomba de agua existente.

Este método utiliza diferenciales de presión existentes y ahorra energía adicional.

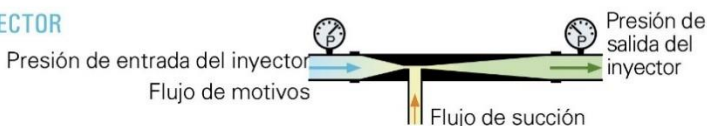
**VENTURI DE 2" EN LÍNEA**

Instalación de inyector en línea a la red.

Este método se utiliza en los casos en que el caudal en el sistema es bajo o si la reducción de presión no es un problema.



DATOS DE RENDIMIENTO DEL INYECTOR



MODELO: 3/4" X 0.9

Máx. presión de funcionamiento: 5bar

MODELO: NETAFIM™ 2" VENTURI

Máx. presión de funcionamiento: 10bar

PRESIÓN DE OPERACIÓN		RENDIMIENTOS	
ENTRADA DEL INYECTOR [M]	SALIDA DEL INYECTOR [M]	FLUJO MOTIVO [L/H]	FLUJO DE SUCCIÓN [L/H]
14	3	522	215
	7		121
	8		78
	10		-
21	3	636	190
	7		190
	10		138
	14		54
28	3	726	176
	7		176
	10		176
	14		162
	17		66
35	21	817	-
	7		167
	10		167
	14		167
	17		167
	21		96
42	24	885	19
	7		162
	14		162
	17		162
	21		158
49	24	953	99
	28		44
	7		158
	14		158
	21		157
	24		157
	28		127
	31		61
	35		9
	38		-

PRESIÓN DE OPERACIÓN		RENDIMIENTOS	
ENTRADA DEL INYECTOR [M]	ENTRADA DEL INYECTOR [M]	FLUJO MOTIVO [M³/H]	FLUJO DE SUCCIÓN [L/H]
14	3	7.7	952
	7		553
	8		443
21	3	9.0	985
	7		967
	10		925
	14		322
28	3	10.1	1018
	7		1017
	10		997
	14		992
35	17	10.9	690
	7		1043
	10		1033
	14		1028
	17		1027
	21		787
42	24	11.7	340
	7		1053
	14		1042
	17		1040
	21		1038
	24		1007
49	28	12.4	520
	7		1058
	14		1058
	21		1055
	24		1053
	28		1038
56	31	12.9	803
	7		1100
	14		1100
	21		1100
	24		1085
	28		1080
	31		1070
	35		910
	38		470

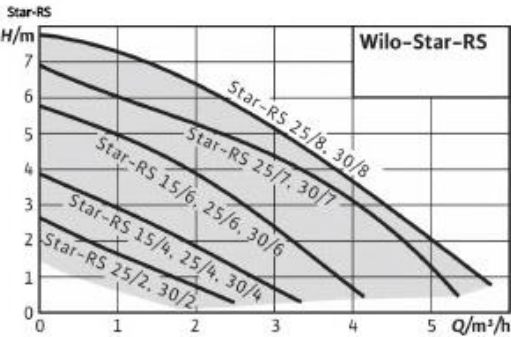
PRESIÓN DE OPERACIÓN		RENDIMIENTOS	
ENTRADA DEL INYECTOR [M]	ENTRADA DEL INYECTOR [M]	FLUJO MOTIVO [M³/H]	FLUJO DE SUCCIÓN [L/H]
70	7	14.3	1100
	14		1100
	21		1100
	28		1085
	35		1085
	42		1065
84	45	15.4	935
	49		520
	7		1100
	14		1100
	21		1100
	28		1100
92	35	15.9	1100
	42		1100
	49		1100
	52		1075
	56		980
	59		675
100	7	16.8	1100
	14		1100
	28		1100
	42		1100
	49		1100
	56		1100
	59		1100
	63		960
	66		635
	70		370
	76		235
	7		1100
	14		1100
	28		1100
	42		1100
	49		1100
	56		1100
	59		1100
	63		1100
	66		1040
	70		750
	76		270

1. La prueba en un inyector de 2" se llevó a cabo con una manguera de recogida de 20 mm.
2. La prueba en el inyector de 3/4" fue realizado con pick up de 8 mm manguera.
3. La tabla de datos de rendimiento se aplica si:
 - a. La válvula dosificadora está completamente abierta.
 - b. El nivel del líquido de succión es el mismo que el de la entrada de succión del inyector.
4. Precisión de los datos: ±10%



Descripción de las series: Wilo-Star-RS

Wilo-Star-RS



Parecido a la figura

Tipo	Ventajas
Bomba circuladora de rotor húmedo con conexión roscada. Velocidades preseleccionables para la adaptación de potencia	→ Apto para todas las posiciones de montaje con eje horizontal; caja de bornes en posición de 3-6-9-12 horas → Tres velocidades preseleccionables para el ajuste de la carga → Montaje sencillo y seguro gracias al práctico asiento de la llave en el cuerpo de la bomba. → Montaje eléctrico sencillo gracias a la caja de bornes con prensaestopas extraíble y aplicable en ambos lados; conexión rápida con bornes de muelle
Aplicación	
Todos los sistemas de calefacción por agua caliente, sistemas industriales de circulación, sistemas de agua fría y de climatización	
Equipo/función	
Modos de funcionamiento	→ Conmutación de varias velocidades
Funciones manuales	→ Ajuste de las velocidades (3 velocidades)
Equipamiento	→ Asiento de llave en el cuerpo de la bomba → Permite entrada de cable por ambos lados → Conexión rápida con bornes de muelle → Motor resistente al bloqueo
Suministro	→ Bomba → Juntas → Instrucciones de instalación y funcionamiento
Designación	
Ejemplo: Star-RS 25/ 4	Wilo®Star®RS 25/4 Bomba estándar (bomba roscada) Diámetro nominal de conexión Rp Altura de impulsión nominal [m] si Q = 0 m³/h
Datos técnicos	→ Rango de temperaturas permitido de -10 °C a +110 °C → Alimentación eléctrica 1-230 V, 50 Hz → Tipo de protección IP 44 → Conexión roscada Rp 3/4, Rp 1 o Rp 1 1/4 → Presión de trabajo máx. 10 bar



Descripción de las series: Wilo-Star-RS

Materiales

- Carcasa de la bomba: Fundición gris
- Rodete: Material sintético
- Eje: Acero inoxidable
- Cojinete: Carbón, impregnado de metal

TECNOLOGIA

INNOVADORA - MÁXIMA SEGURIDAD

CON FUNCIÓN ECOSYSTEM Y AI-SMART
QUE AHORRA HASTA UN 30% DE ENERGÍA

Termos Murales Digitales

Eficiencia, seguridad, confort,
sustentabilidad, inteligencia y diseño

30 50 80 100 120 LITROS



5 AÑOS DE
GARANTÍA
TANQUE INTERNO



El nuevo grado de confort®



TERMOS MURALES

DIGITALES



Tanque interno reforzado con esmalte **ZAFIRO XPAND** que da mayor vida útil al termo.



Aislación de poliuretano expandido de alta densidad **MICROFOAM HD** que disminuye las pérdidas de calor.



Ánodo de Magnesio **AR PROTECT 4X** con doble función protegiendo tu termo por más tiempo.



Resistencias de acero inoxidable cubiertas con esmalte **ZAFIRO XPAND** de baja adherencia al sarro.



Tubo de entrada de agua protegido con nano partículas **SILVER IONS** que elimina bacterias en el agua.



3 sistemas de Seguridad para altas presiones y temperaturas.



Protección IPX4 de resistencia al agua.



Elaborado con elementos que no contaminan el medio ambiente.



La función **AI-SMART** registra tus hábitos de uso, calentando el agua solo cuando lo necesitas, ahorrando energía.



La función **ECOSYSTEM** reduce tu consumo de energía.



DISPLAY DIGITAL que permite elegir la temperatura exacta de tu preferencia.

CARACTERÍSTICAS ÚNICAS Y SUPERIORES

DISPLAY DIGITAL

programación que te permite seleccionar la temperatura exacta a lo que deseas calentar el agua.

FUNCION AI SMART

Función de memoria inteligente, que registra tus hábitos de uso de agua caliente por 7 días, precalentando el agua sólo cuando lo necesitas, ahorrando hasta un 30% de energía.

FUNCION ECO SYSTEM

Setea la temperatura del agua a 55°C, para un baño agradable y excesos de consumo energético.

ZAFIRO XPAND

Resistencia eléctrica reforzada con recubrimiento ZAFIRO XPAND, permite una baja adherencia al sarro, mejorando el desempeño y durabilidad de la resistencia.

AR PROTEC 4X

Ánodo de magnesio resistido, AR PROTEC 4X, dura hasta 4 veces más, protegiendo el interior de tu termo por más tiempo.

SILVER IONS

Tubo de entrada de agua protegido con nano partículas SILVER IONS que elimina bacterias en el agua.

GARANTÍA 5 AÑOS



El nuevo grado de confort®

TERMOS MURALES

DIGITALES



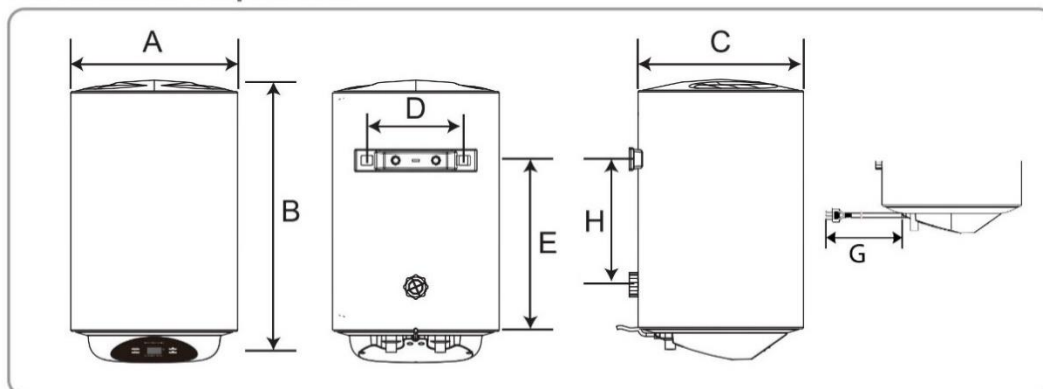
MODELOS	CAPACIDAD	CÓDIGO	VOLTAJE	POTENCIA	T° RECUP 30-75	PESO SIN AGUA
TM-30R	30L	361060030	220-240V	1,5KW/6,9A	1	13 KG
TM-50R	50L	361060050	220-240V	1,5KW/6,9A	1,6	17 KG
TM-80R	80L	361060080	220-240V	1,5KW/6,9A	2,6	25 KG
TM-100R	100L	3610600100	220-240V	1,5KW/6,9A	3,2	29 KG
TM-120R	120L	3610600120	220-240V	1,5KW/6,9A	3,8	32 KG

Presión máxima de Operación: 7,5 bar / Conexión de agua 1/2"

CAPACIDAD	RECOMENDACIONES DE USO
30 Litros	Lavaplatos - Lavamanos
50 Litros	Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio
80 Litros	Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio
100 Litros	Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio
120 Litros	Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio

Considera una temperatura de acumulación de 75°C, temperatura de consumo de 40°C y caudal de agua de la ducha de 7 litros por minuto.

Dimensiones del producto



	30L	50L	80L	100L	120L
A	340	385	450	450	450
B	580	715	740	890	1042
C	340	385	450	450	450
D	200	200	200	200	200
E	350	456,5	487,5	637,5	789,5
F	100	100	100	100	100
G	1350-1450	1350-1450	1350-1450	1350-1450	1350-1450
H	NA	NA	NA	NA	447

(Nota: dimensiones en milímetros)

www.rheemchile.cl

[rheem.cl](https://www.instagram.com/rheem.cl)



El nuevo grado de confort®



HORTICULTURE LIGHTING SOLUTIONS

MULTIBAR LIGHTING



HORTI FRAME MARS



DIFFERENT GOALS FOR CANNABIS GROWERS

- ↳ Maximizing yields.
- ↳ Controlling levels of THC and other cannabinoid production.
- ↳ Increasing flowering.
- ↳ Maintain overall uniformity.

O QUE PODE CONSEGUIR COM A LUZ CORRETA?

- ↳ Maximizar Rendimentos.
- ↳ Controlar os níveis de THC e outros canabinoides.
- ↳ Acelerar a floração.
- ↳ Manter a uniformidade geral.

¿QUÉ SE PUEDE LOGRAR CON LA LUZ ADECUADA?

- ↳ Maximizar el rendimiento.
- ↳ Controlar los niveles de THC y otros cannabinoides.
- ↳ Acelera la floración.
- ↳ Mantener la uniformidad general.

POWER	400 / 600 / 800W
LIGHTING EFFICIENCY	2.0-2.6umol/J (±5%)
SPECTRUM	UV+White+Red+IR / White+Red
PPF	1200 - 1620 umol/s (±5%)
INPUT VOLTAGE	100-277VAC; 50/60Hz
PROTECTION CLASS	IP65
CERTIFICATE	CE, ETL, ROHS
DIMMING OPTIONS	1-10V / DALI
CHIP	Nichi-Prolight / Samsung+Osram
DRIVER	Sosen VP
WORKING TEMPERATURE	0°C-40°C
NET WEIGHT	4.7 kg
SIZE	☒ 586x 1044 x 62mm
SKU	On request

SPECTRAL

